



Powered by
Arizona State University

ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.**

AUTORES:

Mateo Yanez Rivera
Darwin Rolando Troya Soria

TUTOR:

Ing. Luis Fabricio Corrales Zurita

Instalación de Motor Eléctrico Automotriz

DEDICATORIA

Dedico el presente artículo a mi padre José Troya y a mi madre Consuelo Soria quienes han sido un pilar fundamental para la obtención del presente anhelo, sin ellos no hubiese sido posible que haya llegado a estas instancias que son un peldaño de mi vida profesional.

A Sthefany Vega mi novia que fue la persona que vivió conmigo la experiencia y el camino que viví durante mi etapa en la Universidad, esta maravillosa etapa que culmina con el presente trabajo.

A mis hermanos que supieron brindarme apoyo moral para no claudicar en el objetivo de llegar a ser un profesional, a mis profesores que a más de ser excelentes docentes y profesionales son seres humanos que tienen un don de gente para formar y saber guiar a sus alumnos y a todas las personas que a lo largo del camino formaron parte de esta vida universitaria y los llevare siempre presentes por todo el apoyo que me brindaron.

Darwin Rolando Troya Soria

DEDICATORIA

Este logro va dedicado para mis padres, María Rivera y Fausto Yanez, y para mi hermano, Nicolas Yanez, quienes han sido la base para convertirme en lo que hoy soy. Ellos han sido el ejemplo que he seguido para hoy estar más cerca de la persona que quiero llegar a ser. Me han brindado siempre su apoyo para que logre cumplir mis metas, en este caso, mi título profesional como Ingeniero Mecánico Automotriz.

Mateo Yanez Rivera

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi padre José Troya que tuvo la templanza para guiarme e impulsarme a conseguir esta meta a mi madre Consuelo Soria quien con su apoyo y amor incondicional me lleno de fortaleza en momentos de adversidades cuando se me complicaba el poder cumplir con las obligaciones de la universidad.

A mis profesores que los llevo en el corazón por ser los ejemplos a seguir y a quienes admiro tanto en la vida profesional, como en el aspecto humano al haber demostrado ser unos señores en toda la extensión de la palabra.

Darwin Rolando Troya Soria

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, a mis padres María Rivera y Fausto Yáñez y mi hermano Nicolás Yáñez por haberme brindado la oportunidad de poder convertirme en un profesional. Además, por haberme apoyado en todo momento para conseguir este título, el cual ha sido uno de mis objetivos de vida más esperados.

Así también quiero agradecer a mis profesores, compañeros y al personal que forma parte de la Universidad Internacional del Ecuador, quienes directa o indirectamente han estado presentes para apoyarme, guiarme y formarme como Ingeniero Automotriz.

Mateo Yáñez Rivera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| CERTIFICADO | III |
| DEDICATORIA | IV |
| DEDICATORIA | V |
| AGRADECIMIENTOS | VI |
| AGRADECIMIENTOS | VII |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | VIII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XIII |
| 1 CAPÍTULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| JUSTIFICACIÓN | 9 |
| OBJETIVOS | 9 |
| 1.1 Objetivo General | 9 |
| 1.2 Objetivos Específicos | 9 |
| ALCANCE..... | 11 |
| 2 CAPÍTULO II | 12 |
| 2.1 Parámetros A Considerar Para El Cambio De Motor De Combustión Interna A Motor Eléctrico | 15 |
| 2.2 Autonomía..... | 15 |
| 2.3 Mayor Densidad Energética | 17 |
| 2.4 Menor Tiempo De Carga..... | 17 |
| 2.5 Baja Pérdida Por Auto - Descarga | 17 |
| 2.6 Densidad De Potencia | 17 |
| 2.7 Seguridad | 17 |
| 2.8 Disminución De Peso De Autos Eléctricos..... | 17 |
| 2.9 Contaminación De Autos Eléctricos..... | 18 |
| 2.10 Tipos De Autos Eléctricos..... | 18 |
| 2.10.1 HEV (Hybrid Electric Vehicle) | 19 |
| 2.10.2 PHEV (Pulg in Hybrid Electric Vehicle) | 19 |
| 2.10.3 REEV (Range Extended Electric Vehicle) | 19 |
| 2.10.4 FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) | 20 |
| 2.10.5 EV (Electric Vehicle) | 20 |
| 3 CAPITULO III..... | 22 |
| 3.1 Conversiones de Autos Eléctricos | 22 |
| 3.1.1 Puntos claves:..... | 22 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.2 | Propiedades y Características De Las Baterías | 23 |
| 3.2.1 | Propiedades Eléctricas | 23 |
| 3.2.2 | Capacidad Q | 23 |
| 3.2.3 | Capacidad Específica Qe | 23 |
| 3.2.4 | Potencia Específica Pe | 24 |
| 3.2.5 | Factor De Carga..... | 24 |
| 3.2.6 | Eficacia Del Ciclo..... | 24 |
| 3.2.7 | Vida Media..... | 24 |
| 3.2.8 | Efecto Memoria..... | 24 |
| 3.3 | Terminología Básica De Las Baterías | 25 |
| 3.3.1 | Energía Especifica | 25 |
| 3.3.2 | Densidad De Energía | 25 |
| 3.3.3 | Potencia Especifica O Densidad Potencial | 25 |
| 3.3.4 | Ciclos De Vida | 25 |
| 3.3.5 | Efecto Memoria..... | 26 |
| 3.3.6 | Duración De Las Baterías | 27 |
| 3.3.7 | Comportamiento De Las Baterías En Climas Fríos | 27 |
| 3.3.8 | Recarga De Baterías | 27 |
| 3.3.9 | Recarga Conductiva..... | 27 |
| 3.3.10 | Recarga Inductiva..... | 27 |
| 3.4 | Tipos de Baterías | 28 |
| 3.4.1 | Batería de Acido – Plomo..... | 28 |
| 3.4.2 | Componentes de las baterías de Plomo – Acido | 29 |
| 3.4.3 | Placas o electrodos | 29 |
| 3.4.4 | Rejillas..... | 29 |
| 3.4.5 | Separadores | 29 |
| 3.4.6 | Carcasa | 29 |
| 3.4.7 | Conectores | 29 |
| 3.4.8 | Terminales | 29 |
| 3.4.9 | Grafica De Carga De Batería Plomo – Acido | 31 |
| 3.4.10 | Grafica De Descarga A 25° C..... | 31 |
| 3.5 | Tipos De Baterías De Plomo –Acido..... | 32 |
| 3.5.1 | Baterías de tracción | 32 |
| 3.5.2 | Baterías de arranque | 32 |
| 3.5.3 | Baterías estacionarias | 32 |
| 3.5.4 | Baterías de ciclo profundo | 32 |
| 3.5.5 | Funcionamiento de las baterías de plomo-ácido | 33 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.6 | Batería de Litio..... | 33 |
| 3.6.1 | Baterías Ion-litio..... | 35 |
| 3.6.2 | Especificaciones eléctricas | 35 |
| 3.6.3 | Curvas de descarga | 37 |
| 3.6.4 | Cuidados mantenimientos y precauciones | 37 |
| 3.6.5 | Polímero-Litio (Li-poly)..... | 38 |
| 3.6.6 | Especificaciones eléctricas | 38 |
| 3.6.7 | Características eléctricas..... | 39 |
| 3.6.8 | Curvas de descarga | 39 |
| 3.6.9 | Cuidados mantenimientos y precauciones | 39 |
| 4 | CAPITULO IV..... | 42 |
| 4.1 | Materiales De La Conversión Del Motor Eléctrico De 108 V | 42 |
| 4.1.1 | Vehículo utilizado | 42 |
| 4.1.2 | Motor de Combustión Interna Datsun 1000..... | 44 |
| 4.1.3 | Vista General De La Camioneta | 47 |
| 4.2 | Motor Eléctrico | 47 |
| 4.2.1 | Kit eléctrico seleccionado..... | 47 |
| 4.2.2 | Motor Eléctrico..... | 48 |
| 4.2.3 | Controlador (BMS):..... | 49 |
| 4.2.4 | Controlador Mc 3336 | 50 |
| 4.2.5 | Especificaciones y parámetros técnicos | 50 |
| 4.2.6 | Grado de Protección | 51 |
| 4.2.7 | Clasificación IP | 53 |
| 4.2.8 | Display | 54 |
| 4.2.9 | Acelerador | 55 |
| 4.2.10 | Cargador | 55 |
| 4.2.11 | Batería: | 57 |
| 4.3 | Elementos Fabricados Para La Instalación Del Motor Eléctrico En Camioneta Datsun 1000 | 58 |
| 4.3.1 | Espaciador motor-caja de cambios | 58 |
| 4.3.2 | Bases para BMS | 59 |
| 4.3.3 | Propiedades Del Material | 60 |
| 4.3.4 | Cargas y Sujeciones..... | 61 |
| 4.3.5 | Base de soporte motor | 64 |
| 4.3.6 | Acople caja-motor | 72 |
| 4.3.7 | Resultados del Estudio..... | 76 |
| 4.4 | Desmontaje..... | 77 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.4.1 | Conservar el sistema motriz del vehículo | 80 |
| 4.5 | Diseño | 82 |
| 4.6 | Instalación | 86 |
| 4.7 | Pruebas | 95 |
| 4.7.1 | Pruebas de componentes..... | 95 |
| 4.7.2 | Pruebas de dinamómetro | 96 |
| 4.7.3 | Pruebas de carga de batería..... | 98 |
| 4.8 | Manual de operación de EV Datsun 108V | 99 |
| 4.8.1 | Encendido..... | 100 |
| 4.8.2 | Operación | 102 |
| 4.8.3 | Apagado | 103 |
| 4.8.4 | Carga | 104 |
| 4.8.5 | Posibles fallas | 105 |
| 5 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 106 |
| 5.1 | Conclusiones | 106 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 107 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA..... | 108 |
| 7 | ANEXOS: | 113 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1.1 Valores de Mantenimiento Preventivo Camioneta Datsun 1000..... | 6 |
| Tabla 2 1 Mantenimientos Peugeot e-208 vs 208 Gasolina | 14 |
| Tabla 3 1 Tipo de Baterías..... | 28 |
| Tabla 3 2 Peso De Una Batería En Plomo Acido | 30 |
| Tabla 3 3 Componentes y Estructura Interna de una Batería de Plomo | 30 |
| Tabla 3 4 Tensión y capacidad especifica en función al cátodo..... | 36 |
| Tabla 3 5 Curva de descarga a 25°C..... | 37 |
| Tabla 3 6 Características eléctricas..... | 39 |
| Tabla 4 1 Modelo de Vehículo Datsun/ Nissan | 44 |
| Tabla 4 2 Datos de motor | 45 |
| Tabla 4 3 Datos de motor | 48 |
| Tabla 4 4 Datos BMS | 49 |
| Tabla 4 5 Datos BMS | 50 |
| Tabla 4 6 Protección contra objetos solidos | 53 |
| Tabla 4 7 Protección contra líquidos | 53 |
| Tabla 4 8 Primera Letra Adicional (opcional) | 53 |
| Tabla 4 9 Segunda Letra Adicional (opcional) | 54 |
| Tabla 4 10 Datos de cargador..... | 56 |
| Tabla 4 11 Datos de Batería 108V..... | 57 |
| Tabla 4 12 Registro de tiempos de carga..... | 98 |
| Tabla 4 13 Posibles fallos y soluciones | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2 1 Histórico de ventas vehículos eléctricos | 13 |
| Figura 2 2 Ficha técnica Kia Soul | 16 |
| Figura 2 3 Comparativa Kia Soul UIDE | 16 |
| Figura 2 4 Clasificación de los vehículos eléctricos según el grado de electrificación.. | 21 |
| Figura 3 1 Componentes y Estructura Interna de una Batería de Plomo..... | 30 |
| Figura 3 2 Grafica de carga de batería plomo – acido | 31 |
| Figura 3 3 Grafica de descarga a 25°C | 31 |
| Figura 3 4 Celda de Litio de 2V | 33 |
| Figura 3 5 Celda de Litio de 4V | 34 |
| Figura 3 6 Celda de Litio de 4V | 35 |
| Figura 3 7 Curva de descarga | 39 |
| Figura 4 1 Datsun 1000 UIDE año 1971 | 43 |
| Figura 4 2 Camioneta Datsun 1000 | 43 |
| Figura 4 3 Motor Datsun A10..... | 44 |
| Figura 4 4 Motor Datsun A10..... | 45 |
| Figura 4 5 Suspensión Delantera | 46 |
| Figura 4 6 Suspensión Delantera | 46 |
| Figura 4 7 Vista General de la Camioneta..... | 47 |
| Figura 4 8 Motor AC 51 | 48 |
| Figura 4 9 Controlador de Motor..... | 49 |
| Figura 4 10 Disposición código IP | 52 |
| Figura 4 11 Display de información | 54 |
| Figura 4 12 Acelerador electrónico | 55 |
| Figura 4 13 Cargador de batería 108V | 56 |
| Figura 4 14 Batería 108V | 57 |
| Figura 4 15 Espaciador caja-motor eléctrico..... | 58 |
| Figura 4 16 Base de BMS..... | 59 |
| Figura 4 17 Datos básicos de estructura Base BMS | 61 |
| Figura 4 18 Cargas y Sujeciones de estructura Base BMS..... | 61 |
| Figura 4 19 Cargas y Sujeciones de estructura Base BMS..... | 62 |
| Figura 4 20 Cargas y Sujeciones de estructura Base BMS..... | 63 |
| Figura 4 21 Simulación de carga en estructura Base BMS | 63 |

| | |
|---|----|
| Figura 4 22 Espaciador caja-motor eléctrico..... | 65 |
| Figura 4 23 Datos básicos Base de motor EV | 66 |
| Figura 4 24 Cargas y Sujeciones de motor EV..... | 67 |
| Figura 4 25 Cargas y Sujeciones de motor EV..... | 68 |
| Figura 4 26 Simulación de motor EV | 68 |
| Figura 4 27 Datos básicos Base de motor EV | 69 |
| Figura 4 28 Cargas y Sujeciones | 70 |
| Figura 4 29 Cargas y Sujeciones de motor EV..... | 71 |
| Figura 4 30 Simulación de motor EV | 71 |
| Figura 4 31 Acople caja-motor..... | 73 |
| Figura 4 32 Datos básicos del acople | 74 |
| Figura 4 33 : Datos básicos del acople | 75 |
| Figura 4 34 Cargas y Sujeciones del acople | 76 |
| Figura 4 35 Simulación de carga en acople | 76 |
| Figura 4 36 Equipo EV TEAM desmontaje (1)..... | 78 |
| Figura 4 37 Equipo EV TEAM desmontaje (2)..... | 78 |
| Figura 4 38 Equipo EV TEAM desmontaje frenos | 79 |
| Figura 4 39 Equipo EV TEAM desmontaje interior..... | 79 |
| Figura 4 40 Equipo EV TEAM desmontaje (3)..... | 80 |
| Figura 4 41 Equipo EV TEAM desmontaje (4)..... | 80 |
| Figura 4 42 Limpieza post desarmado..... | 81 |
| Figura 4 43 Reacondicionamiento de bomba de freno | 81 |
| Figura 4 44 Base soporte para BMS | 82 |
| Figura 4 45 Espaciador caja-motor..... | 82 |
| Figura 4 46 Acople caja-motor..... | 83 |
| Figura 4 47 Acople caja-motor instalado en caja | 83 |
| Figura 4 48 Piezas sueltas de base frontal motor..... | 84 |
| Figura 4 49 Base motor armada vista posterior..... | 84 |
| Figura 4 50 Mascarilla frontal cartón | 85 |
| Figura 4 51 Mascarilla frontal acero..... | 85 |
| Figura 4 52 Conjunto caja-motor..... | 86 |
| Figura 4 53 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón..... | 87 |
| Figura 4 54 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón..... | 87 |
| Figura 4 55 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón..... | 88 |

| | |
|---|----|
| Figura 4 56 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón..... | 88 |
| Figura 4 57 Cableado de sistema..... | 89 |
| Figura 4 58 Cableado de tablero central..... | 89 |
| Figura 4 59 Cableado de tablero central (2) | 90 |
| Figura 4 60 Cargador de batería 108v | 90 |
| Figura 4 61 Cableado organizado..... | 91 |
| Figura 4 62 Batería 108V | 91 |
| Figura 4 63 Pintura de balde..... | 92 |
| Figura 4 64 Interior de vehículo | 92 |
| Figura 4 65 Tablero central | 93 |
| Figura 4 66 Decals laterales..... | 93 |
| Figura 4 67 Vista lateral exterior..... | 94 |
| Figura 4 68 Vista frontal delantera..... | 94 |
| Figura 4 69 Mapa de Ruta de prueba..... | 95 |
| Figura 4 70 Vista frontal en dinamómetro..... | 97 |
| Figura 4 71 Vista lateral en prueba de dinamómetro..... | 97 |
| Figura 4 72 Resultados Obtenidos en Dinamómetro..... | 98 |

Instalación de Motor Eléctrico Automotriz

Mateo Yáñez¹, Darwin Troya²

¹ *Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, mayanezri@uide.edu.ec*

² *Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, datroyaso@uide.edu.ec*

RESUMEN

La contaminación ambiental y los efectos negativos que tiene el uso de autos con motores de combustión interna nos orientan en optar por la tecnología de los motores eléctricos automotrices.

El presente estudio consiste en convertir un vehículo de motor a combustión interna en uno vehículo con motor eléctrico, se utilizó una camioneta marca Datsun, modelo 1000 del año 1971, equipada con un motor de combustión interna a gasolina y lo reemplazamos con un motor eléctrico automotriz de 108v. Se retira el motor de combustión interna y sus componentes principales, para proceder a ocupar el chasis de la camioneta y adaptar un motor eléctrico. Con esto logramos mantener la funcionalidad de esta camioneta y mejoramos el desempeño tecnológico, eliminamos emisiones contaminantes, repotenciamos el diseño original de Datsun otorgando nuevas prestaciones como lo sustentaremos en el desarrollo de este estudio. El carburador es sinónimo de contaminación contribuyendo en una parte con el calentamiento global y para efectos del presente estudio se va a realizar una adaptación de un motor eléctrico con el objetivo bajar la contaminación luego de cambiar un motor de combustión interna por un motor eléctrico. En el proceso se implementaron una serie de diseños y fabricación de bases, acoples, e instalación de nuevos componentes los cuales nos garantizan la funcionalidad de la pick up. El resultado de este estudio es una camioneta Datsun modelo 1000 impulsada por un motor eléctrico cero emisiones, en funcionamiento la cual trabaja a 2850 msnm; logrando éxito en la adaptación del motor eléctrico.

Palabras clave: contaminación, combustión, eléctrico, emisiones.

ABSTRACT

Environmental pollution and the negative effects of the use of cars with internal combustion engines guide us in opting for the technology of automotive electric motors.

The present study consists of converting an internal combustion engine vehicle into one with an electric motor, a Datsun van, model 1000 of the year 1971, equipped with a gasoline internal combustion engine was used and we replaced it with an automotive electric motor of 108v. The internal combustion engine and its main components are removed, to proceed to occupy the chassis of the truck and adapt an electric motor. With this we managed to maintain the functionality of this truck and improve technological performance, eliminate polluting emissions, repower the original Datsun design by providing new features as we will support in the development of this study. The carburetor is synonymous with pollution, contributing in part to global warming, and for the purposes of this study, an adaptation of an electric motor will be carried out with the aim of reducing pollution after changing an internal combustion engine for an electric motor. In the process, a series of designs and manufacture of bases, couplings, and installation of new components were implemented, which guarantee the functionality of the pickup. The result of this study is a Datsun model 1000 truck powered by a zero-emission electric motor, in operation which works at 2850 meters above sea level; achieving success in adapting the electric motor.

Keywords: pollution, combustion, electric, emissions.

1 Capítulo I

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Martínez (2007) define a:

El motor de combustión interna es el encargado de transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica. Estos motores de combustión interna realizan su trabajo en el interior de una cámara de combustión mediante la aportación del calor producido al quemarse el combustible. En este caso la presión de los gases de la combustión y el calor generado en el interior, provocan el movimiento de un mecanismo (tren alternativo) que se aprovechara como fuente de energía. (pág. 8)

El principio de transformación de energía en los motores de combustión interna no ha cambiado desde su aparición, siendo esto lo más relevante de este tipo de motores, la capacidad de realizar este proceso para convertir la energía y que a su vez sea utilizada de manera aceptable para el funcionamiento de los vehículos. Este es un proceso exitoso desde su aparición, que tiene un componente necesario para su funcionamiento y que al mismo tiempo también es un problema, debido a que necesita de un combustible para que se realice este proceso.

Pero Payri & Desantes (2011) establecen

El rendimiento global del motor, o rendimiento efectivo, puede tomar valores muy disparadores, dependiendo del tipo de motor y sobre todo de sus condiciones de operación. En algunos motores, el valor máximo de este rendimiento puede alcanzar el 55% referido a la energía disponible en el combustible. (pág. 41)

El proceso de combustión dentro de un motor no cumple un ciclo perfecto, y por tal motivo no es posible aprovechar al 100% la relación de combustible y aire para poder decir categóricamente que los motores de combustión interna son eficientes. Existen pérdidas de eficiencia por diferentes factores como son la relación de aire que ingresa a la admisión debido a la altura sobre el nivel del mar a la que esté funcionando ese motor o a la temperatura interna dentro de cada cilindro misma que varía de acuerdo a la relación de aire y de combustible que se haya ingresado a la cámara de combustión.

Existe un parámetro conocido como coeficiente de exceso de aire (α lambda), “La relación entre la cantidad real de aire que ingresa al cilindro del motor y la cantidad de aire teóricamente necesaria para la combustión de 1 kg de carburante” (Erazo, 2016, pág. 22)

Si $\alpha < 1$. Se tiene una disminución de aire y por lo tanto una mezcla rica en combustible.

Si $\alpha > 1$. Se tiene un aumento de aire y la mezcla por lo tanto se empobrece la cantidad de combustible. “La máxima potencia de los motores en general se obtiene enriqueciendo la mezcla ligeramente para: α (0.85 – 0.90).” (Jovaj, 1987).

Al momento de enriquecer la mezcla se va a tener mayores prestaciones en ese motor lo cual puede ser entendido de diferente manera, para el propietario del vehículo es un mayor consumo de combustible lo cual le va a generar un gasto mayor en su presupuesto, para el medio ambiente va a tener mayor contaminación, ya que este incremento de combustible va de la mano con la contaminación dado a que los motores de combustión interna producen diferentes tipos de gases al combustionar, los remanentes al expulsarse al medio ambiente son monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (Nox), Hidrocarburos, Óxido de azufre (SOx), bromuro de plomo, Dióxido de carbono (CO₂) y material particulado.

La camioneta Datsun 1000 fue diseñada con un motor de combustión interna conocido con el nombre de A10 es un motor de 1.0 litros (988 cc), este motor fue lanzado en septiembre de 1966 y en el 1967 se montó en la camioneta Datsun 1000. El A10 tiene un cigüeñal de tres cojinetes principales; el diámetro de cada cojinete es de 73 mm y la carrera de 59 mm. demás, tiene un carburador Hitachi de dos cubas y una relación de compresión de 8.5 a 1. Este motor produce según el fabricante 62 caballos de fuerza (46 kW) a 6000 rpm y 8.5 kg·m (83 N·m; 61 lb·ft).

Este motor a carburador fue eficiente en su época y para la tecnología que se tenía en esos años, ahora hablar de un carburador es sinónimo de exceso de contaminación, al no poseer un control adecuado de la cantidad de combustible, como sucede hoy en día con los sistemas de inyección electrónica pese a todo siguen contaminando al medio ambiente en menor cantidad.

Sin embargo, Lara (2013) establece que:

Algunas desventajas de los motores de combustión interna son la contaminación, los altos costos de mantenimiento durante su vida útil, los consumibles fósiles, que a su vez generan desecho de tipo sólido y líquido, los cuales no tienen una normativa estricta sobre el manejo de estos tipos de desechos. (pág. 98)

En la actualidad una de las preocupaciones más significativas del cambio climático es la emisión de contaminantes y sus efectos nocivos sobre la salud de la humanidad además de los efectos irreparables que se pueden producir en el medio ambiente. “La energía que se utiliza en movilidad representa más del 25% del suministro de energía del mundo. La

demanda mundial de petróleo se concentra en el sector del transporte con más del 50%, y la mayor parte en el transporte por carretera” (Tipanluisa, Remache, Ayabaca, & Reina, 2017). El sistema de propulsión más utilizado en la actualidad, es el motor de combustión interna, por ello existen varias propuestas basadas en disminuir el consumo de combustibles. “En el Foro Internacional de Transporte las emisiones de CO₂ del sector transporte representan el 23% a nivel mundial” (Quimbiulco & Mora, 2021) .

Pero Tipanluisa, Remache, Ayabaca, & Reina, (2017)

La formación de contaminantes se produce posterior a la combustión, que es una reacción química de oxidación, en la que un elemento combustible (hidrocarburos la gasolina o diésel), se combina con un comburente, habitualmente oxígeno. Esta combinación da lugar a una serie de productos de reacción y una gran cantidad de calor.

Los hidrocarburos se componen únicamente por carbono e hidrógeno, por lo que su combustión total con oxígeno resulta únicamente en CO₂ y agua. Sin embargo, debido a que el aire atmosférico además del 21% de oxígeno, contiene un 78% de nitrógeno y un 1% de otros gases, inevitablemente se forman otros productos, como es el caso de los NO_x. Además, parte de los hidrocarburos no se queman durante la combustión y se emiten a la atmósfera en forma de CO, hidrocarburos no combustionados y de partículas.

Según cálculos de la Organización Mundial de la Salud, alrededor de 1,3 millones de personas mueren cada año de forma prematura como consecuencia de la contaminación atmosférica urbana. En España, la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica estima el número de víctimas en 16 000, casi 11 veces más que las 1480 muertes registradas en el 2011 por accidentes de tránsito. (pág. 4)

De acuerdo con Álvarez; Peiro (2000) “Una alta presencia de CO₂ en el aire contribuye a empeorar su calidad y la afectación a las condiciones climáticas, repercute directamente sobre la salud humana”.

No obstante, Tipanluisa, Remache, Ayabaca, & Reina, (2017) establece:

Lo mismo ocurre con los hidrocarburos no quemados. El metano, por ejemplo, tiene un potencial de calentamiento global de 23, lo que significa que en un periodo de 100 años un kilogramo de metano tiene la capacidad de calentar la Tierra 23 veces más que un kilogramo de CO₂. Afortunadamente sus cifras de emisión son mucho más contenidas y no todos los no quemados tienen el mismo potencial de calentamiento global que el metano. No obstante, el CO₂ y los hidrocarburos no

quemados son responsables directos del calentamiento global y, por lo tanto, de todas las patologías y catástrofes asociadas a éste. (pág. 3)

Pero Flores, Fabela, Blake, Vázquez, Hernández (2014)

El NO_x es el término genérico para referirse a todos los óxidos de nitrógeno. El NO₂ y el NO₃ son gases altamente reactivos, capaces de reaccionar con diversas sustancias orgánicas volátiles que se encuentran en la atmósfera, sólo bajo la presencia de la luz solar y el calor. Su reacción da como resultado el denominado ozono troposférico (O₃). Aunque el ozono no es un contaminante por sí mismo, pues forma parte de la composición natural de la atmósfera y es el responsable principal de contener a los rayos UV que provienen del sol, su presencia a baja altura sí resulta perjudicial para el ser humano. En esa condición causa irritaciones en el aparato respiratorio, el agravamiento de alergias respiratorias y diversas enfermedades crónicas. Adicionalmente, los óxidos de nitrógeno contribuyen activamente a la acidificación del agua en el proceso conocido como lluvia ácida, cuya capacidad para reaccionar con compuestos de la atmósfera deriva en la generación de numerosos agentes mutagénicos y cancerígenos que se encuentran presentes en el aire que se respira cada día. (pág. 1)

Según García (2001)

La combustión incompleta de hidrocarburos produce también el CO, que es capaz de pasar a la sangre a través de las vías respiratorias, donde se combina con la hemoglobina. Una consecuencia directa es la disminución de las funciones del organismo humano por la imposibilidad de la carboxihemoglobina, el resultante de esta combinación, para transportar el oxígeno a través del cuerpo. Las partículas, por su parte, son capaces de introducirse en el sistema respiratorio, donde las más finas (menores de 2,5 µm) pueden abrirse paso hasta las zonas más profundas. Son causantes directas de un gran número de muertes prematuras, así como disfunciones en el sistema respiratorio. Se relacionan directamente con el asma y en niños pueden contribuir a un mal desarrollo de la capacidad pulmonar. Además de sus efectos directos, pueden servir como medio de transporte para otras sustancias nocivas. (pág. 4)

Pero, The International Council on Clean Transportation (2011), establece a:

La gasolina como un producto obtenido en la destilación fraccionada del petróleo crudo, esto significa que depende del crudo que se destile es una fracción única o una mezcla de diversas fracciones, está formada de una mezcla de hidrocarburos de

peso molecular no muy elevado debe ser volátil, se pueda quemar fácilmente y mejorar el arranque en frío, pero no tanto como para formar demasiado vapor con el tiempo caluroso. (pág. 33)

La calidad del combustible es una desventaja nacional adicional de los motores de combustión interna, ya que depende de este recurso para poder realizar la transformación de energía química en energía mecánica, generan inconvenientes en los motores.

Aunque, Chow (1998) “La gasolina está formada por hidrocarburos que pertenecen a la familia de los alcanos cuya configuración química es: C_nH_{2n+2} ” (pág. 56).

Los elementos que conforman a la gasolina son diversos y necesitan de factores adicionales para poder ser utilizados de manera que no generen inconvenientes en los motores lastimosamente la calidad del combustible no es igual en el país donde se fabrica y se hacen las pruebas a los motores, ya que en Ecuador la calidad del combustible es deficiente y es un motivo adicional por el cual se generan emisiones contaminantes además de daños silenciosos en los motores de combustión interna.

De acuerdo con Fogler (2001), expresa al

Octanaje en la gasolina es la medida de su calidad antidetonante, es decir la habilidad que tiene para quemarse sin causar detonación involuntaria en los motores de combustión interna. Para medir esta propiedad existen tres métodos:

- Numero de octano (M.O.N),
- Numero de octano Investigado (R.O.N) y
- Numero de octano en marcha. (pág. 156)

De acuerdo con Pérez (2018)

El M.O.N es tomado como una indicación, la habilidad del combustible para evitar la detonación de motores en altas velocidades. El R.O.N mide la tendencia de detonación a bajas velocidades, mientras que el Número de octano en marcha es el que realmente muestra cómo se comporta el combustible en el motor del automóvil. (pág. 25)

Una cualidad que hace que un combustible sea de mejor calidad con respecto al otro es el número de octanos que este combustible tiene, mientras mayor sea éste tiene mejores prestaciones al motor con ese tipo de gasolina, sin embargo la calidad tiene su costo y es por ese motivo que no en todos los países se puede hablar de una gasolina de similares características, inclusive en una misma ciudad pueden darse variaciones en la calidad de la gasolina por no haber sido transportada o almacenada en un depósito de manera que no se

contamine y sea el combustible con las características y propiedades que recomienda el fabricante para su motor.

Pero, Pérez (2018) establece:

Normalmente la chispa salta en la bujía cuando el pistón está cerca del P.M.S inflama la mezcla y los gases se propagan en todas direcciones principalmente hacia los extremos de la cámara de compresión, teniendo como punto de partida el de la inflamación inicial, así que la fuerza explosiva se aplica de modo rápido pero progresivo al pistón que a su vez se mueve hacia el P.M.I. (pág. 26)

La detonación que se da dentro de la cámara de combustión puede verse afectada por la calidad de combustible, ya que con menos octanos los combustibles tienen a auto inflamarse provocando detonaciones conocidas como cascabeleo las cuales afectan el desempeño del motor porque no son controladas y generan un desbalance del pistón dentro de la cámara de combustión.

Los motores de combustión generan costos de mantenimiento periódicos como son el reabastecimiento de combustible, los cambios de aceite, cambio de filtro de aire, filtro de aceite, filtro de combustible, cambio de líquido refrigerante, cambio de bujías entre otros consumibles.

Tabla 1.1 Valores de Mantenimiento Preventivo Camioneta Datsun 1000

| DETALLE | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO |
|--------------------|--------|----------|--------------|
| ACEITE | GALÓN | ¾ | 25.00 |
| FILTRO ACEITE | | 1 | 4.00 |
| FILTRO AIRE | | 1 | 10.00 |
| FILTRO COMBUSTIBLE | | 2 | 6.00 |
| GASOLINA | GALÓN | 7.9 | 20.15 |
| TOTAL | | | 65,15 |

Fuente: Mateo Yanez & Darwin Troya

En esta tabla están detallados valores de un mantenimiento preventivo que se lo realiza cada 5.000 km sin tomar en cuenta los valores que deben ser adicionados como son las bujías, calibración de válvulas, refrigerante y demás costos que se presentan para el mantenimiento de la camioneta.

La ubicación en donde se realiza este proyecto es en la ciudad de Quito, que específicamente corresponde a un clima subtropical de tierras altas, con características climáticas que van desde climas áridos y templados hasta húmedos y fríos. Quito cuenta con

un clima en su mayor parte del tiempo templado con temperaturas que van desde los 10 a los 27°C.

Además, está ubicado en el valle central dentro de la cordillera de los Andes a una altura de 2.900 metros sobre el nivel del mar.

De acuerdo con Pascale (2015) establece a la:

vialidad de esta ciudad está dada por vías de conexión con los sectores suburbanos: por estas arterias se realizan movimientos pendulares cotidianos y transitan gran cantidad de vehículos (más de 8.000 por día a la entrada a Quito). También permiten la conexión con los accesos al Distrito Metropolitano de Quito; la perimetral metropolitana es la única que permite la circunvalación del Distrito. Por ella transita el transporte a larga distancia y se establece el vínculo entre el sur del país y las provincias del oriente y del norte. Sirve también para los desplazamientos entre el valle de Los Chillos y el valle de Tumbaco. (En la vía Intervalle circulan más de 4.500 vehículos diarios) el anillo urbano: permite circunvalar la ciudad y desplazarse rápidamente de un extremo al otro. Por este pasa un gran número de vehículos (más de 10.000 por día en los tramos más transitados). Así mismo corresponde a itinerarios del transporte de carga local para abastecer a Quito y del transporte interprovincial de personas. Se conecta con las vías suburbanas y con las vías centrales de entrada a la urbe; acerca de las vías centrales de entrada a la urbe: por estas transitan más de 8.000 vehículos por día y gracias a ellas es posible acceder a los espacios donde se concentran las funciones urbanas. Están conectadas con el anillo urbano y en su tramo central se superponen al corredor del trolebús; el resto de la red metropolitana está compuesto de vías urbanas y suburbanas principales (cuya función es importante a nivel local), vías suburbanas secundarias y locales y finalmente caminos de tierra. Las infraestructuras viales mayores como los intercambiadores, pasos a desnivel, puentes, túneles son elementos estratégicos para la circulación urbana pues permiten disminuir localmente la congestión en intersecciones muy transitadas, distribuir los flujos hacia los barrios, acceder a ciertas zonas y facilitar las conexiones entre diferentes sectores urbanos. (pág. 134)

Una vez citados los parámetros en los que se encuentra nuestra ciudad y el alcance del parque automotor actual que influye de manera negativa en el proceso de contaminación ambiental en conjunto con la calidad de combustible que se utiliza para estos medios de transporte son los motivos que sustentan la viabilidad de la sustitución del motor de

combustión interna de la Camioneta Datsun 1000 por un motor eléctrico automotriz libre de emisiones contaminantes, al cual lo detallaremos en el transcurso de la presente estudio.

