

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR ELÉCTRICO Y REDUCTOR
DE VELOCIDAD DE MODELO FLUENCE ZE DE RENAULT**

**Trabajo de Titulación para optar
al Título de Técnico Universitario en
MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**

Alumnos:

Silvio Enrique Mendoza Ledezma

Benjamín Camilo Silva Galvéz

Profesor Guía:

Mario González Sánchez

2020

RESUMEN

En este Trabajo de Titulación se explica el funcionamiento del motor eléctrico y reductor de velocidad del vehículo de modelo Fluence ZE de la marca Renault. Durante el desarrollo del primer capítulo, se hace una presentación del vehículo a estudiar, pasando por detalles del automóvil en sí y mostrando, además, un debate que existe en la opinión global acerca de los vehículos electro motorizados.

Se hace un repaso de los riesgos que se pueden producir al trabajar con un vehículo eléctrico y sobre cómo estos se pueden evitar y reducir, en gran medida gracias al cumplimiento de los procedimientos determinados por la marca Renault y sus respectivas concesionarias, y, por otra parte, a los elementos personales de protección.

En el segundo capítulo, se indican cuáles son las características del motor eléctrico y se explica cómo funciona y cómo logra que el vehículo se ponga en marcha. También, se enumeran y explican las partes principales del grupo motopropulsor. El que es el encargado de mover el vehículo.

Luego, en el capítulo número tres, se explica cómo funciona el motorreductor, analizando la relación que tiene con las características de la performance que tiene el vehículo, tales como el torque, la potencia, el régimen de funcionamiento, etc. Por otro lado, se explica qué significan las posiciones del económetro y los movimientos que tiene la corriente en forma de flujo, en distintas situaciones. Además, se indican cuáles son las mantenciones relacionadas al grupo motor – reductor. También se mencionan algunas mantenciones que son importantes y se deben tener en cuenta, ya que, aunque no necesariamente se encuentran en el motor o el motorreductor, son indispensables para un correcto funcionamiento.

Finalmente, en el capítulo cuatro, se indican cuáles son las mantenciones relacionadas al grupo motor – reductor. También se mencionan algunas mantenciones que son importantes y se deben tener en cuenta, ya que, aunque no necesariamente se encuentran en el motor o el motorreductor, son indispensables para un correcto funcionamiento. Y para finalizar, se realiza un resumen acerca del funcionamiento del motor y el motorreductor, y se hacen las recomendaciones pertinentes para un correcto uso del vehículo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVO GENERAL.....3

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

CAPÍTULO I: VEHÍCULO FLUENCE Z.E.....4

1.1 PRESENTACIÓN DEL VEHÍCULO 5

1.2 PRECAUCIONES 6

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO 8

2.1 DESCRIPCIÓN Y PARTES DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO 9

 2.1.1 La Caja De Conexiones: 10

 2.1.2 Unidad central de gestión del vehículo eléctrico o calculador EVC: 10

 2.1.3 El cargador de batería: 11

 2.1.4 Convertidor CC/CA: 11

 2.1.5 Conjunto motor: 12

 2.1.6 Reductor de velocidad:.....14

2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO MOTOR ELÉCTRICO SÍNCRONO DE IMANES PERMANENTES 15

 2.2.1 Cómo se transforma de energía eléctrica a energía mecánica.....17

 2.2.2 Datos del motor 5 AM-450 del Fluence ZE.....17

CAPITULO 3: MOTORREDUCTOR Y FLUJOS DE CORRIENTE.....19

3.1 EL MOTORREDUCTOR.....20

 3.1.1 Principio del reductor de velocidad 21

 3.1.2 Del reductor de velocidad del Fluence ZE 24

3.2 EXPLICACIÓN DE POSICIONES DEL ECONÓMETRO 24

3.3 COMPARACIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....26

CAPÍTULO 4: MANTENCIONES Y RECOMENDACIONES 28

4.1 MANTENCIONES 29

 4.1.1 Cableado de potencia.....30

 4.1.2 Mantención de conectores y cableado 32

4.2 SÍNTESIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL FLUENCE ZE 34

4.3 RECOMENDACIONES DE USO 35

4.4 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....37

CONCLUSIONES 39

BIBLIOGRAFÍA 41

ANEXOS 42

INDICE DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1-1. Vehículo Fluence Z.E.
- Ilustración 2-1. Despiece Fluence Z.E.
- Ilustración 2-2. Caja de conexiones.
- Ilustración 2-3. Calculador EVC.
- Ilustración 2-4. Cargador de batería.
- Ilustración 2-5. Convertidor CC/CA.
- Ilustración 2-6. Ondulador.
- Ilustración 2-7. Estator y rotor del motor eléctrico.
- Ilustración 2-8. Motor eléctrico.
- Ilustración 2-9. Acanaladuras del eje de salida del motor eléctrico.
- Ilustración 2-10. Engranajes del motorreductor.
- Ilustración 2-11. Fórmula de velocidad de sincronismo.
- Ilustración 2-12. Motor eléctrico de imanes permanentes.
- Ilustración 2-13. Ubicación y datos de placa motor.
- Ilustración 2-14. Datos de la placa motor.
- Ilustración 3-1. Reductor del Fluence ZE.
- Ilustración 3-2. Principio de la reducción de velocidad.
- Ilustración 3-3. Torque asociado a un eje.
- Ilustración 3-4. Fórmula de torque o par motor.
- Ilustración 3-5. Fórmula de motorreductor y su unidad de medida.
- Ilustración 3-6. Fórmula aplicada.
- Ilustración 3-7. Motorreductor y su par.
- Ilustración 3-8. Económetro.
- Ilustración 3-9. Económetro en posición “A”.
- Ilustración 3-10. Económetro en posición “C” ó “D”.
- Ilustración 4-1. Cableado de corriente máx. 230 [A].
- Ilustración 4-2. Cableado de corriente máx. 30 [A].
- Ilustración 4-3. Desbloqueo de conectores.
- Ilustración 4-4. Señal del calculador a las resistencias.
- Ilustración 4-5. Interbloqueo en posición cerrada.
- Ilustración 4-6. 1º Fallo de aislamiento.
- Ilustración 4-7. 2º Fallo de aislamiento.
- Ilustración 4-8. Megóhmetro.

ÍNDICE TABLAS

- Tabla 2-1. Piezas del vehículo eléctrico.
- Tabla 2-2. Expresión matemática.
- Tabla 2-3. Identificación placa motor.
- Tabla 3-1. Componentes del reductor.

SIGLAS

- Co2: Dióxido de carbono
- ZE: Zero Emissions (Cero Emisiones)
- NEDC: New European Driving Cycle (Nuevo Ciclo de Conducción Europeo)
- EPP: Elemento de Protección Personal
- CC: Corriente Continua
- CA: Corriente Alterna
- PMSM: Permanent Magnet Sync Motor (Motor Síncrono de Imanes Permanentes)
- RPM: Revoluciones Por Minuto
- GNC: Gas Natural Comprimido

SIMBOLOGÍA

- Km: Kilómetros
- %: Porcentaje
- Kw: Kilowatt
- CV: Caballos a vapor
- Km/h: Kilómetros por hora
- s: Segundos
- V: Voltios
- Kw/h: Kilowatt por hora
- Kg: Kilógramo
- Hz: Hertz
- Cm: Centímetro
- Kg-m: Kilógramo metro
- Nm: Newton metro
- lb-ft: Libras pies

lb-pulg: Libras pulgadas

HP: Horse Power

m: Metro

L: Litros

w: Watts

RAD: Radianes

\$: Pesos chilenos

A: Amperes

K Ω : Kiloohmios

“P”: Parking

“D”: Direct

PSI: Pound per Square Inch (Libra por pulgada cuadrada)

bar: Bares

°C: Grados Celsius

Km/Kwh: Kilómetros por kilowatt hora

Km/L: Kilómetros por litro

Km/m³: Kilómetros por metro cúbico

INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge con la necesidad que demanda la industria de la mecánica automotriz y el mundo, la crisis climática que se vive en la actualidad, la velocidad a la que avanza la tecnología y el hecho de que la información sobre los vehículos eléctricos no está al alcance de la mayoría de los estudiantes. Cada día se ven más innovaciones a nivel internacional que se desarrollan en búsqueda de fuentes de energía menos contaminantes para el medio ambiente y como mecánicos automotrices se debe complementar y actualizar las competencias obtenidas durante la carrera, para así no quedar atrás.

Para esto se pretende estudiar el sistema motor y motorreductor del vehículo eléctrico Fluence ZE de la marca Renault con el objetivo de entender a nivel teórico-práctico cómo funciona. Así también tener la capacidad para explicar cómo desempeña su función en el vehículo, los principios del motor eléctrico, las mantenciones a realizar en el motor, como se aprovecha la energía cinética de las ruedas al momento de soltar el acelerador o en bajada, ventajas y desventajas de un motor eléctrico trifásico síncrono de imanes permanentes.

Durante el desarrollo de la industria de los automóviles eléctricos, debido a la crisis climática que se vive en el mundo en la actualidad, han surgido diversas opiniones con respecto al aporte o perjuicio al medio ambiente que producen dichos medios de transporte, comparando siempre con los tradicionales automóviles de motores térmicos de cualquier tipo de combustible. Sin embargo, existen dos posturas que parecen ser las más firmes y concretas al respecto, y es que la diferencia de cuál opción sería la más sustentable ecológicamente, recae en distintos factores, partiendo por la cantidad de recursos que se utilizan para la producción de cada uno, pasando por la cantidad de desechos producto de sus manufacturaciones, hasta de qué lugar o de qué forma se va a extraer el recurso energético necesario para hacer funcionar el motor de cada automóvil, incluso del tiempo que se utilice cada una de las máquinas que se quieren comparar va a influir finalmente en la decisión. Por ejemplo, un estudio de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología concluyó que, si un automóvil eléctrico funciona con electricidad obtenida de la quema de carbón, como por ejemplo el sistema que se utiliza en mayor parte de China, termina produciendo muchísimos más niveles de CO₂ al medio ambiente, indirectamente, debido a que un motor eléctrico no produce gases contaminantes. Mientras que un automóvil

eléctrico utilizado por ejemplo en Noruega, donde la electricidad es producida por medio de generadores que funcionan con basura, finalmente sería una solución mucho más sustentable. Ahora, si se analiza desde el punto de vista de la producción, un automóvil eléctrico necesita de la manufacturación de elementos que para ser producidos, requieren de la manipulación de químicos bastante contaminantes, como lo son por ejemplo las baterías, que requieren del uso del litio o níquel, o la gran cantidad de cables que necesitan del cobre, etc., por lo que se propone que la huella de carbono de un vehículo eléctrico no sería mucho menor que la de un vehículo convencional, justo después de haber terminado su producción, sin haber sido siquiera puesto en marcha. Sin embargo, luego de comparar ambos tipos de vehículo, habiendo recorrido 150.000 [Km], 200.000 [Km] y 250.000 [Km], se logró determinar que mientras más se han utilizado los automóviles electro propulsados, más grande es el aporte a la disminución de la producción de gases contaminantes al medio ambiente, por lo que el estudio decidió finalmente promover el desarrollo en las maneras de generar la electricidad, apuntando a métodos más amigables con el medio ambiente y reduciendo la cantidad y calidad de los desechos que producen colateralmente las producciones de automóviles, pero seguir desarrollando el campo electromotriz de la manera rápida e innovadora con la que se está avanzando en la tecnología de la electro movilidad.

