



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Diseño de un vehículo tubular eléctrico biplaza para uso
privado en el área urbana de la ciudad de Cajamarca - 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

Limay Torres, Julio Deiby (ORCID: 0000-0001-6882-8072)

Mg. Reyes Tassara, Pedro Demetrio (ORCID: 0000-0002-0395-7065)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ
2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Julio y Silvia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un gran sueño, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, responsabilidad, perseverancia y valentía, de no temer a las adversidades.

Julio Deiby Limay Torres

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo, por haberme permitido formar parte de ella y poder estudiar mi carrera. Un agradecimiento especial a las personas que me han proporcionado toda la información necesaria para elaborar este trabajo.

Julio Deiby Limay Torres

• Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Figuras.....	v
Índice de Tablas	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	35
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	35
3.2 Población y Muestra del Estudio.	35
3.3 Hipótesis.....	35
3.4 Variables y Operaciones.....	36
3.5 Técnicas de Investigación.....	36
3.6 Descripción de Instrumentos Utilizados.....	37
3.7 Interpretación de datos.	38
IV PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN	39
V. RESULTADOS.	59
VI. RECOMENDACIONES.....	59
Referencias.....	60
Anexos.....	64

- Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de sistema de propulsión en bloques de los vehículos eléctricos.....	6
Figura 2. Motor eléctrico del Mitsubishi i-Mie V	8
Figura 3. Motor eléctrico síncrono imanes permanentes	8
Figura 4. Despiece de un motor térmico	9
Figura 5. Grafica de Potencia	10
Figura 6. Motor Audi QS Hibrido Quattro.....	12
Figura 7. Motor Generador Toyota Prius	12
Figura 8. Motor de Corriente Continua CC	13
Figura 9. Comparación de Motores	14
Figura 10. Sección de un motor CC sin escobillas	14
Figura 11. Motor Honda Insight	15
Figura 12. Caja de Cambios de Motor Eléctrico	15
Figura 13. Conexión de Motor Eléctrico.....	16
Figura 14. Motor, grupo reductor, control eléctrico Renault Zoe..	18
Figura 15. Sección Motor Eléctrico Renault Zoe.....	19
Figura 16. Sección Motor de Inducción AC.....	20
Figura 17. Motor Eléctrico Tesla Modelo S.....	21
Figura 18. Sistema de Tracción Tesla Modelo S	22
Figura 19. Unidad de Control.....	23
Figura 20. Motor Eléctrico Nissan Leaf.....	25
Figura 21. Sistema de Carga.....	26
Figura 22. Conversor	26
Figura 23. La potencia y el Par Motor (ECU)	27
Figura 24. Principales Componentes	28
Figura 25. Sistema de Aire Acondicionado	29
Figura 26. Sistema de Calefacción	29
Figura 27. Motor Renault Twizy	30
Figura 28. Motor Chevrolet Volt	31
Figura 29. Motor Eléctrico General Motors	31
Figura 30. Motor Nissan Leaf.....	32
Figura 31. Sistema de Freno del Vehículo.....	47
Figura 32. Sistema de Suspensión de Muelles.....	50
Figura 33. Sistema de Suspensión Completa Prototipo.....	50
Figura 34. Muelle	51
Figura 35. Amortiguador	51
Figura 36. Brazo Oscilante	52
Figura 37. Esquema Base del Vehiculo	53
Figura 38. Circuito Equivalente Simplificado de Batería	53
Figura 39. Capacidad de Carga de Bateria de 42 Ah	54
Figura 40. Fasores Espaciales de Voltaje del Inversor	57
Figura 41. Diagrama a Bloques del CDP convencional	57
Figura 42. Comparadores de Histéresis	58

- **Índice de Tablas**

Tabla 1. Aplicación de motores de vehículos eléctricos.....	7
Tabla 2. Cargas de giro	41
Tabla 3. Repartición de masas.....	43
Tabla 4. Características del motor	45
Tabla 5. Tabla de conmutación.....	58

RESUMEN

En este trabajo de tesis se diseña un vehículo tubular biplaza para uso privado para la ciudad de Cajamarca, en el proceso de investigación y adaptación tecnológica de lo aprendido en la carrera de ingeniería mecánica se realizó un sistema electrónico de potencia con el cual se regula la velocidad de un motor de corriente directa, teniendo en cuenta los fundamentos técnicos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Se diseñó la construcción del chasis de un vehículo eléctrico, se realizaron pruebas con una carga de más de 200 kg de peso.