JUSTIFICACIÓN

Los motivos que nos llevaron a investigar la importancia por la cual se debe implementar un proceso de reacondicionamiento de los vehículos de combustión interna están fundamentados en identificar los beneficios y mejoras que tienen en la actualidad los vehículos eléctricos frente a los vehículos de combustión interna; cabe resaltar que este proyecto es necesario desarrollarlo ya que será la base de futuros proyectos investigativos que se puedan realizar en la Universidad para mejorar los procesos de autonomía de los vehículos.

Además, a medida que los avances tecnológicos van siendo implementados en los sistemas de los vehículos es fácil hoy en día escuchar que las empresas buscan tener tecnología amigable con el planeta en cuestión a las emisiones contaminantes; por lo tanto, se crean varios dispositivos que son importantes para mitigar los efectos contaminantes de los motores impulsados por fuentes de energía no renovable que dejan una gran huella de contaminación.

Una alternativa significativa es la implementación de motores eléctricos en los vehículos, esta tendencia se ha ido masificando entre los fabricantes de vehículos no solo por el afán de evitar productos contaminantes sino que también con el fin de no quedarse retrasados en proceso de actualizaciones de las nuevas tecnologías y así no perder la fidelidad de los clientes que consumen de la marca tradicionalmente por la confianza, comodidad o buenas referencias que hayan obtenido de los modelos comercializados.

De tal manera que mediante la presente tesis se deja abierta una importante colaboración como base de proyectos eléctricos que complementen el presente trabajo, así como también poder repotenciar este proyecto en un futuro con los avances tecnológicos que se sigan implementando.

OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Convertir un vehículo con motor de combustión interna a motor eléctrico automotriz para identificar sus beneficios en cuanto a la contaminación, autonomía y desempeño.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar ventajas y desventajas de la conversión de un motor de combustión interna frente a un motor eléctrico.

- Conocer el impacto ambiental que producen los vehículos de motor de combustión interna frente a un motor eléctrico.
- Implementación del motor eléctrico automotriz en lugar del motor de combustión interna en la Camioneta Datsun 1000.

ALCANCE

Este estudio explica el proceso mediante el cual se realizó la implementación de un motor eléctrico automotriz en una camioneta de Marca Datsun, misma que estaba equipada con un motor de combustión interna a gasolina. Así también, se detallan los elementos, los métodos y los beneficios que se obtuvieron al realizar esta mejoría en el mencionado vehículo.

Con el objetivo de desarrollar la presente tesis se realizaron diferentes pasos descritos en el documento a fin de tener sustentación válida de las prestaciones que se implementaron al realizar la instalación de este motor eléctrico y los beneficios que se obtuvieron.

Posterior al proceso de instalación, se realizan diferentes pruebas que son los elementos de juicio para corroborar que las mejoras implementadas cumplen y superan las expectativas que se esperaban luego del desarrollo de este proyecto.

Esta tesis documenta el desarrollo completo desde la desinstalación del motor de combustión interna y sus elementos y accesorios, el proceso de medidas e instalación del motor eléctrico, las pruebas de funcionamiento y la realizada en el dinamómetro para obtener resultados cuantificables del sistema hasta ver la adaptación del motor en el vehículo de estudio corroborando así que se cumplan las metas esperadas.

2 Capítulo II

Los autos eléctricos funcionan mediante la utilización de un motor eléctrico y una o varias baterías que almacenan la energía para que el motor pueda realizar su trabajo. El proceso del funcionamiento de un motor eléctrico demanda de mucha energía, la cual es suministrada por el conjunto de baterías y que estas a su vez, deben ser recargadas mediante un conector que puede trabajar con la red eléctrica a 110 V o 220 V, dependiendo de la disponibilidad de suministro eléctrico local.

De acuerdo con Guglielmetti, (2021)

Los vehículos eléctricos son una tendencia en crecimiento en el mercado automotriz, siendo así que empresas tradicionales como Ford, Volkswagen, Honda, Toyota, General Motors, entre otras, han enfocado una sección de su producción a este mercado con autos eléctricos que se presentan en diferentes gamas, modelos e implementaciones que ofrecen velocidades, autonomía y prestaciones similares a los vehículos convencionales impulsados por motores a gasolina. Esto es comprobado por el presidente de la AEADE, Genaro Baldeón quien confirma que: El 2021 es un año que marca una nueva tendencia para el mercado de vehículos híbridos y eléctricos: a lo largo del 2022 y los años que vienen será más notoria la variedad en la oferta, que vendrá acompañada de una mayor demanda de estos tipos de vehículos. Próximamente, la mayoría de marcas contarán en su portafolio con al menos un modelo híbrido o eléctrico. (pág. 1)

En la siguiente imagen se puede observar el aumento de ventas de vehículos eléctricos en el país. Es evidente que cada año las ventas de este tipo de vehículos aumentan y pronto se volverá una tendencia. Por otro lado, el país necesita la implementación de electrolíneas, mismas que solo pueden ser encontradas en ciertos centros comerciales del país y que ciertamente no podrían satisfacer la demanda en un futuro.

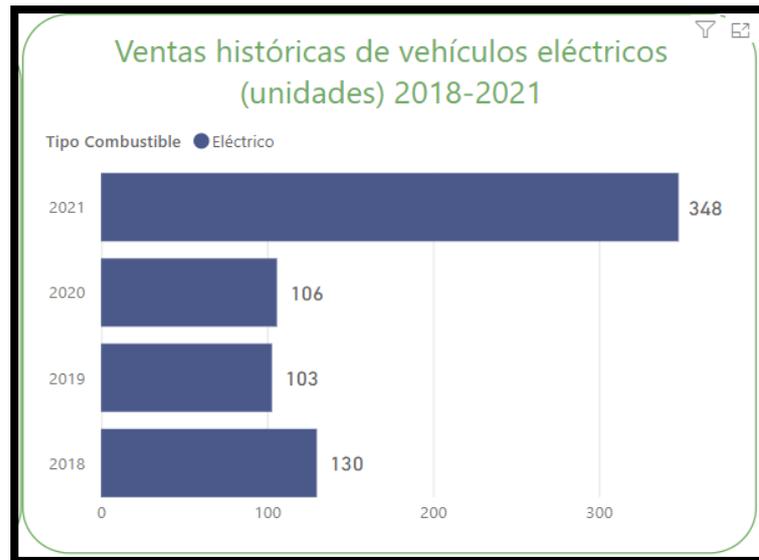


Figura 2 1 Histórico de ventas vehículos eléctricos
Fuente: (Asociación de empresarios automotores del Ecuador, 2021)

Marcas de alta gama como Lexus, Mercedes Benz, BMW, y empresas relativamente nuevas como Tesla, son quienes se esmeran por implementar, innovar, y colocar en un lugar estelar a las automociones impulsadas por motores eléctricos. De hecho, es el principal objetivo de la marca Tesla, es:

Tesla fue fundada en 2003 por un grupo de ingenieros que querían demostrar que las personas no necesitaban comprometerse para conducir un vehículo eléctrico, que los vehículos eléctricos pueden ser mejores, más rápidos y más divertidos de manejar que los autos de gasolina. Hoy, Tesla construye no solo vehículos totalmente eléctricos, sino también productos de almacenamiento y generación de energía limpia infinitamente escalable. Tesla cree que cuanto antes el mundo deje de depender de los combustibles fósiles y avance hacia un futuro de cero emisiones, mejor. (Tesla, 2022)

Se puede decir que existen varias ventajas que los vehículos eléctricos poseen sobre los vehículos a combustión interna, como, por ejemplo, no utilizan aceite lubricante para motor y, por lo tanto, no generan desperdicios de aceite en sus mantenimientos. Adicional a los recambios por mantenimiento de aceite se suman los cambios de filtros, bujías, y diferentes elementos usados por el personal que da el mantenimiento. En los motores eléctricos, al tener un mantenimiento mínimo, los desperdicios y residuos que se generan son menores. Según el portal español Motor Pasión, el cual cuenta con más de catorce años de trayectoria realizando artículos sobre el ámbito automotriz, menciona que:

Los coches eléctricos han llegado para quedarse y, respecto a los automóviles de combustión, cuentan en general con un mantenimiento más sencillo. Esto se debe a que su mecánica dispone de menos elementos susceptibles de desgaste, lo se traduce en hasta un 30 % de ahorro. O, al menos, es lo que sostiene Peugeot al comparar el mantenimiento de un Peugeot e-208 con su homólogo de combustión de gasolina. (Motor pasión, 2020)

En la siguiente tabla provisionada por el mismo portal, podemos ver algunas de las diferencias en cuanto a los mantenimientos del vehículo Peugeot e-208 y el mismo modelo en versión a combustión interna. Es importante mencionar que en dicha tabla no se mencionan los cambios de aceite de motor, mismos que son realizados cada 10,000 km generalmente. Sin embargo, es evidente que el vehículo Peugeot e-208 requiere de un menor mantenimiento y por ende genera menos desperdicios causados por dicho proceso.

Tabla 2 1 Mantenimientos Peugeot e-208 vs 208 Gasolina

| Mantenimientos Peugeot e-208 vs 208 Gasolina | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| | PEUGEOT E-208 | PEUGEOT 208 PURETECH EAT8 |
| Revisiones periódicas | Cada 25.000 km o 2 años | Cada 20.000 km o 1 año |
| Ajustes proyectores VHL | A los 4 años y después cada 2 | A los 4 años y después cada 2 |
| Cambio líquido de frenos | Cada 2 años | Cada 2 años |
| Cambio líquido refrigerante | Cada 175.000 km o 10 años | Cada 180.000 km o 10 años |
| Sustitución filtros habitáculo | Cada 25.000 km o 2 años | Cada 20.000 km o 1 año |
| Sustitución filtro de aire | No procede | Cada 40.000 km o 4 años |
| Sustitución de bujías | No procede | Cada 40.000 km o 4 años |
| Sustitución correa transmisión | No procede | Cada 100.000 km o 6 años |
| Sustitución correa distribución y bomba de agua | No procede | Cada 100.000 km o 6 años |
| Sustitución correa arrastre accesorios | No procede | Cada 200.000 km o 12 años |
| Desgaste pastillas y discos de freno | Inferior | Superior |
| Desgastes amortiguadores | Superior | Inferior |

Fuente: (Motor pasión, 2020)

Los motores de combustión interna necesitan de un sistema de refrigeración para mantener durante el funcionamiento del mismo una temperatura que sea estable. Este líquido también está presente en algunos sistemas de motores eléctricos para refrigerar el mismo y las baterías, sin embargo, el motor utilizado en este proyecto no requiere de líquido refrigerante ya que es enfriado por aire.

2.1 Parámetros A Considerar Para El Cambio De Motor De Combustión Interna A Motor Eléctrico

- El peso del vehículo inicial con el motor a combustión se verá disminuido una vez reemplazado a motor eléctrico, porque este posee menos componentes que permiten obtener mayor autonomía.
- La autonomía como antes se describió será superior ya que interviene la disminución del peso.
- La tecnología incorporada del vehículo a convertir nos permite establecer que materiales y sistemas vamos a emplear obtener un vehículo amigable con el medio ambiente que genere menos contaminación.

Estas consideraciones previas permiten diseñar el tamaño de la batería que se debe implementar, la potencia del motor y los ajustes que se deben calibrar a fin de realizar una conversión que supere las prestaciones del vehículo original con motor de combustión interna.

2.2 Autonomía

Los vehículos eléctricos al igual que los vehículos de combustión interna van a tener una autonomía en base a los hábitos de conducción y la topografía en la que se desplaza. Los autos eléctricos tienen un promedio de autonomía de 120 a 200 km por carga esto es relacionado por peso y potencia de cada automóvil y adicionalmente de la capacidad de almacenamiento de las baterías que disponen los vehículos; es importante saber dimensionar la capacidad de las baterías en relación con el tipo de vehículo que se está diseñado. En el país podemos encontrar el vehículo Kia Soul el cual puede llegar a recorrer aproximadamente 200 km por cargar según la ficha técnica del fabricante que podemos observar en la siguiente figura.

| Technical specifications | | |
|--------------------------|--|----------------------------|
| Motor eléctrico | Par máximo(Nm) | 285 |
| Batería | Tipo | Polimérica de litio iónica |
| | potencia (κWh) | 27 |
| | potencia (κW) | 90 |
| DESEMPEÑO | Aceleración (seg./0->10 km/h) | dentro de los límites 11.2 |
| | Velocidad máxima (km/h) | 145 |
| | Inclinación máxima (%) | 33 |
| | Distancia recorrida con una carga (km) | 212* |
| | Emisión de CO2 (gCO2/km) | 0 |

Figura 2 2 Ficha técnica Kia Soul
Fuente: (KIA, 2021)

En un estudio realizado por estudiantes de la Universidad Internacional Del Ecuador, se prueba el vehículo en una ruta determinada con pendientes y tráfico, ida y vuelta, y se concluye que el vehículo Kia Soul tiene una autonomía prácticamente igual a la teórica. Demostrando que, si se maneja con un estilo de conducción normal, por así decirlo, se puede llegar a obtener una autonomía similar a la establecida por el fabricante, a pesar de que la ciudad de Quito es topográficamente hablando es irregular.

| COMPARATIVA - PRUEBAS (IDA y REGRESO) | | | | |
|---------------------------------------|----------------|------------|-----------------|---------------|
| Autonomía Teórica | Autonomía real | Diferencia | % de eficiencia | |
| 19 | 32,2 | -13,2 | 59,01% | IDA |
| 19 | 6,8 | 12,2 | 279,41% | REGRESO |
| 19 | 19,5 | -0,5 | 97,44% | IDA Y REGRESO |

Figura 2 3 Comparativa Kia Soul UIDE
Fuente: (Naveda & Garces, 2021)

Las relaciones de autonomía van de la mano con la capacidad de carga de las baterías y adicionalmente el material con el que están hechas las baterías, en la actualidad la relación peso y capacidad de almacenamiento va despuntando con las baterías de litio las cuales son de lo mejor para los vehículos eléctricos en la actualidad.

2.3 Mayor Densidad Energética

Esto se refiere a la capacidad de carga en Wh vs el peso en Kg, es decir que obtienen una mayor capacidad de carga energética, en un menor peso o volumen con respecto a otros tipos de baterías.

2.4 Menor Tiempo De Carga

Su tiempo aproximado de carga es de 1 hora, con respecto a otros tipos de baterías, lo que significa poder utilizar el vehículo mucho más tiempo.

2.5 Baja Pérdida Por Auto - Descarga

Esto se refiere a que no pierde su carga cuando el vehículo no está en uso, o es una pérdida muy mínima, logrando así que el vehículo esté disponible a pesar de periodos prolongados de desuso.

2.6 Densidad De Potencia

Las Baterías de Ion litio ofrecen una mayor densidad de potencia, esto significa que entregan una mayor capacidad en Vatios W sobre su peso en Kilogramos Kg. Este factor es fundamental para obtener una respuesta eficiente en las exigencias de potencia del auto (Aceleradas, subidas de cuesta, rebasar en carretera). Logrando así mayor seguridad en la conducción (Auto avance, 2021).

2.7 Seguridad

La tecnología de los vehículos eléctricos está siendo supervisada en todo momento para evitar que al momento de un siniestro ocurran accidentes graves, los autos eléctricos inclusive se considera más seguros que los autos a gasolina ya que no utilizan combustibles volátiles inflamables.

Mientras tanto que si los ácidos de las baterías son derramados pueden ser diluidos fácilmente con la utilización de agua, los racks de baterías son estructurados para soportar el peso de las baterías y adicionalmente estar integrada a la carrocería, dicha estructura inclusive se la utiliza como refuerzo de la estructura del auto.

2.8 Disminución De Peso De Autos Eléctricos

Para disminuir el peso de los autos eléctricos los sistemas de baterías son mejorados para tener mejores prestaciones y al mismo tiempo conseguir bajar el volumen y el peso de las baterías cambiando la ergonomía de las baterías se logra que se pueda instalar sobre la estructura del auto sin perder espacio y cambiando el componente de la batería se obtiene menor peso.

De esta manera se cambian las baterías de plomo por baterías de litio, que cumplen con las dos funciones al mismo tiempo.

Los componentes de la estructura de los autos también son mejorados usando materiales más livianos que los anteriores. Un vehículo eléctrico es aquel que utiliza la energía química

guardada en una batería recargable para impulsarse con la fuerza que produce un motor alimentado por electricidad, los motores eléctricos ofrecen ventajas frente a los de combustión interna, menor tamaño y peso y mayor sencillez técnica, desde el punto de vista medioambiental permite disminuir las emisiones de CO₂ a la atmosfera (Ordoñez, 2019, pág. 33).

2.9 Contaminación De Autos Eléctricos

El porcentaje los autos eléctricos son menos contaminantes que los autos a combustión interna, es necesario conocer cuantos kilómetros rinden con una sola carga, y cuanto es el tiempo de recarga para poder continuar con un viaje, cuando un auto a combustión interna puede ser menos contaminante cuando es nuevo y con la utilización de combustibles de buena calidad.

Las formas en que los autos eléctricos contaminan el medio ambiente son variadas entre las que podemos citar el lugar y la manera de generación de la energía eléctrica, también se puede mencionar que mientras los autos eléctricos están en uso, son menos contaminantes que los autos a combustión, los procesos de mantenimiento son menos contaminantes debido a que los consumibles de los autos eléctricos no existen y no generan contaminación lo que encontramos en estos vehículos es el del sistema de baterías que se debe reemplazar cuando estos comienzan a presentar fallas, anteriormente se realizaba un cambio total del rack de baterías, en la actualidad se puede realizar un análisis del sistema de baterías para determinar que celda es la que tiene problemas, de esta manera se reemplaza únicamente la o las celdas que estén deficientes, logrando economizar el reemplazo innecesario simplificándolo con un mantenimiento.

Su desventaja se da en cuanto al proceso de reciclaje y almacenamiento de las baterías ya que es deficiente y representa la mayor fuente de generación de contaminantes ambientales.

2.10 Tipos De Autos Eléctricos

A los vehículos eléctricos se los clasifica en función de su motor o motores que pueda tener instalado, de esta manera existen los siguientes tipos:

- HEV (Hybrid Electric Vehicle)
- PHEV (Plug in Hybrid Electric Vehicle)
- REEV (Range Extended Electric Vehicle)
- FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)
- EV (Electric Vehicle)

2.10.1 HEV (Hybrid Electric Vehicle)

Están equipados con un motor de combustión interna y un motor eléctrico de imán permanente, cuando el vehículo se encuentra en movimiento el motor de combustión interna impulsa a las ruedas y al motor eléctrico, cuando se necesita mayores prestaciones trabaja en conjunto el motor eléctrico y el motor de combustión interna obteniendo potencia adicional al funcionar las dos tecnologías de motores en el mismo tiempo. Las baterías de estos tipos de autos son cargadas mediante el proceso de frenado en el cual el motor eléctrico trabaja como un generador y recupera en parte la energía cinética.

Cuando el auto circula a bajas velocidades es impulsado solamente por el motor eléctrico que no tiene emisiones contaminantes al medio ambiente, si el auto es detenido funciona un sistema conocido como start/stop que apaga al motor de combustión interna evitando que se emanen gases contaminantes al ambiente al dejar de consumir gasolina durante el tiempo que el vehículo este detenido. Cuando el vehículo arranca nuevamente es impulsado por el motor eléctrico lo cual permite tener un auto amigable con el medio ambiente.

2.10.2 PHEV (Plug in Hybrid Electric Vehicle)

La evolución de los vehículos híbridos permite que se puedan recargar las baterías mediante la utilización del suministro de la red eléctrica, adicionalmente esta tecnología cuenta con motor de combustión interna y motor eléctrico, los cuales pueden ser capaces de mover el auto de manera independiente o en conjunto al mismo tiempo.

La batería de estos tipos de vehículos es de un tamaño pequeño y que su autonomía no supera los 50 km en recorridos urbanos. La configuración de estos vehículos permite que el usuario pueda seleccionar el modo de funcionamiento sea este solo con motor eléctrico, solo con motor de combustión interna o que funcione con las dos tecnologías a la par de acuerdo a las necesidades o requerimientos de tipo de terreno o velocidad que se esté conduciendo, estos autos también pueden cargar la batería con la utilización del motor de combustión interna.

2.10.3 REEV (Range Extended Electric Vehicle)

De forma similar estos vehículos tienen incorporado el motor de combustión interna y el motor eléctrico con la diferencia que el motor de combustión interna no tiene la posibilidad de mover al vehículo, debido a que este motor funciona como un generador eléctrico y se encarga de recargar la batería para que el motor eléctrico impulse el automóvil. La batería de este tipo de vehículo se puede cargar mediante la utilización de la red eléctrica y cuando el sistema detecta que la batería esta con carga suficiente deja de utilizar el motor

de combustión interna dejando de generar emisiones. Y el proceso se repite cuando necesita que las baterías sean recargadas el motor de combustión funciona como generador para cargar las baterías del automóvil.

2.10.4 FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)

Este tipo de vehículo utiliza una pila de combustible de hidrogeno que no necesita de una batería para su funcionamiento, esta tecnología utiliza la energía que se produce de una reacción química en la que el hidrogeno se oxida perdiendo electrones los mismos que son utilizados para generar corriente eléctrica que es utilizada por el motor para impulsar al automóvil, la tecnología de estos tipos de automóviles es cero emisiones ya que en ningún proceso utiliza un motor de combustión con lo cual no hay emisiones al ambiente, existen variaciones de este modelo que pueden incluir una batería que almacena la energía que es generada por la pila de combustible de hidrogeno y en pocos casos puede ser enchufada a la red eléctrica convencional para recargar las baterías.

2.10.5 EV (Electric Vehicle)

En esta tecnología se utiliza únicamente uno o más motores eléctricos que impulsan al auto y son recargados a través de la energía eléctrica local, en algunos modelos utilizan un sistema de recuperación energética conocido como KERS la cual se encarga de almacenar la energía que no se utiliza durante el proceso de frenado o desaceleración, este tipo de tecnología es cero emisiones que no genera emisiones contaminantes al ambiente, ya que solo ocupa electricidad para el funcionamiento del motor.

En la presente tesis se realiza la conversión de un vehículo convencional de motor de combustión interna a un vehículo impulsado por un motor eléctrico, el proceso de modificación de un auto de combustión interna a un auto eléctrico, es conocido como conversión ya que se utiliza la misma estructura del auto originalmente para usar energía eléctrica. Para lo cual es necesario eliminar el motor de combustión interna original, adicionalmente el sistema de combustible, el sistema de refrigeración y el sistema de escape. Debemos retirar todas las partes de estos sistemas para poder tener espacio suficiente que va a ocupar el motor eléctrico, además de las baterías que serán las encargadas de almacenar y suministrar la energía para que se pueda poner en movimiento el auto eléctrico, se reemplazan las líneas de refrigeración y lubricación por líneas eléctricas que van a ser las encargadas de realizar el proceso de entrada y salida de información para que el motor eléctrico sea puesto en movimiento y a su vez administre la carga almacenada en las baterías para su consecución.

| Clasificación de vehículos según el grado de electrificación | | | | |
|--|---|--|------------------------------|--|
| Clasificación ISO | Nombre oficial | Características generales | Nomenclaturas habituales | Riesgos añadidos |
| μ HEV (<i>Micro Hybrid Electric Vehicle</i>) | Vehículo microhíbrido | Incorpora placa solar fotovoltaica, sistema Stop & Start, KERS de alternador. Estos sistemas no pueden superar los 5 kW de potencia. No incorpora ningún sistema de tracción eléctrico. | Vehículo microhíbrido | Los sistemas añadidos, en general, no superan la tensión de seguridad (50 V) pero presentan riesgos añadidos. |
| mHEV (<i>Mild Hybrid Electric Vehicle</i>) | Vehículo híbrido «suave» | Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrico que no supera los 15 kW de potencia. También incorpora KERS. | Vehículo híbrido en paralelo | Datos comunes en los mHEV, HEV, PHEV, REEV y FCEV. |
| HEV (<i>Hybrid Electric Vehicle</i>) | Vehículo híbrido | Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrica que supera los 15 kW de potencia. También incorpora KERS. | | Contienen elementos con alta tensión: baterías, cableado, motores, generadores, transformadores, etcétera. |
| PHEV (<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>) | Vehículo híbrido enchufable | Es un vehículo híbrido (HEV) que además dispone de un sistema de carga exterior que permite conectarlo a la red eléctrica. | Vehículo híbrido enchufable | Contienen baterías de alta tensión y capacidad con químicas potencialmente peligrosas y con riesgo de explosión. |
| REEV (<i>Range Extended Electric Vehicle</i>) | Vehículo eléctrico de autonomía extendida | Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrica que supera los 15 kW de potencia. También incorpora KERS. Son enchufables. | Vehículo híbrido en serie | Los vehículos FCEV incluyen además un depósito y una instalación de hidrógeno que presentan un alto riesgo de inflamación y explosión. |
| FCEV (<i>Fuel Cell Electric Vehicle</i>) | Vehículo de pila de combustible | Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrica que supera los 15 kW de potencia. También incorpora KERS. Además de un depósito y una instalación de hidrógeno a alta presión. | Vehículo de hidrógeno | Los vehículos enchufables (PHEV, REEV y EV) disponen de un sistema de cableado para conectarse a la red eléctrica y que, por tanto, tiene una tensión peligrosa. |
| EV (<i>Electric Vehicle</i>) | Vehículo eléctrico | Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrica que supone toda la tracción del vehículo. También incorpora KERS. Son enchufables. | Vehículo eléctrico | |

Figura 2 4 Clasificación de los vehículos eléctricos según el grado de electrificación
Fuente (Ros & Barrera, 2017)

Luego de haber revisado y analizado los diferentes factores que influyen en la conversión de un motor de combustión a un motor eléctrico automotriz, podemos decir categóricamente que este proceso es factible en la Camioneta Datsun 1000 aunque este modelo de vehículo no haya sido diseñado como una camioneta eléctrica es posible realizar dicha conversión y tener un medio de transporte que no produzca emisiones contaminantes.

3 Capítulo III

3.1 Conversiones de Autos Eléctricos

En la actualidad los autos eléctricos y la tecnología que se implementa para desarrollar estos vehículos se ha ido mejorando y tecnificando a grandes pasos, sin embargo, las trabas de este proceso de evolución son en mayor parte el desconocimiento de esta nueva alternativa de movilización.

La conversión de los autos es una alternativa para renovar y mejorar la tecnología de los vehículos, y a su vez mejorar el problema de las emisiones contaminantes lo cual es una alternativa importante para tener en consideración en el proceso del cambio de los tipos de movilización.

Los vehículos de combustión son generadores de contaminación no solo con las emisiones contaminantes, adicionalmente se generan desechos con los mantenimientos de los motores como son el aceite residual, los filtros de aceite del motor, los elementos de filtración de partículas en el sistema de admisión de aire, el refrigerante para poder mantener a temperatura de trabajo el motor entre otros.

3.1.1 Puntos claves:

- La autonomía de un vehículo eléctrico depende de la configuración del vehículo, es decir influye el peso que se está movilizándolo y las características del kit de conversión que se haya implementado. Además, hay que tomar en cuenta el tipo de manejo que se le dé, a un manejo más agresivo se obtendrá menor autonomía y viceversa.
- El tiempo que se necesita para realizar la recarga de las baterías de un vehículo eléctrico tiene estrecha relación con el tamaño de la batería, el voltaje de la corriente que se esté utilizando, la calidad de los materiales de la pistola de recarga.

Si podemos tener materiales de buena calidad es posible utilizar medios de recarga de mayor voltaje sin correr el riesgo de una sobrecarga, o un recalentamiento de los conductores de electricidad.

- La conversión de un vehículo de motor de combustión interna a un vehículo de motor eléctrico es posible realizarla tomando en cuenta que la estructura del vehículo este completa y por lo demás es tomar medidas y realizar soportes para los elementos del kit de conversión.
- La duración de las baterías de litio y un proceso de descarga y recarga coherente son las recomendaciones que brinda el fabricante para obtener más de ocho años de

duración de las baterías. Una vez que las baterías comiencen a presentar daños es posible hacer un examen de la o las baterías para reemplazar solo el elemento que se haya visto afectado.

- Existen varias ventajas con la conversión de motor de combustión a eléctrico en las que podemos enumerar: económicas y de desempeño.
- El costo de mantenimiento de un vehículo eléctrico es casi nulo, en comparación con un motor de combustión dado que no es necesario realizar cambios de lubricantes, refrigerante, filtros, adicionalmente no genera contaminación ambiental ni produce ruidos, tampoco emite gases de efecto invernadero.
- Las prestaciones de un vehículo eléctrico son instantáneas, la respuesta del acelerador con respecto al motor es directa y prácticamente instantánea, no es necesario que las revoluciones del motor suban para poder obtener una respuesta eficiente como es el caso de los motores de combustión interna.
- La fiabilidad de los autos eléctricos es mayor con respecto a los de combustión debido a que las partes de los motores eléctricos son de mayor durabilidad que los de combustión interna.

3.2 Propiedades y Características De Las Baterías

3.2.1 Propiedades Eléctricas

La capacidad de generar una cantidad de energía, sin que su potencial disminuya a valores insignificantes, es la característica principal de una batería y se puede expresar con diferentes magnitudes:

3.2.2 Capacidad Q

Proporciona la cantidad de electricidad que se puede almacenar y puede expresarse como:

$$Q = nzF$$

n = número de electrones transferidos

z = número de moles en este caso de electrones

F = Constante de Faraday

La unidad de Q es el Culombio o también Amperios hora. La capacidad depende de la cantidad del material activo utilizado, que lleva en algunos casos a confusiones y caracteriza una batería en particular.

3.2.3 Capacidad Específica Qe

Es la capacidad de una batería por unidad de masa (Kg) en algún caso o de volumen en otro (L), dependiendo de la aplicación en la que se desee utilizar.

$$Q_e = Q/m \text{ o } Q_e = Q/v$$

m = masa del material activo en KG.

v = volumen del material activo en L

La unidad de Q_e es Ah/Kg o Ah/L respectivamente.

Energía específica E_e :

Es el producto de la capacidad específica y el potencial de salida; se expresa como:

$$E_e = Q_e E$$

E = potencial de la celda

La unidad de la energía específica es J/g pero mayormente se expresa en Wh/kg.

3.2.4 Potencia Específica P_e

Es la velocidad con la que puede ser extraída la energía almacenada en la batería. Depende de la velocidad de difusión de los iones en los electrodos y en el electrolito.

$$P_e = W/gr$$

W = watios

gr = gramos

La caracterización de los materiales empleados como electrodos se basa en observaciones de su comportamiento de varios ciclos de carga y descarga, denominada Ciclabilidad.

3.2.5 Factor De Carga

Es el cociente entre la capacidad de la curva de descarga y la capacidad de la curva de carga.

3.2.6 Eficacia Del Ciclo

Es el cociente entre la energía de la curva de descarga y la energía de la curva de carga.

3.2.7 Vida Media

Es el número de ciclos carga – descarga a la que puede ser sometido una celda electroquímica antes de descartarla.

3.2.8 Efecto Memoria

En el que en cada recarga se limita la capacidad de almacenar energía.

3.3 Terminología Básica De Las Baterías

3.3.1 Energía Especifica

Es conocida como la cantidad total de energía que la batería puede almacenar por cada kilogramo de masa, estos valores son medidos en unidades de vatios – horas por kilogramos.

$$\frac{Wh}{kg}$$

Un resultado de medida alta de esta energía específica nos va a proporcionar mayor autonomía o también puede entregar mayor potencia en un determinado tiempo. Con esto podemos deducir que esto nos va proporcionar mayor eficiencia entre el uso de los recursos energéticos.

Por lo tanto, a mayor energía específica podemos ratificar que el kilometraje por ciclo será mayor y de esta manera será más larga la vida útil de las baterías, al aumentar el tiempo en el que se debe realizar las recargas en los racks de baterías.

Adicionalmente cumpliendo menos ciclos de carga se puede decir que las baterías durarían un tiempo más prolongado.

3.3.2 Densidad De Energía

Es la cantidad total de energía expresada en W.h que una batería puede almacenar en un litro de volumen para un valor específico de descarga. Las baterías que tienen alta densidad de energía son de menor tamaño y cumplen una misma necesidad que una batería que carece de estas cualidades.

$$\frac{Wh}{l}$$

3.3.3 Potencia Especifica O Densidad Potencial

Es relacionado entre vatios sobre kilogramos, con esta fórmula se va a demostrar el número máximo de vatios que una batería desarrolla a un régimen específico de descarga. Su valor máximo va a apreciarse cuando la batería este cargada a su máxima capacidad. A medida que la batería se va descargando el poder específico disminuye linealmente y por lo tanto se ve afectada la aceleración inclusive, una medida confiable para poder encontrar el poder específico es cuando se tiene una batería al 80% de su carga.

3.3.4 Ciclos De Vida

Se conoce como el total del número de veces que una batería puede ser descargada y recargada durante su vida útil, si una batería por diferentes motivos no llega a retener carga mayor al 80%, se puede indicar que su ciclo de vida a terminado, ya que por más intentos que se realicen su carga no va a ser completa y se obtendrá una deficiente forma de uso.

Para que una batería sea medida el número de ciclos de vida esto depende del uso que se haya dado a esta, y en especial como se realizaron los procesos de carga y descarga, en conclusión, los ciclos de vida se ven disminuidos por diferentes factores:

El régimen de carga rápida es el proceso más perjudicial para las baterías esto es alternado la cantidad de amperios por ejemplo si se desea cargar una batería con un amperaje de 1Ah esta puede tardar hipotéticamente 7 horas para llegar a su carga total, si incrementamos el amperaje a 2,5 Ah vamos a reducir el tiempo de y a la par disminuirémos a la mitad la cantidad de sus ciclos.

El tener procesos de descarga rápidos también afecta a los ciclos de carga ya que se utilizan grandes cantidades de energía que alteran el funcionamiento normal de una batería ya que se ve afectado térmicamente, al incrementarse la temperatura de esta lo cual se deriva en que los elementos internos de las baterías sean alterados y se reduzca el rendimiento de las mismas.