Es por estos motivos que el impacto que produce en la sociedad un vehículo electro motorizado, puesto que las discusiones sobre el cuidado del medio ambiente y la preservación de la naturaleza, además de la crisis climática en la que se encuentra el planeta, siguen dando mucho de que hablar. Gran parte de las personas siguen quedándose con la idea de que el vehículo con motor térmico es la mejor opción, muchas veces por la comodidad que les proporciona el hecho de estar acostumbrados y negarse al cambio, sumándole además que la accesibilidad a un vehículo eléctrico no es mucha tampoco. A pesar de esto, a muchos les sigue causando impresión al momento de presenciar un automóvil eléctrico en las calles de Chile, donde la electro movilidad aún no es un campo que tome mucha fuerza. Uno de los puntos que mas han influenciado en el lento desarrollo de esta arista del campo automotriz es el tiempo de carga al que deben someterse los vehículos eléctricos, que a diferencia de sus homólogos de combustibles fósiles, es un tiempo mucho mayor el que se requiere para dejar el vehículo al 100% de su capacidad de almacenar energía, donde además, los puntos de carga se concentran mayoritariamente en lugares pequeños por la reducida autonomía de los vehículos eléctricos. Los centros de carga eléctrica se encuentran principalmente en la región metropolitana y la quinta región, aunque la segunda cuenta con muchos menos puestos de carga.

Mas adelante se realizará una comparación relacionada al combustible usado en

cada uno de los tipos de vehículos, además del mantenimiento que se les debe realizar a los distintos tipos de automóviles, donde se podrá determinar qué vehículo es mas conveniente.

OBJETIVO GENERAL

Determinar mediante una o más comparaciones simples si es mas conveniente un vehículo con motor convencional o su homólogo de motor eléctrico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Indicar cuáles serían las medidas de seguridad a tomar en cuenta al trabajar con un Fluence ZE.
- Comparar en el aspecto del motor un vehículo modelo Fluence ZE con un Fluence de motor térmico.

CAPÍTULO I: VEHÍCULO FLUENCE Z.E

1.1 PRESENTACIÓN DEL VEHÍCULO

El vehículo Fluence ZE es un sedán 100% eléctrico, el cual forma parte de la primera gama de vehículos eléctricos que fabricó Renault, las cuales consistían en un modelo tipo comercial liviano que es la furgoneta Renault Kangoo ZE, la versión hatchback, Renault ZOE y en un modelo innovador, compacto y con más seguridad que una motocicleta para una ciudad como lo es el biplaza, el Renault Twizy. Esto fue anunciado en el año 2009 en el salón del automóvil de Frankfurt en Alemania.

Este vehículo es vendido con el motor 5AM-450 que consiste en un motor eléctrico síncrono de imanes permanentes, el cual cuenta con una potencia eléctrica de 70 [kW], pero el vehículo lo entrega de 95 [kW], lo cual sería interpretada en unidad de sistema métrico decimal como 127 [CV], con esto alcanzando una velocidad máxima de 135 [km/hr] (limitada), con una aceleración de 0-100 [km/hr] en 13,7 [s], el motor integrado al vehículo tiene una autonomía de 220 [km] dado por el ciclo NEDC, pero esta prueba que se le realiza al vehículo es en condiciones demasiado estrictas y sin forzar el motor, ni el vehículo, por ejemplo: se realiza en un lugar cerrado, sin viento en contra, sin desniveles, solamente con el conductor, a una temperatura específica y sin aceleraciones bruscas. Por ende, el consumo real de este vehículo en zona urbana o carretera no será el indicado en el ciclo NEDC.



Ilustración 1-1. Vehículo Fluence ZE.

Fuente: Página web de Electrocoches¹

¹ <https://www.electrocoches.eu/marcas/renault/fluence-ze/>

Otro equipamiento que posee un vehículo eléctrico en relación con uno convencional de combustión interna, es que traen integradas baterías de tracción, la cual suple a simples rasgos al motor de arranque, dado a que a la vez que sirven para acumular energía, esta es la encargada de impulsar al vehículo ya sea híbrido-eléctrico o 100% eléctrico como lo es el Renault Fluence ZE, la tecnología de esta batería es de ion-litio que posee propiedades de alta capacidad energética, bajo efecto de memoria y su resistencia a la descarga, esto a su vez con la ligereza de sus componentes ofrece una batería transportable de mucha autonomía. La batería que incorpora el vehículo tiene una tensión nominal de 398 [V], su capacidad de trabajo es 22 [kWh] y su peso aprox. es de 185 [Kg].

1.2 PRECAUCIONES

Antes de intervenir de cualquier modo en el vehículo, se deben tener presentes los riesgos sujetos a la electricidad de alta intensidad presente en el sistema, por lo que se deben seguir protocolos de seguridad y las mantenciones y manipulaciones las debe hacer siempre el personal cualificado por la empresa, para evitar riesgos en su mayor parte por error humano. Para reducir las posibilidades de cualquier tipo de evento peligroso o riesgoso, se deben tener siempre dispuestos para los mecánicos los elementos de protección personal y por su parte, los empleados tienen por obligación utilizarlos a cada momento de realizar las operaciones.

Dentro de las consecuencias por accidente de índole eléctrico, cabe destacar las principales cuatro a las que se está expuesto al realizar algún tipo de intervención o mantención, y es que, al momento de trabajar con máquinas eléctricas, el riesgo de accidente por electrocución siempre está presente. La primera consecuencia, se podría decir que la de mayor gravedad, debido a ser considerada la principal causa de muerte por choque eléctrico, es la fibrilación ventricular o también conocida como paro cardíaco. Si no se encuentra en el momento una persona en el sitio, con la capacitación necesaria para realizar correctas reanimaciones, las posibilidades de que el accidentado sobreviva se reducen drásticamente. La segunda consecuencia grave por accidente de choque eléctrico, y también una de las más frecuentes, es la asfixia, el cual se produce cuando la corriente pasa por los órganos encargados de realizar la respiración, los pulmones, provocando que los músculos se contraigan y no puedan hacer el movimiento necesario para la respiración, produciendo un paro respiratorio. Luego se tiene la tetanización muscular, lo cual se traduce como la imposibilidad de mover o controlar los músculos, lo que hace sumamente

difícil separar al accidentado del punto de contacto donde se produjo el choque eléctrico. Finalmente, otra consecuencia importante, que cabe destacar, son las quemaduras que puede producir un accidente de índole eléctrico, debido a que la alta intensidad de corriente libera energía en forma de calor, que, al entrar en contacto con algún órgano del cuerpo o la piel, puede producir quemaduras de baja, mediana o alta gravedad, dependiendo las circunstancias del accidente.

Para evitar todo tipo de accidente, se debe tener siempre presente el correcto uso de los elementos de protección personal, de los cuales se debe enfatizar en este sentido todo aquel elemento que proteja al operador al momento de realizar las mantenciones correspondientes, siendo estos: guantes aislantes, zapatos de seguridad, overol correspondiente, entre otros. Además, se deben tener en cuenta siempre los protocolos de seguridad asociados al trabajo a realizar que recomiende la empresa y que la persona que realice los procedimientos sea siempre parte del personal adecuado para el trabajo.

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO

2.1 DESCRIPCIÓN Y PARTES DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

La composición del vehículo en general no varía en comparación con su competencia de motor térmico la mayor diferencia es la del maletero, al estar las baterías aquí, se pierde espacio de éste. El vehículo está compuesto en cinco partes esenciales para que mantenga un correcto funcionamiento de este mismo. Estas partes son el motor eléctrico, las tomas de carga eléctrica, la batería de tracción, el cableado de la potencia eléctrica y la batería de 12 [V], con estos componentes trabajando bien, el vehículo podrá ser usado sin impedimento y el computador no enviará ninguna alerta en el tablero del conductor.

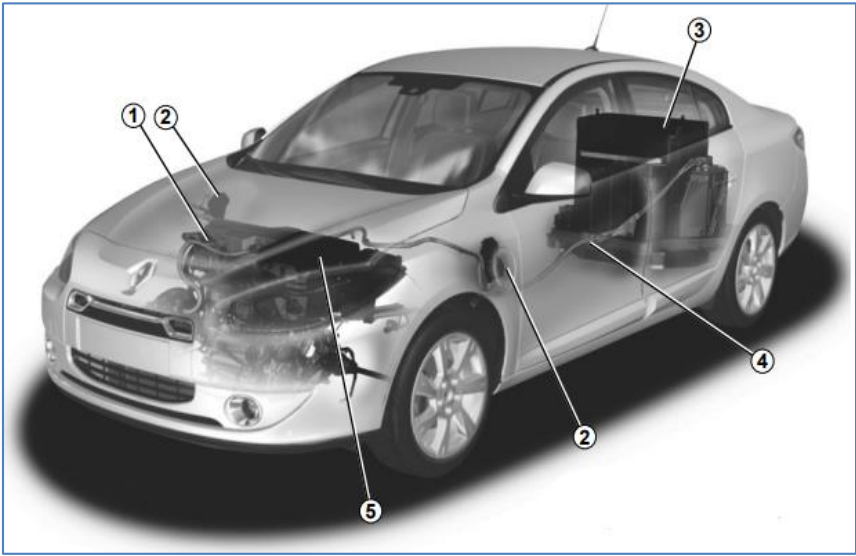


Ilustración 2-1. Despiece Fluence Z.E.

Fuente: Página web de motorpasión²

Tabla 2-1. Piezas del vehículo eléctrico.

	Descripción
1	Motor Eléctrico
2	Toma de carga
3	Batería de tracción
4	Cableado de potencia eléctrica

² <https://www.motorpasion.com/pruebas-de-coches/renault-fluence-z-e-prueba-parte-2>

5	Batería de 12 [V]
---	-------------------

Así mismo el tren de potencia se descompone en seis partes, las cuales permiten que el motor trabaje eficazmente, las corrientes sean bien administradas y para poder complacer las necesidades y solicitudes del conductor. Este despiece es si el motor fuese visto desde la planta.

2.1.1 La Caja De Conexiones:

Esta caja es la encargada de distribuir la tensión de la batería hacia los componentes del grupo motopropulsor y a su vez proteger a los conductores que alimentan el motor, esta caja contiene 5 conexiones las cuales se indicarán en la siguiente ilustración. Esta caja contiene el cargador de batería, el cual permite cargar la batería de tracción.

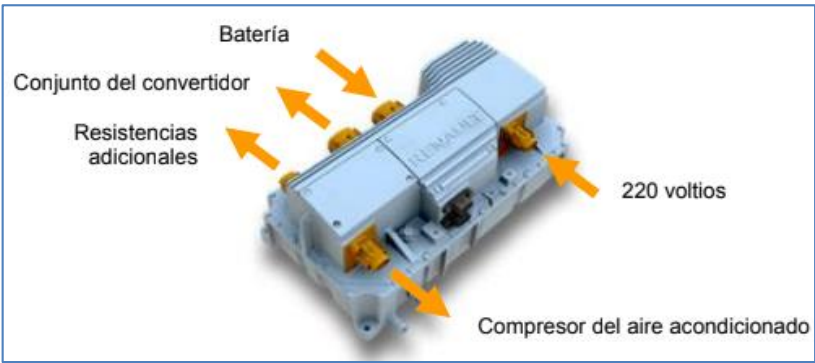


Ilustración 2-2. Caja de conexiones.

Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

2.1.2 Unidad central de gestión del vehículo eléctrico o calculador EVC:

El controlador es el encargado en gestionar la corriente eléctrica que fluctúa por el vehículo, ya sea recibiendo o distribuyendo esta corriente donde sea solicitada; motor, audio, baterías, accesorios, etc. Este elemento es sumamente importante debido a que, además de controlar la corriente que se le suministra al motor eléctrico, permite supervisar, reconocer y dar aviso en el cuadro de instrumento de la gran mayoría de las fallas en el vehículo completo gracias a la red de conexión que tiene este vehículo que es la red CAN y red LIN, debido a su funcionamiento es posible hacer una apreciación de realizar el mismo trabajo que un computador en un vehículo convencional.



Ilustración 2-3. Calculador EVC.

Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

2.1.3 El cargador de batería:

El cargador que se encuentra junto a la caja de conexiones acoge la electricidad de la red doméstica alterna desde la toma de alimentación, al recibir esta corriente procede a adaptarla a continua para poder recargar las baterías de tracción.

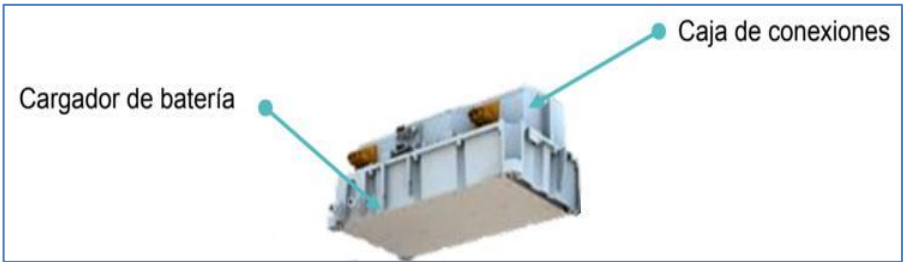


Ilustración 2-4. Cargador de batería.

Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

2.1.4 Convertidor CC/CA:

Esta pieza es fundamental en el vehículo y conjunto motor, dado que es el encargado de convertir la tensión de 400 [V], a una tensión de 14 [V] está, con el fin de cargar la batería con 12 [V] y así mismo suministrar energía eléctrica.

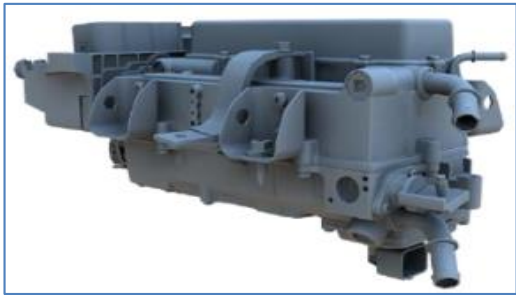


Ilustración 2-5. Convertidor CC/CA.

Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

Este convertidor cuenta con un ondulator, el cual con su función permite alimentar las 3 fases del estator, con esto se convierte la CC de 400 [V], en tensión trifásica de 400 [V].

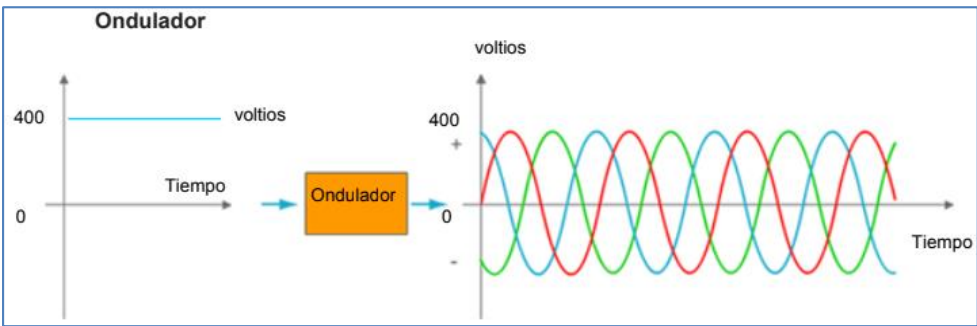


Ilustración 2-6. Ondulador.

Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

2.1.5 Conjunto motor:

Es el encargado de recibir la corriente eléctrica, y convertirla en energía mecánica en dirección al reductor, puede cumplir la función inversa si el vehículo está en descenso, convirtiendo la energía cinética de las ruedas, en energía eléctrica, este trabajo es conocido como freno regenerativo. El motor eléctrico está compuesto por un estator y un rotor (ilustración. 2-7).

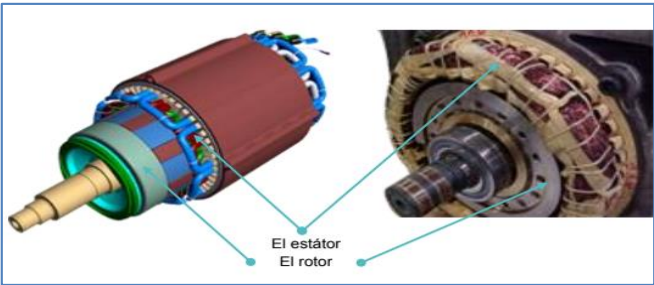


Ilustración 2-7. Estator y rotor del motor eléctrico.
Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

Estas trabajan en base a sus campos magnéticos, la alimentación trifásica del estator crea un campo magnético, este arrastra el rotor. La velocidad de estos depende de la frecuencia de la alimentación trifásica. Esta es proporcional, por ello a más frecuencia, mayor será la velocidad del vehículo.



Ilustración 2-8. Motor eléctrico.
Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

Los motores eléctricos a esta fecha tienen muchas clasificaciones, ya sean universales, CC o CA.

Los dos últimos tienen otra separación, puesto que en el medio de CC, se encuentran diferenciados según sea el bobinado del inducido e inductor, y a su vez según la conexión que este tenga, sea paralelo, serie o una mezcla de ambos. Por otro lado está la separación que se da en los CA, que son los asíncronos, el cual el rotor gira a distinta velocidad que el campo magnético y el síncrono, que si gira a la misma velocidad, por otro lado en los motores síncronos existe otra clasificación más, la cual consiste en asíncronos sincronizados, monofásicos, bifásicos, trifásicos o con rotor de imanes permanentes, este último es el integrado en el vehículo Fluence ZE y por último se clasifica en jaula de ardilla, colector o de anillos rozantes.

El eje de salida del motor eléctrico posee acanaladuras, con el fin de conectar con el reductor de velocidad. Esto se debe a que la velocidad de respuesta del motor es sumamente alta, casi instantánea, por lo que, la velocidad debe ser controlada para evitar posibles daños en las partes internas del conjunto motopropulsor, provocadas por un choque o colisión de piezas rozantes o en contacto constante.



Ilustración 2-9. Acanaladuras del eje de salida del motor eléctrico.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

2.1.6 Reductor de velocidad:

El motorreductor es un conjunto de engranajes con distintos diámetros y número de dientes, que permite que la velocidad de giro del motor eléctrico, sea controlada por medio de las reducciones de velocidad que producen los engranajes, haciendo que a la salida del motorreductor donde se transmite el movimiento al diferencial, se posea la velocidad necesaria para mover el vehículo, sin que se presenten daños en el sistema y de manera gradual, en un trabajo conjunto con los dispositivos dispuestos en el vehículo encargados de moderar y graduar la velocidad y aceleración del automóvil.

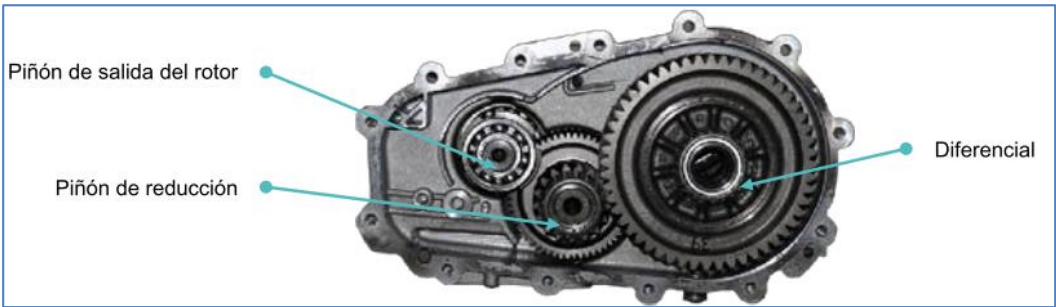


Ilustración 2-10. Engranajes del motorreductor.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

El motor eléctrico presenta muchas ventajas en comparación a un motor de combustión interna, la razón de esto es en base a que el motor eléctrico no necesita realizar ninguna explosión en su trabajo, con esto se eliminan las vibraciones excesivas y contaminación al medio ambiente dada la ignición del combustible, este conjunto motor a su vez es más diminuto, con un peso aproximado de 160 [Kg], muy por debajo de un motor común de combustión interna que ronda los 120 [Kg] pero sin todos los demás implementos que hacen indispensables su trabajo como lo son los colectores de admisión y escape, caja de cambios, etc., eso produce que el vehículo sea más liviano y su carrocería sea más focalizada al habitáculo. El motor eléctrico permite tener un rendimiento elevado y constante, pero su autonomía es limitada y varía negativamente según sea la geografía en que se conduzca.

2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO MOTOR ELÉCTRICO SÍNCRONO DE IMANES PERMANENTES

Un motor síncrono de imanes permanentes (PMSM, por sus siglas en inglés), es una máquina electrónica de CA generalmente, que transforma la energía eléctrica en mecánica a través del movimiento rotatorio sobre un eje. Se le denomina síncrona o sincrónica debido a que se produce una sincronía en la frecuencia del campo magnético rotatorio, originado por la excitación de las bobinas del estator, y el movimiento angular del rotor, lo que quiere decir que giran a la misma velocidad. Con el tipo de imanes permanentes, se simplifica el diseño y se logra crear un flujo constante en el entrehierro, sin olvidar que son materiales con una alta capacidad de almacenamiento de energía magnética, gracias a estos imanes se elimina la necesidad del rotor bobinado y las escobillas que se usan normalmente para la excitación en los motores síncronos, al suprimir estas escobillas se rebaja la necesidad de realizar mantenimientos

$$n = \frac{60 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Ilustración 2-11. Fórmula de velocidad de sincronismo.

Fuente: Página web de Espaciotesta³

³ <https://sites.google.com/site/espaciotesta/maquinas-electricas>

Tabla 2-2. Expresión matemática.

Valor	Significado
n	Velocidad de sincronismo de la máquina en rpm
f	Frecuencia de la red a la que está conectada la máquina en [Hz]
P	Número de pares de polos de la máquina
p	Número de polos de la máquina

En la ilustración 2-12 se puede apreciar que el rotor posee los imanes permanentes, mientras que el estator posee tres bobinas, las cuales van conectadas en estrella, donde se logra que la interacción entre el campo magnético de las bobinas del estator y el rotor imantado produzca el par de rotación. Para poder generar el máximo par posible energizando de manera correcta las bobinas en la posición actual del rotor, es necesario conocer dicha posición, para lo que se utiliza un sensor de posición ubicado de forma tal que pueda dar a conocer la posición instantánea o la posición angular del rotor (ilustración 2-1). La conmutación de las bobinas se debe producir mediante un circuito inversor (ilustración 2-1).