Con el fin de conocer más a fondo todo lo que comprende un vehículo eléctrico, se inició exponiendo una breve historia de la evolución del mismo, su funcionamiento, componentes y la infraestructura necesaria para su funcionamiento correcto.

Además, se realizó el estudio técnico – económico para la fabricación del vehículo eléctrico biplaza para la ciudad de Cajamarca, garantizando que la inversión sea rentable.

Terminando así con la exposición con las recomendaciones y conclusiones recabadas del presente proyecto.

Palabra clave: Diseño, vehículo, eléctrico.

ABSTRACT

In this thesis work a two-seater tubular vehicle is designed for private use for the city of Cajamarca, in the process of research and technological adaptation of what was learned in the mechanical engineering career an electronic power system was made with which the speed of a direct current motor, taking into account the technical - scientific fundamentals and the results are the sole responsibility of the authors.

The construction of the chassis of an electric vehicle was designed, tests were carried out with a load of more than 200 kg of weight.

In order to know more fully everything that comprises an electric vehicle, it began by exposing a brief history of its evolution, its operation, components and the infrastructure necessary for its correct operation.

In addition, the technical-economic study for the manufacture of the two-seater electric vehicle for the city of Cajamarca was carried out, ensuring that the investment is profitable.

Thus ending the presentation with the recommendations and conclusions drawn from this project.

Keywords: Design, vehicle, electric.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca concientizar en el cuidado del medio ambiente, tratando de buscar la dependencia que tenemos hacia los derivados del petróleo, es por ello que se presentan los vehículos recargables eléctricamente para sacarnos de esa dependencia que nos genera en muchos casos el desarrollo de conflictos, haciéndose imprescindible la producción en masa y el desarrollo continuo de este tipo de vehículos alrededor del mundo.

Presentándose en muchos países, programas en los cuales se otorga un incentivo por parte del estado (sector público) fomentando y volviendo más atractivo el desarrollo de los vehículos en mención, los cuales sabemos que utilizarán como fuente la energía eléctrica la cual está presente no solo en el país de origen de fabricación si no a nivel mundial.

Teniendo en cuenta que se espera la producción en gran escala de vehículos que utilizarán como fuente principal la energía eléctrica, se necesita determinar la nueva demanda en la red eléctrica, para así poder redimensionarla de manera conveniente, para que no haya ningún tipo de problema al incorporar la nueva forma de transporte. Por lo tanto, es necesario realizar también evaluaciones técnicas y económicas para ser factible la inserción de estos revolucionarios medios de transporte.

1.1. Realidad Problemática.

La sociedad actual busca diferentes formas de reemplazar el uso excesivo de los derivados del petróleo, en vista a esta inquietud de buscar la solución, es que se realiza la recopilación de datos para el correcto diseño de un vehículo biplaza que funcione con electricidad para no depender de combustibles derivados del petróleo, además de que brinde una comodidad y seguridad a la persona que lo maneje.

1.2. Formulación del Problema

¿Es factible diseñar un vehículo tubular eléctrico biplaza para uso privado en el área urbana de Cajamarca -2019?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Delimitación espacial

El proyecto estará llevado a cabo de manera física en la ciudad de Cajamarca, para su realización se contó con la ayuda del taller mecánico de soldadura y del área eléctrica de la empresa Metal Proyect E.I.R.L. la cual con su personal realizó la fabricación e instalación de todas las piezas fabricadas con ayuda de la manufactura, para la realización del proyecto.

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

- Técnica.

La siguiente investigación es de carácter de suma importancia ya que nos ayudara en el desarrollo de tecnología en la industria de los vehículos eléctricos adaptados a la realidad geográfica de la ciudad de Cajamarca, tomando en cuenta la normatividad vigente y la calidad de los materiales.

- Económica.