3.3.5 Efecto Memoria

Una manera habitual de uso es conocida como efecto memoria es decir se acostumbra a la batería a entregar cierta cantidad de energía usualmente menor a la que es capaz de entregar, con este tipo de trabajo no se llega a descargar totalmente la batería y se realiza un proceso de recarga estando aun con carga almacenada.

Cuando se habitúa a este proceso las baterías aparentemente recuerdan y se acostumbran a no entregar toda su carga lo cual se ve afectado ya que nos va a indicar que debe ser recargada antes de que se haya consumido en su totalidad la energía que almacena.

Una batería que es predispuesta a este tipo de evento son las que están hechas de Ni-Cd, en este tipo de baterías es importante evitar este efecto.

Una manera de evitar este efecto memoria es utilizar la batería hasta que llegue a cero por ciento, para poder realizar un proceso de recarga completa y así seguir con estos tipos de costumbres que impedirán que se genere el efecto memoria.

En ocasiones no es una tarea que se pueda realizar ya que en un día se puede haber consumido solo un porcentaje de la misma y para el siguiente sea necesario utilizar toda la carga de la batería, en estos casos se debe utilizar un descargador de batería que su función principal es agotar la batería y por consiguiente permitir que se realice un proceso total de descarga y recarga.

3.3.6 Duración De Las Baterías

Las baterías de plomo pueden durar entre dos y cuatro años dependiendo de sus componentes y la empresa que haya sido la constructora de dicha batería, en los avances de la tecnología y fabricación de baterías se ha logrado extender su vida útil de cinco años o más, adicionalmente ayudan los cargadores inteligentes que controlan los amperios que emiten durante el proceso de carga, lo cual va a evitar que se produzcan sobrecargas en las baterías y tampoco se produzcan emisiones de hidrógeno.

Las nuevas tecnologías en los sistemas de gestión de carga se aseguran que todas las celdas sean cargadas de una manera uniforme, cumpliendo estas dos prácticas de carga se puede alargar la vida útil de las baterías-

La manera de conservar a las baterías es mediante la revisión de los cables de las baterías y los niveles de electrolitos en un rango de 60000 kilómetros de esta manera vamos a asegurarnos de obtener los mejores rendimientos posibles en las baterías y de acuerdo a su uso.

3.3.7 Comportamiento De Las Baterías En Climas Fríos

Las baterías no pueden funcionar con climas extremos, no es aconsejable almacenar las baterías a climas de externo frío, ya que se puede perder hasta un 30% de la potencia que la batería pueda suministrar en condiciones ambientales normales.

3.3.8 Recarga De Baterías

Los sistemas de recarga de baterías pueden ser utilizados tanto a 110 V como a 220 V, lo que va a diferenciar es la eficiencia de carga que se obtenga de acuerdo al tipo de suministro de corriente que se maneje en el sector.

El consumo energético también va a diferenciarse de acuerdo al tipo de voltaje que se maneje en la red eléctrica disponible.

3.3.9 Recarga Conductiva

De acuerdo a la Sociedad de Ingenieros Automotrices de EEUU (SAE) es la encargada de normar a los conectores inductivos y conductivos.

El proceso de carga conductiva se lo realiza mediante el uso de corriente alterna que es suministrado por la red local este proceso es conocido como contacto conductivo “metal – metal”.

3.3.10 Recarga Inductiva

Se diferencia porque se logra recargar sin tener contacto entre metal y metal, la corriente alterna se transmite mediante un conductor que produce un campo magnético el cual provoca

un flujo de corriente alterna, luego de esto se transforma en corriente continua y alimenta a las baterías.

El desarrollo de la recarga inductiva todavía está siendo mejorado ya que requiere de procesos adicionales que encarecen en comparación con la recarga conductiva, sin embargo, como punto positivo cabe destacar que es más segura en comparación con la conductiva.

3.4 Tipos de Baterías

3.4.1 Batería de Acido – Plomo

Este tipo de batería se lo viene utilizando desde inicios del siglo XX debido a su costo y funcionamiento, tienen una gran desventaja debido a que deben estar humedecidas por un ambiente de agua destilada, la cual se va consumiendo por temperatura de funcionamiento y el uso mismo de la batería, por lo cual es necesario realizar mantenimientos periódicos a fin de añadir el agua en caso de ser necesario.

El plomo es abundante en el medio ambiente y su costo no es caro, por lo cual se lo tiene como fuente de energía preferida en la fabricación de las baterías, este tipo de baterías están conformadas por los siguientes elementos:

Tabla 3 1 Tipo de Baterías

| Tipo de Baterías | |
|---|--------------------------------|
| Placa positiva de óxido de plomo | PbO ₂ |
| Placa negativa de plomo puro | Pb |
| Disolución de electrolito ácido sulfúrico | H ₂ SO ₄ |

Fuente: Mateo Yanez & Darwin Troya

El fin de realizar el mantenimiento periódico en este tipo de baterías nos va a ayudar a extender la vida útil de las baterías y adicionalmente se impide que la batería genere corrosión en los polos de la batería esta corrosión se la puede apreciar como un polvo blanco que no es más que sulfato de plomo lo que va a generar resistencia a la conductividad y por consiguiente no va a entregar la energía suficiente desde la batería hacia el motor.

La temperatura en las baterías es un aspecto importante que debe ser tomado en cuenta, dado que esto va a provocar que la batería tenga un mayor o menor desempeño al momento de entregar su carga hacia el motor.

Por lo tanto, es importante mantener una temperatura de funcionamiento adecuada, la cual puede bordear desde los 20°C hasta los 25°C es así que en climas fríos es recomendable usar cajas aislantes en las baterías a fin de mantener una temperatura de trabajo adecuada.

La temperatura también influye como cargar una batería. Con el aumento de la temperatura hay que disminuir el voltaje para evitar una gasificación, pero todavía asegurando una carga completa.

3.4.2 Componentes de las baterías de Plomo – Acido

3.4.2.1 Electrolito

Solución diluida de ácido sulfúrico en agua (33,5% aproximadamente) que puede encontrarse en tres estados: líquido, gelificado o absorbido.

3.4.3 Placas o electrodos

Estas se componen de la materia activa y la rejilla. La materia activa que rellena las rejillas de las placas positivas es dióxido de plomo, en tanto la materia activa de las placas negativas es plomo esponjoso. En estas últimas también se emplean pequeñas cantidades de sustancias tales como sulfato de bario, negro de humo y lignina.

3.4.4 Rejillas

La rejilla es el elemento estructural que soporta la materia activa. Su construcción es a base de una aleación de plomo con algún agente endurecedor como el antimonio o el calcio. Otros metales como el arsénico, el estaño, el selenio y la plata son también utilizados en pequeñas cantidades en las aleaciones. Las rejillas se fabrican en forma plana o tubular.

3.4.5 Separadores

Los separadores son elementos de material micro poroso que se colocan entre las placas de polaridad opuesta para evitar un corto circuito. Entre los materiales utilizados en los separadores tipo hoja se encuentran los celulósicos, los de fibra de vidrio y los de PVC.

3.4.6 Carcasa

En algunas baterías estacionarias se utiliza el estireno acrilonitrilo que es transparente y permite ver el nivel del electrolito. En el fondo de la carcasa o caja hay un espacio vacío que actúa como cámara colectora de materia activa que se desprende de las placas.

3.4.7 Conectores

Piezas destinadas a conectar eléctricamente los elementos internos de una batería; están hechos con aleaciones de plomo – antimonio o plomo – cobre.

3.4.8 Terminales

Bornes o postes de la batería a los cuales se conecta el circuito externo. Generalmente las terminales se fabrican con aleaciones de plomo.

Tabla 3 2 Peso De Una Batería En Plomo Acido

| Peso de una Batería en Plomo Acido | |
|---|-----------|
| Plomo (plomo, dióxido de plomo, sulfato de plomo) | 65 – 75 % |
| Electrolito (ácido sulfúrico) | 15 – 25 % |
| Separadores de plástico | 5% |
| Caja de plástico | 5% |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Tabla 3 3 Componentes y Estructura Interna de una Batería de Plomo

| Componentes y Estructura Interna de una Batería de Plomo | |
|---|-------------------|
| 1. Electrolito | 2. Rejillas |
| 3. Placa Positiva | 4. Placa Negativa |
| 5. Separadores | 6. Carcasa |
| 7. Conectores | 8. Terminales |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

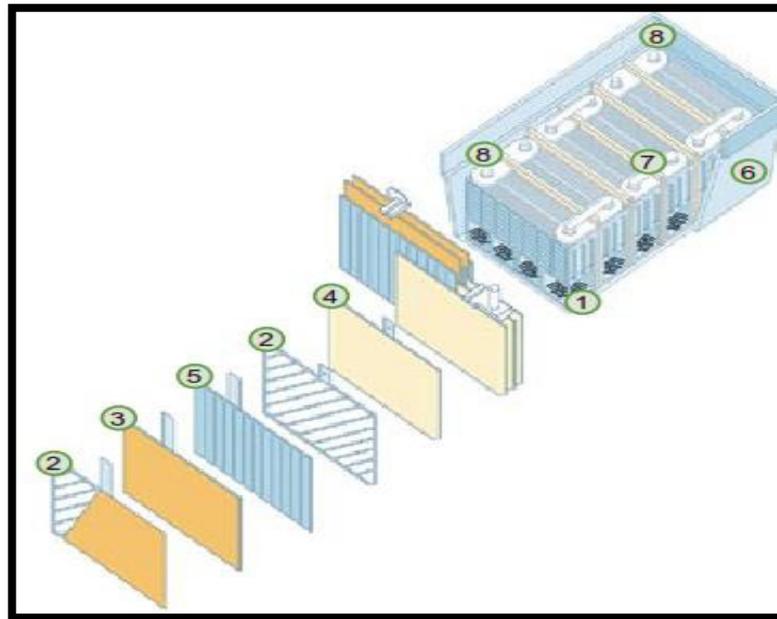


Figura 3 1 Componentes y Estructura Interna de una Batería de Plomo
Fuente: (Bateria de Plomo, 2011)

3.4.9 Grafica De Carga De Batería Plomo – Acido

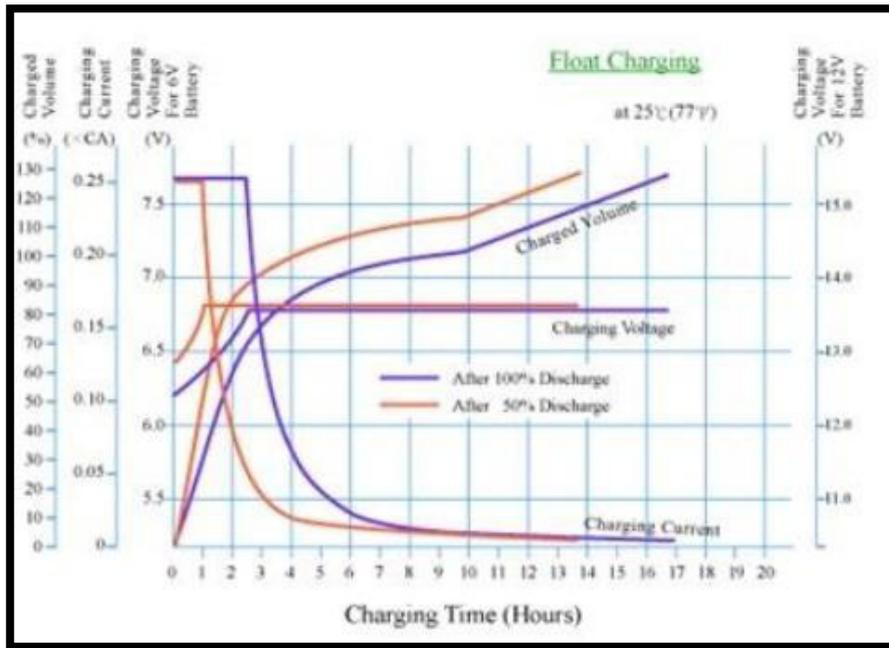


Figura 3 2 Grafica de carga de batería plomo – acido
Fuente: (Mirez, 2022)

3.4.10 Grafica De Descarga A 25° C

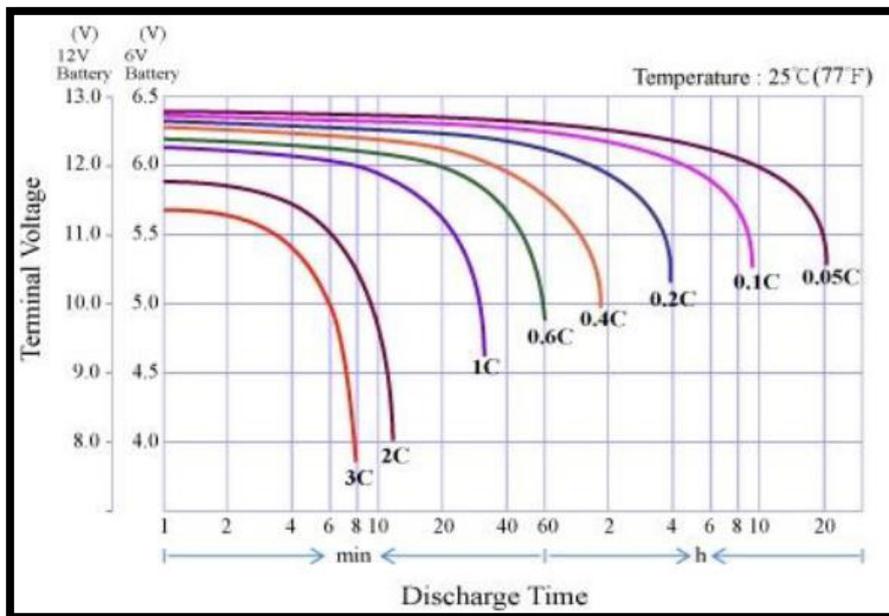


Figura 3 3 Grafica de descarga a 25°C
Fuente: (Tritec, 2019)

3.5 Tipos De Baterías De Plomo –Acido

Se clasifican de acuerdo al uso y al diseño. Las diferencias principales entre estos grupos se dan por la estructura y diseño de los electrodos o placas, el material activo y el electrolito.

3.5.1 Baterías de tracción

Son usadas para carretillas elevadoras, sillas de ruedas eléctricas y automóviles eléctricos. Estas baterías están sujetas a una constante y relativamente pequeña descarga, durante largos periodos de tiempo, lo que supone un alto grado de descarga. Hay que procurar recargarlas, preferiblemente de 8 a 16 horas cada día antes de que se vuelvan a descargar. Se caracterizan por tener electrodos muy gruesos, rejillas pesadas y exceso de material activo.

3.5.2 Baterías de arranque

Se utilizan para arrancar automóviles y otros vehículos de motor diésel y gasolina. Se caracterizan por ser baterías capaces de descargar el máximo de corriente posible en un corto espacio de tiempo manteniendo un alto voltaje. Tienen que ser capaces de aguantar muchas descargas incluso con cambios fuertes de temperatura para poder cumplir su tarea principal, que es arrancar un motor, se necesita mucha energía en un periodo corto de tiempo. Las baterías de arranque tienen generalmente una baja resistencia interna

3.5.3 Baterías estacionarias

Usadas para fuentes de alimentación de emergencia y fuentes de alimentación ininterrumpida para usos de informática (UPS). Las baterías estacionarias están constantemente siendo cargadas y se debe tener cuidado de evitar que se sequen. El electrolito y el material de la rejilla del electrodo están diseñados de forma que se minimice la corrosión.

Para aplicaciones de energía solar y eólica, las baterías de plomo más usados se parecen a los de tracción, que se usan en autos y camiones, pero son optimizadas para una aplicación diferente. En los carros es importante disponer de mucha energía durante un tiempo muy corto, principalmente para arrancar el motor. Este alto flujo de amperes necesario se logra con capas de plomo delgadas (placas muy delgadas).

3.5.4 Baterías de ciclo profundo

Están constituidas por una gran cantidad de láminas de plomo, su diseño es de mejor desempeño para ciclos de descarga profunda. Estas baterías son relativamente grandes y pesadas por el plomo. Son compuestas de celdas de 2 voltios nominales que se juntan en serie para lograr baterías de 6, 12 o más voltios.

3.5.5 Funcionamiento de las baterías de plomo-ácido

Cuando la batería está cargada, el electrodo positivo tiene un depósito de dióxido de plomo y el electrodo negativo de plomo. En la descarga se produce la disociación del ácido sulfúrico de manera que el dióxido de plomo y el plomo se transforman gradualmente en sulfato de plomo.

También se forma agua, con lo cual el electrolito va disminuyendo su densidad y quedando menos ácido. De esta manera, cuando el acumulador está descargado, la masa activa de las placas es en gran parte sulfato de plomo y el electrolito está constituido por una disolución de ácido sulfúrico, cuya densidad ha disminuido aproximadamente desde $1,28 \text{ g/cm}^3$ a $1,10 \text{ g/cm}^3$.

Durante la carga, el paso de la corriente hace que en las placas se produzca la disociación del sulfato de plomo, mientras que en el electrolito se produce la electrólisis del agua conduciendo a la liberación de hidrógeno y oxígeno, y la consiguiente disminución del volumen de agua. En esta situación el sulfato de plomo de la placa positiva se transforma en dióxido de plomo y el de la placa negativa en plomo; además se forma ácido sulfúrico nuevamente y aumenta la densidad del electrolito.

3.6 Batería de Litio

Durante la crisis del petróleo en la década de 1970, Stanley Whittingham, de la Universidad SUNY Binghamton, trabajó en el desarrollo de métodos destinados al uso de energías generadas sin necesidad de usar combustibles fósiles. Comenzó a investigar los superconductores y descubrió que el disulfuro de titanio era un material extremadamente rico en energía y apropiado para formar parte del cátodo de una batería. Para el ánodo utilizó, parcialmente, litio metálico, que tiene una gran capacidad para liberar electrones.

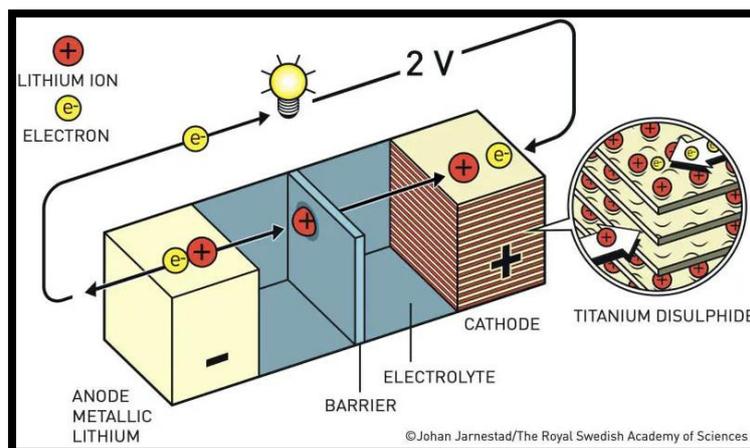


Figura 3 4 Celda de Litio de 2V
Fuente: (Alibaba.com, 2019)

A nivel molecular, el disulfuro de titanio deja espacios en los que se pueden intercalar los iones de litio, lo que literalmente suponía que esta arquitectura daba lugar a una batería con un gran potencial, un poco más de dos voltios. Sin embargo, el litio metálico es reactivo y la batería era demasiado propicia a las explosiones cuando se recargaba repetidamente, lo que no permitía su viabilidad.

John Goodenough, de la Universidad de Texas en Austin, afirmaba que teóricamente, el cátodo podría tener un potencial aún mayor si se utilizara en su composición un óxido metálico en lugar de un sulfuro metálico. Después de una búsqueda sistemática, en 1980 demostró que el óxido de cobalto, que reemplazaba al disulfuro de titanio, con iones de litio intercalados, puede producir hasta cuatro voltios, lo que supuso un importante avance que posteriormente conduciría a baterías mucho más potentes.

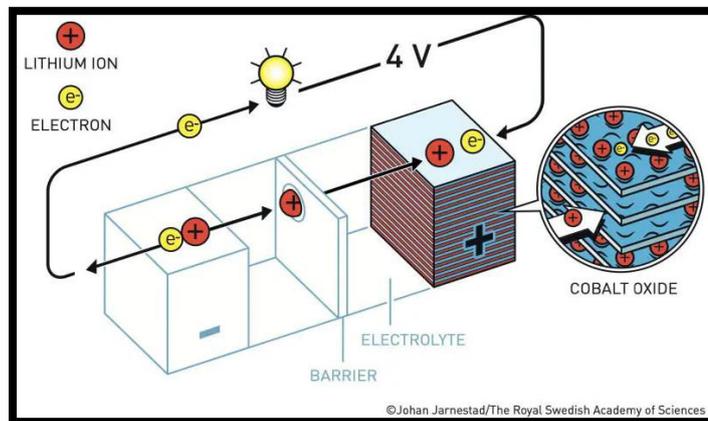


Figura 3 5 Celda de Litio de 4V
Fuente: (Fronteras, 2015)

Con el cátodo de Goodenough como base, Akira Yoshino, un químico japonés miembro de Asahi Kasei Corporation y profesor de la Universidad Meijo, creó en 1985 la primera batería de iones de litio comercialmente viable. En lugar de usar litio reactivo en el ánodo, usó coque de petróleo, un material de carbono que, como el óxido de cobalto del cátodo, puede intercalar iones de litio. El resultado fue una batería mucho más segura, ligera y resistente que podía cargarse cientos de veces antes de que su rendimiento se deteriorara significativamente.

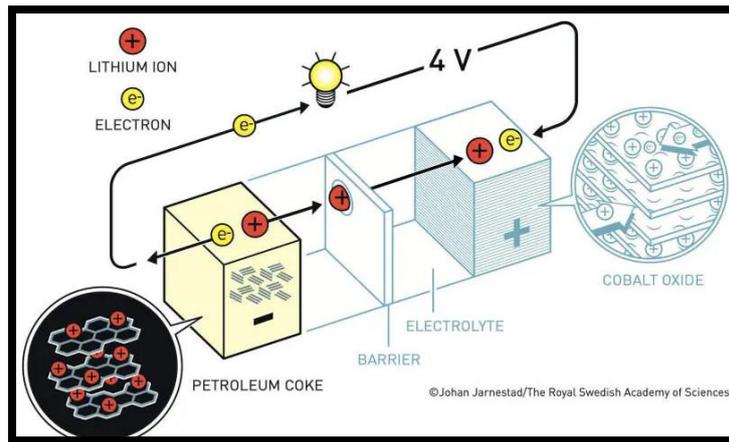


Figura 3 6 Celda de Litio de 4V
Fuente: (Fronteras, 2015)

Hoy las baterías de iones de litio, que funcionan a 400, e incluso a 800 voltios, son susceptibles todavía de mayor desarrollo con el uso de nuevos materiales para los electrodos, el electrolito por el que viajan los iones y los separadores que actúan como una barrera física impidiendo el contacto entre los dos electrodos al tiempo que permiten la transferencia de iones.

3.6.1 Baterías Ion-litio

Es de una nueva tecnología, la cual ofrece una densidad de energía de 3 veces la de una batería plomo-ácido. Esta gran mejora viene dada por su bajo peso atómico 6,9 vs 209 para la de plomo.

Adicionalmente, cuenta con un voltaje por celda de 3.5 [V], lo cual disminuye el número de celdas en serie para alcanzar cierto voltaje, reduciendo su costo de manufactura. Tiene una muy baja tasa de autodescarga.

Lamentablemente, su rápida degradación y sensibilidad a las elevadas temperaturas, que pueden resultar en su destrucción por inflamación o incluso explosión, requieren en su configuración como producto de consumo, la inclusión de dispositivos adicionales de seguridad, resultando en un costo superior que ha limitado la extensión de su uso a otras aplicaciones.

3.6.2 Especificaciones eléctricas

Las baterías Li-Ion son baterías que no sufren el llamado efecto memoria y que cuentan con una gran capacidad específica. Actualmente se han extendido mucho en muchos aparatos electrónicos de consumo. No se deben descargar del todo habitualmente. Sí que se debe hacer una descarga completa una vez al mes. No hay que vaciarla completamente, con

que estén muy vacías es suficiente. Aunque no tienen efecto memoria, es mejor no cargarlas cuando tienen más de un 50% de carga. Cuando se vayan a almacenar mucho tiempo, se recomienda dejarlas con carga intermedia.

Tabla 3 4 Tensión y capacidad específica en función al cátodo

| MATERIAL DEL CÁTODO | TENSIÓN MEDIA | CAPACIDAD ESPECÍFICA |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| LiCoO ² | 3.7 V | 140 mAh/g |
| LiMn ² O ⁴ | 4.0 V | 100 mAh/g |
| LiFePO ⁴ | 3.3 V | 150 mAh/g |
| Li ² FePO ⁴ F | 3.6 V | 115 mAh/g |

Fuente: (Electronica de potencia, s.f.)

Entre las principales ventajas de utilizar una batería de este tipo se puede anotar las siguientes:

- Batería con la mayor densidad energética del mercado.
- Alta tensión por celda 3.6-3.7v.
- No posee efecto memoria.
- Tasas de auto – descarga inferior al 10%.

La tecnología de las baterías de Li-ion es útil para aplicaciones portátiles debido a su mayor capacidad y menor peso como: teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles, aeromodelos y lectores de música.

Se utilizan en relojes, calculadoras, flashes de cámaras fotográficas y memorias de computadoras

Estas baterías también pueden ser usadas en desde la aeronáutica, marcapasos a cámaras entre otras aplicaciones.

3.6.3 Curvas de descarga

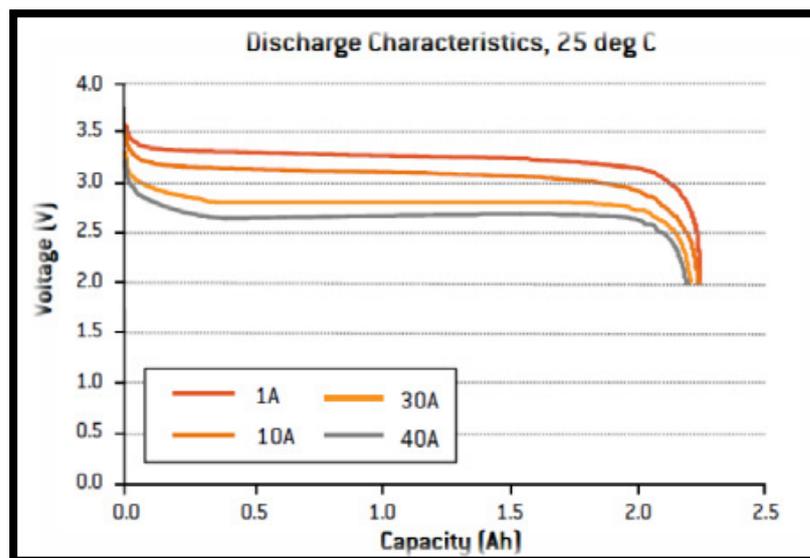


Tabla 3 5 Curva de descarga a 25°C
Fuente: (Ruiz, 2015)

La expectativa de vida de las baterías de ion de litio, como en otros tipos de baterías, varía dependiendo de la profundidad de las descargas (DOD) a la que estas son sometidas.

- DOD del 100% 3000 ciclos de carga – descarga.
- DOD entre 20% y 40% 20000 ciclos de carga – descarga.

La carga de las baterías de ion de litio se distribuye en 3 fases.

- Fase 1: se aplica una corriente constante límite hasta alcanzar el voltaje límite de la celda.
- Fase 2: se aplica el voltaje límite de la celda hasta que la corriente desciende por debajo del 3% de la corriente nominal de la fase 1.
- Fase 3: periódicamente, se recomienda realizar una carga completa cada 500 horas.

3.6.4 Cuidados mantenimientos y precauciones

- No requiere de mantenimiento.
- No tiene efecto memoria.
- No es necesario reciclar luego de un número de cargas.
- Estructura frágil y necesita de un circuito de seguridad.

Debe implementarse un circuito que limite el voltaje mínimo durante la descarga y de igual manera un limitador del voltaje máximo durante el proceso de carga.

3.6.5 Polímero-Litio (Li-poly)

Es una batería de litio con un polímero sólido como electrolítico. Estas baterías tienen una densidad de energía de entre 5 y 12 veces las de Ni-Cd ó NiMH, a igualdad de peso. A igualdad de capacidad, las baterías de Li-Po son, típicamente, cuatro veces más ligeras que las de Ni-Cd.

El aspecto negativo de estas baterías es que requieren un trato mucho más delicado, bajo riesgo de deteriorarlas irreversiblemente o, incluso, llegar a producir su ignición o explosión. Un elemento de Li-Po tiene un voltaje nominal, cargado, de 3.7 V. Nunca se debe descargar una batería por debajo de 3.0 V por celda; nunca se la debe cargar más allá de 4.3 V por celda.

3.6.6 Especificaciones eléctricas

- El ánodo es una ultra delgada lámina de litio metálico que hace la función de fuente de iones de litio (descarga) o como colector (carga).
- El cátodo es un material compuesto con capas intercaladas de óxido de vanadio, sal de litio y polímeros, todo ello laminado sobre una hoja de aluminio que sirve de colector.
- El aspecto que hace únicas a las baterías de polímero de litio, es el electrolito confeccionado a partir de una membrana que sirve de separador entre las láminas de ánodo y cátodo. Es un sólido de textura gomosa, que puede estar constituido por diversos compuestos según fabricante.
- La actual tendencia a la hora de diseñar baterías de ion de litio, consiste en añadir al electrolito un gel que mejora las propiedades térmicas y disminuye la impedancia interna de la batería, mejorando su capacidad de descarga.
- Al introducir un gel es necesario encapsularla de forma estanca la celda, para evitar pérdidas de sus elementos internos.
- El comportamiento elástico del polímero permite que la superficie de contacto con los electrodos sea la adecuada.

3.6.7 Características eléctricas

Tabla 3 6 Características eléctricas

| DETALLE | MÍNIMO | MÁXIMO |
|-------------|--------|---------|
| Voltaje | 3 (V) | 4,2 (V) |
| Corriente | | 2 (C) |
| Temperatura | 0° C | 45° C |

Fuente: (Electronica de potencia, s.f.)

Entre las principales ventajas de utilizar una batería de este tipo se puede anotar las siguientes:

- Alta densidad de energía.
- No necesitan mantenimiento.
- Sin efecto memoria.
- Bajo porcentaje de auto – descarga.

3.6.8 Curvas de descarga

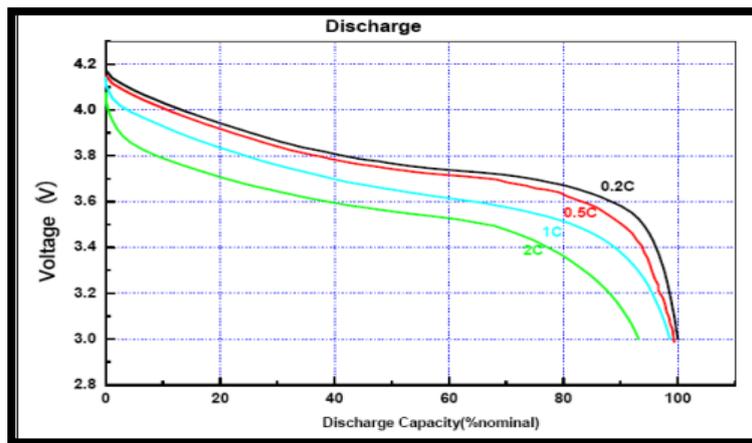


Figura 3 7 Curva de descarga

Fuente: (Ruiz, 2015)

3.6.9 Cuidados mantenimientos y precauciones

- Emplee sólo cargadores específicos para baterías de Polímero de Litio (LiPo). En caso contrario puede provocar un incendio que derive en daños personales y/o materiales.
- Nunca cargue las baterías LiPo sin estar presente. Siempre debe vigilar el proceso para poder reaccionar ante cualquier problema que se pudiese plantear.

- Si en cualquier momento observa que una batería Lipo se hincha o derrama líquida, desconéctela y obsérvela durante 15 minutos en un lugar seguro. Esto podría causar la ignición de la batería debido a los componentes químicos que aloja en compañía del aire del exterior. El lugar para observar esto debe ser un área segura fuera de cualquier edificio y alejado de cualquier material combustible.
- Tenga mucho cuidado de que nunca se toquen los dos terminales de la batería, este cortocircuito podría hacer que la batería se incendiase.

De acuerdo de Contreras, Sánchez (2010) define:

Los motores eléctricos son propulsores que no necesitan de una combustión interna para proporcionar la energía, sino que ésta viene a través de la fuerza que producen el estátor y el rotor. Estos sistemas pueden funcionar, tanto a través de baterías, como conectados a una red eléctrica.

Dentro de los motores eléctricos podemos encontrar una clasificación principal que los distingue en tres tipologías:

Motores universales: Pueden funcionar con corriente continua o con corriente alterna, y son ampliamente utilizados tanto a nivel profesional o industrial, como a nivel doméstico para dotar de potencia a diversos electrodomésticos cotidianos.

Motores de corriente continua: Tienen un diseño bastante complicado y permiten modificar la velocidad simplemente ajustando la tensión. Son más caros de fabricar y sus aplicaciones todavía son limitadas.

Motores de corriente alterna: Están diseñados para funcionar a velocidades fijas. Son sencillos, baratos y muy usados tanto a nivel industrial como doméstico.

Tipos de motores de corriente alterna

- En el ámbito de los motores de corriente alterna podemos encontrar diferentes tipos atendiendo a diferentes clasificaciones:
- Según la forma en la que gira el rotor nos podemos encontrar con motores síncronos y asíncronos. La principal diferencia entre ellos es que en el primero el rotor gira a la misma velocidad que el campo electromagnético, mientras que en el segundo puede hacerlo a distinta velocidad. Por otro lado, dentro de los motores eléctricos síncronos también podemos distinguir entre asíncronos sincronizados, trifásicos o con rotor de imán permanente.

- Los motores de corriente alterna también pueden ser clasificados según el número de fases de alimentación. En este caso nos encontramos con otros tres tipos principales: monofásicos, bifásicos y trifásicos (estos últimos son muy utilizados en la industria del automóvil por marcas como Tesla).
- Por otro lado, para completar la clasificación también se ha de tener en cuenta el tipo de rotor que usa el motor. Los más comunes son los de jaula de ardilla, de colector o de anillos rozantes.

Tipos de motores de corriente continua

- Por su parte, dentro de los motores de corriente continua también podemos encontrar diferentes variantes que se distinguen según el bobinado del inducido y del inductor. De este modo, se diferencia el motor de excitación en serie, en paralelo o compuesta (una mezcla entre las dos anteriores).
- Algunas de las ventajas de los motores eléctricos es que son más pequeños, contaminan menos y ofrecen un rendimiento elevado y constante, con lo cual su aplicación en el mercado automovilístico es cada vez mayor. A pesar de ello, siguen teniendo ciertas limitaciones de autonomía y la red de puntos de recarga disponibles no está extendida”.