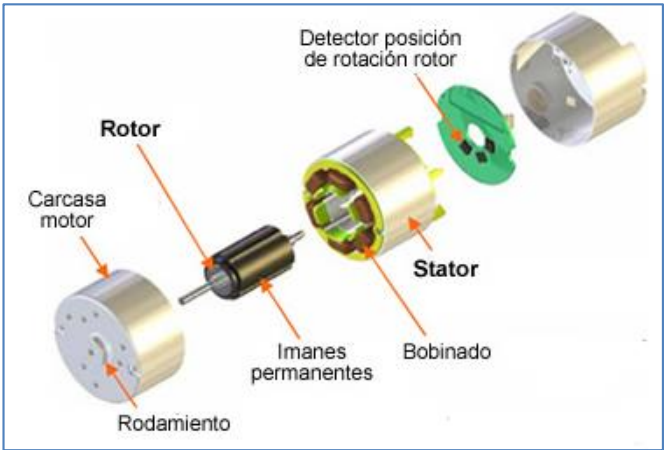


Ilustración 2-12. Motor eléctrico de imanes permanentes.

Fuente: Página web Culturaanimal⁴

⁴ <https://culturaanimal.es/2018/12/02/que-coche-comprar-glp-gnc-hibrido-o-electrico/>

2.2.1 Cómo se transforma de energía eléctrica a energía mecánica

Para poder transformar la energía eléctrica que proviene desde las baterías previamente recargadas desde la red doméstica o punto de carga establecido, el motor necesita que la energía eléctrica sea la adecuada, por lo cual se requiere de un regulador o controlador, el cual consta de un inversor, un rectificador y un transformador, confeccionados con el fin de gestionar correctamente los distintos flujos de corriente que demande la máquina y la batería, por ejemplo: cuando el motor empuja el vehículo o cuando se está cargando la batería. Este elemento funciona con corrientes sumamente altas, por lo que se producen pérdidas de corriente en forma de calor, el cual debe ser disipado de manera eficiente por algún sistema de ventilación para mantenerlo a una temperatura óptima de funcionamiento y además evitar sobre calentamiento que pudiera ocasionar una falla en el elemento y por consiguiente en el sistema.

Teniendo las baterías con carga suficiente, se le induce una carga eléctrica a las bobinas del motor eléctrico, las cuales se encuentran en el “estator”. Esto producirá un campo electromagnético rotatorio, que, a su vez, hará girar el “rotor”. El rotor está conectado directamente con la caja reductora de velocidad, la cual es necesaria en un motor eléctrico debido a la inmediatez con la que se produce el movimiento giratorio en el eje del motor eléctrico, lo que podría producir que el exceso de torsión repentina hiciera que se quebrara el eje. Al final del eje del motor eléctrico, el cual se encuentra adosado al rotor, se encuentra un piñón con un número determinado de dientes, el cual se engrana con una rueda dentada mas pequeña, la cual posee en el mismo eje otro piñón de reducción que, a su vez, se conecta con el otro piñón que va hacia las ruedas motrices del vehículo por medio de un diferencial.

2.2.2 Datos del motor 5 AM-450 del Fluence ZE

Este motor al igual que todos los motores existentes en el mercado, ya sean motores de combustión interna ciclo otto, diésel o motores eléctricos tienen una placa de características o identificación, estos deben estar en un lugar de visible y firmemente sujetos en el motor u en su carcasa, estos datos dan la información correspondiente al motor en cuestión. En la ilustración 2-13 se puede observar la ubicación que estaría la placa de identificación del motor.

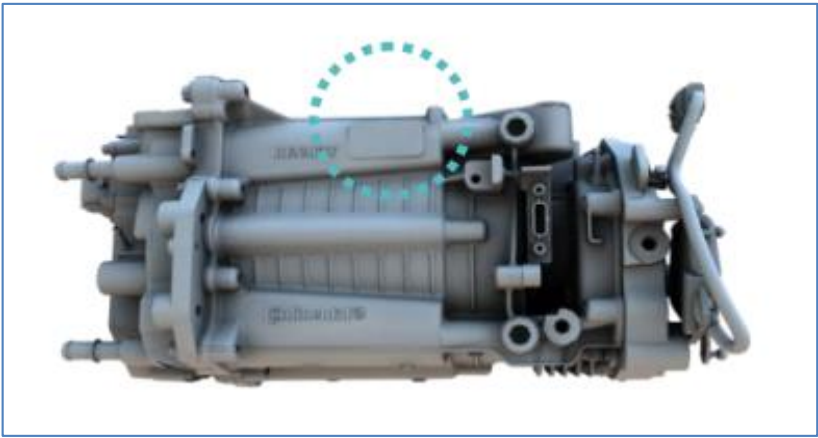


Ilustración 2-13. Ubicación y datos de placa motor.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

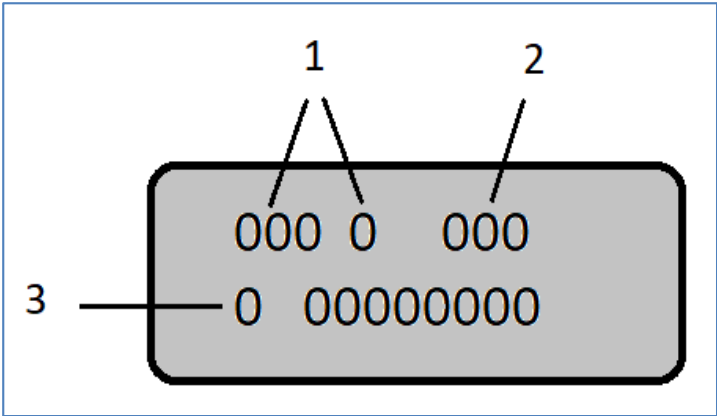


Ilustración 2-14. Datos de la placa motor.

Fuente: Dibujo basado en Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

Tabla 2-3. Identificación placa motor.

	Característica específica
1	Tipo de motor
2	Índice del motor
3	Número del motor

Como se puede observar en la ilustración 2-14, se aprecia que hay tres datos a grandes rasgos para poder clasificar los motores, el motor que posee el Fluence ZE, es 5AM400, esta descripción nos permite saber dado el 5 del tipo de motor, es uno de rotor síncrono bobinado, el índice del motor es de 400, y finalmente, se tienen las siglas AM, de las cuales no se logró obtener el significado.

CAPITULO 3: MOTORREDUCTOR Y FLUJOS DE CORRIENTE

3.1 EL MOTORREDUCTOR

El motorreductor se diferencia de un reductor de velocidad común en que el primero está conectado directamente a la salida de un motor, en nuestro caso, el motor eléctrico del Fluence ZE en estudio. Por medio de engranajes con distintos diámetros y cantidad de dientes, se logra reducir la velocidad de giro de un eje, permitiendo que un motor con una altísima velocidad de respuesta como lo es la del motor eléctrico, transfiera la velocidad de giro a un sistema de manera controlada y permitiendo también la gradualidad de la aceleración. Este sistema también previene que se produzcan eventos de falla catastrófica en los ejes presentes en el sistema a reducir, producto de la repentina torsión que se produce en el eje y las propiedades físicas de los metales de los que se componen cada uno, esto quiere decir que si tenemos un eje de salida de un motor eléctrico, cuya velocidad de respuesta es casi instantánea, probablemente éste eje tendrá una vida útil mucho más corta que la de un eje que sí posea reducción de velocidad, debido a que en el segundo caso, el choque entre las piezas mecánicas en contacto se minimiza en gran medida gracias al motorreductor presente.

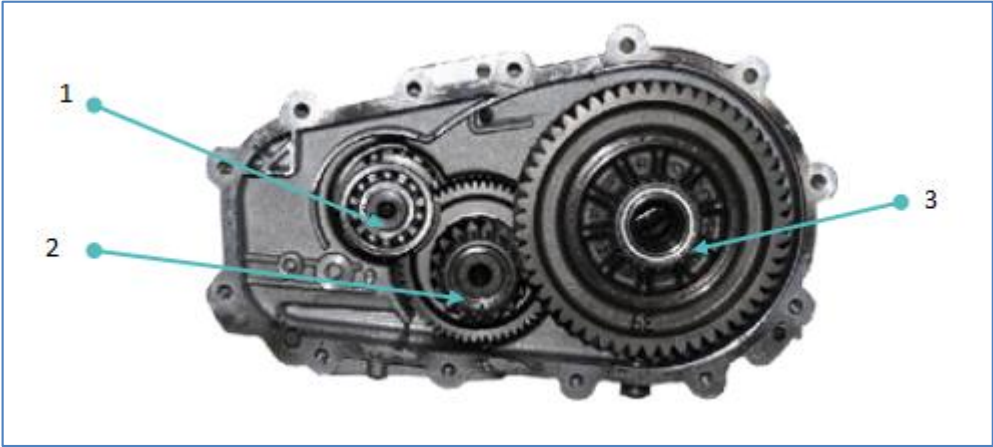


Ilustración 3-1. Reductor del Fluence ZE.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

Tabla 3-1. Componentes del reductor.

	Pieza
1	Piñón de salida motor eléctrico
2	Piñón de reducción
3	Diferencial

Los motorreductores y reductores son sumamente utilizados en la industria automotriz y el rubro industrial, sin contar los usos cotidianos que poseen y que pasan desapercibidos como el simple uso de una bicicleta o un reloj. Para los vehículos motorizados eléctricamente, este sistema se ha convertido en una solución sumamente importante, debido a que significa diversas ventajas para el sistema de transmisión de un vehículo, tales como reducción de peso, reducción de piezas mecánicas en contacto, reducción en las necesidades refrigerantes que pudiera tener el sistema, etc., es por estos y otros motivos, que los vehículos eléctricos posean varias ventajas por sobre un motor térmico de cualquier combustible, donde se aumentan la cantidad de piezas en contacto, la cantidad de sistemas necesarios para realizar las distintas reducciones de velocidad y de manejo de potencia y torque, aumentando también el número de sistemas de refrigeración y lubricación, lo que a su vez, aumentaría significativamente el peso total del vehículo.

3.1.1 Principio del reductor de velocidad

Para producir la reducción de velocidad se utiliza el principio de relación de transmisión, para este caso, relación de reducción, que se puede determinar mediante la cantidad de dientes que tiene un engranaje y otro, por el perímetro de la circunferencia y por tanto también por el diámetro de cada una de las ruedas dentadas, como se puede ver la ilustración (ilustración 3-2).

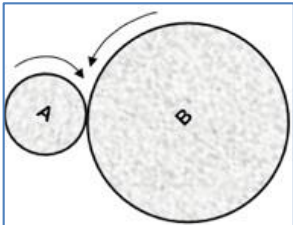


Ilustración 3-2. Principio de la reducción de velocidad.

Fuente: Página web de Potencia Electromecánica⁵

⁵ <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>

Si se tiene que la circunferencia “A”, posee un diámetro de 26 [cm], mientras que la “B” posee uno de 44 [cm], entonces se tendrá que el perímetro de la rueda “A” será de 81.64 [cm] y el perímetro “B” será de 138.16 [cm]. Haciendo el cálculo de reducción se obtendrá que $94,247\text{ cm} / 31,414\text{ cm} = 1.6: 1$. Esto significa que por cada una vuelta de la rueda “B”, la rueda “A” realizará 1.6 vueltas y así se logró reducir la velocidad de giro de la rueda de salida, la rueda “B”.

Dentro de los reductores y motorreductores es sumamente importante el concepto de torque o par de torsión, el cual representa la fuerza con la que puede girar el piñón de salida de un sistema de reducción, la cual se expresa en una unidad de fuerza en una unidad de distancia, tales como [Kg-m],[N-m], [lb-ft], [lb-pulg], según sea el sistema de unidades que se ocupe.