4 Capítulo IV

4.1 Materiales De La Conversión Del Motor Eléctrico De 108 V

4.1.1 Vehículo utilizado

El vehículo escogido para realizar esta transformación es una camioneta Datsun 1000 que se encontraba en la universidad y que había sido objeto de estudio en anteriores proyectos, este modelo se lo ocupa por su versatilidad para ser modificado, sin perder su esencia de clásico y admitiendo las nuevas tecnologías lo cual la hacen un vehículo con relevancia para este tipo de proyectos.

Esta camioneta es muy didáctica para los estudiantes ya que permite el estudio del funcionamiento de los elementos constitutivos y básicos de este vehículo y la adaptación y renovación de este modelo de combustión interna por un motor de propulsión eléctrica.

Este híbrido cuenta con un chasis, carrocería, sistema de suspensión, sistema de frenos, sistema de dirección originales de la camioneta Datsun 1000 y además un motor eléctrico con su BMS, sistema eléctrico de control y transmisión de datos para el motor eléctrico con la computadora del mismo, acelerador eléctrico, conjunto de baterías de 96v, fuente cargadora de baterías de 110v a 12v, convertidor dc a dc para alimentar a una batería de 12v que será la encargada abastecer el voltaje para el funcionamiento del sistema de luces originales del vehículo.

La Pick up Datsun 1000 fue diseñada desde la misma plataforma de la Datsun 1000 Van adicionándole la capacidad de poder llevar carga en la parte posterior de este vehículo.

La Datsun Pick up 1000 modelo Series B20 conocida así por su renovación desde la plataforma de la Datsun 1000 Van, es un vehículo comercial de dos pasajeros y con capacidad de carga de 500 kg.

Para este estudio se utilizó un vehículo marca Datsun modelo 1000 del año 1971. Se trata de una pick up pequeña de origen japonés perteneciente la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador. Esta camioneta junto a la Datsun 1200 fueron muy populares en el Ecuador. Sin embargo, hoy en día es muy difícil encontrar el modelo Datsun 1000, ya que son escasas las unidades que se pueden visualizar en las calles del país. La facultada de la Universidad Internacional Del Ecuador posee esta Datsun 1000, misma que ha sido utilizada para varios casos de estudio y proyectos, no obstante, se encuentra inoperativa desde hace más de cinco años. En este proyecto se realizó la

conversión en esta camioneta y así darle un nuevo uso. A continuación, se detallan algunas características relevantes del vehículo:



Figura 4 1 Datsun 1000 UIDE año 1971
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 2 Camioneta Datsun 1000
Fuente: (Imágenes de Datsun Sunny Truck (B20) 1967–71 (2048 x 1536), 2019)

Tabla 4 1 Modelo de Vehículo Datsun/ Nissan

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Tipo: | B20 |
| Constructor: | Datsun/Nissan Motor Co. |
| Largo(mm): | 3815 |
| Ancho(mm): | 1450 |
| Peso(kg): | 615 |
| Velocidad Máxima: | 130 km/h |
| Frenos delanteros: | Tambor |
| Frenos traseros: | Tambor |
| Suspensión: | Ballestas |
| Dirección: | Mecánica (tornillos sin-fin) |
| | 4 velocidades + R |
| | 3.76 |
| | 2.17 |
| | 1.40 |
| | 1.00 |
| | R- 3.64 |
| Transmisión: | |
| Serial de transmisión: | 6X44078 |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.1.2 Motor de Combustión Interna Datsun 1000



Figura 4 3 Motor Datsun A10
Fuente: (Nissan A10 engine in a 1969 Sunny, 2015)

El motor de esta camioneta es de combustión interna y refrigerado por agua, es un motor de cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea cuyos datos se especifican a continuación.

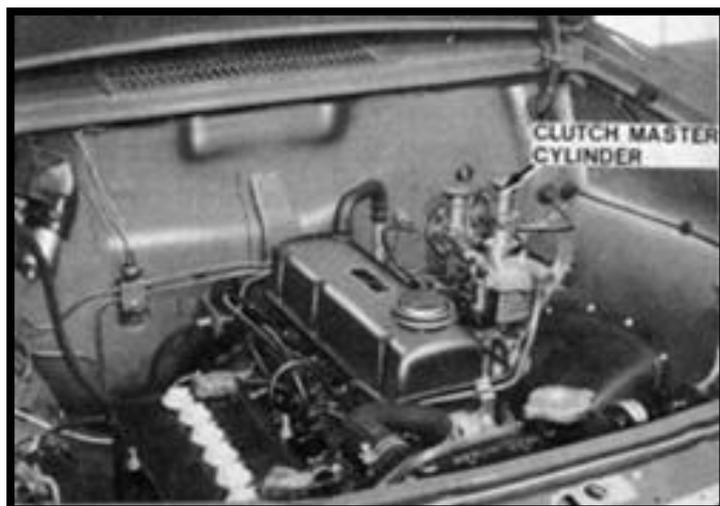


Figura 4 4 Motor Datsun A10
 Fuente: (Nissan A10 engine in a 1969 Sunny, 2015)

Tabla 4 2 Datos de motor

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| Modelo: | A10 |
| Constructor: | Nissan Motor Co. |
| Producción: | 1996-1976 |
| Peso: | 91.5KG |
| Alimentación: | Carburador |
| Combustible: | Gasolina |
| Numero de cilindros: | 4 en línea |
| Sistema valvular: | OHV, cadena |
| Válvulas: | 8 (2 por cilindro) |
| Compresión por cilindro: | 181 PSI |
| Relación de compresión: | 8.5:1 |
| Orden de encendido: | 1-3-4-2 |
| Cilindraje: | 1.0L (988 cm ³) |
| Max HP/RPM | 62/6000 |
| Max Torque: ft-lb/RPM | 61.5/4000 |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

El sistema de transmisión de esta camioneta es de la marca Borg Warner

Se adapta la transmisión de cuatro velocidades de avance del mecanismo sincronizado tipo Borg - Warner “original de la marca” la palanca de cambios está ubicada en el piso de la cabina.

En esta camioneta está instalada una caja de cambios de cuatro cambios más un retro de la cual trabaja mediante un mecanismo de sincronizados y tiene el mando de la palanca que sobresale desde el piso del habitáculo del vehículo. Un diseño práctico y cómodo para el manejo y confort del usuario de esta pick up.

La Datsun 1000 incorpora una suspensión delantera independiente de doble horquilla con brazos de control dobles trapezoidales de diferente longitud, amortiguadores inclinados, ballestas transversales y barras de torsión.



Figura 4 5 Suspensión Delantera
Fuente: (Vaca, 2018)

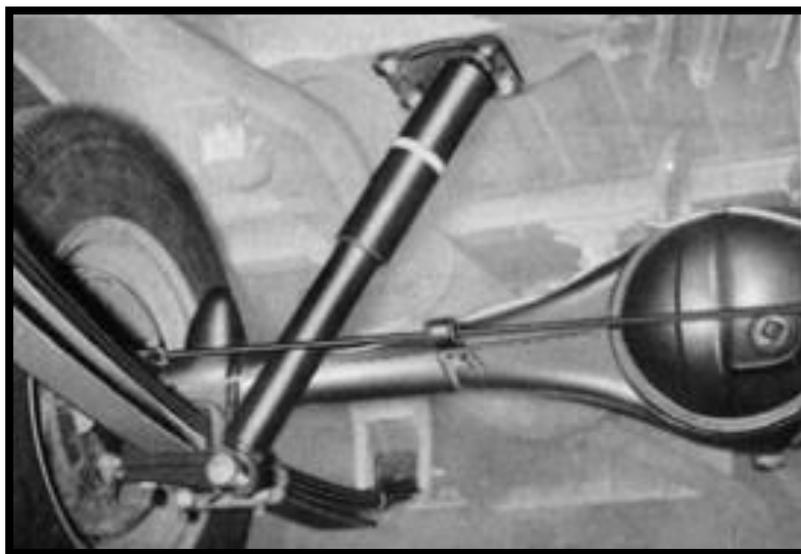


Figura 4 6 Suspensión Delantera
Fuente: (Vaca, 2018)

El sistema de frenos de tambor se aplica en todas las ruedas y los frenos se accionan hidráulicamente.

El freno de mano bloquea las dos ruedas posteriores y es accionado de manera manual.

La estructura de la camioneta es ligera y a la vez fuerte capaz de soportar hasta media tonelada de peso.

4.1.3 Vista General De La Camioneta

En la siguiente imagen se detallan las medidas de la camioneta con las cuales fue diseñada por el fabricante de la marca y que se utilizaron como referencia para el desarrollo del presente estudio.

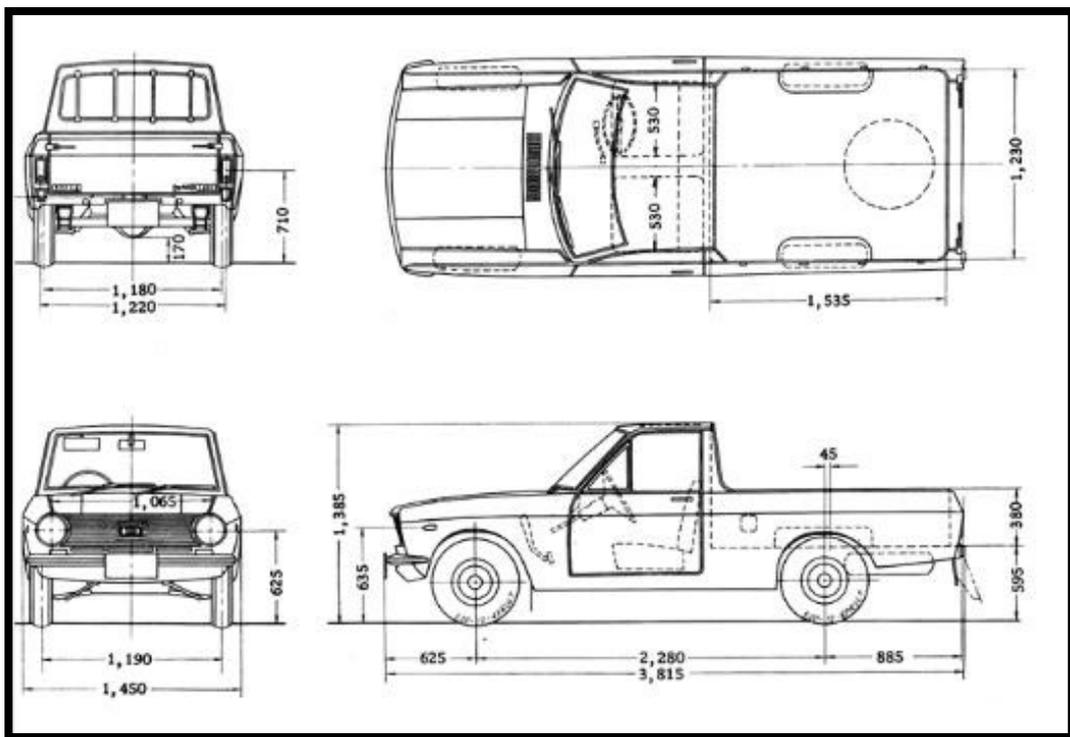


Figura 4 7 Vista General de la Camioneta
Fuente: (Nissan, 2014)

4.2 Motor Eléctrico

4.2.1 Kit eléctrico seleccionado

Para esta conversión se adquirió un motor eléctrico marca Enpower, controlador (BMS), convertidor DC-DC, display de información, acelerador electrónico, cargador de batería y batería de litio de 108v. Este kit fue escogido dado que los componentes fueron adquiridos

localmente en Rocco Performance, proveedor de la marca Enpower, de esta manera se logró tener el kit en el menor tiempo posible. Además, cuenta con garantía y asesoría local, lo que facilita la solución de cualquier percance que pudiese ocurrir durante la instalación. Así también, el proveedor hizo una demostración del kit instalado en un banco de pruebas para demostrar que funcionaba correctamente. Siendo así, la mejor opción para adquirir el kit de conversión EV.

A continuación, se mencionan las características más relevantes que se incluyen en el kit de conversión EV:

4.2.2 Motor Eléctrico



Figura 4 8 Motor AC 51

Fuente: (EVCO Electric vehicles conversion, s.f.)

Tabla 4 3 Datos de motor

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Modelo: | Y18 |
| Fases: | 3 (asíncrono) |
| Voltaje (Vdc): | 96-120V |
| Polos: | 4 |
| Tipo de conexión de bobinado: | Y |
| Refrigeración: | Aire |
| Potencia nominal: | 18KW |
| Potencia tope: | 58KW |
| Corriente nominal: | 170A |
| Corriente tope: | 500A |
| RPM nominal: | 3500 |

| | |
|-----------------|-----------|
| RPM máximos: | 7500 |
| Torque nominal: | 65 N.m |
| Torque máximo: | 180 N.m |
| Aislamiento: | Clase "H" |
| Protección: | IP67 |
| Peso: | 53KG |
| Dimensiones: | 281x230mm |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.2.3 Controlador (BMS):

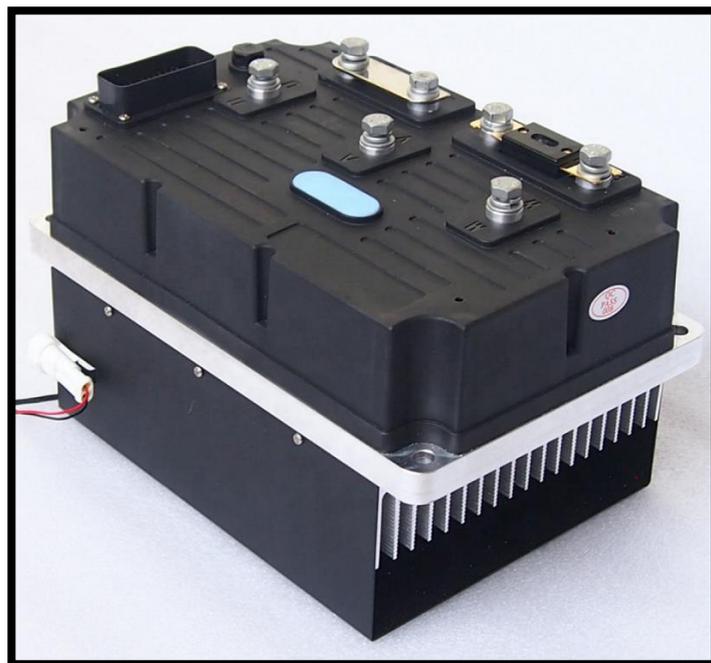


Figura 4 9 Controlador de Motor
Fuente: (Alibaba.com, 2019)

Tabla 4 4 Datos BMS

| | |
|------------------------------------|----------------------------|
| Modelo: | MC3336-A850- 9658-13129 |
| Fases: | 3 (asíncronas) |
| Capacidad nominal: | 13.2 KVA |
| Capacidad máxima: | 55 KVA |
| Voltaje de entrada: | 80-125V |
| Amperaje de salida: | 120A |
| Corriente de salida máxima: | 500A |
| Voltaje de arranque: | 55V |

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Protección: | IP65 |
| Refrigeración: | Ventiladores (2) a 12v |
| Control de motor: | Vector control |
| Comunicación: | CAN |
| Peso: | 5.7kg |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.2.4 Controlador Mc 3336

La compañía Zhuhai Inpower Electric Co.,Ltd. es la fabricante del controlador de motor CA, que es utilizado en vehículos eléctricos, el modelo que se utiliza en esta conversión es el MC3336.

Este controlador es el encargado de mantener el control de la velocidad de la rotación del motor, y tiene la capacidad de manejar un valor preciso de salida de par en el rango de velocidad de trabajo de rotación del motor.

El motor de CA no tiene escobillas de carbón, es completamente cerrado y libre de mantenimiento, cuyas características hacen que la CA motor más confiable que DC. El sistema de CA tiene una mejor eficiencia y control de regeneración de energía más flexible que puede mejorar la distancia de viaje obviamente.

El controlador de CA de bajo voltaje de la serie MC3336 está diseñado para aplicaciones amplias en carros de golf, vehículos turísticos, buggies de caza, vehículos eléctricos, camiones pesados, yates eléctricos y otros tipos de vehículos utilitarios.

4.2.5 Especificaciones y parámetros técnicos

Tabla 4 5 Datos BMS

| | | PARÁMETROS TÉCNICOS | | |
|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|
| Especificaciones | | MC3336-7250 | MC3336-9650 | MC3336-A850 |
| | | 72V | 96V | 110V |
| | Rango de voltaje de entrada (DC/V) | 60 – 90 | 80 – 120 | 80 - 125 |
| Rendimiento Eléctrico | Corriente de salida máxima (AC/A) | 500 | 500 | 500 |
| | Corriente nominal de salida (AC/A) | 120 | 120 | 120 |

| | | | |
|--|--|----|----|
| Voltaje de arranque del controlador (DC/V) | 50 | 50 | 55 |
| Potencia máxima de salida (KW) | 36 | 50 | 55 |
| Temperatura de operación | - 30° C ---- 55° C | | |
| Grado de protección | IP 65 | | |
| Clase de Aislamiento | Entre circuito de entrada o circuito de salida y caja principal: DC 1000v Corriente de fuga 0,05mA Resistencia de aislamiento: 20m Ω | | |
| Temperatura ambiente | 40° C ---- 70° C | | |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.2.6 Grado de Protección

Todos los elementos que se van a utilizar en el proceso de transformación de un auto de motor de combustión interna a un motor eléctrico son importantes y es necesario que cumplan con requisitos para repeler agentes contaminantes externos que pueden ocasionar que exista un mal funcionamiento de este vehículo.

Por normativa hay que tener en cuenta el grado de protección que va a cumplir el recubrimiento o envoltura de los elementos electrónicos que están alojados al interior del controlador del motor eléctrico, esta carcasa debe aislar de polvo, partículas externas, pelusas, viruta, insectos, etc., así también como agua, espray, aceites, líquidos etc.

El objetivo de los grados de protección es mantener la hermeticidad de la caja a fin de mantener a salvo los componentes que están dentro de la caja, así como a los usuarios o personas que puedan estar en contacto con el vehículo.

Es importante resaltar la palabra protección, ya que esta va a estar primando sobre todos los individuos y elementos que estén en interacción, por lo tanto, hay los siguientes planteamientos:

Protección a los equipos y a los materiales que se encuentren dentro de la caja repeliendo el ingreso de agua y evitando de esta manera los efectos dañinos que puede ocasionar el agua.

Protección a todos quienes vayan a manipular o estén en contacto con los materiales que están dentro de la caja ya que los voltajes que se manejan pueden ocasionar daños

irreparables en las personas que puedan dar un mal uso o desconozcan la manera adecuada de estar en contacto con los componentes.

Protección a los equipos y a los materiales de elementos solidos que de seguro van a ocasionar un daño en los componentes.

El código IP esta descrito mediante dos números y en algunas ocasiones va acompañado por dos letras, con lo cual se denota la capacidad que soporta el envoltorio en contra de ser hermético.

El primer dígito del código puede tener dos significados:

Denota la protección al posible contacto que puedan tener las personas con los elementos.

También define el grado de protección que tiene el equipo en contra de los objetos solidos o extraños.

El segundo dígito refiere al grado de protección que tiene en contra de los líquidos y los daños que puede ocasionar el contacto con el agua.



Figura 4 10 Disposición código IP
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

La letra X es utilizada para no especificar uno de los dígitos característicos, esto se utiliza cuando no tiene relevancia el dígito que se está dejando obviando, por ejemplo, IPX4 o IP5X.

En ocasiones cuando no sea importante señalar el grado de protección se utiliza XX.

El uso de las letras opcionales si es el caso de utilizar más de una debe ordenarse de manera alfabética y como su descripción lo indica es de uso opcional, en caso de no requerir no se coloca absolutamente nada.

4.2.7 Clasificación IP

Protección contra objetos solidos

Tabla 4 6 Protección contra objetos solidos

| N° | PROTECCIÓN | MEDIDA | EJEMPLO |
|-----------------------|------------|-----------|---------------------------------------|
| CONTRA SOLIDOS | | | |
| 0 | NO | | Sin Protección |
| 1 | SI | 50 mm | Mano humana |
| 2 | SI | 12 mm | Dedo humano |
| 3 | SI | 2,5 mm | Herramientas y cables |
| 4 | SI | 1 mm | Herramientas y cables de menor tamaño |
| 5 | SI | < 0,1 mm | Polvo |
| 6 | SI | < 0,01 mm | Protección total al polvo |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Tabla 4 7 Protección contra líquidos

| N° | PROTECCIÓN | EJEMPLO |
|------------------------|------------|--|
| CONTRA LÍQUIDOS | | |
| 0 | NO | Sin Protección |
| 1 | SI | Caída vertical de agua |
| 2 | SI | Aerosoles directos de agua hasta 15° desde la vertical |
| 3 | SI | Spray directo de agua hasta 60° desde la vertical |
| 4 | SI | Salpicaduras en todas las direcciones |
| 5 | SI | Chorros de agua hasta 6,3 mm desde todas las direcciones |
| 6 | SI | Chorros de agua de alta potencia hasta 12,5 mm desde todas las direcciones |
| 7 | SI | Periodos de 30 minutos máximo entre 12 cm y 1 m. |
| 8 | SI | Periodos largos y continuos a más de 1 m bajo presión. |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Tabla 4 8 Primera Letra Adicional (opcional)

| LETRA | EJEMPLO |
|-------|------------------|
| A | Dorso de la mano |
| B | Dedo |
| C | Herramienta |
| D | Alambre |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Tabla 4 9 Segunda Letra Adicional (opcional)

| LETRA | EJEMPLO |
|-------|--------------------------------------|
| H | Equipos y materiales de alta tensión |
| M | Movimiento durante el ensayo de agua |
| S | Inmóvil durante el ensayo de agua |
| W | Intemperie |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.2.8 Display

Se trata de un display de información de batería (108V). Este display proporciona la información de porcentaje de carga general, voltaje de carga de cada celda (32), información de consumo de amperaje, temperatura de batería y voltaje de batería. Este display es alimentado por una línea de 24V DC y tiene dos botones, los cuales tienen la misma función por lo que se puede utilizar cualquiera de los dos. Este display viene incluido en el kit de conversión que entregan el proveedor y no se adquirió el display de mayores dimensiones dado que, el costo era más elevado y no se encontraba en stock.



Figura 4 11 Display de información
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.2.9 Acelerador

El acelerador consiste de un potenciómetro acoplado a un pedal. Este elemento tiene alimentación de 12V. El número de parte de este elemento es: K1102-009:

Al accionar el pedal del acelerador no realiza ningún trabajo mecánico, sino que actúa sobre un potenciómetro que transforma su deseo en una magnitud eléctrica. Esta magnitud es transmitida hacia la unidad de control del motor (ECU), lo cual interpreta la posición exigida por el usuario. (Chucuyan, 2016)



Figura 4 12 Acelerador electrónico
Fuente: (Teseomotor, 2019)

4.2.10 Cargador

Este cargador está programado por el proveedor para adaptarse al tamaño de la batería de 108V. Se trata de un cargador automático el cual es capaz de recibir 110V o 220V y cargar las baterías de manera automática. Cuenta con un sistema de protección de carga el cual protege las baterías de sobrecarga. Cuenta con un ventilador en la parte frontal para aumentar la disipación de calor generada cuando este entra en funcionamiento. Por último, está equipado con un indicador led, el cual indica el estado de carga de la batería, este funciona de igual manera que el indicar de carga ubicado en el tablero y especificado en el parte final de este estudio.



Figura 4 13 Cargador de batería 108V
Fuente: (Teseomotor, 2019)

Tabla 4 10 Datos de cargador

| | |
|---------------------------------------|------------------|
| Modelo: | CH4100 96V-25A |
| Potencia de salida: | 2.5KW |
| Amperaje de salida: | 25A |
| Rango de voltaje: | 72-120V DC |
| Voltaje de entrada | 110-240V AC Dual |
| Frecuencia de entrada: | 45-65 Hz |
| Protección: | IP65 |
| Temperatura de funcionamiento: | -40°C - 55° C |
| Temperatura de almacenamiento: | -40°C - 100°C |
| Peso: | 6.33KG |
| Indicador tipo: | LED |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.2.11 Batería:



Figura 4 14 Batería 108V
Fuente: (Bateria de Plomo, 2011)

Tabla 4 11 Datos de Batería 108V

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Voltaje: | 108V DC |
| Celdas: | 32 |
| Voltaje por celda: | 3.375V DC |
| Tipo: | Litio |
| Ciclos de carga: | 2000 |
| Temperatura de funcionamiento: | -20°C – 65°C |
| Fusiles internos: | 500A (ANL) |
| Interruptor interno: | SI (cable negro al lado izq.) |
| BMS interno: | SI |
| Carcasa a prueba de agua: | IP65 |
| Sockets tipo: | Anderson |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.3.2 Bases para BMS

Se trata de dos bases diseñadas en tubo de acero que tiene como objetivo crear un soporte para ubicar el controlador o BMS por encima del motor eléctrico. Estas bases se fijan con pernos a la estructura existen que tenía el vehículo, no se generan mayores fuerzas en estas bases, sin embargo, se realizó una simulación de carga en los puntos de fijación con un peso mayor al del BMS. En dicho ensayo fue evidente que no ocurrieron mayores deformaciones y que la base puede soportar el peso del controlador BMS.

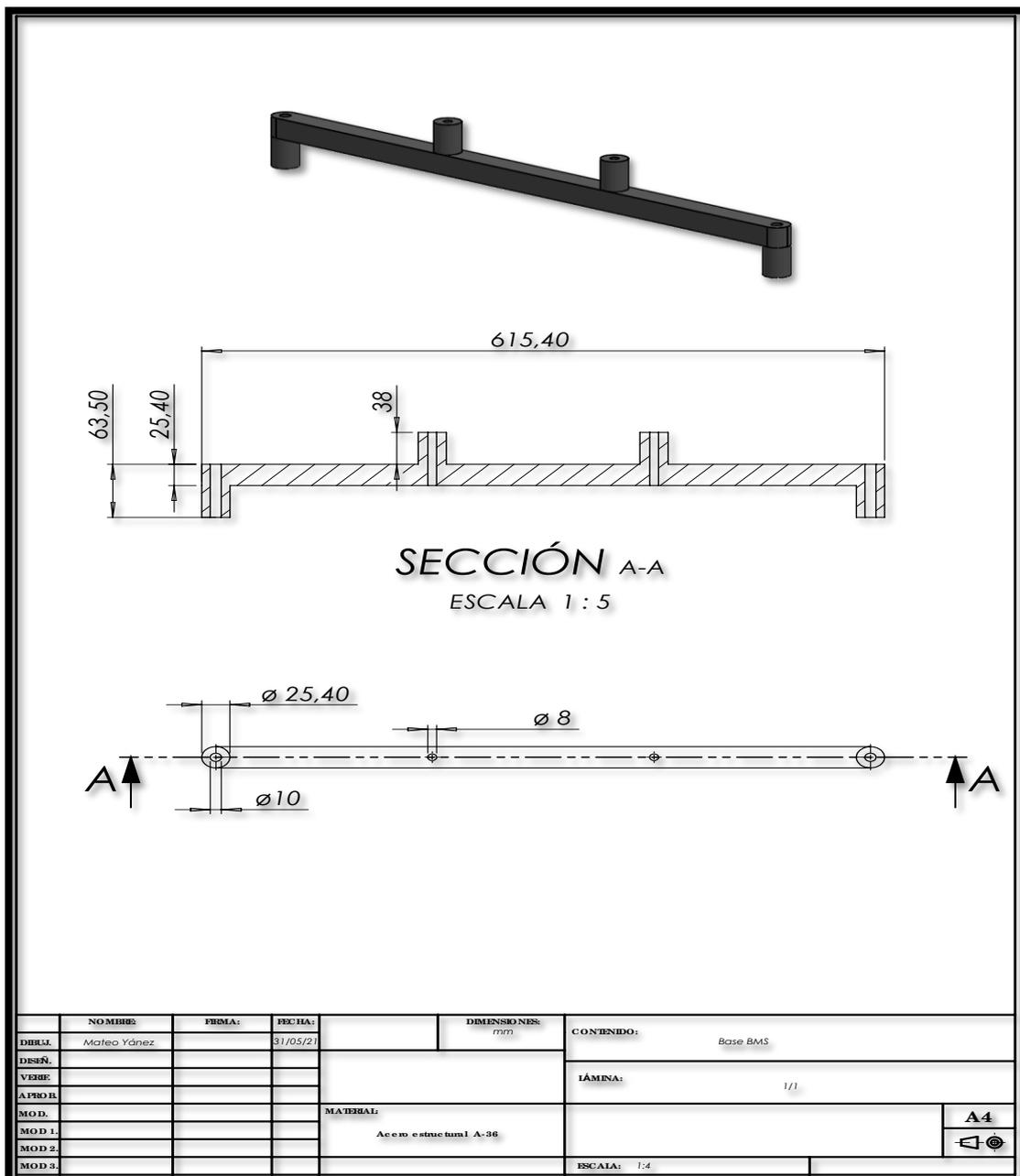


Figura 4 16 Base de BMS
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

La siguiente figura representa una simulación de carga realizada mediante el software SolidWorks, en el cual se aplica una carga fija de 10 kg sobre las bases de apoyo en donde se fija el BMS antes descrito. Dicho BMS tiene un peso de 5.7 kg como se especifica en la tabla # X, sin embargo, se utilizó una carga de 10 kg para demostrar que la estructura no sobre pasa su límite elástico incluso con el doble de peso al real. El límite elástico determinado por el software es de $2.5e+008 \text{ N/m}^2$, mientras que en los ensayos se puede observar que la estructura no llega a sobre pasar esos límites, demostrando que la estructura es apta para soportar los 5.7 kg de carga generados por el BMS.

4.3.3 Propiedades Del Material

Nombre

ASTM A36 Acero

Tipo de Modelo

Isotrópico elástico lineal

Límite elástico

$2.5 \text{ e} + 008 \text{ N/m}^2$

Límite de tracción

$4\text{e} + 008 \text{ N/m}^2$

Modulo elástico

$2\text{e} + 011 \text{ N/m}^2$

Coefficiente de Poisson

0,26

Densidad

7850 kg/m^3

Modulo cortante

$7,93 \text{ e} + 010 \text{ N/m}^2$

Componentes

Solido 1 (Saliente – Extruir 4)

Referencia de modelo

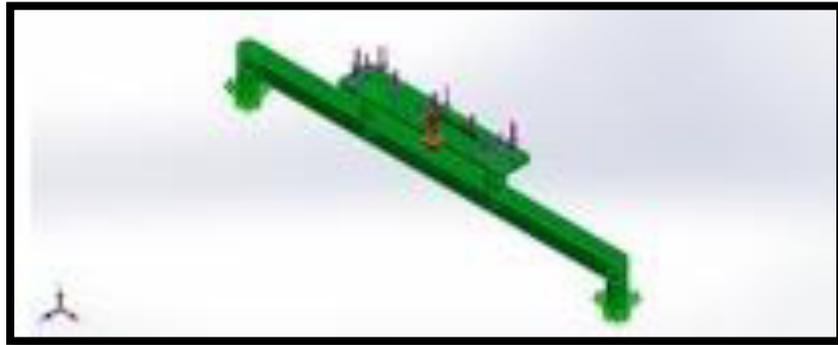


Figura 4 17 Datos básicos de estructura Base BMS
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.3.4 Cargas y Sujeciones

Nombre de Sujeción

Fijo 1

Detalles de sujeción

Entidades

2 caras

Tipo

Geometría fija

Fuerzas resultantes

| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
|---------------------------|--------------|---------|-------------|------------|
| Fuerza de reacción (N) | -0,000204682 | 142,772 | -0,00533281 | 142,772 |

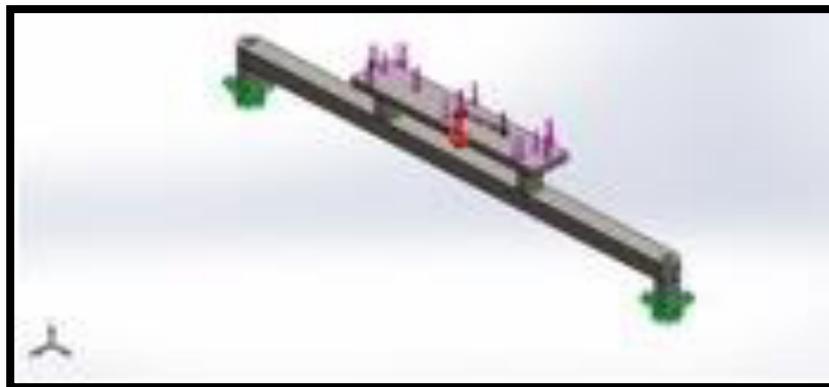


Figura 4 18 Cargas y Sujeciones de estructura Base BMS
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Nombre de carga

Fuerza 1

Detalles de carga

Entidades

1 cara

Tipo

Aplicar fuerza normal

Valor

98 N

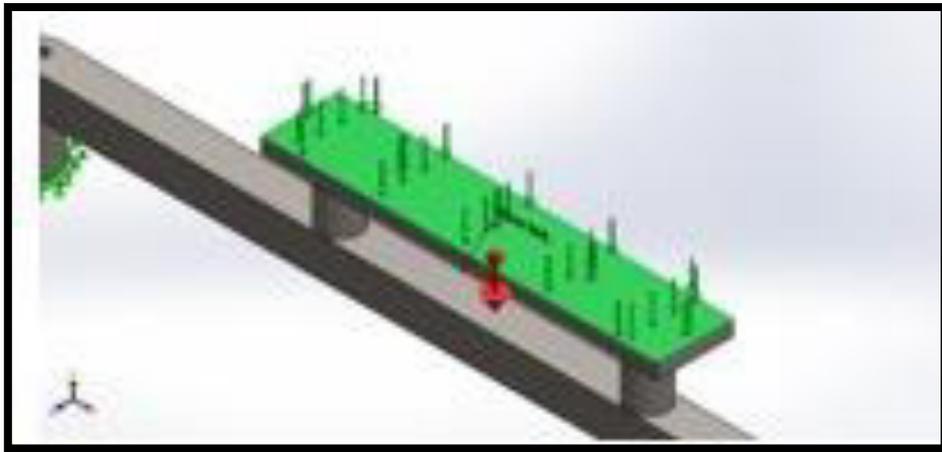


Figura 4 19 Cargas y Sujeciones de estructura Base BMS
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Nombre de carga

Gravedad

Detalles de carga

Referencia

Planta

Valores

0 0 9,81

Unidades

Sistema Internacional

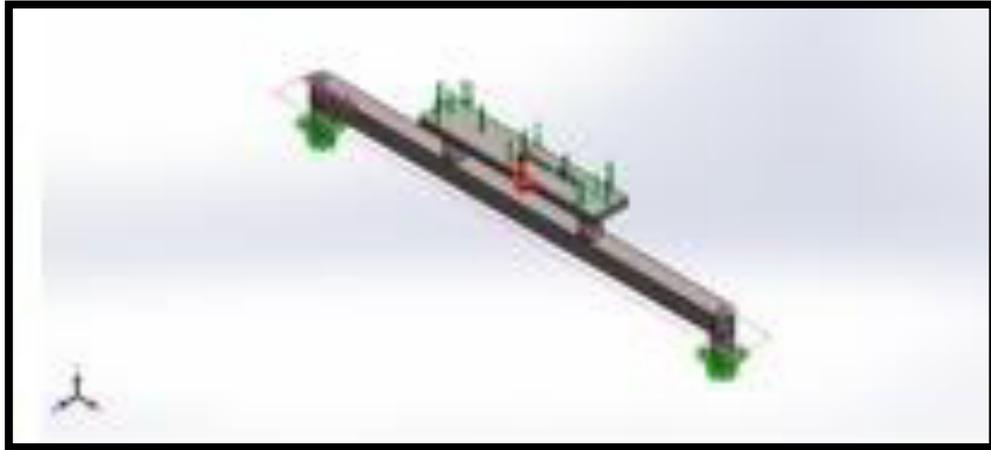
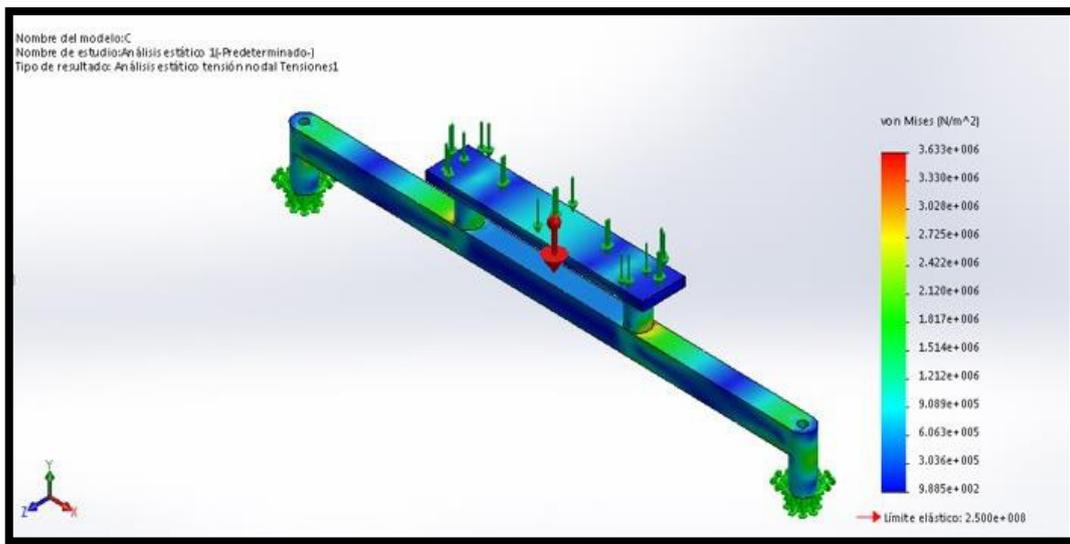


Figura 4 20 Cargas y Sujeciones de estructura Base BMS
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Resultados del estudio

| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Tensiones 1 | VON: Tensión de von Mises | 988,484 N/m ² | 3,6328e+006 N/m ² |



| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------------|-----------------------------------|------|--------------|
| Desplazamientos 1 | URES: Desplazamientos resultantes | 0 mm | 0,0112984 mm |

Figura 4 21 Simulación de carga en estructura Base BMS
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.3.5 Base de soporte motor

Esta base fue construida con el objetivo de crear un soporte frontal para el motor eléctrico dado que, al ser motores de diferentes dimensiones y geometrías, las bases originales no coincidieron con las bases del motor EV. Es así que se fabricó una estructura nueva de láminas triangulares soldadas a una plancha, la cual tiene tres anclajes según el diseño del soporte de motor eléctrico, para que se pueda empernar a los soportes originales del motor en el chasis. Esta estructura además cuenta con dos barras tipo “T” soldadas en la cara frontal de la base para darle mayor rigidez y evitar el fleje de la base de motor eléctrico. La plancha de acero es de 2 mm de espesor y el material de la misma es A36 cortado con láser. En esta base se simuló mediante el uso de software SolidWorks el esfuerzo que se genera en las bases al apoyar el motor eléctrico que pesa 45 kg aproximadamente. Así también, se realizó una simulación de torsión equivalente a 200 N, con el fin de simular como reaccionaría la base si se aplica el pico de torque que genera el motor. Las deformaciones en la estructura no fueron significativas, por lo que se garantiza que esta pieza no falle durante la conducción del vehículo. En la siguiente figura se observa los esfuerzos generados y los datos.

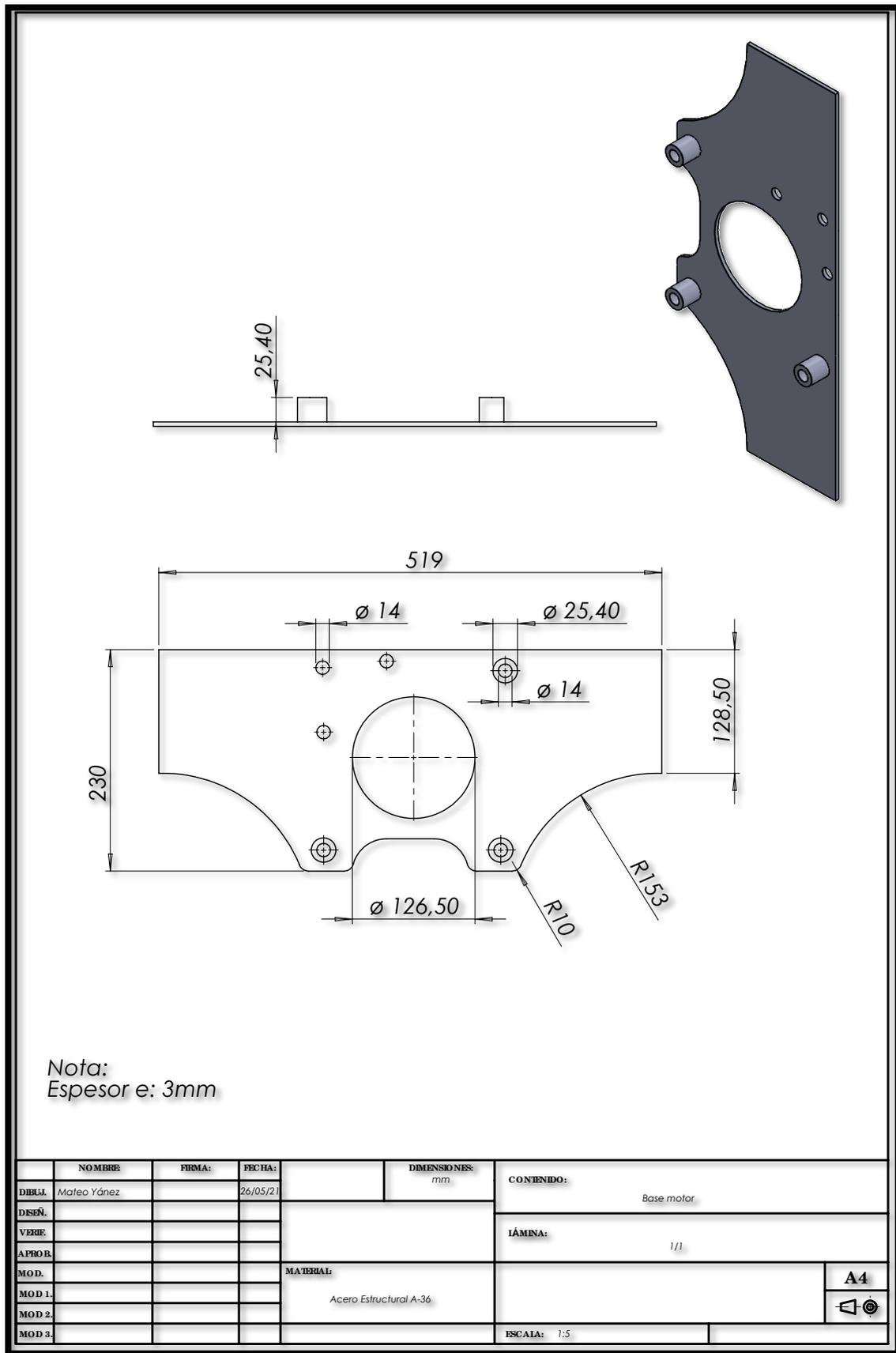


Figura 4 22 Espaciador caja-motor eléctrico
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Propiedades del material

Propiedades

Nombre

ASTM 36 Acero

Tipo de modelo

Isotrópico elástico lineal

Criterio de error predeterminado

Tensión de von Mises máximo

Límite elástico

$2,5e + 008 \text{ N/m}^2$

Límite de tracción

$4e + 008 \text{ N/m}^2$

Coefficiente de Poisson

0,26

Densidad

7850 kg/m^3

Modulo cortante

$7,93 e + 010 \text{ N/m}^2$

Referencia de modelo

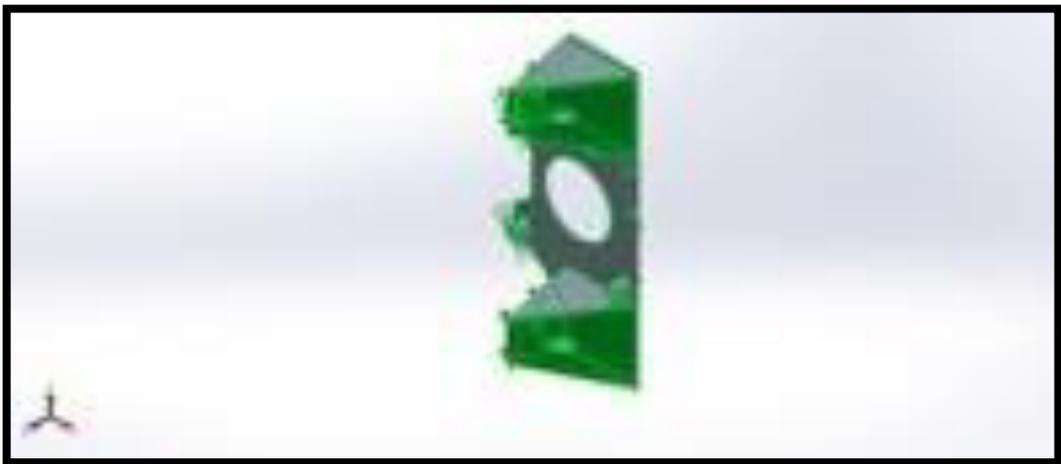


Figura 4 23 Datos básicos Base de motor EV
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Cargas y Sujeciones

Nombre de Sujeción

Fijo 1

Detalles de sujeción

Entidades

2 caras

Tipo

Geometría fija

Fuerzas resultantes

| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
|------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Fuerza de reacción (N) | -0,652389 | -0,00791608 | -0,00623995 | 0,652467 |

Imagen de sujeción

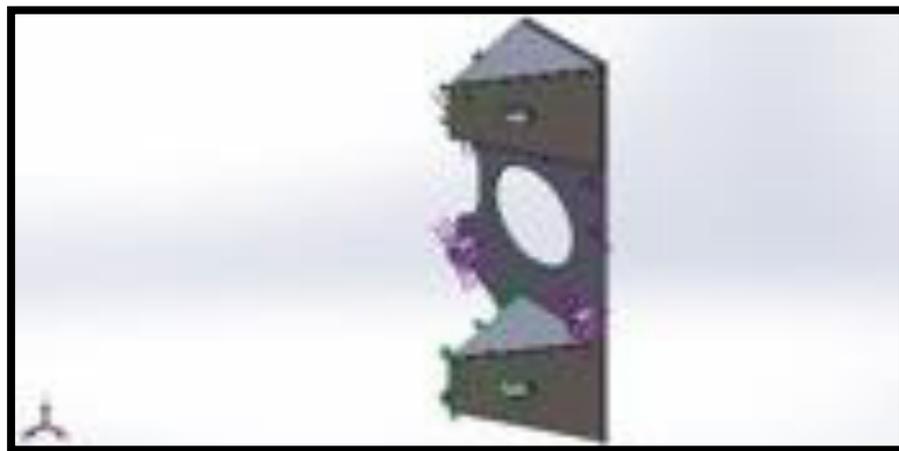


Figura 4 24 Cargas y Sujeciones de motor EV
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Cargas y Sujeciones

Nombre de Carga

Fijo 1

Detalles de carga

Entidades

6 caras

Tipo

Aplicar fuerza normal

Valor

950 N

Imagen de carga

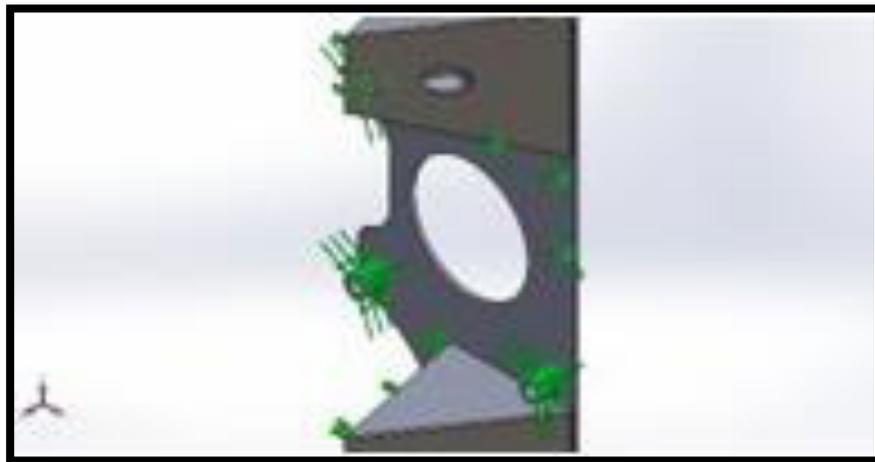
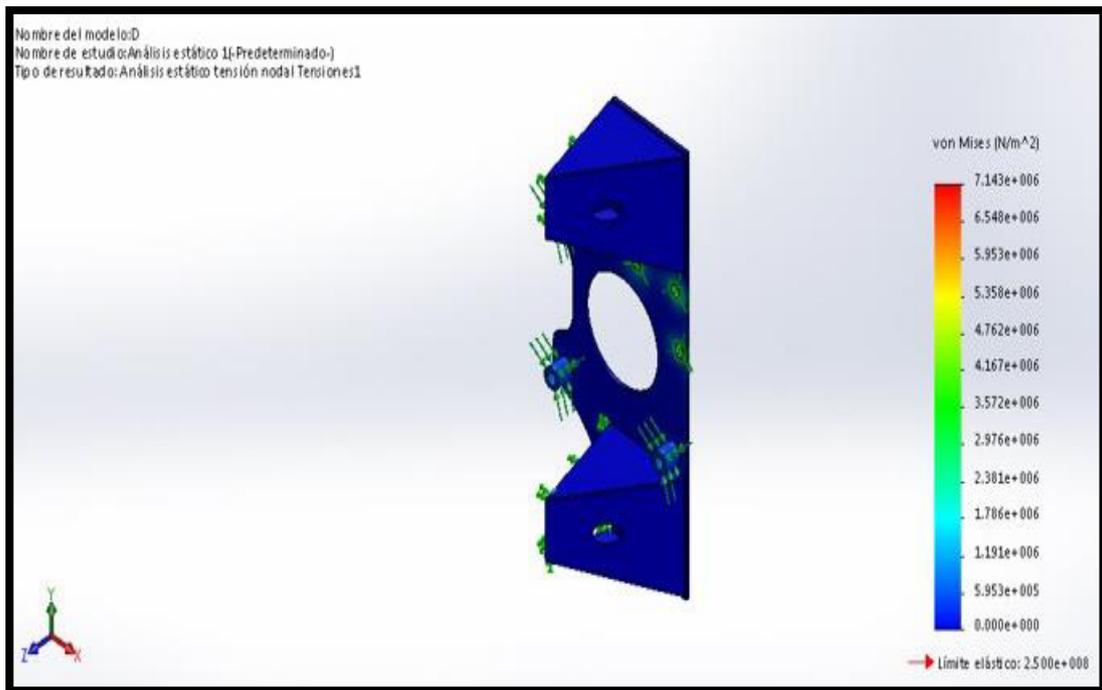


Figura 4 25 Cargas y Sujeciones de motor EV
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Resultados del Estudio

| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Tensiones 1 | VON: Tensión de von Mises | 0 N/m ² | 7.14341e + 006 N/m ² |



| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------------|-----------------------------------|------|-------------|
| Desplazamientos 1 | URES: Desplazamientos resultantes | 0 mm | 0,000478594 |

Figura 4 26 Simulación de motor EV
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Propiedades del material

Propiedades

Nombre

ASTM 36 Acero

Tipo de modelo

Isotrópico elástico lineal

Criterio de error predeterminado

Tensión de von Mises máximo

Límite elástico

$2,5e + 008 \text{ N/m}^2$

Límite de tracción

$4e + 008 \text{ N/m}^2$

Modulo elástico

$2e + 011 \text{ N/m}^2$

Coefficiente de Poisson

0,26

Densidad

7850 kg/m^3

Modulo cortante

$7,93 e + 010 \text{ N/m}^2$

Referencia de modelo



Figura 4 27 Datos básicos Base de motor EV
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Cargas y Sujeciones

Nombre de Sujeción

Fijo 1

Detalles de sujeción

Entidades

1 cara

Tipo

Geometría fija

Fuerzas resultantes

| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
|------------------------|------------|----------|-----------|------------|
| Fuerza de reacción (N) | -0,0277906 | -48,2757 | -0,080864 | 48,2758 |

Imagen de sujeción



Figura 4 28 Cargas y Sujeciones
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Cargas y Sujeciones

Nombre de Carga

Torsión 1

Detalles de carga

Entidades

1 cara

Tipo

Aplicar momento torsor

Valor

150 N.m

Imagen de carga

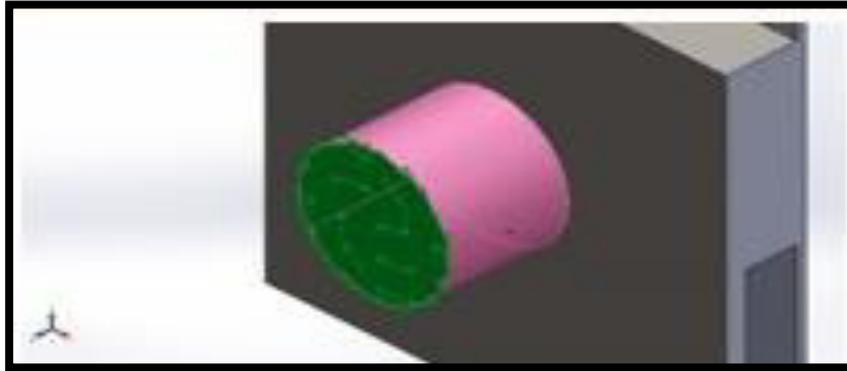
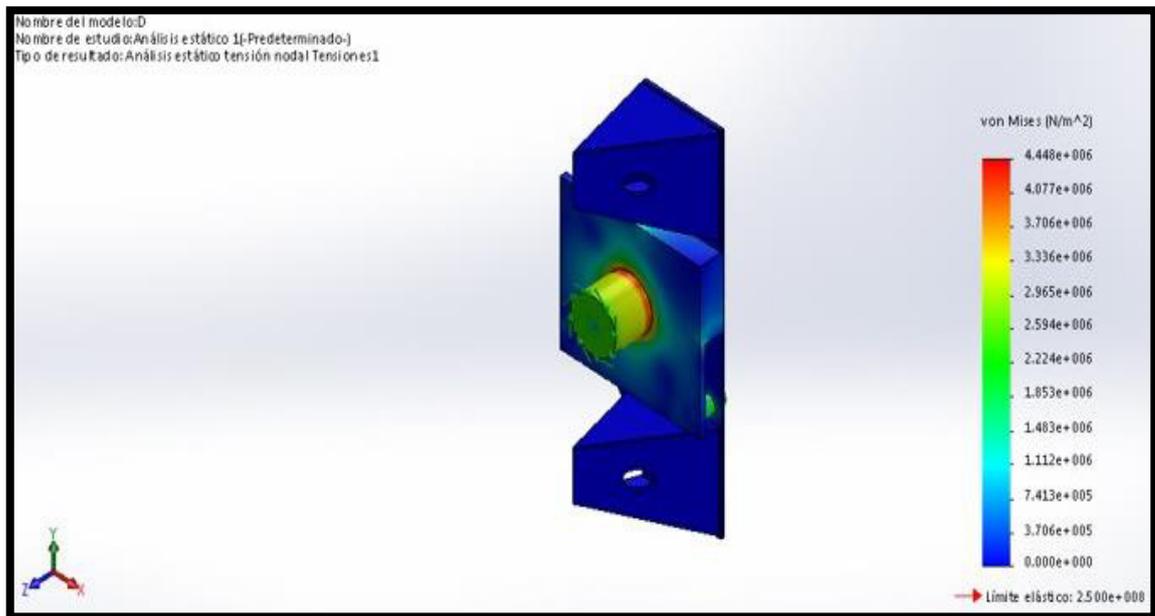


Figura 4 29 Cargas y Sujeciones de motor EV
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Resultados del estudio

| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Tensiones 1 | VON: Tensión de von Mises | 0 N/m ² | 4,44756e + 006 N/m ² |



| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------------|-----------------------------------|------|---------------|
| Desplazamientos 1 | URES: Desplazamientos resultantes | 0 mm | 0,00252684 mm |

Figura 4 30 Simulación de motor EV
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.3.6 Acople caja-motor

Este elemento es el encargado de generar la unión entre el eje del motor eléctrico y el eje de entrada de la caja de velocidades de la camioneta. Se trata de un eje sólido perforado con estriados en sus extremos para que se acoplen al estriado de motor y caja. Se trata de un acople directo sin la utilización del embrague. Se optó por esta configuración ya que por temas de presupuesto fue lo más viable. Este elemento está construido en una barra sólida de acero de transmisión el cual fue torneado y fresado. Además, cuenta con un tratamiento térmico para darle mayor resistencia al acople para que este pueda soportar las cargas del motor sin presentar roturas o desgaste prematuro en los estriados. En la siguiente figura se puede observar los esfuerzos aplicados mediante simulación en SolidWorks. Al igual que en la base de motor se aplicó un torque para determinar si la pieza soportaría la carga sin presentar daños. En Este caso se aplicó una fuerza de 200 N por seguridad, es decir se aplicó una fuerza mayor para tener un elemento sobre dimensionado en cuanto a resistencia, haciendo el acople más resistente a fallas.

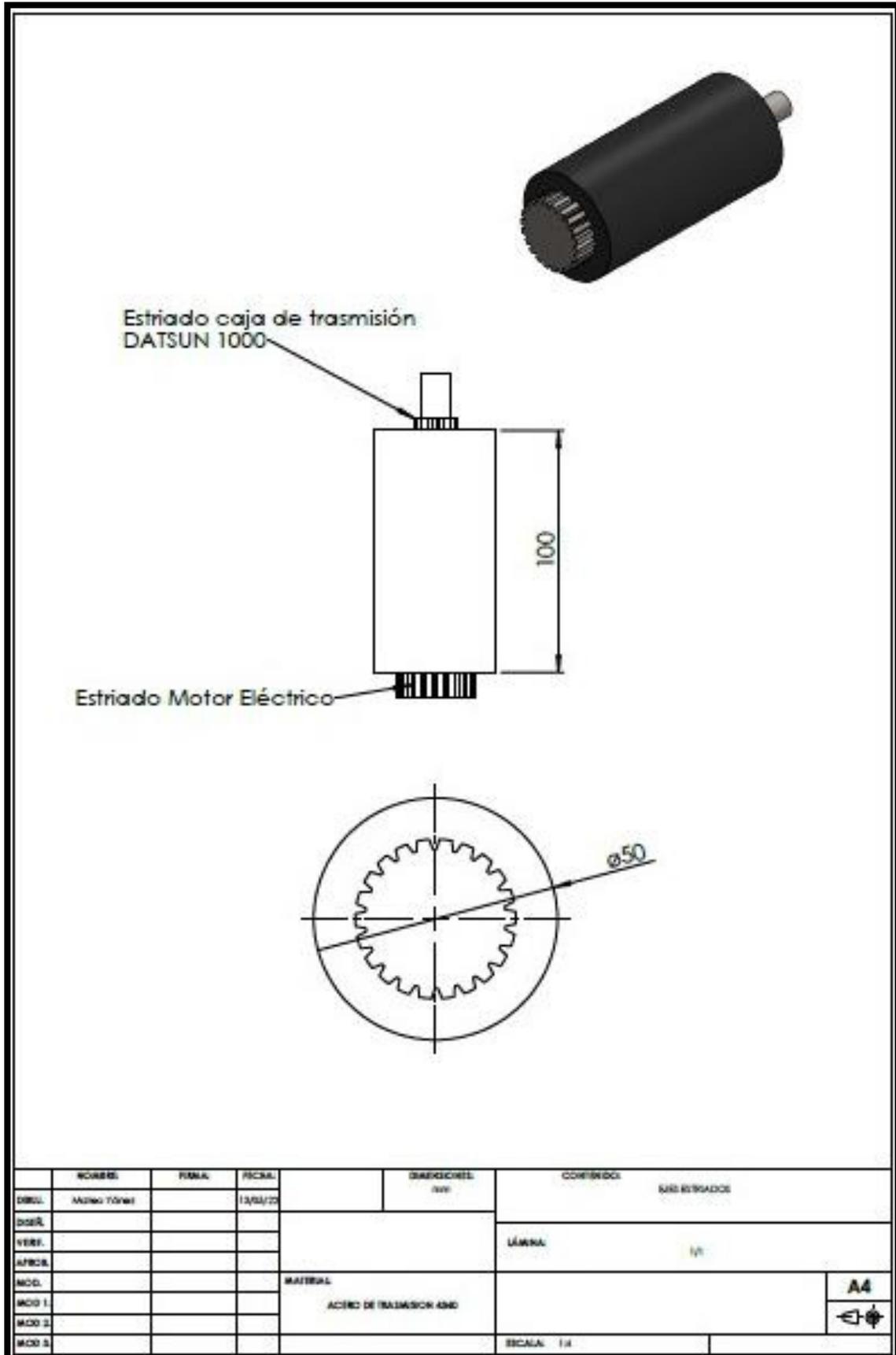


Figura 4 31 Acople caja-motor
Fuente: Mateo Yánez & Darwin Troya

Propiedades del Material**Referencia de modelo****Nombre**

AISI 4340 Acero recocido

Tipo de modelo

Isotrópicos elásticos lineales

Criterio de error predeterminado

Desconocido

Límite elástico

$4,7e + 008 \text{ N/m}^2$

Límite de tracción

$7,45e + 008 \text{ N/m}^2$

Modulo elástico

$2,05e + 011 \text{ N/m}^2$

Coefficiente de poisson

0,285

Densidad

7850 kg/m^3

Modulo cortante

$8e + 010 \text{ N/m}^2$

Coefficiente de dilatación térmica

$1,2e * 005 / \text{ Kelvin}$

Referencia de modelo

Figura 4 32 Datos básicos del acople
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Cargas y Sujeciones

Nombre de Sujeción

Fijo 1

Detalles de sujeción

Entidades

1 cara

Tipo

Geometría fija

Fuerzas resultantes

| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
|------------------------|---------|----------|----------|------------|
| Fuerza de reacción (N) | 56,8463 | -52,2476 | -1,60782 | 77,2263 |

Imagen de sujeción

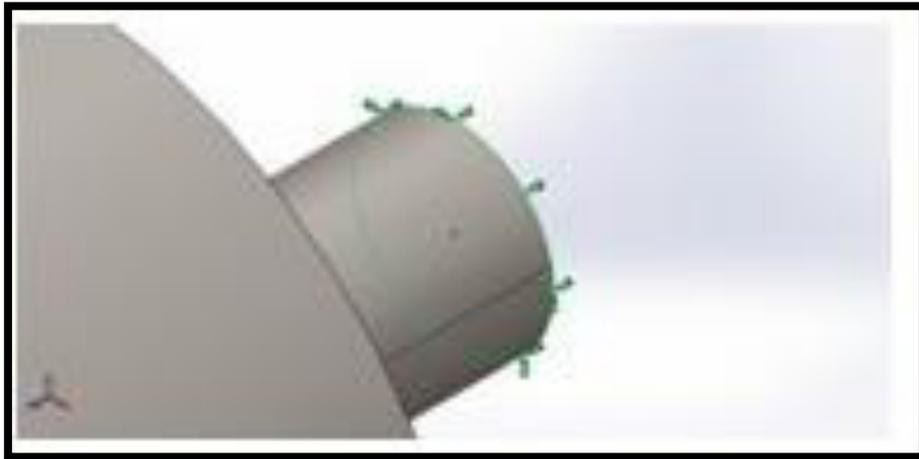


Figura 4 33 : Datos básicos del acople
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Cargas y Sujeciones

Nombre de Carga

Torsión 1

Detalles de carga

Entidades

1 cara

Tipo

Aplicar momento torsor

Valor

200 N.m

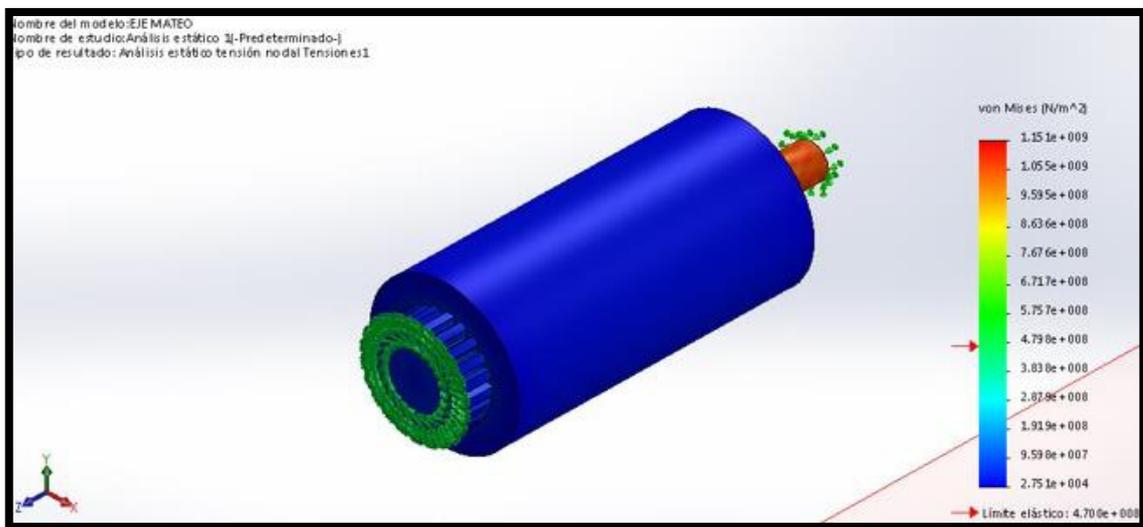
Imagen de carga



Figura 4 34 Cargas y Sujeciones del acople
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.3.7 Resultados del Estudio

| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Tensiones 1 | VON: Tensión de von Mises | 27508 N/m ² | 1,15145e + 009 N/m ² |



| NOMBRE | TIPO | MIN. | MAX. |
|-------------------|-----------------------------------|------|---------------|
| Desplazamientos 1 | URES: Desplazamientos resultantes | 0 mm | 0,00252684 mm |

Figura 4 35 Simulación de carga en acople
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.4 Desmontaje

En la fase de desmontaje se procede a desmontar los componentes existentes en la camioneta Datsun 1000, propiedad de la Universidad Internacional Del Ecuador. En esta etapa se removieron las siguientes partes y piezas por parte del grupo de estudiantes que conforman el macro proyecto EV Datsun 108V:

- Motor
- Sistema de escape
- Radiador
- Ventilador
- Bomba de freno
- Bomba de embrague
- Capot
- Mascarilla frontal
- Caja de velocidades
- Cañerías de sistema de frenos
- Bases de motor
- Pedales
- Asientos
- Palanca de cambios
- Árbol de transmisión
- Aros y llantas
- Tambores de frenos



Figura 4 36 Equipo EV TEAM desmontaje (1)
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 37 Equipo EV TEAM desmontaje (2)
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

En la siguiente figura se puede observar la camioneta Datsun 1000 EV en proceso de desarmado de frenos. Se retiró los tambores del vehículo y se realizó una rectificación de los mismos, adicionalmente, se repararon cañerías y pistones del sistema de frenos que estaban en mal estado.



Figura 4 38 Equipo EV TEAM desmontaje frenos
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Se desinstalaron los asientos del vehículo, dado que, se debe realizar un nuevo cableado, instalación de cargador y re tapizado de asientos. De esta manera se logra instalar los componentes del kit EV con mayor comodidad y mejor terminado.



Figura 4 39 Equipo EV TEAM desmontaje interior
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Como se observa en la figura a continuación, los componentes ubicados en el vano motor fueron retirados, al ser un kit eléctrico, se requiere de menos espacio ya que el motor es de

menores dimensiones que el motor de combustión interna, además, no se requiere de otros componentes como alternador, ventilador, radiador, entre otros componentes auxiliares comunes en los motores de combustión interna.



Figura 4 40 Equipo EV TEAM desmontaje (3)
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 41 Equipo EV TEAM desmontaje (4)
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.4.1 Conservar el sistema motriz del vehículo

Una vez desmontadas dichas piezas se determinaron que, tambores de freno, bomba de freno, árbol de transmisión, caja de cambios y aros y llantas iban a ser reutilizados. En el caso de los tambores se rectificó los mismos y se realizó una limpieza al sistema de frenos

en general, además de reemplazar las cañerías del sistema que se encontraban en mal estado. Así también, la bomba de freno recibió un mantenimiento y se reemplazaron empaques y o-rings. La caja de velocidades fue reparada ya que tenía oscilación en el eje de entrada, y se le realizó el cambio de aceite. En aros y llantas se realizó una limpieza y pintura de los aros. Adicional a estos mantenimientos y reparaciones, también se realizó un mantenimiento del diferencial posterior, en el cual se reemplazaron rodamientos en mal estado, empaques y se reguló la holgura entre el cono y corona.