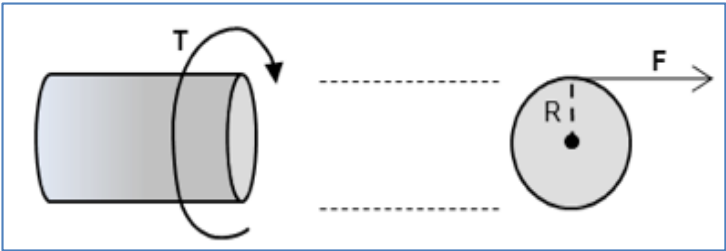


Ilustración 3-3. Torque asociado a un eje.

Fuente: Página web PotenciaElectromecánica⁶

Si se relaciona el par y la potencia, se podría decir que la potencia es la cantidad de fuerza o par que puede dar un reductor en una medida de tiempo y a una cierta velocidad de giro, por lo que se desarrollan de la siguiente manera (ilustración 3-4)

PAR (en kg-m)=

POTENCIA (en HP) x 716

VELOCIDAD DE GIRO DE LA FLECHA DEL MOTOR O REDUCTOR (RPM)

Ilustración 3-4. Fórmula de torque o par motor.

Fuente: Página PotenciaElectromecánica⁷

⁶ <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>

⁷ <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM}$$

en kg-m

Ilustración 3-5. Fórmula de motorreductor y su unidad de medida.

Fuente: Página PotenciaElectromecánica⁸

Donde la velocidad de giro se determina según el tiempo (revoluciones por minuto) y la potencia se encuentra en Horse Power [HP], mientras que el Torque o Par queda en Kilogramos metro [Kg-m].

Según la fórmula, un torque producido a un régimen o velocidad más baja, será mayor que un torque de salida a una velocidad de salida más alta, mientras la potencia siga siendo la misma. Por ejemplo: para determinar el par motor de un motor eléctrico de 10 HP con una relación de reducción de 50:1 y un régimen de funcionamiento de 1500 rpm, primero para reemplazar en la fórmula se debe ajustar la velocidad en rpm, según la relación de reducción que posea el elemento, para nuestro caso sería: 1500 / 50 = 30 rpm de salida del motorreductor y se puede reemplazar en la fórmula:

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM} = \frac{10 \times 716}{30} = 238.66 \text{ kg-m}$$

Ilustración 3-6. Fórmula aplicada.

Fuente: Página web de PotenciaElectromecánica⁹

Por lo que finalmente tendremos que, a la salida del motorreductor, el conjunto motorreductor es capaz de hacer girar una carga de 238,66 [kg] al extremo de un brazo de 1 [m] de largo, como se muestra a continuación (ilustración 3-7).

⁸ <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>

⁹ <https://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>

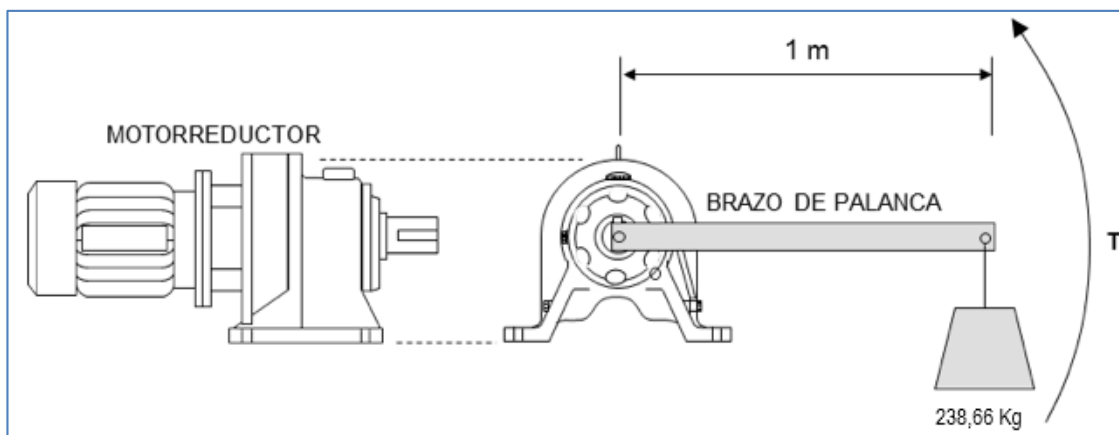


Ilustración 3-7. Motorreductor y su par.

Fuente: Página web de Potencia Electromecánica¹⁰

3.1.2 Del reductor de velocidad del Fluence ZE

El reductor de velocidad del Fluence ZE posee tres piñones, los cuales se disponen de tal forma que la relación de reducción es de 9,3:1. Esto quiere decir que por cada 9,3 vueltas que da el eje de salida del motor, el eje diferencial del reductor realizará una vuelta. Al encontrarse estas piezas en constante movimiento, expuestas a desgaste por roce y fricción, se deben refrigerar y lubricar de manera correcta, para lo cual se utilizan 0,6 [L] de aceite “Tranself TRX 75w80” o “Tranself NFP 75w80” o “Tranself TRJ 75w80”.

Para obtener el par motor en [w] se debe tener la potencia en [Nm] y la velocidad de giro en [RAD]. Para esto se utilizará una velocidad de giro de

3.2 EXPLICACIÓN DE POSICIONES DEL ECONÓMETRO

El económetro es un indicador de consumo o generación que existe en distintos casos de funcionamiento, sean estos, estando el vehículo detenido, siendo propulsado por el motor eléctrico (en plano o subida, por ejemplo), y cuando el motor del vehículo se encuentra generando electricidad para recargar la batería de tracción (en bajada o frenando).

Las distintas posiciones del económetro muestra en el tablero de funciones, la cantidad de energía que se está consumiendo o generando en unidades de Kilowatt [kW] e indicando además con una flecha, hacia dónde va el flujo de corriente (ilustración 3-8)

¹⁰ <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>

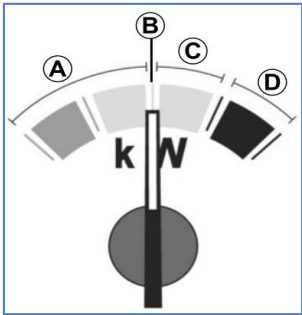


Ilustración 3-8. Económetro.

Fuente: Manual de utilización vehículo eléctrico Fluence ZE, Renault.

Cuando la aguja del indicador se mueve hacia el sector correspondiente a la letra “A” (ilustración 3-9), quiere decir que el motor eléctrico del vehículo se encuentra generando electricidad que es utilizada para recargar la batería de tracción. Esta situación es posible gracias a que la velocidad de giro del rotor del motor, es mayor que la velocidad de giro del campo electromagnético producido por las bobinas del estator y se da principalmente cuando el vehículo se encuentra en una bajada pronunciada y en menor medida cuando se está frenando el vehículo.

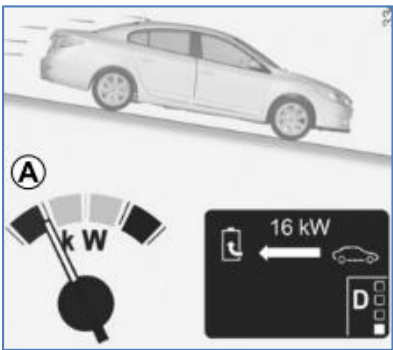


Ilustración 3-9. Económetro en posición “A”.

Fuente: Manual de utilización vehículo eléctrico Fluence ZE, Renault.

Luego se tiene la posición “B” o neutra (ilustración 3-8), la cual indica que el vehículo se encuentra sin ningún tipo de alteración en su funcionamiento, esto quiere decir que se encuentra totalmente parado, sin consumo ni generación de energía.

Después la aguja se encuentra en la posición “C”, la cual quiere decir que el vehículo está utilizando la energía eléctrica almacenada en la batería, para mover el motor eléctrico y a su vez, el vehículo. El consumo se puede apreciar en el tablero de igual manera como se aprecia la cantidad de energía que se está generando al momento de

encontrarse la aguja en la posición “A”, como se ve en la ilustración (ilustración 3-10).

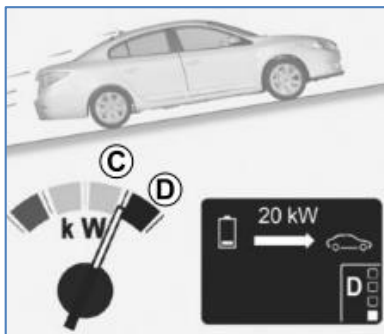


Ilustración 3-10. Económetro en posición “C” o “D”.

Fuente: Manual de utilización vehículo eléctrico Fluence ZE, Renault.

Finalmente se encuentra el sector demarcado por la letra “D” (ilustración 3-10), la cual indica que existe un sobreconsumo de energía eléctrica. Esta situación puede disminuir en gran medida la autonomía del vehículo, debido a que se está consumiendo una cantidad de energía mayor a la que el fabricante ha determinado que el vehículo debería trabajar en condiciones normales de funcionamiento. Este caso se puede dar en gran medida cuando el vehículo se encuentra en subidas pronunciadas y permite dar cuenta al conductor que la energía de la batería podría agotarse antes de lo esperado.

3.3 COMPARACIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para realizar esta comparación se tomará en cuenta la información proporcionada por Dercocenter (ver anexo 3), quienes hacen su comparación con los valores que ellos han medido. Luego, para estimar cuánto se gastaría con cada uno de los combustibles propuestos, se hace el cálculo suponiendo que con cada uno de ellos se ha recorrido 3000 [Km]. Según el cuadro del anexo 3, se puede apreciar que el rendimiento de un vehículo de la línea ZE, que es de 6 [Km/Kwh], hace bastante mas económica la opción eléctrica de los automóviles con otros combustibles, donde se compara el rendimiento con la utilización de gasolina de 95 [OCT], con Diésel y con GNC. Lo que este cuadro comparativo plantea es que, por 3000 [Km] recorridos en un automóvil con motor propulsado por gasolina de 95 [OCT], el cual posee un rendimiento de 10 [Km/L], tomando en cuenta un valor de \$660 por cada litro de combustible adquirido, se tendría un gasto total de \$198.000. Luego se tiene que, utilizando un combustible Diésel, con un rendimiento de 13 [Km/L] y un valor de \$490 por litro, se obtiene un costo total de \$113.077. Con el GNC, que tiene un valor de \$479 por litro, suponiendo un rendimiento

de 11 [Km/m³], se obtiene finalmente un costo de \$130.636. Y para finalizar, con el valor domiciliario de 1 [Kwh], que corresponde a \$110 y el rendimiento del motor eléctrico en cuestión, que sería de 6 [Km/Kwh], se tiene un valor total de \$55.000.

Según esta comparación de rendimientos y valores de los distintos combustibles a utilizar, se puede apreciar que el vehículo electro motorizado entrega una opción más económica que el resto de los motores en cuestión.

CAPÍTULO 4: MANTENCIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 MANTENCIONES

Los procedimientos a realizar lucen bastante simples y rápidos de realizar, se tiene en el documento informativo facilitado por Dercocenter (Anexo 1), que las mantenciones son cada 15.000 [Km] o en su defecto, cada seis meses. Dentro de las mantenciones a realizar se tienen: cambio de filtro de polen o habitáculo cada vez que se realiza la revisión semestral (cada 6 meses) o cada 15.000 [Km], cambio de batería de 12 [V], utilizada para alimentar el sistema de sensores, luces y accesorios del vehículo, cada 90.000 [Km] o cuando se cumpla su plazo máximo de utilización que son tres años, lo que ocurra primero. Luego se tiene el cambio de pastillas de freno delanteras cada 60.000 [Km], aunque se plantea que la periodicidad de esta mantención dependerá de la influencia de factores externos a considerar tales como, la manera de conducción del usuario, la zona geográfica donde se utilizará el vehículo, la cantidad de tiempo que se utilizará, la carga que se va a transportar en él, entre otras cosas, por lo que se recomienda realizar un chequeo cada vez que se lleve el automóvil a la revisión de Dercocenter; después se encuentra el cambio de líquido de frenos a los 90.000 [Km] o cada tres años y por último está el cambio de líquido refrigerante del motor eléctrico, el cual se realiza a los 120.000 [Km]. Cada vez que se lleva el vehículo a la revisión de seis meses o 15.000 [Km], se le debe realizar un chequeo del desgaste de piezas, para el cual es utilizado el sistema de scanner de la concesionaria Dercocenter, el cual se denomina “Equipo Clip”.

Este plan de mantenimiento apunta al vehículo completo, por lo cual, dentro de éste se han encontrado muy pocos procedimientos que se le podrían realizar al conjunto motor/reductor del automóvil. Sin embargo, se puede apreciar que a los 120.000 [Km] se realiza un cambio de líquido refrigerante del conjunto motor y reductor, al cual se le denomina “Tranself TRJ 75w80” y el volumen utilizado es de 0,6 litros. Para dicha mantención es necesario quitar primero el aceite usado, retirando la tapa de vaciado del reductor, ubicado en la parte inferior del reductor (ver anexo 2), para luego colocarlo nuevamente cuando se haya terminado de drenar el cárter de aceite refrigerante, dándole un par de apriete de 35 [Nm], y posteriormente, comenzar a suministrarle dicho aceite por el orificio de llenado, ubicado aproximadamente a la mitad de la tapa del reductor, al costado derecho (ver anexo 2). También se tiene que cada 15.000 [Km] o cada semestre, momento en el cual se debe llevar a Dercocenter para su respectiva revisión, se le realiza un chequeo con el equipo “scanner clip” que determina el desgaste de las piezas de fricción, verificando que los componentes del motor y otros equipos se encuentren en

condiciones de seguir realizando sus respectivas funciones de manera correcta y evitando algún tipo de falla que pudiese desencadenar eventos más catastróficos para el motor.

El costo total de dicha mantención, luego de haber recorrido 150.000 [Km], sería de \$1.117.423.

Para realizar la comparación en este aspecto de ambos motores, será en base al homólogo del Fluence ZE, el Fluence de motor a combustión interna. Se tomarán en cuenta los datos de frecuencia y valor de cada mantención, entregados también por Dercocenter (ver anexo 4), donde se puede apreciar que cada 10.000 [Km] se realiza el cambio de aceite del motor y los respectivos chequeos. Luego se tiene que cada 60.000 [Km], además de realizar el cambio de aceite correspondiente a la mantención de 10.000 [Km], se le hace un cambio de kit de distribución, llámese kit al conjunto de correas de distribución. Dichas mantenciones tienen un valor total de \$162.025 y \$546.070 respectivamente. Luego de 60.000 [Km] recorridos se tendría un valor total de \$1.356.195 (por cinco mantenciones de 10.000 [Km] y una de 60.000 [Km]). Para finalizar la comparación en relación a los costos asociados a mantenciones a realizar en los distintos motores en cuestión, se tomará en cuenta el valor total a pagar en el Fluence ZE y en el Fluence de motor térmico, luego de haber recorrido un total de 150.000 [Km]: el valor total a pagar en un Fluence electro motorizado será de \$1.117.423, mientras que el de motor térmico habrá hecho desembolsar a su dueño un total de \$3.198.495 (trece mantenciones de 10.000 [Km] y dos mantenciones de 60.000). Lo cual dejaría en clara ventaja al vehículo de motor eléctrico.

4.1.1 Cableado de potencia

En el Fluence ZE existen dos tipos de cableado de potencia: uno más grueso con un máximo de 230 [A] (ilustración 3-11) y otro con un máximo de 30 [A] (ilustración 3-12), ambos de una gama de tensión de 400 [V] de corriente continua.



Ilustración 4-1. Cableado de corriente máx. 230 [A].

Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.



Ilustración 4-2. Cableado de corriente máx. 30 [A].

Fuente: Curso de formación Renault Z.E cuaderno de cursillista de formación mecánica.

Es imperativo que antes de realizar cualquier desconexión o manipulación de estos cables, el vehículo debe estar en modo “seguridad”, el cual permite realizar los trabajos sin riesgo de electrocutarse y debe ser puesto por una persona autorizada.



Ilustración 4-3. Desbloqueo de conectores.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

El interbloqueo es una función que permite verificar que todas las conexiones de la red de 400 [V] estén correctamente conectadas, por medio de una pieza interna ubicada en cada conector del cableado de 400 [V] y sus respectivas bases, conector que por lo demás, permite realizar una conexión segura, bloqueando las partes a unir para que no puedan ser desconectadas o movidas fácilmente. Esta función la permite, enviando una señal al calculador EVC, por medio de resistencias ubicadas en las partes en contacto del conector y la base. Además, impide que el usuario acceda a la alta tensión de 400 [V].

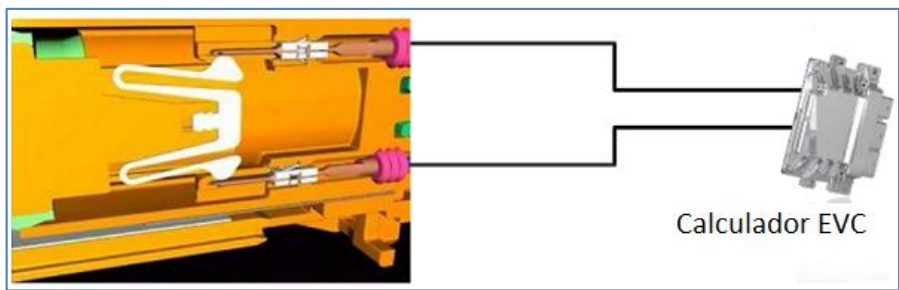


Ilustración 4-4. Señal del calculador a las resistencias.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

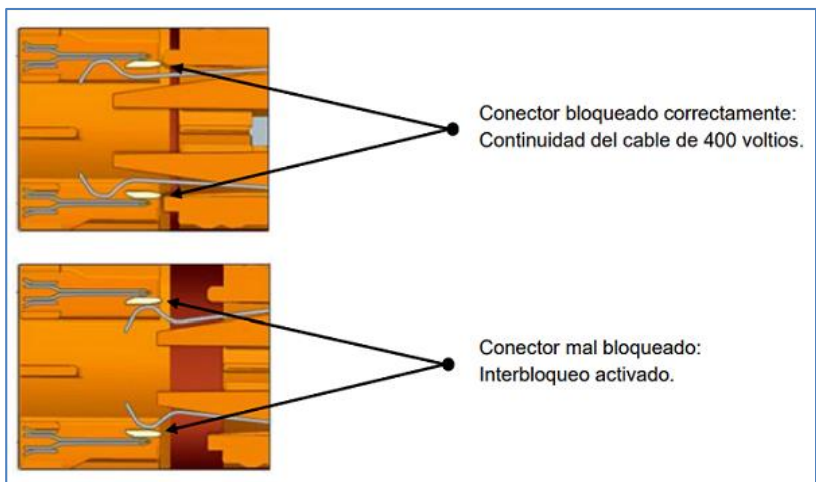


Ilustración 4-5. Interbloqueo en posición cerrada.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

4.1.2 Mantenimiento de conectores y cableado

Con respecto a la mantención del cableado, está prohibido reparar cables o conectores, siempre se deben sustituir el conjunto cableado-conector en caso de fallo o mal funcionamiento.

Toda la red de alta tensión se encuentra totalmente aislada del resto del vehículo, por lo tanto, se debe supervisar dicha aislación por medio del calculador EVC. En la batería de tracción se puede encontrar el captador de falla de aislamiento, por lo tanto, será el calculador de la batería de tracción LBC el que envíe la señal de impedancia medida entre el chasis y el cableado, a través de la red multiplexada, hasta el calculador EVC.

Existen dos niveles de fallo de aislamiento: el primero se produce cuando se detecta un valor mayor que 80 [KΩ], donde se protege el material del sistema y al usuario

en caso de ocurrir un cortocircuito en la red de alta tensión y se muestra un primer aviso al usuario con una luz testigo color naranja en el tablero de instrumentos (ilustración 3.6); el segundo fallo se produce cuando el nivel de fallo alcanza un valor de 40 [KΩ], en este caso existe un peligro para el usuario, por lo que, la detección también permite proteger al usuario y al material del sistema de un cortocircuito de la red de alta tensión, haciendo aparecer una luz testigo de color rojo (ilustración 4-7), indicando al usuario la existencia del problema. En este segundo caso, está prohibido cargar la batería.



Ilustración 4-6. 1º Fallo de aislamiento.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.



Ilustración 4-7. 2º Fallo de aislamiento.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

El aislamiento también se debe medir con un megóhmetro o probador de aislamiento (ilustración 4-8), el cual permite medir la alta resistencia óhmica o también llamada “impedancia”, del orden de los mega ohmios, según el voltaje presente en el sistema a medir, sea cable, instalación, equipo o máquina eléctrica a medir, donde se considere que podría existir un posible peligro para el usuario.



Ilustración 4-8. Megóhmetro.

Fuente: Curso de formación Renault ZE cuaderno de cursillista de formación mecánica.

4.2 SÍNTESIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL FLUENCE ZE

El vehículo eléctrico utiliza la energía eléctrica de las baterías de tracción para realizar su trabajo, esto quiere decir que para que se pueda poner en marcha el automóvil, las baterías se deben encontrar correctamente cargadas. Estando este parámetro como debe encontrarse, la corriente de las baterías se traslada por medio de cables de alta tensión hacia la caja de conexiones, la cual se encarga de distribuir la corriente a donde se considere necesaria según la situación en la que se encuentre el vehículo, en el caso de encontrarse acelerando, haría que la corriente pase al convertidor de corriente, éste se encarga de convertir la corriente continua (CC) producida por las baterías, en corriente alterna (CA), que será la que finalmente alimente al conjunto motor reductor. Al llegar la corriente hasta el motor, este energizará los bobinados del estator, generando lo que se conoce como campo electromagnético rotatorio, el cual generará un movimiento circular en el rotor, debido a la presencia de imanes permanentes en este último, que generan la polaridad necesaria para que el campo electromagnético generado por el estator, haga girar el rotor. Al encontrarse girando el rotor, el movimiento rotativo se trasladará por medio del eje del motor eléctrico hacia el reductor de velocidad que tiene acoplado, éste se encargará de, como su nombre lo plantea, reducir la velocidad de salida por medio de cuatro engranajes, el engranaje del árbol primario (directamente de la salida del motor), luego pasando al engranaje reductor (entre el engranaje de salida del motor y el engranaje del diferencial), que posee dos engranajes en un mismo eje: uno que engrana directamente a la salida del motor y otro mas pequeño que engrana directamente al último engranaje, el engranaje del diferencial. Éste último engranaje lleva el movimiento hacia las ruedas, produciendo el movimiento del vehículo completo.