Figura 4 42 Limpieza post desarmado
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

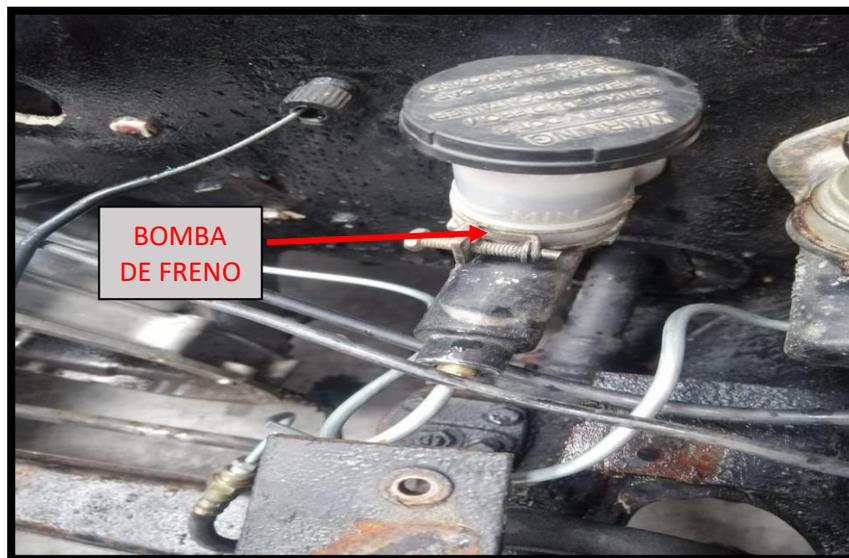


Figura 4 43 Reacondicionamiento de bomba de freno
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.5 Diseño

Para la instalación de kit EV antes descrito, fue necesaria la construcción de cuatro elementos para el montaje de los componentes del kit y una parrilla o mascarilla frontal de acero de 1.5 milímetros. Entre los elementos construidos se encuentran dos barras de soporte para el controlador (BMS), construidas en acero con recubrimiento electroestático. Esta base cumple la función de soportar el controlador BMS y ve empernada a la carrocería de la camioneta Datsun 1000 EV.



Figura 4 44 Base soporte para BMS
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Así también, un espaciador de 17 mm de aluminio para instalar entre la caja de cambios y motor eléctrico. Las perforaciones están realizadas segundo los planos para un perfecto matrimonio entre los componentes. En la siguiente figura se puede observar la placa de aluminio rectificada con exactitud hasta obtener los 17mm deseados.



Figura 4 45 Espaciador caja-motor
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

El acople o matrimonio entre el eje de salida de motor eléctrico y el eje de entrada de caja de cambios y por último un soporte frontal para el motor eléctrico mismo que se ancla en las bases originales de motor del chasis. Este es un acople sin embrague construido en acero de transmisión el cual fue torneado y fresado en sus extremos para que coincida con el estriado de la caja de cambios y estriado de motor respectivamente. Adicional se realizó un tratamiento térmico al acople para que este tenga una mayor resistencia y pueda superar la prueba de dinamómetro sin falla.



Figura 4 46 Acople caja-motor
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 47 Acople caja-motor instalado en caja
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Para la base de motor se construyó una estructura a base de una plantilla obtenida con el motor parcialmente ubicado en su lugar. Esta plantilla se la paso al software SolidWorks y se envió al corte automático por láser para garantizar las medidas correctas de dicha base. Esta base es esta construida con acero A-36 de 1.5 mm y cuenta con recubrimiento electrostático para una mayor protección contra el ambiente.



Figura 4 48 Piezas sueltas de base frontal motor
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

En la siguiente figura se puede observar la base armada y lista para ser enviada al proceso de recubrimiento electrostático. La base cuenta con dos puntos de apoyo hacia el chasis, mismo que se encuentran en los extremos de la base. Así también, la parte central está construida para calzar con la carcasa del motor eléctrico EV.

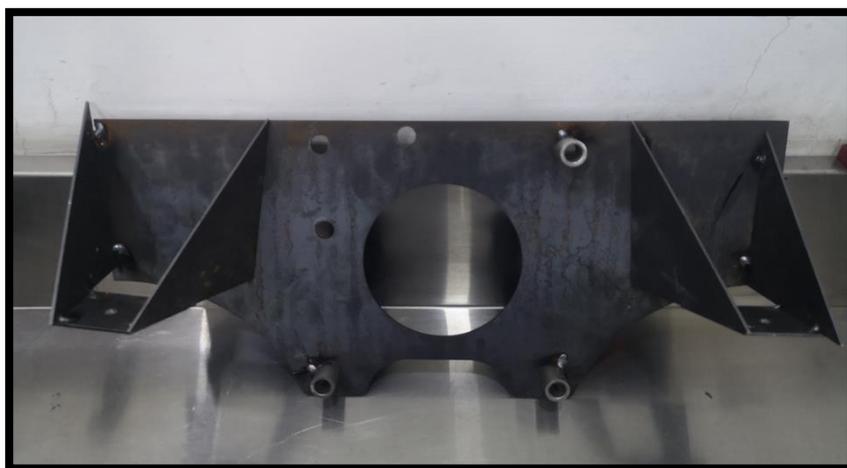


Figura 4 49 Base motor armada vista posterior
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

En la siguiente figura se observa la plantilla realizada en cartón para obtener las medidas necesarias para la fabricación de la parrilla frontal del vehículo, ya que la original no se encontraba en el mismo y la parte frontal tenía ciertas modificaciones que no permitían la instalación de una mascarilla original de repuesto.



Figura 4 50 Mascarilla frontal cartón
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Una vez probada la mascarilla en cartón y comprobado de que las medidas son las correctas, se realiza el plano en software 2D para ser enviado al corte por láser en plancha de 1.5 mm A-36. Una vez cortada, se realizan los dobleces necesarios, se prueba en encaje de la misma en la parte frontal y, por último se envía a la pintura electrostática. En la siguiente figura también se puede evidenciar el capot de acrílico que se ha instalado, esto se debe a que, la camioneta no poseía un capot original por lo que se adaptó uno de acrílico que permite apreciar parte del motor eléctrico desde el exterior.



Figura 4 51 Mascarilla frontal acero
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.6 Instalación

En el proceso de instalación de este kit EV, los componentes mecánicos, es decir, caja de cambios, motor, bases de motor, entre otros, fue lo primero en instalarse, dejando así para el final, la instalación eléctrica de cables, pantalla, batería y demás componentes eléctricos.

Se instaló el acople de caja-motor con el fin de verificar que la distancia entre las carcasas de caja y motor sea de 17 mm, esta medida es la misma que el espesor del espaciador de aluminio construido anteriormente. Una vez verificado esto se procede a armar el conjunto caja-motor. Este consiste en la unión de la caja y el motor mediante una pieza en común, que hace de matrimonio entre el eje de salida de motor y el eje de entrada de caja de cambios. Primero se insertó el acople estriado en el eje de entrada de la caja de cambios, seguido de esto, se instaló el espaciador de aluminio en la carcasa de la caja de cambios. Una vez fijados estos dos elementos se acopla el motor eléctrico a los mismo, el cual embona en el acople de caja-motor y se emperna en el espaciador de aluminio, formando un solo conjunto entre caja de velocidades y motor.

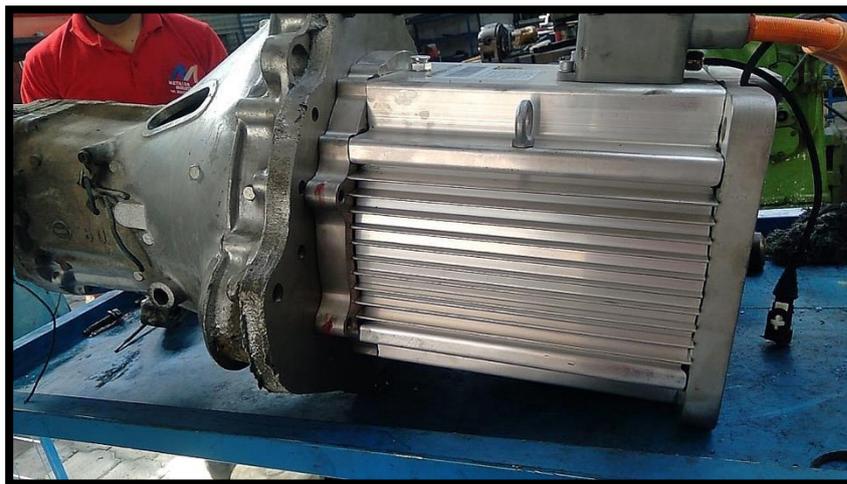


Figura 4 52 Conjunto caja-motor
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

A continuación, se procede a instalar el conjunto caja-motor en el vehículo. Esto se lo realiza con una pluma y el objetivo es conectar la caja al cardan y a la base de caja en la carrocería. Una vez instalado el conjunto se puede determinar la altura del soporte frontal de motor, sacar un modelo y fabricarlo.



Figura 4 53 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

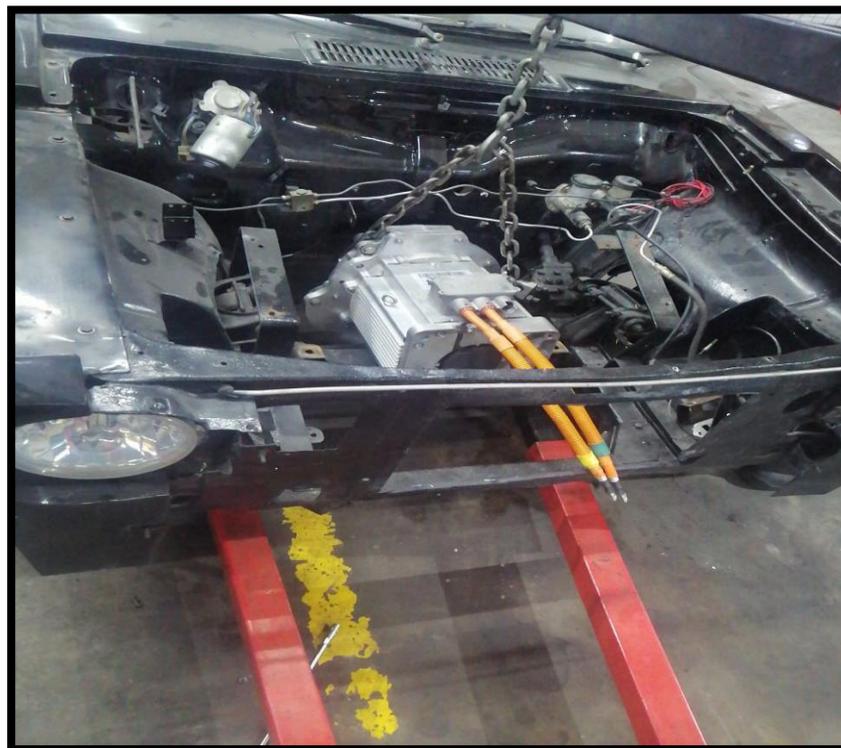


Figura 4 54 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 55 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Una vez fabricadas la base frontal para motor y las barras de soporte para el BMS se procede a instalarlas en la carrocería, y a su vez, se monta el BMS en las barras para poder calcular la distancia de los cables a conectar. Los cables de color tomate que proviene del BMS son conectados a las entradas correspondientes en el motor EV.

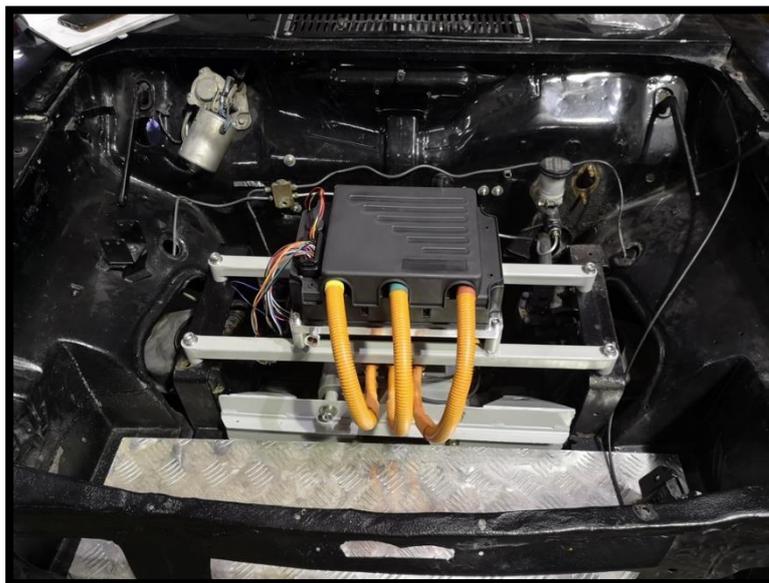


Figura 4 56 Conjunto caja-motor, modelo base en cartón
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

El siguiente paso es realizar el cableado. Se utilizó el diagrama de conexión enviado por el proveedor. Se empezó por conectar los cables necesarios desde el socket principal del BMS y se pasaron al interior de la carrocería hacia los interruptores de control ubicados en el tablero central. Así también se instalaron los cables principales de batería de 108V y 12V. Y otros componentes eléctricos como el convertidor DC/DC, acelerador, display de información de sistema, luz de estado de carga, y cargadora de batería 108V.

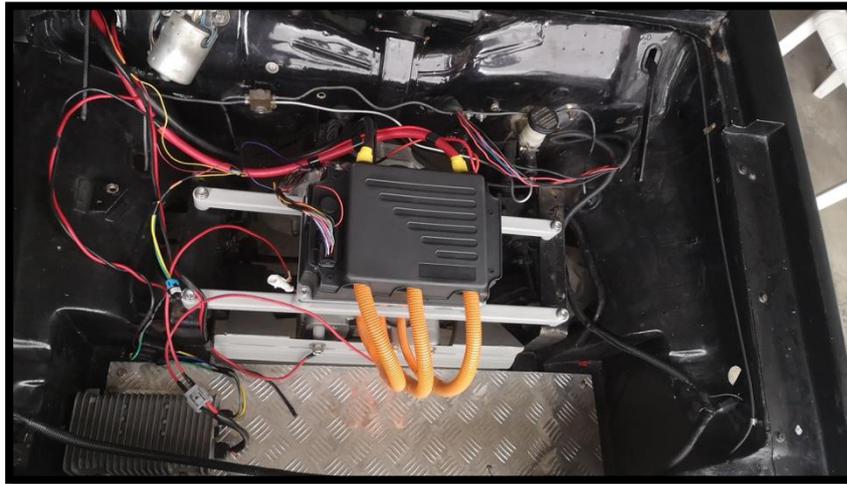


Figura 4 57 Cableado de sistema
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

El cableado de control de giro del motor se centralizo en donde iba el radio original del vehículo. Como se aprecia en las siguientes figuras, el mando de giro del motor ya sea para neutro, avance o reversa, está situado en la mitad del tablero para tener fácil acceso al mismo durante la operación el vehículo.



Figura 4 58 Cableado de tablero central
Fuente: Mateo Yanez & Darwin Troya



Figura 4 59 Cableado de tablero central (2)
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

El cargador de baterías fue instalado en la pared posterior al asiento del pasajero. Se seleccionó esta ubicación dado que, al interior de la cabina tenemos protección contra el clima, además, al estar cerca del puerto de carga, se reduce la longitud de los cables de conexión. Así también, existe la ventilación suficiente para que el cargador pueda refrigerarse de manera adecuada.

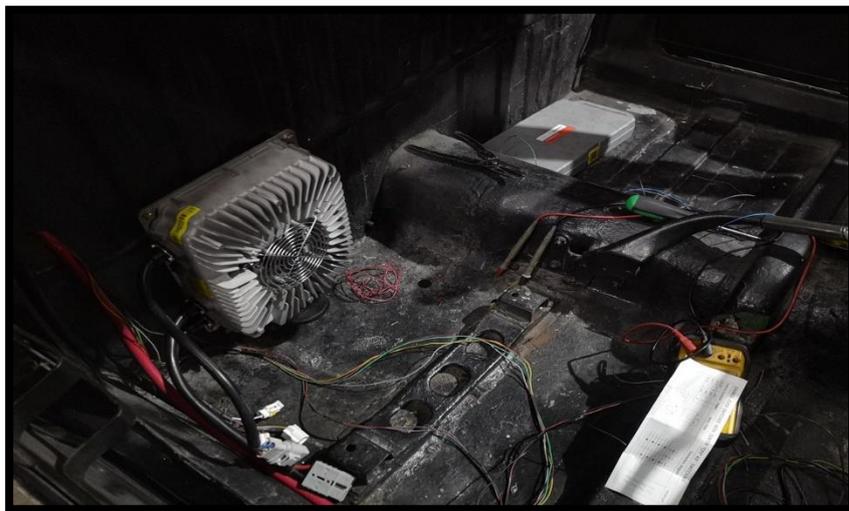


Figura 4 60 Cargador de batería 108v
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

El último paso de la instalación fue la verificación de las conexiones eléctricas antes de conectar la batería de 108V. Se verificó una vez más que todo esté correctamente conectado

y se organizaron y acomodaron los cables y componentes para lograr un mejor aspecto visual. Una vez realizado lo antes mencionado se procedió a fijar la batería en el balde de carga del vehículo y a conectar la misma a los correspondientes sockets. Una vez contactado todo se encendió el vehículo para empezar las pruebas de manejo y del sistema eléctrico



Figura 4 61 Cableado organizado
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 62 Batería 108V
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Además, se realizaron algunos cambios estéticos en el vehículo para mejorar el aspecto del mismo. Entre estos arreglos están reparaciones de pintura, pintura de balde, forrado de asiento, capot translucido, seguros de capot, luces, decals nuevos, pintura de aros entre otras reparaciones menores, misma que mejoraron el aspecto de la camioneta Datsun EV 108V

para dar por terminado el proceso de instalación. A continuación, se pueden apreciar dichos detalles y el estado final del vehículo, mismos que se pueden apreciar en las siguientes figuras.



Figura 4 63 Pintura de balde
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 64 Interior de vehículo
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 65 Tablero central
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 66 Decals laterales
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 67 Vista lateral exterior
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya



Figura 4 68 Vista frontal delantera
Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.7 Pruebas

4.7.1 Pruebas de componentes

Una vez realizada y verificada la instalación correcta del sistema de eléctrico, se realizaron pruebas de conducción en avenidas de la ciudad con bajo tráfico. La ruta básicamente fue desde el intercambiador del centro comercial El Portal hasta las instalaciones de la empresa Quifatex, en la Panamericana Norte km 10. En la siguiente figura se detalla la ubicación de la ruta con un trayecto estimado de 2400 metros, mismo que se realizó de ida y vuelta en tres ocasiones.

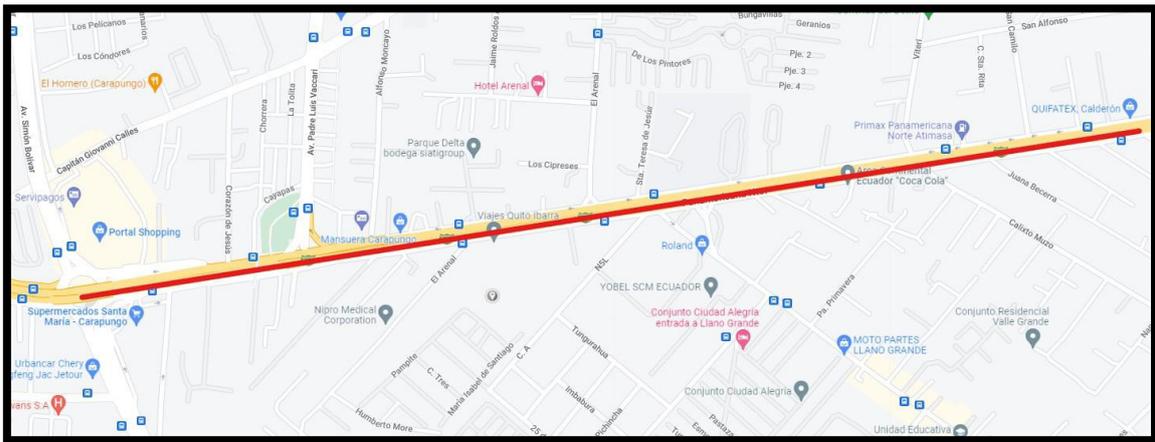


Figura 4 69 Mapa de Ruta de prueba
Fuente: Google Maps

En estas pruebas se verificó que todos los comandos funcionen adecuadamente. También, se probó cada marcha de la caja de cambios y así poder tener una percepción real de las velocidades y fuerza que se obtiene en cada marcha, de esta manera se logró determinar de manera práctica cuál de estas es la más adecuada para la conducción confortable y balanceada, llegando a concluir que la tercera marcha ofrece un buen balance entre velocidad y torque para conducción en avenidas planas. La primera marcha es la que mejor reacción a la aceleración ofrece, sin embargo, la velocidad final es muy limitada. Pasando a la segunda velocidad, esta ofrece mayor velocidad final que la primera y con fuerza suficiente para pendientes pronunciadas, aunque puede que la reacción ante una aceleración a fondo se sienta brusca. Como se mencionó anteriormente, la tercera velocidad ofrece una conducción balanceada entre fuerza aceleración y confort. Esta velocidad es ideal para vías planas con pendientes de inclinaciones bajas, ya que ofrece un rango de velocidad más amplio con fuerza suficiente. Además, en reversa no tiene una reacción tan brusca como en las marchas

anteriores, haciéndola la más segura para retroceder. Por último, la cuarta velocidad ofrece la velocidad más alta pero una aceleración baja lo que no la hace factible para uso en ciudad. En conclusión, la tercera velocidad es la mejor opción entre fuerza, velocidad final y confort para el uso dentro de ciudad.

4.7.2 Pruebas de dinamómetro

Esta prueba se la realizó con el objetivo de probar el vehículo y sus componentes a máximas revoluciones y de esta manera demostrar que los componentes son confiables. Esta prueba fue realizada en el dinamómetro del taller Marcelo Rendín Automotriz ubicado en el sector de Solca. Se realizó el siguiente procedimiento para la prueba de dinamómetro:

1. Registro de datos del vehículo en el software.
2. Registro de datos de neumáticos y relación de transmisión de la corona.
3. Se ubicó la camioneta sobre los rodillos del dinamómetro y se realiza un pre ajuste de la misma hacia los puntos de anclaje en el suelo.
4. Se acelera ligeramente el vehículo para que este termine de auto centrarse antes de realizar un ajuste total de los puntos de anclaje del piso al chasis del vehículo.
5. Una vez centrado, asegurado y verificados los datos del vehículo, se procede a colocar en la cuarta velocidad la cual tiene una relación de 1:1.
6. Se procede a sincronizar el dinamómetro con el vehículo, esto se lo realiza a las 2000 RPM.
7. Una vez sincronizado se procede a acelerar el vehículo a fondo hasta que este llegue a sus RPM máximas.
8. El software automáticamente calcula las RPM, torque y potencia máxima del vehículo y tabula los datos para generar una gráfica de la curva de torque y potencia del motor.
9. Se imprimen los gráficos y datos obtenidos para analizar los resultados.

Al finalizar esta prueba se comprobó que el vehículo llegó a sus RPM máximas de giro y que sus componentes, en especial el acople de caja de cambios con motor, resistió las fuerzas aplicadas sin presentar fallas. Además, se realizó una prueba con el switch de “MAX POWER” activado el cual reflejó un aumento de aproximadamente 10% en potencia.



Figura 4 70 Vista frontal en dinamómetro
Fuente: EV Team

En la siguiente figura se observa a la camioneta Datsun EV 1000 durante la prueba de dinamómetro. Al ser una camioneta de tracción trasera, se coloca el eje posterior sobre los rodillos del equipo y se realiza la prueba. Al ser un motor eléctrico no hay necesidad de conectar el tubo de escape al ducto de ventilación ya que, como se ha mencionado antes, este motor no genera emisiones contaminantes.



Figura 4 71 Vista lateral en prueba de dinamómetro
Fuente: EV Team

La prueba en el dinamómetro nos permitió tener una referencia de la actual capacidad del motor eléctrico ya instalado y configurado para trabajar en la camioneta Datsun 1000.



Figura 4 72 Resultados Obtenidos en Dinamómetro
Fuente: EV Team

4.7.3 Pruebas de carga de batería

Durante el periodo de prueba se realizaron 4 periodos de carga a un voltaje de 110V, los cuales fueron utilizados para determinar el promedio de carga por hora, y de esta manera poder estimar la carga total de la batería en horas utilizando un puerto de 110 voltios de un hogar.

Tabla 4 12 Registro de tiempos de carga

| Prueba | Rango de carga (%) | Tiempo de Carga (min) | Promedio por hora |
|--------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 40 a 60 | 124 | 9.70% |
| 2 | 70 a 85 | 91 | 9.89% |
| 3 | 90 a 100 | 55 | 10.91% |
| 4 | 45 a 100 | 345 | 9.56% |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

4.8 Manual de operación de EV Datsun 108V

MANUAL DE OPERACIÓN

EV DATSUN 108V



POR: MATEO YÁNEZ & DARWIN TROYA



IMPORTANTE: Este vehículo está equipado con un sistema de 108 voltios DC, mismo que puede ser peligroso para la salud. Se debe usar obligatoriamente guantes especiales para manipular los conectores del vehículo que utilicen este voltaje y corriente.



Verificar que los sistemas de dirección y freno funcionen adecuadamente antes de usar el vehículo.



Verificar que la batería de 12v esté debidamente conectada.



Siempre tomar en cuenta el porcentaje de carga de la batería de 108v antes de utilizar el vehículo.

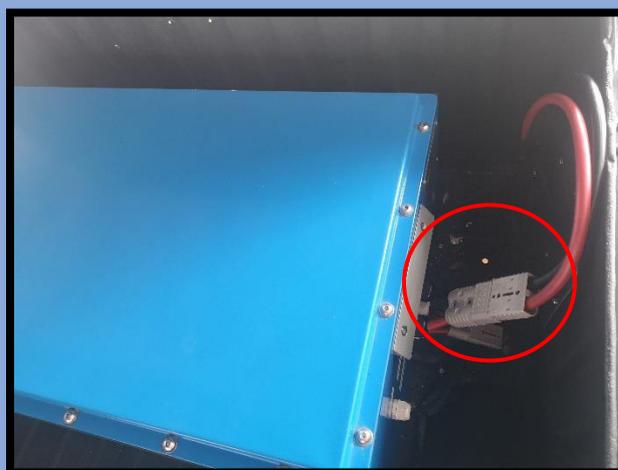


Recargar la batería de 108v cuando esta marque 15% de carga. Evitar que la batería llegue al 5% o menos.

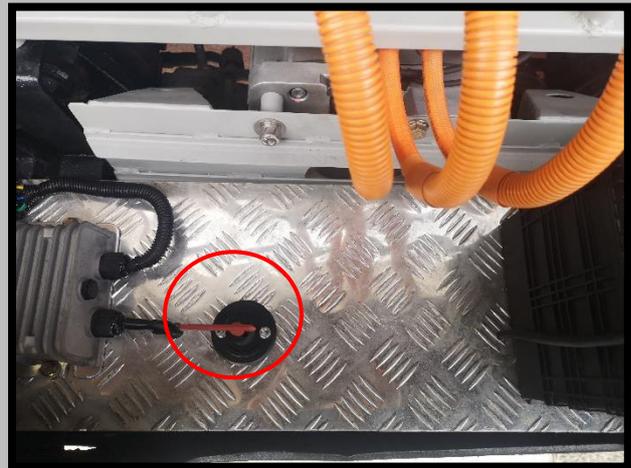
4.8.1 Encendido

ENCENDIDO

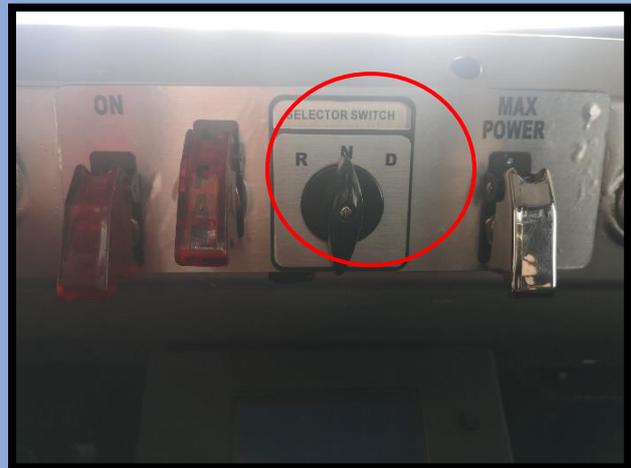
1. Verificar que el conector tipo Anderson de la batería de 108v hacia el motor se encuentre conectado (conector etiquetado como “MOTOR” en la carcasa de la batería de 108v) y verificar que los bornes de la batería de 12v estén conectados. De no estar conectados, conectar los terminales utilizando guantes adecuados.



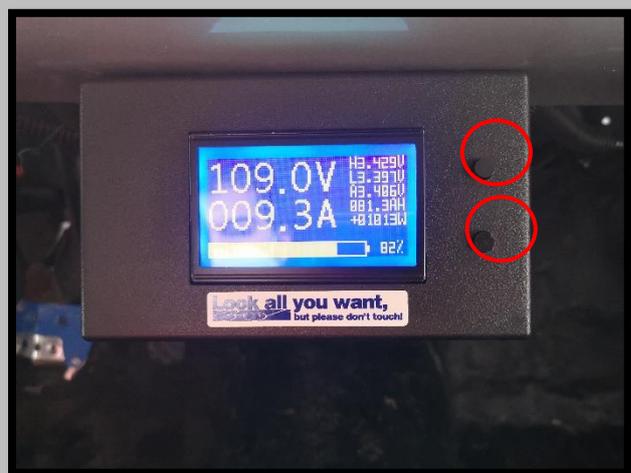
2. Girar el cortacorriente rojo ubicado en la parte delantera del vehículo entre el convertido DC y batería de 12v, a la posición "ON". Verificar que los seguros de capot estén correctamente asegurados.



3. Verificar que el selector de giro en el tablero central se encuentre en la posición "N".



4. Encender el display central presionando cualquiera de los dos botones en la parte derecha. Presionar una vez y enseguida una segunda vez, manteniendo esta última por algunos segundos hasta que se encienda la pantalla.



5. Presionar el pedal del freno y accionar hacia arriba los interruptores de color rojo en el tablero central con las leyendas de “ON” y “FAN”. Si se desea la máxima potencia, accionar hacia arriba el interruptor “MAX POWER”.

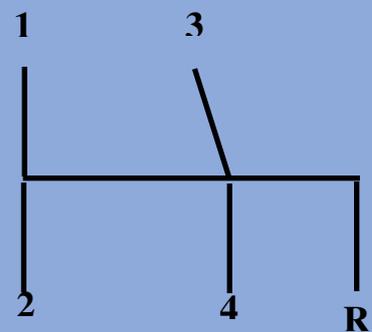
NOTA: solo en el interruptor “FAN” se enciende una luz roja piloto.



4.8.2 Operación

OPERACIÓN

6. Colocar primera, segunda, tercera o cuarta velocidad en la caja de cambios del vehículo. Se recomienda utilizar la tercera velocidad o segunda velocidad en caso de requerir mayor fuerza.



7. Una vez seleccionada la velocidad, girar la perilla del selector de giro ya sea a la posición “R” para reversa o “D” para avance. Liberar el freno de mano del vehículo y conducir.

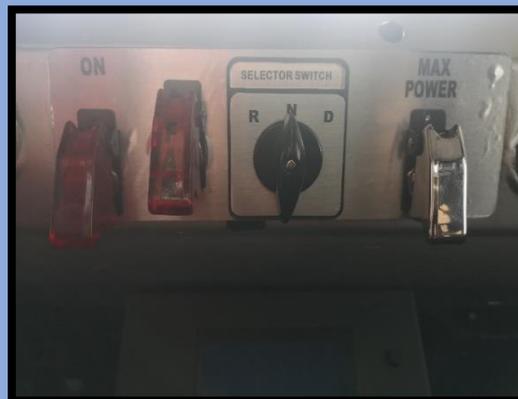
NOTA: Realizar los cambios de sentido únicamente con el selector de giro. Detener el vehículo por completo para cambiar de “R” a “D” o viceversa.



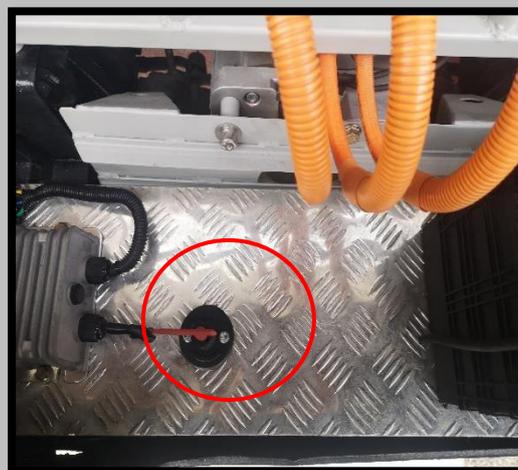
4.8.3 Apagado

APAGADO

8. Accionar el freno de mano del vehículo. Colocar el selector de giro en la posición “N”. Accionar hacia abajo los interruptores rojos del tablero central con las leyendas “ON” y “FAN” y el interruptor “MAX POWER” (en caso de haber sido activado).

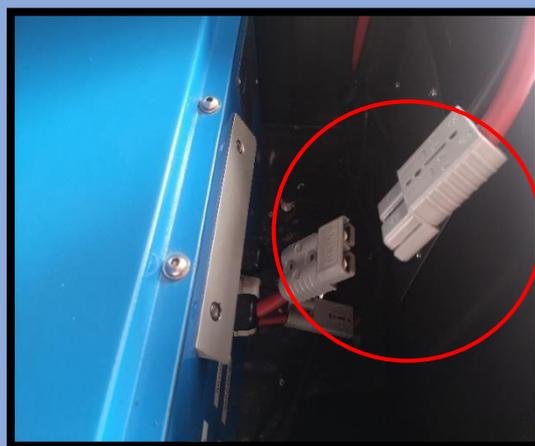


9. Girar el cortacorriente rojo ubicado en la parte delantera del vehículo entre el convertido DC y batería de 12v, a la posición “OFF”, este cortacorriente puede permanecer en la posición “ON” si el vehículo va ser encendido nuevamente durante el día, pero al finalizar el día debe ser colocado en la posición “OFF”.



10. En caso de que no se vaya a utilizar el vehículo por un periodo largo de tiempo, se recomienda desconectar el conector tipo Anderson de la batería de 108v del vehículo, conector etiquetado como “MOTOR” en la carcasa de la batería de 108v.

IMPORTANTE: utilizar los guantes adecuados para este procedimiento y proteger los pines del conector de batería con un aislante).



4.8.4 Carga

CARGA

11. Conectar el cargador en el puerto de carga del vehículo (ubicado en la tapa de gasolina original de vehículo). Conectar el otro extremo del conector en un toma corriente de 110v.

NOTA: el cargador empezara a cargar la batería de 108v. En el indicador de carga ubicado al lado izquierdo de los interruptores del tablero central, se evidencia el estado de carga de la siguiente manera:

Parpadeo verde-rojo = carga menor a 80%

Parpadeo verde-amarillo = carga mayor a 80%

Parpadeo verde-verde = carga de 100%

NOTA: El cargador carga un aproximado de 10% por hora a 110v.