4.3 **RECOMENDACIONES DE USO**

Cuando se requiere encender el vehículo, se debe tener en cuenta que se deben cumplir ciertas condiciones para que se pueda prender el automóvil y posteriormente ponerlo en marcha. Primero, la palanca de velocidades debe encontrarse en la posición “P”, sin esto el vehículo no se prenderá, mientras, se debe presionar el pedal de freno y girar la llave a la posición “D”. Posteriormente se debe poner atención al panel, donde se enciende una luz testigo con la designación “OK” que comienza a parpadear, acompañada de una señal acústica con el sonido de un pitido. Cuando la señal acústica se detiene y la luz testigo deja de parpadear para tornarse una luz fija, el vehículo se encuentra listo para poner en marcha. Además de esto, el cable de la carga de batería debe estar desconectado, de otro modo, el encendido no será posible, ya que, por motivos de seguridad, la opción de encendido se bloquea al momento de estar cargando la batería de tracción. Nunca se debe apagar el vehículo encontrándose éste en movimiento, debido a que, al quitar el contacto del vehículo, se desactivan asistencias importantes para su uso, tales como: la asistencia de frenos y la de dirección, así como algunos dispositivos de seguridad pasiva como los airbags.

Para sacarle provecho a la autonomía real del vehículo, se aconseja tener en cuenta algunos factores importantes, tales como: la manera de conducir del usuario, la velocidad, el perfil del camino a recorrer, la calefacción y/o el aire acondicionado, la presión de los neumáticos e incluso la carga del automóvil. Dicho esto, se recomienda mantener una conducción “relajada” y evitar un estilo “deportivo” o “rápido”, manteniendo una velocidad constante que permita economizar la energía almacenada en las baterías de tracción del automóvil, para ayudar a esto, se puede conducir con la atención puesta en el “económetro”, el cual indica de manera más precisa la situación actual del consumo de energía. El perfil de la carretera se refiere al ángulo de inclinación que presenta el camino, pudiendo presentarse una subida o una bajada. En caso de conducir en un perfil inclinado en subida, se recomienda mantener el pie en el acelerador en la misma posición que se requiere en un plano, evitando mantener la velocidad a la que se iba en un llano, lo cual implicaría pisar más el acelerador. Con respecto al confort térmico, la configuración de la temperatura y la velocidad del ventilador influyen en la autonomía del vehículo debido a que utiliza la energía eléctrica para su funcionamiento. Para aumentar la autonomía del automóvil existe una configuración recomendada, que se puede activar desde el panel de control, denominada “ECO”, la cual ayuda disminuir la energía que utiliza el automóvil para hacer funcionar el ventilador y ajusta la temperatura del pasajero de acuerdo a la

temperatura que ajusta el conductor. Para disminuir significativamente el consumo de energía del vehículo, es recomendable utilizar los neumáticos correspondientes, siempre del tipo, tamaño y estructura que recomienda el fabricante, monitoreando y manteniendo también la presión de inflado indicada al costado de la puerta del conductor. Siempre se debe monitorear la presión de inflado con los neumáticos en frío, en caso de no cumplir esta condición y los neumáticos se encontrarán calientes, a la presión normal de inflado se le deben agregar 3 [PSI] o 0,2 - 0,3 [bar]. Nunca se deben desinflar los neumáticos estando estos a una alta temperatura. Finalmente, para aumentar aún más la autonomía del vehículo, se debe evitar a toda costa agregarle carga innecesaria cada vez que se vaya a utilizar el automóvil.

Se prohíbe determinadamente acceder a los circuitos de 400 [V] del vehículo sin tener la capacitación adecuada, esto producto del gran riesgo de accidente al que se somete la persona. Siempre se debe consultar con un especialista o con un representante de la marca para realizar trabajos en el vehículo, así disminuyen las probabilidades de producir alguna falla por error humano.

No se debe conducir el vehículo por lugares inundados lo suficiente como para que la altura del agua sobrepase el borde inferior de las llantas.

Nunca se debe lavar el compartimiento del motor, la toma de carga, ni la batería de tracción con una máquina de lavado de alta presión, puesto que existe riesgo de dañar los componentes eléctricos y de descargas eléctricas que podrían resultar en accidentes graves o fatales. Tampoco se debe lavar, ni manipular el vehículo cuando este se encuentre en proceso de carga de las baterías de tracción. Se debe verificar siempre que el cable y la toma de carga se encuentren secas y en buenas condiciones, se aconseja tener especial cuidado de no aplastar, tirar, mojar o golpear el cable durante la carga, debido a que esto podría presentar una situación riesgosa para el usuario. El cable no debe utilizarse en caso de presentarse algún tipo de daño en él. También se prohíbe utilizar el cable con algún tipo de regleta o alargador, debido a que existe riesgo de incendio, provocado por algún cortocircuito que pudiese presentar el sistema.

Otro punto para tomar en cuenta es la temperatura ambiente a la que se somete el vehículo al momento de realizar la carga, una temperatura por debajo de los -25 [°C] hará imposible la carga del automóvil, mientras que, si la temperatura fuese demasiado alta, se debe estacionar el vehículo en un lugar templado o a la sombra y esperar que la temperatura baje. Se puede realizar la carga en un ambiente con nieve o con lluvia, mientras se tenga especial cuidado de que al momento de conectar el cable a la toma de

carga y al desconectarlo, ambas superficies se encuentren secas, si esto no fuese posible y la toma de carga se encontrara húmeda o con nieve, esto podría hacer imposible la carga del automóvil.

Este tipo de vehículos son sumamente silenciosos, por lo tanto, se aconseja siempre verificar que el automóvil quede completamente apagado, con la palanca de velocidades en la posición “P” y jalar el freno de mano al estacionarlo, así como también, al momento de darle contacto, cerciorarse de que la palanca de velocidades se encuentre en la posición “P” y presionar el freno de pedal. Esta característica podría ocasionar problemas al momento de circular por la ciudad, tanto para el usuario como para los peatones, es por esto que se recomienda al conductor mantenerse especialmente alerta a cualquier tipo de circunstancia que pudiese provocar una situación peligrosa tanto para él y los ocupantes, como para los peatones y el resto de vehículos a su alrededor. También debe tener sumo cuidado al momento de estacionarse, puesto que, al tener la costumbre de escuchar cuando se aproxima un vehículo con motor térmico convencional, un peatón podría no darse cuenta que un automóvil se está acercando, lo cual podría ser peligroso y ocasionar una situación con riesgo de accidentes.

4.4 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo era determinar cuál de los vehículos era mas conveniente, si el vehículo convencional de motor térmico o el vehículo electro motorizado de modelo Fluence ZE de la marca Renault. Según los parámetros que se compararon en este trabajo, se puede afirmar que el vehículo eléctrico es una opción sumamente válida y positiva en muchos aspectos, por ejemplo, cuando se habla de términos económicos en relación a la utilización de un vehículo, donde se plantearon las diferencias entre los costos de mantención y de los distintos combustibles, se puede apreciar que el Fluence ZE es la mejor opción. Sin embargo, hay un detalle importante que se debe tener en cuenta, que es el tiempo de carga del autmóvil, donde el Fluence ZE tiene bastante desventaja, puesto que la carga rápida de un automóvil eléctrico puede durar hasta treinta minutos y la carga lenta, una noche completa, lo que sería mas o menos unas ocho horas de carga, mientras que un vehículo de motor térmico no tarda mas de cinco minutos en realizar una carga completa de su estanque de combustible. Otro aspecto a considerar antes de dar un veredicto final, sería la autonomía del automóvil, donde el vehículo convencional de motor térmico sería la mejor opción debido a la reducida

autonomía del vehículo eléctrico, además de la variabilidad de la autonomía que depende mucho del lugar donde se va a utilizar el automóvil y de las condiciones de carga a las que se va a exponer el vehículo, donde se puede reducir demasiado la autonomía, o se puede mantener sumamente alta. Este motivo en particular hace dar cuenta que finalmente, no se puede dar un veredicto sin antes evaluar las condiciones en las que se empleará el automóvil. Dicho esto, si se puede afirmar que: para una persona que necesita hacer viajes de largas distancias y realizar cargas cortas de combustible, un vehículo de motor convencional sería la mejor opción. Mientras que, para un usuario que se movería dentro de una ciudad como lo es la ciudad de Santiago, donde existen varios puntos de carga de automóviles eléctricos y las distancias a recorrer no son tan extensas, entonces un vehículo de motor eléctrico como el Fluence ZE puede ser la mejor opción si se quiere abaratar costos en combustible y mantención, sumándole además el aporte nulo a los gases contaminantes en una ciudad donde la contaminación ambiental es un tema importante la mayor parte del tiempo.

CONCLUSIONES

Para finalizar este trabajo, cabe destacar lo complicado que fue para el grupo recabar la información presentada por diversos motivos, de los cuales se puede mencionar, por ejemplo, que en este país la información es sumamente acotada y reservada, puesto que la tecnología electromotriz es aún muy nueva en el mercado automotriz chileno y lleva poco tiempo implementándose y, por tanto, desarrollándose. Otro factor importante sería la disponibilidad de las concesionarias para tratar estos temas, por razones de tiempo y también por un tema comercial, puesto que, darle demasiada información a personas externas a las empresas que se ocupan de realizar los trabajos en este tipo de automóviles, en general, cualquier tipo de información interna, podría ocasionar pérdidas en algún aspecto, por ejemplo, dar la información completa sobre los procedimientos para realizar las mantenciones en su totalidad a algunos equipos, en su momento podría provocar que alguna persona externa a la empresa recibiera dicha información y realizará los trabajos a un menor precio, a lo cual, los usuarios preferirían atenderse con éste último para ahorrar parte de su dinero. También cabe mencionar que la información en libros o internet puede encontrarse desactualizada y varias veces, poco creíble, por lo que seleccionar las partes que servían y las que no se hizo sumamente difícil. Finalmente, uno de los factores que más influyeron en la complejidad de recopilar la información, fue el contexto actual país, donde se pasa por un momento histórico a nivel global, provocado por la ya conocida pandemia del virus “covid-19”, es por esto que muchas veces fue complejo poder comunicarse con algún representante de la marca y más de alguna vez no hubo respuesta. Al grupo le hubiera gustado tener mucha más información con respecto a lo que le compete como técnicos de mecánica automotriz, relacionada a los trabajos que se le realizan al motor, detalles más específicos del funcionamiento, mayor detalle también de las mantenciones a realizar y de sus procedimientos, así como también, la existencia y uso de herramientas especiales o exclusivas de concesionaria, las fallas que normalmente se producen en este tipo de motores, y finalmente, cómo se diagnostican este tipo de anomalías.

Se determinó que, en términos de costos de mantención y utilización, un Fluence ZE sería la mejor opción, mientras que, en términos de autonomía, tiempos de carga y espacio en el maletero, como, por ejemplo, alguien que necesita hacer viajes largos y cargar mas de lo común su automóvil, lo recomendable es la adquisición de un vehículo convencional de motor térmico, sea Diésel o a gasolina.

Los trabajos a realizar en el motor eléctrico y su reductor de velocidad deben ser

siempre realizados por un técnico calificado por la marca de Renault, quien a su vez, debe respetar todas las indicaciones técnicas que se le han entregado en las respectivas capacitaciones, tales como: utilizar las herramientas correspondientes, sean o no, herramientas especiales de las concesionarias, siempre realizar los trabajos en un espacio limpio y con las manos limpias, ya que, varias de las piezas deben encontrarse sin ningún rastro de grasa o de aceite o incluso, de humedad, para evitar que existan problemas de adherencia, también se deben respetar siempre los pares de apriete establecidos por la marca, en caso de no haber indicaciones específicas se deben utilizar los pares estándar, de los cuales no se logró tener el cuadro de pares de apriete generales, también otorgados por la marca Renault. Además, por motivos de seguridad, antes de comenzar cualquier tipo de intervención es imperativo que se verifique la ausencia de tensión en el sistema, esto con el fin de disminuir los riesgos graves de electrocución y quemaduras. Los cables no se deben empujar ni tirar nunca, siempre se deben realizar los movimientos necesarios habiéndolos sujetado desde los enchufes o las tomas de corriente. Finalmente, se plantea que está prohibido realizar soldaduras en los componentes del sistema electrónico encargado de la potencia del vehículo. Cuando se necesite desconectar las tomas de corriente, se debe evitar a toda costa que éstas se contaminen o se humedezcan, es por este motivo que durante el tiempo que estas piezas se vayan a encontrar desconectadas, se deben sellar utilizando una bolsa de plástico.

Para un correcto funcionamiento del motor y motorreductor, siempre se deben respetar los tiempos que determina la marca para realizar las respectivas revisiones y mantenciones, las cuales se aconseja en sobremanera que sean realizadas en las concesionarias de la marca, esto por que la tecnología utilizada en estos vehículos puede necesitar en reiteradas ocasiones que se utilicen herramientas, equipamientos y habilidades especiales que en la concesionaria se garantiza que los trabajadores poseen.

BIBLIOGRAFÍA

Renault. Curso de formación Renault Z.E. cuaderno de cursillista de formación mecánica. 2011

Renault. Manual de utilización vehículo eléctrico. Fluence Ze.

https://micocheelectrico.com/media/2017/01/Fluenzeze_enero_2012.pdf

<https://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>

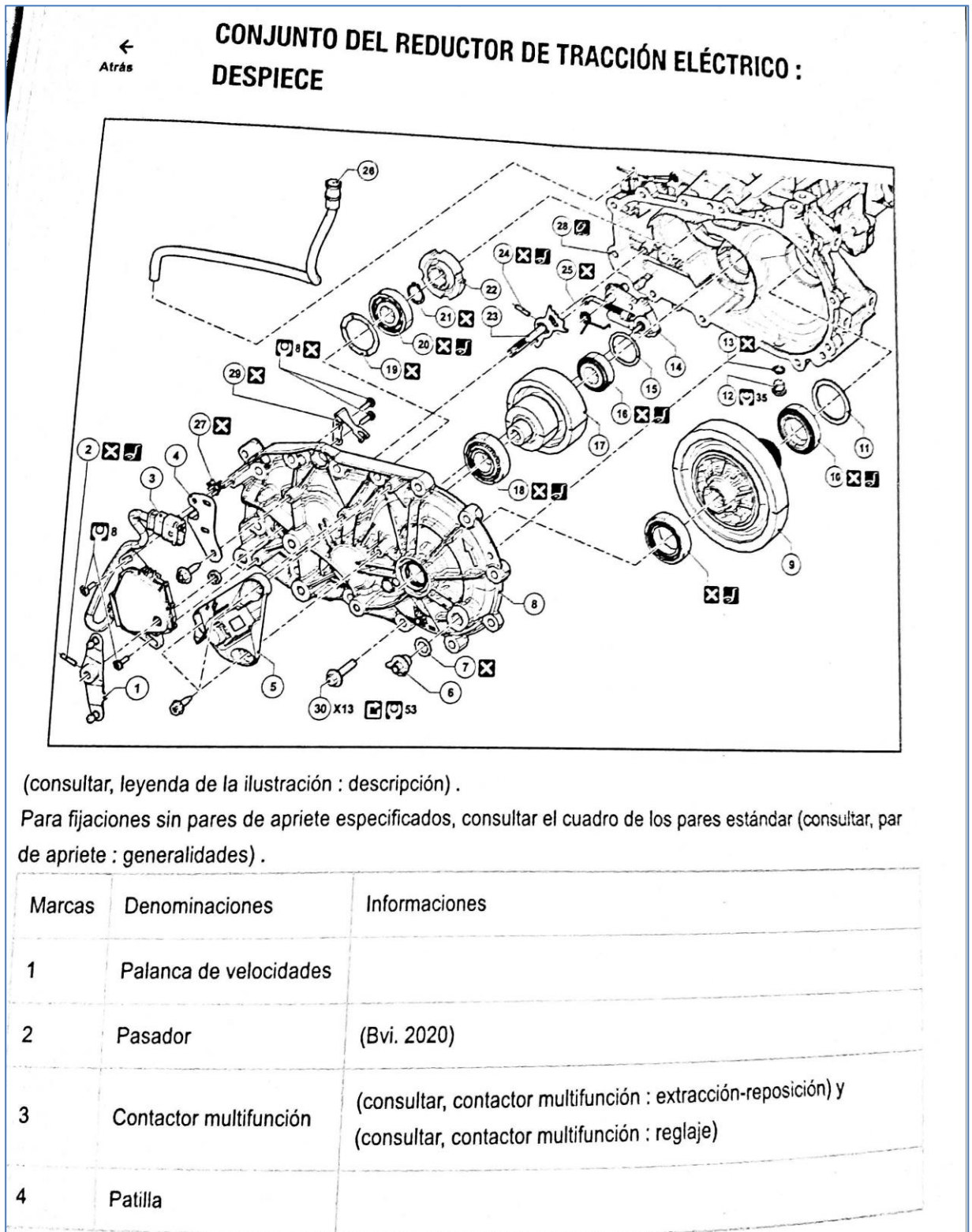
<https://sites.google.com/site/espaciotesla/maquinas-electricas>

<https://www.electrocoches.eu/marcas/renault/fluence-ze/>

<https://www.motorpasion.com/pruebas-de-coches/renault-fluence-z-e-prueba-parte-2>

<https://culturaanimal.es/2018/12/02/que-coche-comprar-glp-gnc-hibrido-o-electrico/>

Anexo 2



5	Freno del cable	
6	Tapón de llenado de aceite motor	
7	Junta	
8	Tapa	
9	Diferencial	
10	Rodamiento	(Bvi. 2020)
11	Cala	
12	Tapón de vaciado de aceite	(consultar, reductor de tracción eléctrico : vaciado - llenado)
13	Junta	
14	Sistema de bloqueo de aparcamiento	(consultar, cárter del mecanismo : extracción-reposición)
15	Cala	
16	Rodamiento	(Bvi. 2020)
17	Eje intermedio	
18	Rodamiento	(Bvi. 2020)
19	Muelle ondulado	
20	Rodamiento	(Bvi. 2020)
21	Anillo elástico	
22	Rueda de bloqueo de aparcamiento	(consultar, cárter del mecanismo : extracción-reposición)
23	Árbol de selección	
24	Pasador	(Bvi. 2020)
25	Muelle	(consultar, cárter del mecanismo : extracción-reposición)

26	Puesta en atmósfera	
27	Abrazadera	(consultar, contactor multifunción : extracción-reposición) y (consultar, contactor multifunción : reglaje)
28	Cárter	(consultar, cárter del mecanismo : extracción-reposición) Cola de resina
29	Muelle	
30	Tornillos de la tapa	(consultar, cárter del mecanismo : extracción-reposición)

Version :

←
Atrás

CONJUNTO DEL REDUCTOR DE TRACCIÓN ELÉCTRICO :
CARACTERÍSTICAS

1 REDUCTOR 004-KW DE GENERACIÓN 1

Número de acanaladuras del árbol primario	19
Diámetro exterior del árbol primario	21,13 mm
Diámetro interior del árbol primario	19,1 mm
Número de acanaladuras del eje del diferencial	18
Diámetro exterior del eje del diferencial	20 mm
Diámetro interno del eje del diferencial	17,979 mm
Número de dientes del piñón del árbol primario	14
Número de dientes del piñón del árbol secundario	26/61
Número de dientes del piñón del diferencial	80

2 REDUCTOR 008-KW DE GENERACIÓN 1

Número de acanaladuras del árbol primario	19
Diámetro exterior del árbol primario	21,13 mm
Diámetro interior del árbol primario	19,1 mm
Número de acanaladuras del eje del diferencial	18
Diámetro exterior del eje del diferencial	20 mm
Diámetro interno del eje del diferencial	17,979 mm
Número de dientes del piñón del árbol primario	14

Atrás

ACEITE DE ENGRANAJES DEL REDUCTOR DE TRACCIÓN ELÉCTRICA: CARACTERÍSTICAS

1 ACEITE DEL REDUCTOR:

	TIPO DE ACEITE DE LA MARCHA DE REDUCCIÓN
5AM XXX	TRANSELF TRX 75W80 o TRANSELF NFP 75W80
RB0	TRANSELF TRX 75W80 o TRANSELF NFP 75W80
RAX	TRANSELF TRX 75W80 o TRANSELF NFP 75W80

2 NORMA Y REFERENCIA DEL ACEITE:

DENOMINACIÓN	ESTÁNDAR	REFERENCIA
TRANSELF TRX 75W80 o TRANSELF NFP 75W80	APIGL4 MIL-L-2105 C o D	7711573523 5 litros

Anexo 3

VEHICULO ELECTRICO ZE				
	Km / Recorrido	3000		
	Gasolina 95 Oct	Diesel	GNC	Eléctrico (BT1*)
Precio	\$ 660	\$ 490	\$ 479	\$ 110
Rendimiento (Km/litro) / Km/Kw	10 Km/L	13 Km/L	11 Km/m3	6,0 Km/Kwh
Consumo Litros por Km Recorridos	300 Litros	231 Litros	273 Litros	500 Kwh
Costo estimado por KM	\$ 66,00	\$ 37,69	\$ 43,55	\$ 18,33
Costo estimado por el Total Recorrido	\$ 198.000	\$ 113.077	\$ 130.636	\$ 55.000
(*) BT1: Valor domiciliario (1kwh = \$ 110.-)				

Anexo 4

Mantenimiento a realizar	Cantidad	Costo
Aceite 10w40 semi sintético	4,5 L	\$31.482
Filtro de aceite	1 Un	\$8.990
Golilla tapón cárter	1 Un	\$963
Filtro de aire	1 Un	\$13.490
Trabajo de revisión cada 10.000 Km Fluence 2.0 Renault	3 Hr	\$107.100
TOTAL VALOR TRABAJO (*)		\$107.100
TOTAL VALOR REPUESTOS		\$54.925
TOTAL MANTENCIÓN		\$162.025
(*) El valor del trabajo incluye el cambio de aceite y los chequeos respectivos que la concesionaria Derco determina realizar cada 10.000 Km al vehículo. Se toma en cuenta un valor de hora hombre de \$35.700		

Anexo 5

Mantenimiento a realizar	Cantidad	Costo
Aceite 10w40 semi sintético	5 L	\$34.980
Filtro de aceite	1 Un	\$10.590
Filtro de aire Megane III MT	1 Un	\$25.990
Filtro de polen A/A regulado	1 Un	\$18.490
(PE) Kit de distribución	1 Un	\$139.990
Líquido refrigerante	5 Un	\$34.450
Correa alternador	1 Un	\$28.590
Golilla tapón carter	1 Un	\$3.090
Revisión 60.000 Km Fluence 1.6 AC	7 Hr	\$249.900
TOTAL VALOR TRABAJO (*)		\$249.900
TOTAL VALOR REPUESTOS		\$296.170
TOTAL MANTENCIÓN		\$546.070
(*) El valor del trabajo incluye el cambio de aceite y los chequeos respectivos que la concesionaria Derco determina realizar cada 60.000 Km al vehículo. Se toma en cuenta un valor de hora hombre de \$35.700		