NOTA: En el display central se puede observar el porcentaje de carga con mayor exactitud.



4.8.5 Posibles fallas

Tabla 4 13 Posibles fallos y soluciones

| SÍNTOMAS | POSIBLES SOLUCIONES |
|--------------------------------|--|
| Vehículo no enciende | <p>Verificar que socket de batería esté conectada.</p> <p>Verificar que los pasos del manual de operario hayan sido seguidos correctamente.</p> <p>Verificar carga de batería 12V y 108V</p> <p>Verificar conexiones a BMS</p> <p>Revisar fusible de protección en BMS</p> <p>Revisar conexiones de tablero de interruptores</p> <p>Revisar Fusible ANL en el interior de la batería</p> <p>Revisar que la batería de 108V este encendida (botón negro en el interior de caja de batería)</p> <p>Llamar al proveedor (Rocco Performance)</p> |
| Apago repentino de motor | <p>Verificar que se haya encendido el ventilador del BMS, puede ser un recalentamiento</p> <p>Verificar fusible de BMS</p> <p>Verifica fusible ANL de batería 108V</p> <p>Verificar Carga de batería 12V y 108V</p> <p>Verificar conexiones de tablero de interruptores</p> |
| Batería no carga | <p>Verificar conexiones de cargador</p> <p>Verificar conexiones de cable enchufe industrial (azul)</p> <p>Verificar que la extensión utilizada sea del calibre adecuado</p> <p>Verifica que él toma corriente este operativo</p> |
| Display apagado o intermitente | <p>Verificar conexión en la parte posterior de la caja porta display</p> <p>Verificar conexiones la tarjeta de video de display (desmontar la caja porta display y revisar)</p> |
| Fallo del sistema | <p>Llamar a proveedor (Rocco Performance)</p> |

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se dice que las baterías de los vehículos eléctricos pueden llegar a ser muy contaminantes, y esto es cierto siempre y cuando no se realice un manejo adecuado de las mismas. Las baterías de vehículos eléctricos pueden ser regeneradas o reutilizadas en otros campos, por ejemplo, para almacenamiento de energía en hogares con plantas solares o como fuente de energía para equipos que requieran menos demanda de energía que un motor EV. En algunos países como por ejemplo Japón o EEUU las baterías son encapsuladas en contenedores debidamente sellados y almacenados para evitar fugas y contaminación hacia el medio ambiente. Es así que al utilizarse manejos adecuados de las baterías de litio, la contaminación por las mismas va a ser controlada y en teoría, baja.

En el país actualmente se pueden encontrar algunos proveedores de sistemas de conversión EV, sin embargo, no son muchos y este tipo de conversión aún no se ha popularizado en el país. Por otro lado, al no estar debidamente regulado, los componentes pagan impuestos por lo cual el kit de conversión tiende volverse costoso, rondando entre los \$9000 a \$14000. Así también, al ser un producto importado y no común, los repuestos pueden tardar en llegar o tener un costo alto de reposición.

En cuanto a las prestaciones del motor, se concluye que, después de la conversión y prueba realizada en dinamómetro, los valores de potencia fueron incrementados notablemente. El motor original de combustión interna contaba con 65 HP mientras que el motor eléctrico instalado reflejó una potencia de 100 HP. Con estos el vehículo tendrá un mejor rendimiento con peso o carga en el balde y se requerirá de menor aceleración para desplazar el vehículo, bajando la demanda de energía y aumentando la autonomía del mismo.

Se puede concluir que el motor eléctrico EV es una de la solución con más aceptación para remplazar a los motores de combustión interna, esto dado que, al ser eléctricos, general cero emisiones contaminantes. A pesar de que las baterías de litio utilizadas para impulsar estos motores pueden ser contaminantes, si se realiza un manejo adecuado de las mismas, estas pueden ser reutilizadas o almacenadas de manera correcta para evitar la contaminación excesiva. Se espera que en futuro los vehículos eléctricos y kits de conversión sean más accesibles en cuanto a precios y disponibilidad para de esta manera promover el uso del mismo y reducir las emisiones contaminantes ya que estos ofrecen iguales o mejores características en cuanto a prestaciones se refiere versus un motor de combustión interna. Es así que este estudio, demuestra que la conversión de un vehículo con motor de combustión

interna sin regulación de emisiones, puede ser remplazado por un motor eléctrico que genera cero emisiones contaminantes siendo esta una manera de cuidar el ambiente para futuras generaciones, además, de servir como material de apoyo para las futuras generaciones de ingenieros mecánicos automotrices de la UIDE.

5.2 Recomendaciones

En este estudio se utilizó el software de diseño SolidWorks. Se recomienda utilizar este o un software similar que sea capaz de simular las cargas y esfuerzos de las piezas a construirse para la correcta instalación de este kit de conversión. Es importante realizar las simulaciones de carga previo a la construcción de los componentes para garantizar un correcto funcionamiento y durabilidad de los elementos del kit EV.

Este estudio demuestra que es posible convertir un vehículo equipado originalmente con motor de combustión interna, en un vehículo 100% eléctrico con cero emisiones contaminantes. Al tener un motor que no genera emisiones, se reduce el impacto de contaminación del mismo en el planeta. Dejando, así como resultado, un ambiente menos contaminado para las futuras generaciones.

Por otro lado, este estudio, mismo que ha sido donado a la Universidad Internacional del Ecuador, servirá de base para futuros casos de estudio de tesis de estudiantes de la universidad, además de ser un material de apoyo para fortalecer el estudio de nuevas tecnologías y de esta manera, promover el uso de motores eléctricos de cero emisiones contaminantes.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Alibaba.com. (2019). *Celda de Litio 2V*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://spanish.alibaba.com: https://spanish.alibaba.com/product-detail/2-cell-lithium-ion-battery-pack-60753194562.html>
- Alvarez, C., & Peiro, S. (2000). La salud publica ante los desafios de un nuevo siglo informe SESPAS2000. Cuarta edicion. *Española de Salud Publica*, 1(5), 1. Recuperado el 16 de Abril de 2022, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272000000500016
- Asociacion de empresario automotores edel Ecuador. (2021). *Informe mensual Movilidad sostenible*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://app.powerbi.com: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2YyNDE0MjEtZGNiNy00ZTNmLTllZjMtOTQxMTQzZDljYTlliwidCI6IjMzMTUwODY3LTAyYjktNDFiNC1iNmE5LTViY2MzMTlmZDc3ZSIsImMiOjR9>
- Auto avance. (26 de Enero de 2021). *Baterías de Ion Litio ¿Cómo funcionan y por qué se utilizan en vehículos eléctricos?* Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/baterias-ion-litio-funcionamiento/: https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/baterias-ion-litio-funcionamiento/>
- Bateria de Plomo. (10 de Octubre de 2011). *Características Técnicas de las Baterías de Plomo Ácido*. Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de <http://ingenieriaelectricaexplicada.blogspot.com: http://ingenieriaelectricaexplicada.blogspot.com/2011/10/caracteristicas-tecnicas-de-las.html>
- Chow, S. (1998). *Petroquímica y sociedad*. Distrito Federal: Fondo de Cultura Económica. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de https://sacaba.gob.bo: https://sacaba.gob.bo/images/wsacaba/pdf/libros/quimica/PETROQUIMICA_Y_SOCIEDAD.pdf
- Chucuyan, C. (2016). *Análisis de funcionamiento del sistema de acelerador electrónico del motor S4A del vehículo chevrolet SAIL*. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1445/1/T-UIDE-087.pdf>

- Contreras, E., & Sanchez, R. (2010). *Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de máquinas II*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Recuperado el 26 de Abril de 2022, de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133923.pdf>
- Electronica de potencia. (s.f.). *El mundo del automatismo electrónico*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://grudilec.com>: <https://grudilec.com/wp-content/uploads/7.automatismoelectronico153-216.pdf>
- Erazo, J. (2016). *Análisis del comportamiento de un motor de combustión interna a gasolina de 4 cilindros 1800 cc del vehículo Chevrolet Optra Limited*. Quito: Universidad Internacional SEK. Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1677/1/Plan%20de%20Titulaci%C3%B3n%20Jorge%20Erazo.pdf>
- EVCO Electric vehicles conversion. (s.f.). *EVCO Electric vehicles conversion*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://www.evco.com.co/product-page/kit-108-v>: <https://www.evco.com.co/product-page/kit-108-v>
- Flores, O., Fabela, M., Blake, C., Vazquez, D., & Hernandez, R. (Agosto de 2014). Regulación de emisiones contaminantes de los motores de combustión interna. *Notas*, 1(149). Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=396&IdBoletin=149>: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=396&IdBoletin=149>
- Fogler, S. (2001). *Elementos de ingeniería de las reacciones químicas*. Ciudad de México: Prentice Hall. Recuperado el 13 de Mayo de 2022, de [https://gecousb.com.ve/guias/GECO/Reactores%20Qu%C3%ADmicos%20\(TF-3341\)/Bibliograf%C3%ADa/Elementos%20de%20Ingenier%C3%ADa%20de%20las%20Reacciones%20Qu%C3%ADmicas%203%C2%B0%20Edici%C3%B3n%20-%20Fogler.pdf](https://gecousb.com.ve/guias/GECO/Reactores%20Qu%C3%ADmicos%20(TF-3341)/Bibliograf%C3%ADa/Elementos%20de%20Ingenier%C3%ADa%20de%20las%20Reacciones%20Qu%C3%ADmicas%203%C2%B0%20Edici%C3%B3n%20-%20Fogler.pdf)
- Fronteras. (2015). *Así funcionan las baterías de litio*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://culturacientifica.com>: <https://culturacientifica.com/2020/02/20/asi-funcionan-las-baterias-de-litio/>
- García, R. (Noviembre de 2001). *Combustión y combustible*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Combusti%C3%B3n%20y%20combustibles.pdf>

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Combusti%C3%B3n%20y%20combustibles.pdf

- Guglielmetti, F. (2021). *Ecuador también marca su récord histórico de venta de vehículos eléctricos*. Recuperado el 13 de Mayo de 2022, de <https://portalmovilidad.com:https://portalmovilidad.com/ecuador-tambien-marca-su-record-historico-de-venta-de-vehiculos-electricos/>
- Imágenes de Datsun Sunny Truck (B20) 1967–71 (2048 x 1536). (2019). *Imágenes de Datsun Sunny Truck (B20) 1967–71 (2048 x 1536)*. Recuperado el 16 de Abril de 2022, de <https://www.favcars.com:https://www.favcars.com/datsun-sunny-truck-b20-1967-71-pictures-39294.htm>
- Jovaj, M. (1987). *Motores de Automovil*. Lima: Moscu. Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de <https://es.scribd.com/document/520322793/MOTORES-DE-AUTOMOVIL-Jovac-1982>
- KIA. (2021). *Dimensiones*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://www.kia.com:https://www.kia.com/ec/showroom/soul-ev/specification.html>
- Lara, C. (2013). *Propuesta de un plan de gestion sobre la adecuada manipulacion de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6279/1/UPS-CT002835.pdf>
- Martinez, A. (18 de Enero de 2007). *Motores de combustion interna*. Recuperado el 11 de Mayo de 2022, de <https://docplayer.es:https://docplayer.es/2272230-Motores-de-combustion-interna.html>
- Mirez, J. (27 de Abril de 2022). *Grafica de carga de batería plomo – acido*. Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de <https://jmirez.wordpress.com:https://jmirez.wordpress.com/>
- Motor pasion. (20 de Julio de 2020). *El mantenimiento de un coche eléctrico en comparación a uno de combustión: menos desgaste y un ahorro del 30 %, según Peugeot*. Recuperado el 21 de Abril de 2022, de <https://www.motorpasion.com:https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/mantenimiento-coche-electrico-comparacion-a-uno-combustion-desgaste-ahorro-30-peugeot>
- Naveda, A., & Garces, J. (2021). *Análisis comparativo entre la autonomía teórica versus la autonomía real, con un vehículo KIA Soul EV en una ruta homologada en el DMQ*.

- Quito: Universidad Internacional del Ecuador. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/5053/1/T-UIDE-0356.pdf>
- Nissan. (4 de Marzo de 2014). *Nissan presenta su legado de más de 80 años en el segmento de Pick Ups*. Recuperado el 30 de Mayo de 2022, de <https://nsam.nissannews.com:https://nsam.nissannews.com/es/releases/nissan-presenta-su-legado-de-m-s-de-80-a-os-en-el-segmen-to-de-pick-ups#>
- Nissan A10 engine in a 1969 Sunny. (2015). *Nissan A10 engine in a 1969 Sunny*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de https://en.wikipedia.org:https://en.wikipedia.org/wiki/Nissan_A_engine#/media/File:1969_Datsun_Sunny_engine.jpg
- Ordoñez, W. (2019). *Estudio de las barreras que impiden la introducción del vehículo eléctrico en la flota de taxi en la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de [Estudio de las barreras que impiden la introducción del vehículo eléctrico en la flota de taxis en la https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17046/4/UPS-CT008172.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17046/4/UPS-CT008172.pdf)
- Pascale, M., & D Ercole, R. (2015). *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: AH. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01154841/file/D'Ercole%20Metzger%202002%20-%20Los%20lugares%20esenciales%20del%20Distrito%20Metropolitano%20de%20Quito.compressed.pdf>
- Payri, F., & Desantes, J. (2011). *Motores de combustión interna alternativos*. Barcelona: Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/130ad267-fe67-4ec7-8363-51b16ffe11a6/TOC_0809_04_01.pdf?guest=true
- Perez, D. (Marzo de 2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales. *Innova*, 3(3), 23-34. Recuperado el 30 de Abril de 2022
- Quimbiulco, J., & Mora, E. (2021). *Análisis del rendimiento del motor de arranque y su incidencia en el valor de la compresión relativa obtenido en un motor de combustión interna*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador. Recuperado el 11 de Mayo de 2022, de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/T-UIDE-0224.pdf>
- Ros, J., & Barrera, O. (2017). *Vehículo Eléctricos e híbridos*. Madrid: Paraninfo, SA. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://books.google.com.ec/books?id=3LwrDwAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

- Ruiz, N. (8 de Febrero de 2015). *Baterias de acumulacion. capacidad real y curva de descarga*. Recuperado el 3 de Mayo de 2022, de <https://rbaingenieros.wixsite.com:https://rbaingenieros.wixsite.com/rba-ingenieros/post/2015-2-8-bater%C3%ADas-de-acumulaci%C3%B3n-capacidad-real-y-curva-de-descarga>
- Teseomotor. (3 de Abril de 2019). *Acelerador electronico, funcionamiento y problemas*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://teseomotor.com:https://teseomotor.com/acelerador-electronico-funcionamiento-y-problemas/>
- Tesla. (2022). *La misión de Tesla es acelerar la transición del mundo hacia la energía sostenible*. Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de <https://www.tesla.com:https://www.tesla.com/about>
- The International Council on Clean Transportation. (24 de Octubre de 2011). *Introduccion a la refinacion del petroleo y produccion de gasolina y diesel con contenido ultra bajo de aZUFRE*. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de https://theicct.org:https://theicct.org/sites/default/files/ICCT_RefiningTutorial_Spanish.pdf
- Tipanluisa, L., Remache, A., Ayabaca, C., & Reina, S. (2017). Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos Cotas con Combustibles de dos Calidades. *Informacion tecnologica*, 28(1), 3-13. doi:10.4067/S0718-07642017000100002
- Tritec. (30 de Enero de 2019). *¿QUÉ ES EL RITMO DE DESCARGA DE UNA BATERÍA?* Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <https://tritec-intervento.cl:https://tritec-intervento.cl/que-es-el-ritmo-de-descarga-de-una-bateria/>
- Vaca, W. (2018). *Seguridad activa del sistema de suspension de las camionetas Chevrolet Luv Dmax de la Cooperativa Sa Pablo, en la Parroquia San Pablo del Lago, Del Canton Otavalo*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 30 de Abril de 2022, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16217/1/T-UCE-0010-FIL-094.pdf>

7 ANEXOS:

Anexo 7 1 Informe de simulación de cargas en Base BMS



Simulación de C

Fecha: viernes, 13 de mayo de 2022

Diseñador: MATEO YÁNEZ

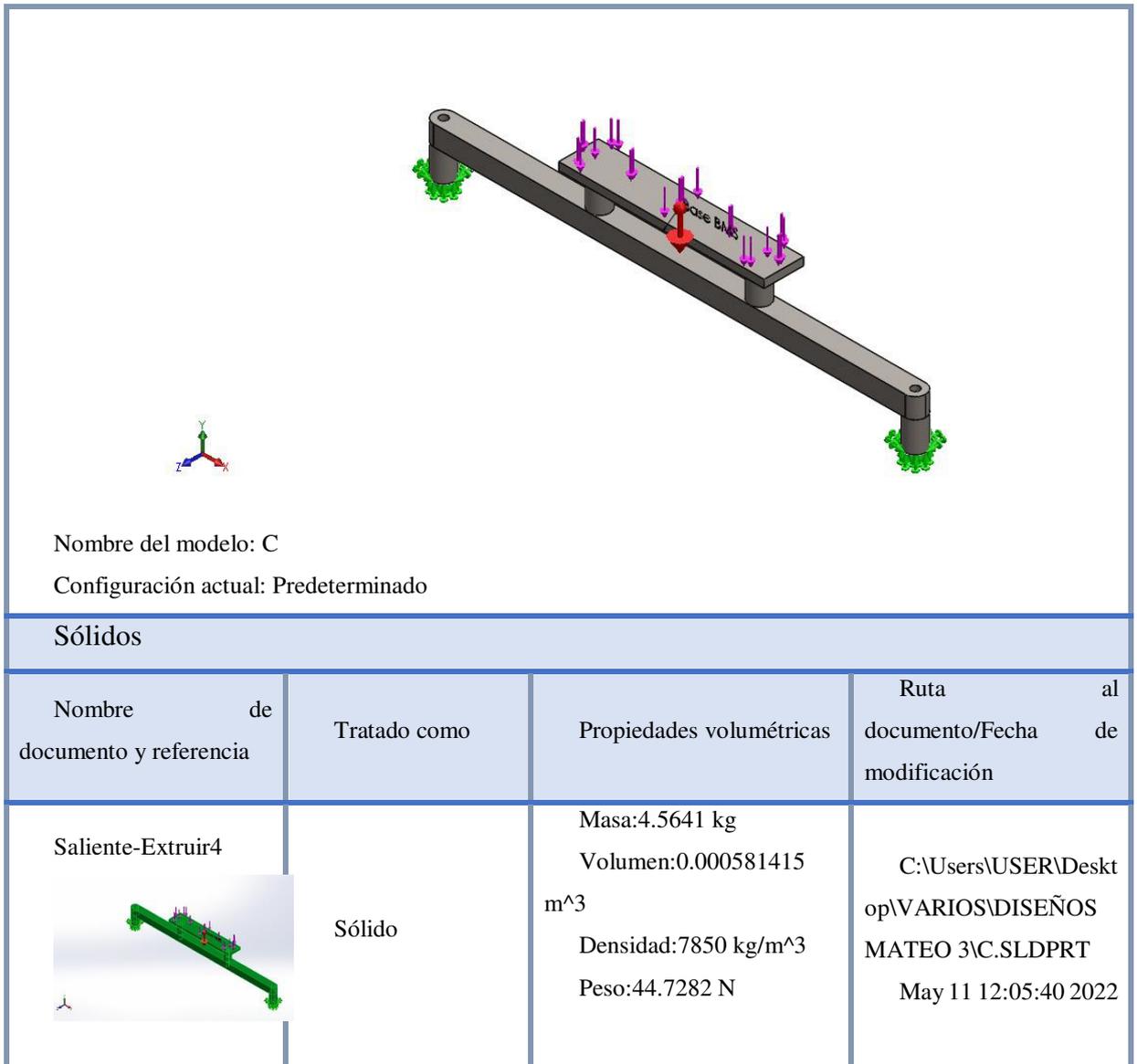
Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

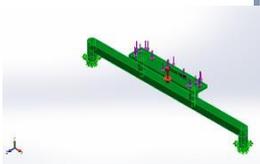
Descripción

No hay datos

Información de modelo



Nombre del modelo: C
Configuración actual: Predeterminado

| Sólidos | | | |
|--|--------------|---|--|
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|  Saliente-Extruir4 | Sólido | Masa:4.5641 kg Volumen:0.000581415 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:44.7282 N | C:\Users\USER\Desktop\VARIOSDISEÑOS MATEO 3\C.SLDPRT May 11 12:05:40 2022 |

Propiedades de estudio

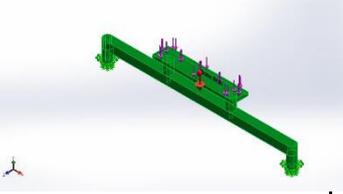
| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Nombre de estudio | Análisis estático 1 |
| Tipo de análisis | Análisis estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |

| | |
|--|--|
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | FFEPlus |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automático |
| Gran desplazamiento | Desactivar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\USER\Desktop\VARIOS\DISEÑOS MATEO 3) |

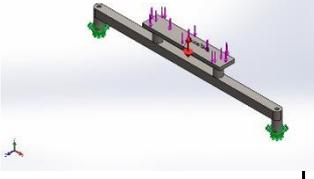
Unidades

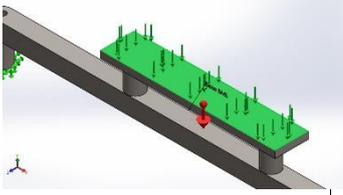
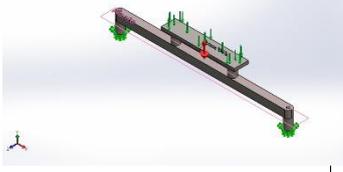
| | |
|--------------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|---------------------------------------|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 2.5e+008 N/m² Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.26 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m² | Sólido 1(Saliente-Extruir4)(C) |
| | Datos de curva:N/A | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | | | |
|---------------------|--|--|---------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| Fijo-1 |  | Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija | | | | |
| Fuerzas resultantes | | | | | | |
| | | Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| | | Fuerza reacción(N) de | -0.000204682 | 142.772 | -0.00533281 | 142.772 |
| | | Momento reacción(N.m) de | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga | | | |
|-----------------|---|---|--|--|--|
| Fuerza-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 98 N | | | |
| Gravedad-1 |  | Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: SI | | | |

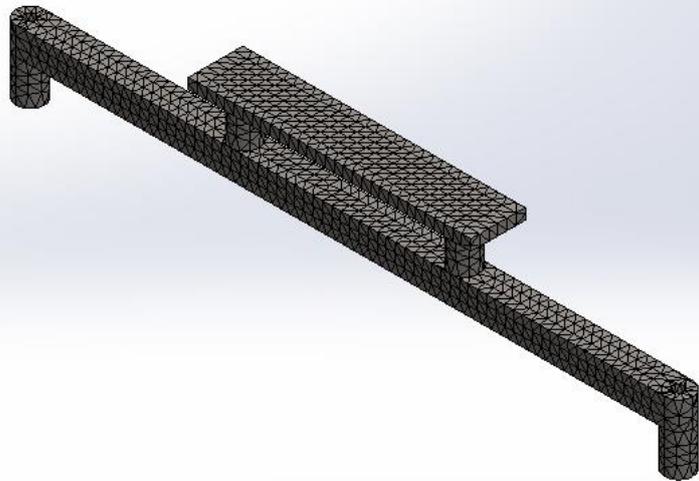
Información de malla

| | |
|---|-------------------------------------|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla estándar |
| Transición automática: | Desactivar |
| Incluir bucles automáticos de malla: | Desactivar |
| Puntos jacobianos | 4 Puntos |
| Tamaño de elementos | 8.3484 mm |
| Tolerancia | 0.41742 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 15159 |
| Número total de elementos | 8631 |
| Cociente máximo de aspecto | 8.3969 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 98.2 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 0 |
| % de elementos distorsionados (Jacobiana) | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:03 |
| Nombre de computadora: | ISO |

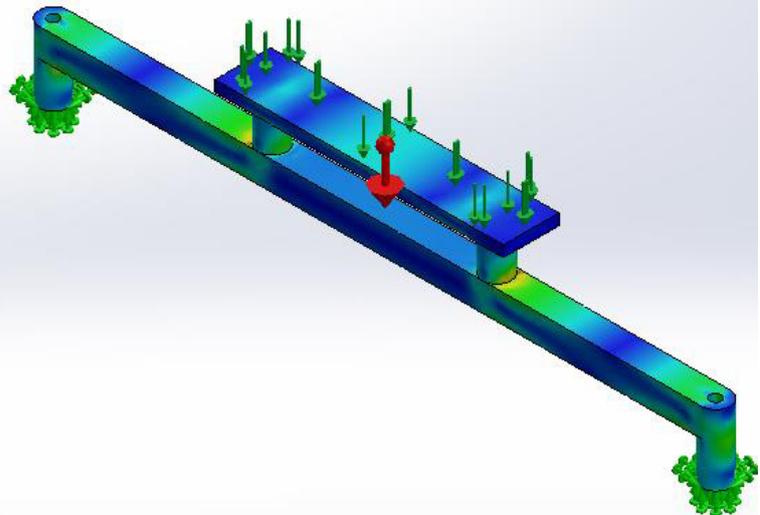
Nombre del modelo: C
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Resultados del estudio

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|-------------------|---------------------------|--|---|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 988.484 N/m ² Nodo: 3880 | 3.6328e+006 N/m ² Nodo: 12893 |

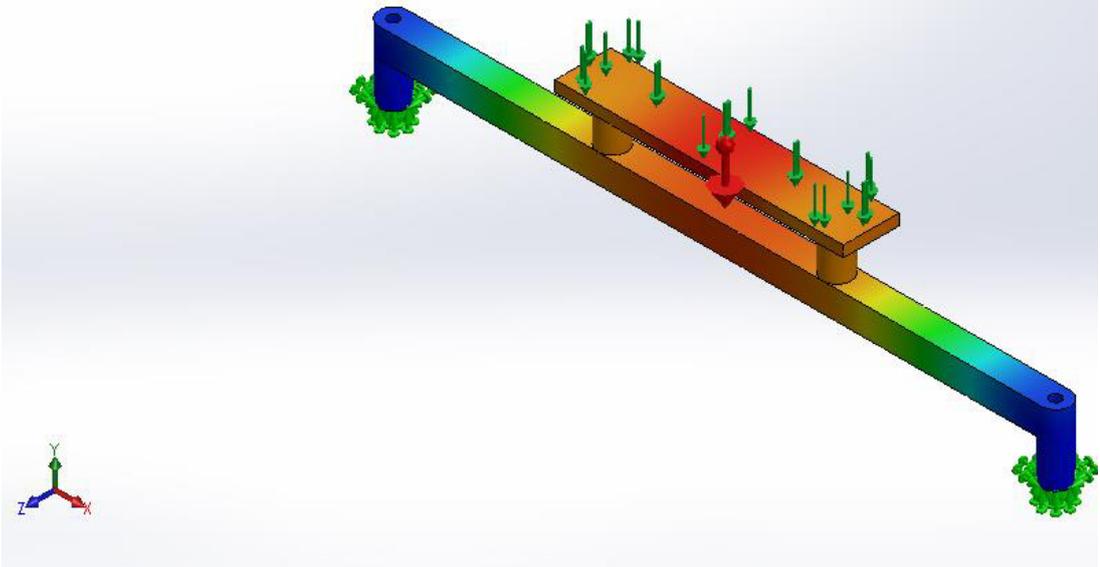
Nombre del modelo: C
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión no dal Tensiones1



C-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

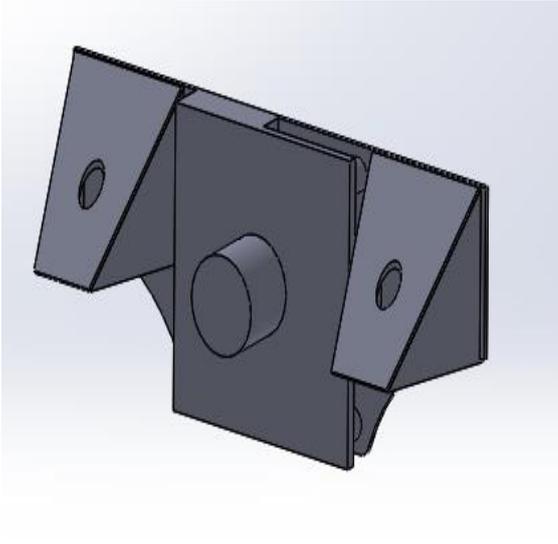
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamientos resultantes | 0 mm Nodo: 194 | 0.0112984 mm Nodo: 6904 |

Nombre del modelo: C
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1



C-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|---------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 8.97106e-009 Elemento: 371 | 1.28736e-005 Elemento: 5593 |



Descripción
No hay datos

Simulación de D

Fecha: jueves, 19 de mayo de 2022

Diseñador: MATEO YANEZ

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción 120

Suposiciones **¡Error! Marcador no definido.**

Información de modelo **¡Error!**

Marcador no definido.

Propiedades de estudio 121

Unidades 121

Propiedades de material 122

Cargas y sujeciones 122

Definiciones de conector **¡Error!**

Marcador no definido.

Información de contacto 123

Información de malla 123

Detalles del sensor 124

Fuerzas resultantes 124

Vigas **¡Error! Marcador no definido.**

Resultados del estudio 125

Conclusión **¡Error! Marcador no definido.**

Propiedades de estudio

| | |
|--|--|
| Nombre de estudio | Análisis estático 1 |
| Tipo de análisis | Análisis estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | FFEPlus |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automático |
| Gran desplazamiento | Desactivar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\USER\Desktop\VARIOS\DISEÑOS MATEO 3) |

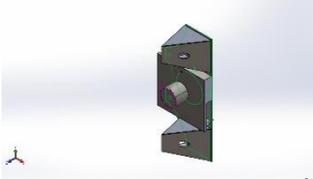
Unidades

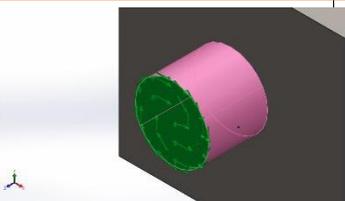
| | |
|--------------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

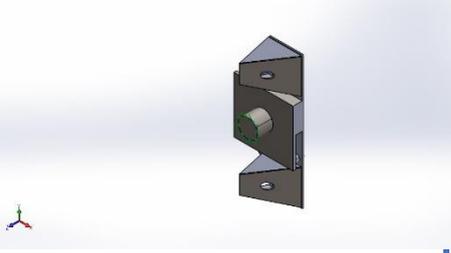
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|---|
|  | <p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2.5e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.93e+010 N/m²</p> | <p>Sólido 1(Cortar-Extruir6[2])(D),</p> <p>Sólido 2(Saliente-Extruir8)(D),</p> <p>Sólido 3(Cortar-Extruir5[1])(D),</p> <p>Sólido 4(Cortar-Extruir6[1])(D)</p> |
| Datos de curva:N/A | | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | | |
|---------------------------------|---|--|--|-------------------|--|
| Fijo-1 |  | <p>Entidades:</p> <p>Tipo:</p> | <p>1 cara(s)</p> <p>Geometría fija</p> | | |
| Fuerzas resultantes | | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante | |
| Fuerza de reacción(N) | -0.0277906 | -48.2757 | -0.080864 | 48.2758 | |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga | | | |
|-----------------|---|---|--|--|--|
| Torsión-1 |  | <p>Entidades:</p> <p>Referencia:</p> <p>Tipo:</p> <p>Valor:</p> | <p>1 cara(s)</p> <p>Cara< 1 ></p> <p>Aplicar momento torsor</p> <p>150 N.m</p> | | |

Información de contacto

| Contacto | Imagen del contacto | Propiedades del contacto |
|------------------------|--|---|
| Contacto global |  | Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible |

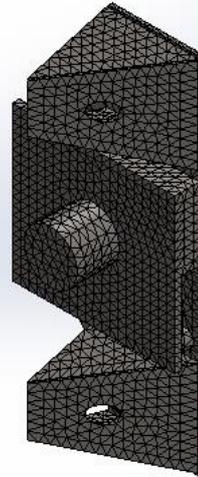
Información de malla

| | |
|---|-------------------------------------|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla estándar |
| Transición automática: | Desactivar |
| Incluir bucles automáticos de malla: | Desactivar |
| Puntos jacobianos | 4 Puntos |
| Tamaño de elementos | 11.5985 mm |
| Tolerancia | 0.579924 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 24395 |
| Número total de elementos | 12533 |
| Cociente máximo de aspecto | 77.055 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 78.3 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 3.96 |
| % de elementos distorsionados (Jacobiana) | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:10 |
| Nombre de computadora: | ISO |

Nombre del modelo: D
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|------------|----------|-----------|------------|
| Todo el modelo | N | -0.0277906 | -48.2757 | -0.080864 | 48.2758 |

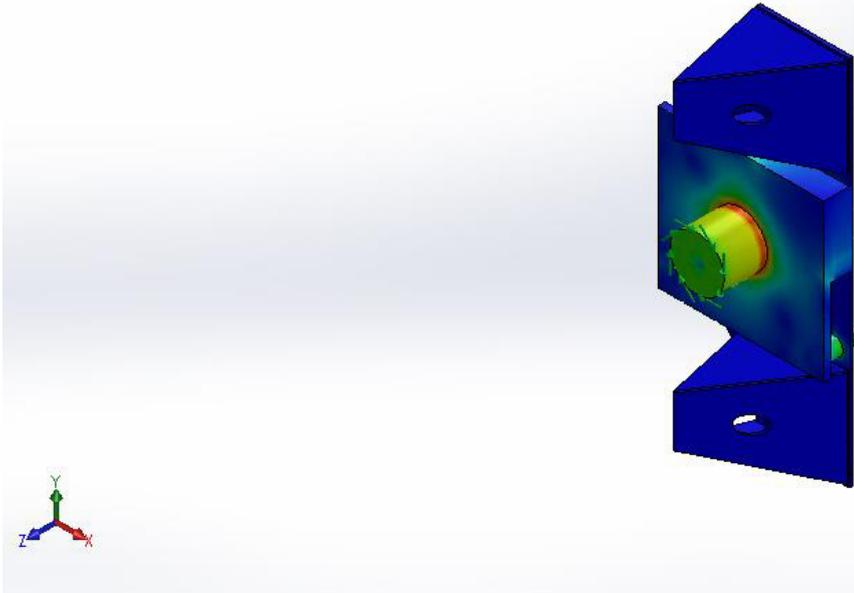
Momentos de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Todo el modelo | N.m | 0 | 0 | 0 | 0 |

Resultados del estudio

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|-------------------|------------------------------|-------------------------------|---|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 0 N/m ² Nodo: 1 | 4.44756e+006 N/m ² Nodo: 20984 |

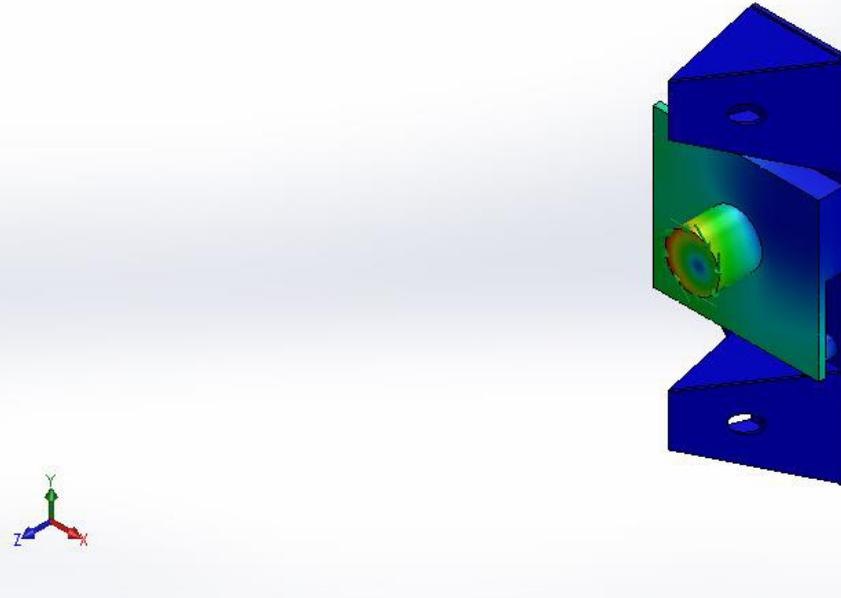
Nombre del modelo: D
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1



D-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamientos resultantes | 0 mm Nodo: 1 | 0.00252684 mm Nodo: 1851 |

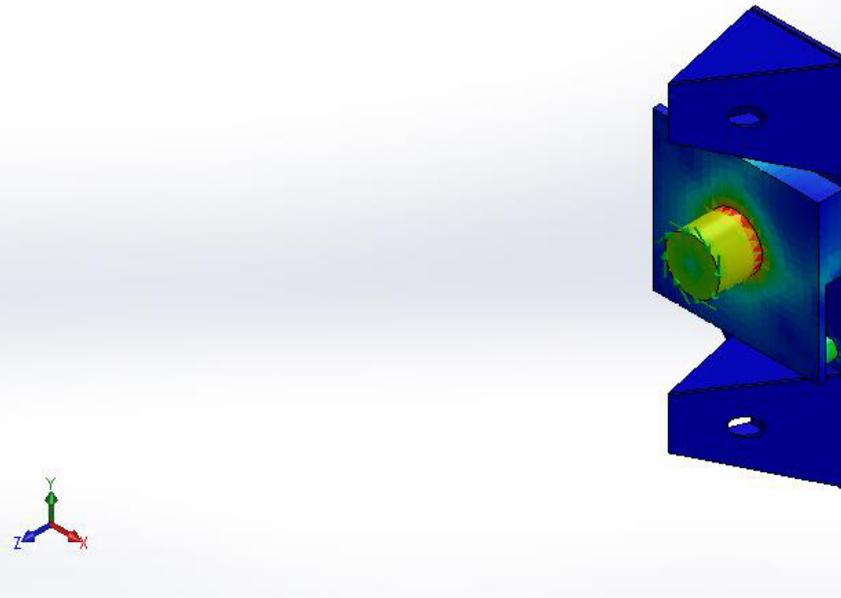
Nombre del modelo: D
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento s1



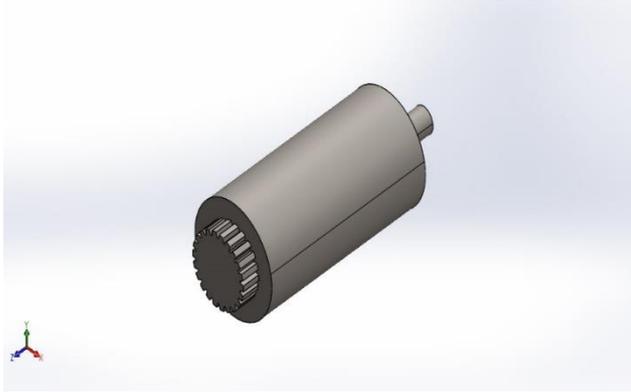
D-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|---------------------------------|---|------------------|--------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 0 Elemento: 1 | 1.70671e-005 Elemento: 6712 |

Nombre del modelo: D
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1



D-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Descripción

ANALISIS ESTATICO

Simulación de EJE

Fecha: viernes, 13 de mayo de 2022

Diseñador: MATEO YÁNEZ

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción 127

Información de modelo 128

Propiedades de estudio 129

Unidades 129

Propiedades de material 130

Cargas y sujeciones 131

Definiciones de conector **¡Error!**

Marcador no definido.

Información de contacto 131

Información de malla 132

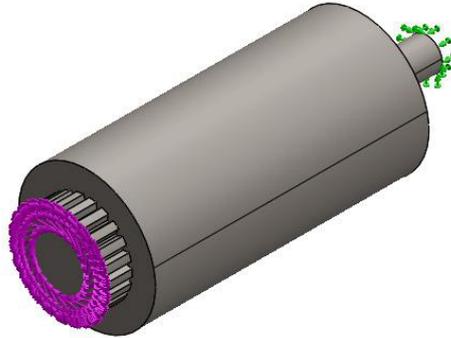
Fuerzas resultantes **¡Error! Marcador no definido.**

Resultados del estudio **¡Error!**

Marcador no definido.

Conclusión **¡Error! Marcador no definido.**

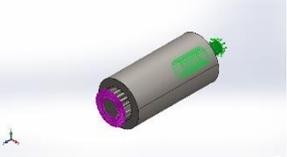
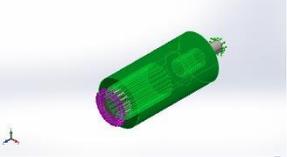
Información de modelo



Nombre del modelo: EJE MATEO

Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|--|--------------|---|---|
| <p>Saliente-Extruir5</p>  | Sólido | <p>Masa:0.0611356 kg Volumen:7.78797e-006 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.599128 N</p> | <p>C:\Users\USER\Deskto p\EJE MATEO.SLDPRT May 12 12:04:02 2022</p> |
| <p>Cortar-Extruir1</p>  | Sólido | <p>Masa:1.02601 kg Volumen:0.000130702 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:10.0549 N</p> | <p>C:\Users\USER\Deskto p\EJE MATEO.SLDPRT May 12 12:04:02 2022</p> |
| <p>Saliente-Extruir9</p>  | Sólido | <p>Masa:0.279207 kg Volumen:3.55678e-005 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.73623 N</p> | <p>C:\Users\USER\Deskto p\EJE MATEO.SLDPRT May 12 12:04:02 2022</p> |

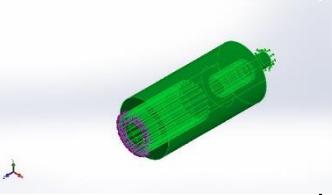
Propiedades de estudio

| | |
|--|--|
| Nombre de estudio | Análisis estático 1 |
| Tipo de análisis | Análisis estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | FFEPlus |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automático |
| Gran desplazamiento | Desactivar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\USER\Desktop) |

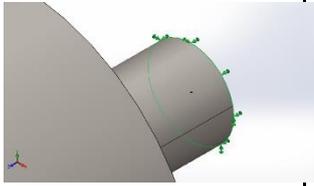
Unidades

| | |
|--------------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

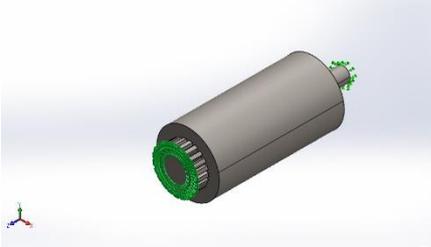
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|--|
|  | <p>Nombre: AISI 4340 Acero recocido</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 4.7e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 7.45e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.285</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+010 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-005 /Kelvin</p> | <p>Sólido 1(Saliente-Extruir5)(EJE MATEO),</p> <p>Sólido 4(Cortar-Extruir1)(EJE MATEO),</p> <p>Sólido 5(Saliente-Extruir9)(EJE MATEO)</p> |
| <p>Datos de curva:N/A</p> | | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | |
|---------------------------------|---|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Fijo-1 |  | Entidades: | 1 cara(s) | |
| | | Tipo: | Geometría fija | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | 56.8463 | -52.2476 | -1.60782 | 77.2263 |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga | | |
|-----------------|---|--------------------|-------------------------------|--|
| Torsión-1 |  | Entidades: | 1 cara(s) | |
| | | Referencia: | Cara < 1 > | |
| | | Tipo: | Aplicar momento torsor | |
| | | Valor: | 200 N.m | |

Información de contacto

| Contacto | Imagen del contacto | Propiedades del contacto | |
|-----------------|--|--------------------------|---------------------------|
| Contacto global |  | Tipo: | Unión rígida |
| | | Componentes: | 1 componente(s) |
| | | Opciones: | Mallado compatible |

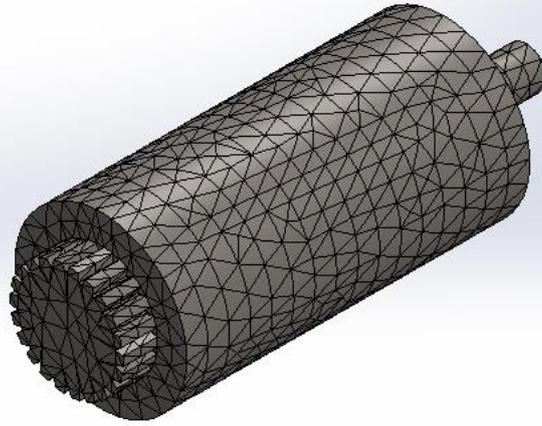
Información de malla

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla basada en curvatura |
| Puntos jacobianos | 4 Puntos |
| Tamaño máximo de elemento | 5.4478 mm |
| Tamaño mínimo del elemento | 1.81591 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 29001 |
| Número total de elementos | 19414 |
| Cociente máximo de aspecto | 12.867 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 84.9 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 0.474 |
| % de elementos distorsionados (Jacobiana) | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:04 |
| Nombre de computadora: | ISO |

Nombre del modelo: EJE MATEO
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida





Manual de conversión a vehículo eléctrico mediante AC
Armado de un vehículo eléctrico con sistemas de



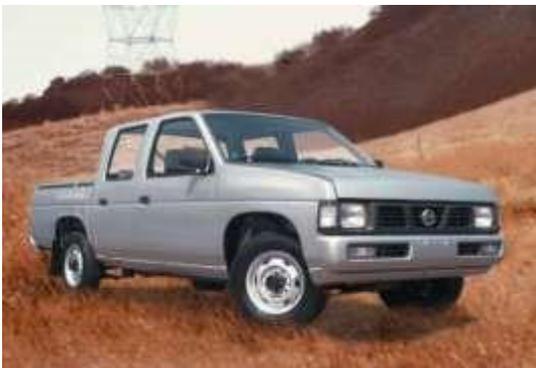
Pontiac Moatiz, Chevrolet Spark, Chevrolet Joy, Pontiac G2, Daewoo, etc.



FAW BRIO, Foton, Chevrolet, etc.



Volkswagen, gol, Pointer, Golf, etc.



Nissan D21, Fiat Fiorino, Toyota, Ford, etc.



Tomaremos como ejemplo un Vehículo de características similares a un QQ.

Los sistemas seleccionados son compatibles con vehículos de 700 a 1900 Kg. Se describen dos kits con características de confiabilidad y eficiencia comprobadas. Se desarrolla la metodología de instalación paso a paso.

KIT AUTOLIBRE AC 40Hp Enpower:

Motor de 40 Hp y Controlador Electrónico de 72 V a 84V.



El kit AC40 está compuesto de motor, controlador, cargador de baterías, acelerador, convertidor DCDC y medidor de baterías.

Descripción

Motor de inducción y corriente alterna que produce una excelente curva de potencia y par motor en excelentes niveles de eficiencia. Algunas de las ventajas de un motor de inducción AC son un mejor rango de potencia, más altas RPM, frenado regenerativo, y fácil puesta en retroceso. No requiere contactor, resistencias de precarga o diodos. Este motor puede impulsar varios tipos de vehículos de hasta 1400 Kg con velocidades de 80 Km/h.

Especificaciones del motor:

Diámetro: 25 cm

Peso: 45 Kg

Voltaje: 72-84v

Intensidad: 500 amperios

Eficiencia del motor: 90%

Pico de potencia: 45 Hp

Torque: 90 Nm

RPM: 6500

Características

Controlador: 72 a

84 V 500

Amperes

Diseñado para
tracción.

Capacidad de Frenado Regenerativo

Refrigerado por aire.

KIT AUTOLIBRE AC 50Hp Enpower

Motor de 50 Hp y Controlador Electrónico de 72 V a 108 V.



Este motor puede impulsar varios tipos de vehículos de hasta 2200 Kg con velocidades de 95 Km/h.

Especificaciones del motor

Diámetro: 28 cm

Peso: 47 Kg

Voltaje: 96 o 108v

Intensidad máxima: 500 amperios

Eficiencia del motor: 90%

Pico de potencia: 55Hp

Torque: 120 Nm

RPM: 6000

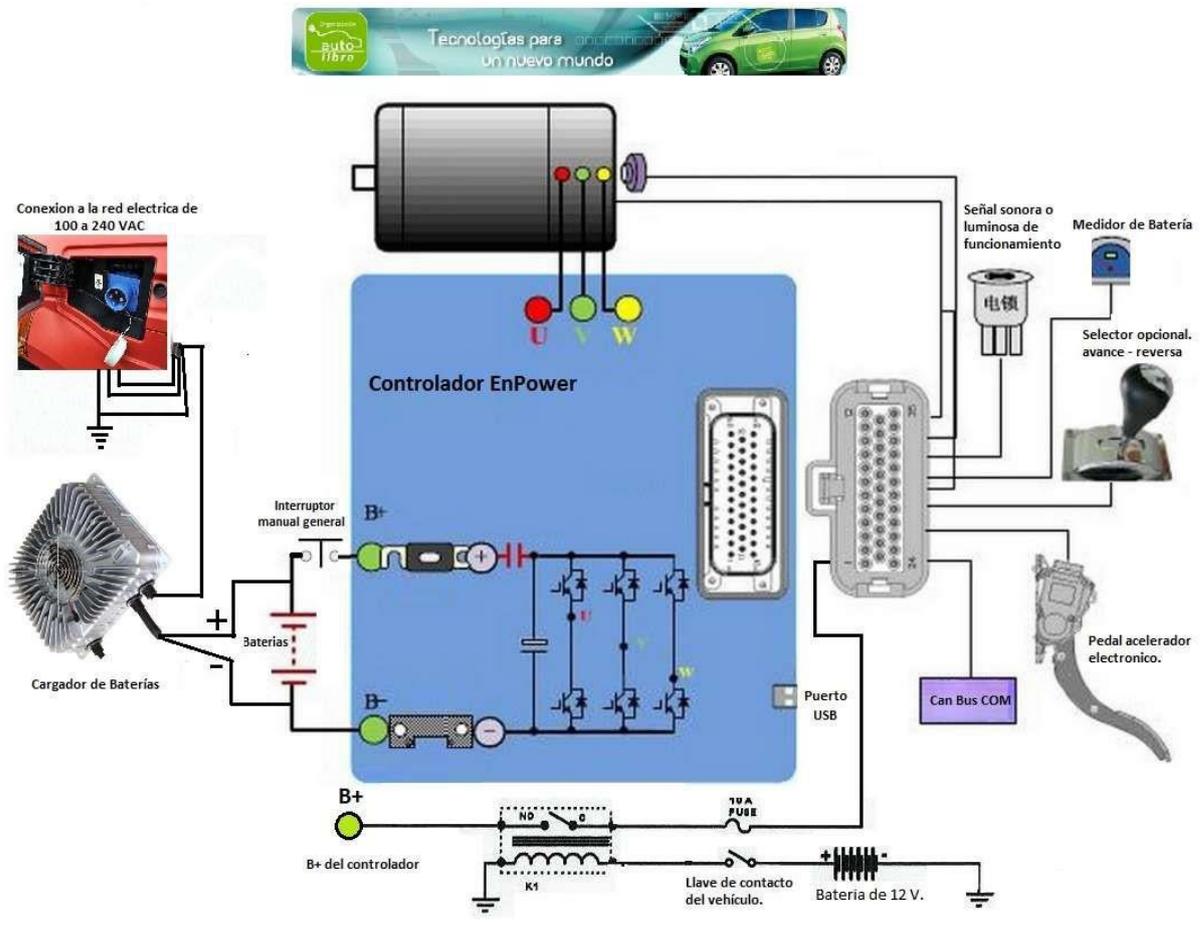
Características del Controlador



72 a 108 V 500 Amperes

Diseñado para tracción con Frenado Regenerativo Refrigerado por aire.

Circuitos de Potencia y Control

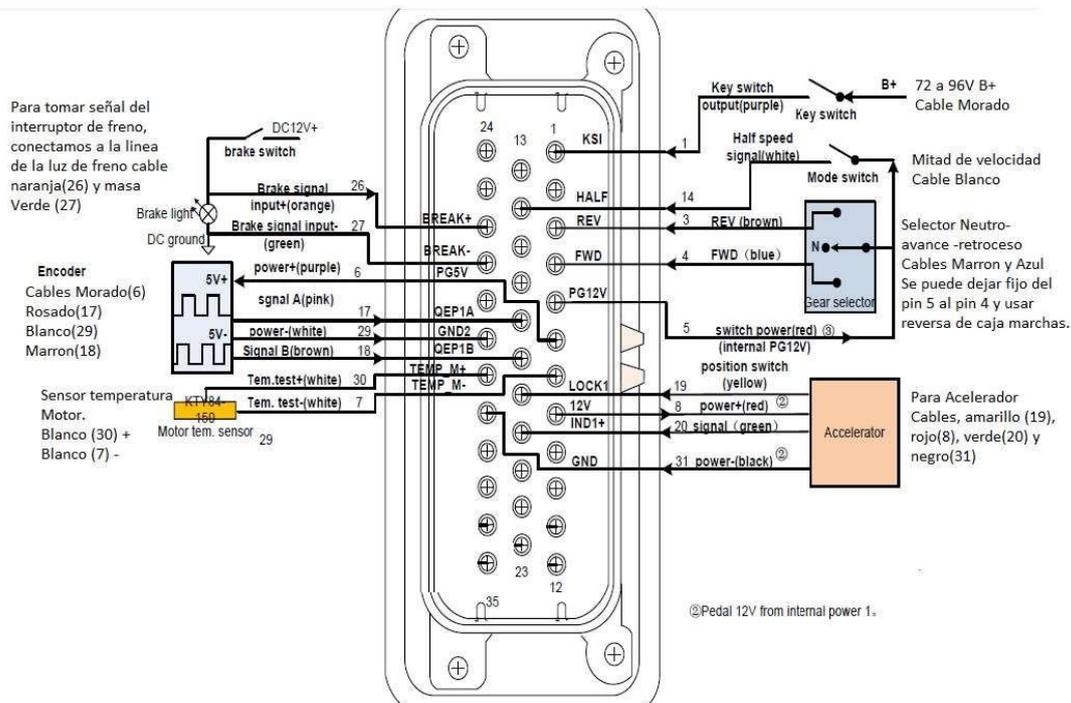
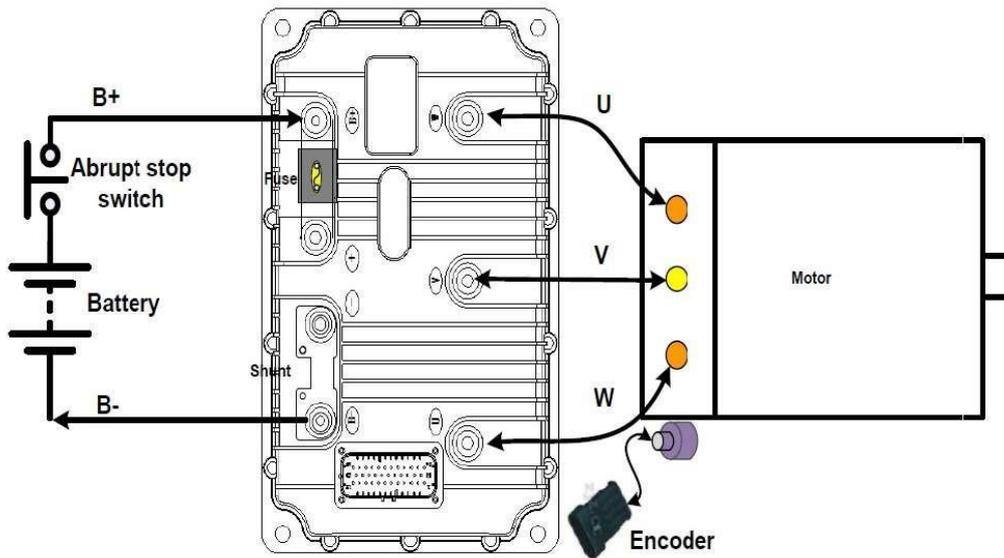


Detalles:

En el controlador Enpower lo que se ve desde B+ y B- a la derecha es interno, solo como detalle de esquema.

En conversiones, no se utiliza el selector de avance, retroceso. Con un interruptor de tablero que conecte en modo avance es suficiente, pues la reversa será con la palanca de marchas del vehículo.

Como este modelo de controlador usa un muy preciso acelerador electrónico se deberá colocar en lugar del acelerador del vehículo y en una posición similar. Como se ve en el esquema el inicio de funcionamiento es a partir de alimentar el pin 1 del controlador con B+ (72, 80 o 96V) lo que se realiza a través de un relee estándar de 12 V activado por la llave de contacto original del coche.



La llave de contacto de encendido (del vehículo) en su segundo golpe alimenta el relee de 12 V que permite el paso del polo positivo de 72 a 96 V al pin 1 (cable Morado) del controlador.

Como se verá el controlador incluye su conector con cables de colores para el conexionado de las señales de control. Un detalle importante es que como utilizamos la caja de marchas que ya tiene marcha atrás no usaremos el retroceso eléctrico, entonces hacemos un puente permanente entre el cable azul (Pin 4) y el cable rojo general (Pin 5), dejando el marrón (Pin 3) sin conexión.



Cables de potencia:

Cables del controlador al motor y de las baterías al controlador:



Diámetro del multifilar de cobre: 8 a 10 mm

Debe ser flexible, comúnmente se utiliza el cable de soldadura eléctrica 0 AWG o 00 AWG. Negro o naranja.

A los cables de potencia que unen las baterías, alimentan el controlador y de este al motor se le debe colocar terminales de la misma medida en mm. Aquí vemos una prensa de terminal que los fija a

presión. Esta operación también se puede realizar con pinzas fabricadas para cerrar terminales. También se puede soldar con pasta de estaño.

Aquí el terminal colocado y prensado. Se le puede rodear también con tubo termo contraíble mediante pistola de calor. Para proteger al contacto.



Aquí vemos accesorios varios: Cables, pinza de corte, termo contraíble, capuchones de goma, etc.



Al sistema le debemos sumar accesorios importantes como:

- Cargador de baterías



- Convertidor DC DC



- La bomba de vacío



- Llave de emergencia, corte general de servicio pesado.

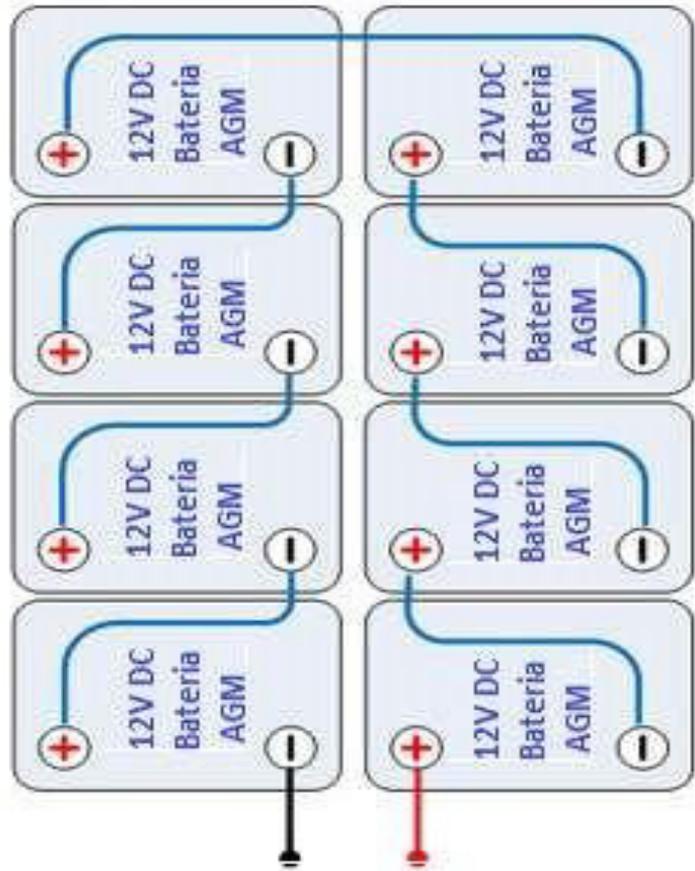
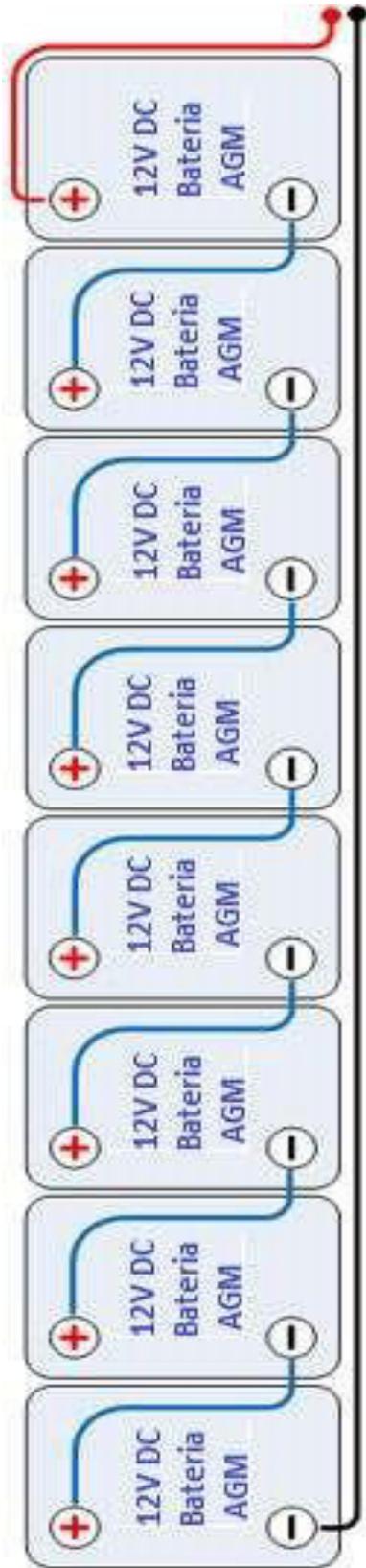


Estas se compran en tiendas de electricidad industrial o automotriz con una capacidad recomendada de 400 a 1000 A.

- El interruptor de corte inercial

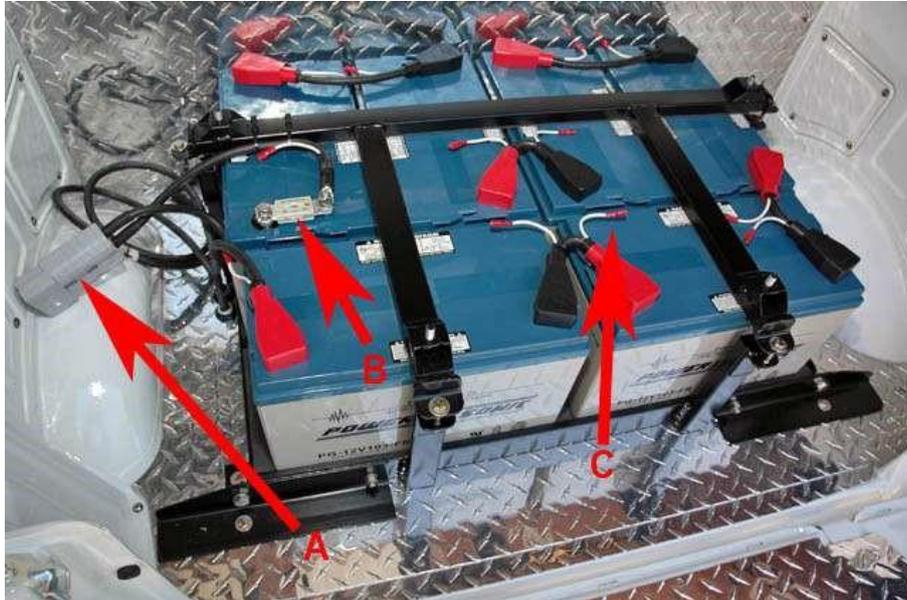


Circuito de conexiones del banco de baterías, como ejemplo un sistema de 96V.



Conexión de 8 baterías AGM en serie para un total de 96 V. Recomendamos colocar un fusible de 325 a 400 Amperes en cualquier parte de este circuito como medio de protección de corto circuitos.

Dos ejemplos donde vemos que no importa la ubicación de las baterías siempre debemos respetar la forma de conexión de una batería con otra.



- A-** En algunos casos se pueden utilizar conectores Anderson.
- B-** Vista del fusible de 325 Amperes.
- C-** Hay sistemas de control de carga que se usan para equilibrar las 8 baterías, en ese caso debemos dejar un cable de 1 mm con conector para la conexión.

Montaje mecánico:

Como ejemplo un modelo de vehículo de tracción delantera.



Vista del Chery QQ y su caja de marchas. Antes de retirar motor de combustión tomar medidas para mantener la caja de marchas en su posición original.



Ejemplo de ejecución de placa para montaje del motor eléctrico en una caja de marchas. En este caso de aluminio de 14 mm.



Motor AC con eje estriado, se hace con el tornero una pieza de acople que encastre justo en el eje y que cuente con varios prisioneros de rosca.



Ejemplo de acople que comunica directamente eje de motor eléctrico con la directa de la caja de marchas y donde se usa el centro del disco de embrague que cuenta con la estría justa para una rápida colocación.



Otros modelos de acoples para vehículos eléctricos.



Vista de otro modelo de motor AC 1 con placa de adaptación y acoples al volante de embrague todo en aluminio.



Vista de placa en hierro de 8 mm y acople al volante original donde también queda funcionando el embrague para un ágil cambio de marchas. Nótese el acople en aluminio que va en el eje con chaveta de seguridad del AC 1 y los seis orificios para tornillos que calzan en el volante.

Vista del acople. Dos prisioneros actúan sobre la chaveta del eje del motor.



Placa adaptadora y acople listo para conectar el volante. Más abajo, el volante colocado y listo para colocar placa y disco de embrague.



Segundo ejemplo: Vista del AC 1 con su placa de adaptación y el acople listo para calzar el volante.



Vista del Motor acoplado mediante un acople soldado al volante. (Recomendamos el acople con tornillos).



Vista lateral con la placa y disco de embrague instalado.



Un sistema listo para acoplar a la caja de marchas.



Vista del motor ya instalado en la caja de marchas para tracción trasera.

Refrigeración del controlador.



El Enpower a veces ya viene con disipador aleteado de aluminio en la base. En caso de no tener estas se pueden diseñar en forma local.

La mejor forma de refrigerar el controlador es mediante la colocación de aletas de aluminio como disipador de calor. Si además estas aletas quedan en el camino de una corriente de aire frontal el sistema será óptimo, algunos ejemplos:

Disipadores de aluminio.



Sobre la base el controlador, y vista el disipador de aluminio durante la determinación del mejor lugar para instalar. Es importante seleccionar lugares con circulación de aire que permitan al controlador funcionar por debajo de los 80 C como medida de precaución.



La unión del disipador a la placa de aluminio del controlador se realiza mediante 4 tornillos roscados y pasta térmica entre las superficies planas. Los tornillos solo deben entrar un máximo de 5 mm en la placa del mismo.



Vista del controlador ya instalado con la placa de aluminio y el disipador hacia arriba para tomar mejor el aire frontal. También se puede instalar hacia abajo sin problema.

Vista Lateral.



Se deben evitar posiciones del controlador que queden encerradas o no reciban circulación de aire. Este tiene que conducir las altas intensidades de corriente del sistema (hasta 500 Amperes) y estas causan aumentos de temperatura que debe ser disipada. La pantalla digital nos permite ver el dato de temperatura del controlador y esta no debería superar los 85 ° centígrados.

Detalles varios

Vista de controlador instalado en este caso, hacia arriba donde se ven los tres cables que van hacia el motor AC.

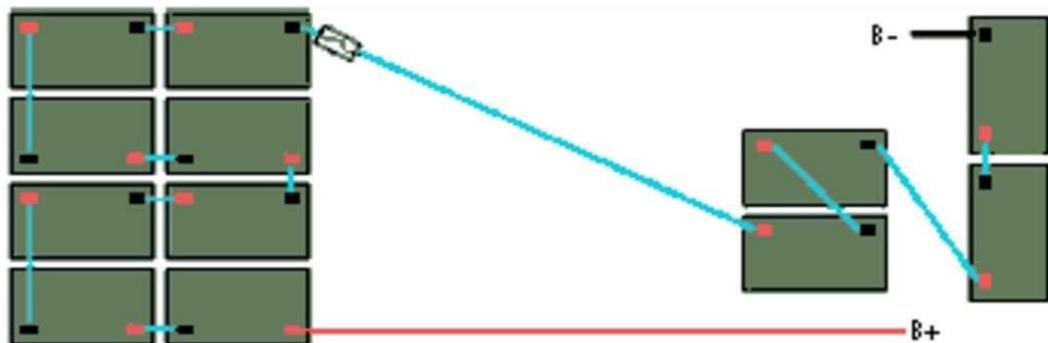




Típica entrada de carga mediante una toma 2 P+T de 16 a 32 amperes. Se instala en la anterior entrada de combustible y se dispondrá también de un cable de 4 m con conectores para la entrada de 120 o 220 V según el cargador.

Disposición de Baterías.

Las baterías se distribuirán en el vehículo de forma equivalente para mantener un centro de equilibrio, donde normalmente se colocan de dos a cuatro adelante y el doble detrás, a la altura del baúl, lugar del tanque de combustible o zona de carga.



La cantidad total de las mismas estará en función de si el sistema es de 72, 80 o 96V y del formato de c/u, pues hay modelos (en plomo) de 6, 8 y 12V. Pero siempre irán en serie y la suma del voltaje de todas dará como resultado el voltaje de funcionamiento del controlador.