La presente búsqueda de un nuevo método de transporte ecológico permitirá disminuir el costo de transporte vehicular en la zona urbana de Cajamarca debido al uso de la energía eléctrica como combustible de este vehículo tubular eléctrico, la cual tiene menor costo generando beneficios económicos al usuario.

- **Social.**

El impacto social de esta investigación es positivo ya que permite la generación de trabajo en nuestra rama haciendo que, durante el proceso de fabricación del vehículo tubular eléctrico, se haga uso de diferentes conocimientos aprendidos y además poder visualizar el desarrollo a mayor escala esta industria, además que el vehículo que circula por la zona urbana ya no emita gases tóxicos que afectan a la población.

- **Ambiental.**

El impacto ambiental que causaría sería tremendamente bueno, ya que el vehículo tubular eléctrico no emite gases contaminantes como los de efecto invernadero y los que deterioran la capa de ozono, a eso hay que adicionar que las actividades de mantenimiento ya no generan desechos que afecten al medio ambiente.

1.5. Limitaciones de la Investigación

En cuanto a los datos tomados de la fabricación e instalación del sistema de potencia, la investigación se ha limitado a las fuentes de ayuda que hemos tenido y a la experiencia y perfil profesional de las personas que tienen experiencia en la fabricación de estructuras metálicas

1.6. Objetivos de la Investigación

1.6.1. Objetivo General

Planificar y realizar el diseño un vehículo tubular urbano eléctrico biplaza para uso privado en alrededores del área urbana de la ciudad de Cajamarca.

1.6.2. Objetivo Especifico

- Elaborar una estructura metal- mecánica que sea resistente para alrededores del área urbana de la ciudad de Cajamarca, para garantizar la eficacia y rendimiento del vehículo.
- Seleccionar los componentes eléctricos del sistema de potencia formada por circuitos que reciban las órdenes logrando un control de velocidad del vehículo para un adecuado funcionamiento.

- Implementar un adecuado ensamble entre la estructura tubular y el sistema de potencia para garantizar la manejabilidad del vehículo biplaza para uso privado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

2.1.1. Internacional.

Paul Aguirre Cárdenas (2014), “Cumpliendo con los objetivos planteados desde el inicio del proyecto, se pudo completar la fabricación del vehículo eléctrico monoplaza basado en su diseño al cual en última instancia se le adiciono la apertura de puertas de manera automática en la parte posterior dándole facilidad de ingreso al conductor” (p.11).

Gerardo Israel Palafox Alvarado (2009), “Sistema de potencia desarrollado se probó de manera satisfactoria, ya que se realizó la correcta selección de semiconductores para las aplicaciones de potencia” (p.90)

Fausto Chancusig (2006), “La solución viable en cuanto a movilidad se refiere y el mejorar de las condiciones con el medio ambiente, es actualmente el cambio que se trata de aplicar en los vehículos al usarlos mediante la utilización de energía eléctrica, ya que presentar una correcta inversión, además de la no emisión de gases nocivos cuando se encuentran en movimiento”. (p.78)

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado

2.2.1. Conceptos básicos de las emisiones

Clemente Álvarez (2018),” Si se tiene en cuenta el nivel de contaminación para establecer diferencias entre los vehículos eléctricos y los vehículos con combustible como el de la gasolina, nos damos cuenta de que los primeros presentan un nivel de contaminación muy bajo debido al uso de carbón que genera emisiones contaminantes al momento de recargar baterías, mientras que los otros vehículos tienen mayor presencia de gases como el monóxido de carbono o el conocido NMOG en un 98% de emisión”. (p. 5).

Leobardo (2002) “Al utilizar estos vehículos se podría reducir y/o controlar de manera eficiente las “emisiones: NMOG 98%, NO_x 92%, CO 99%. Muchas de las compañías de renombre en todo el mundo como los son BMW, Nissan, Renault, Volvo, Tesla, Honda, Suzuki, Toyota y Mitsubishi, han desarrollado sus nuevos modelos eléctricos, Algunos de estos vehículos eléctricos emplean dispositivos semiconductores de potencia MOSFET’s/IGTB’s.” (p. 37).

2.2.2. Baterías

Gerardo (2009)” Sabemos que la fuerza y energía brindada por baterías son mucho menores a la que podemos obtener de la gasolina; por este motivo, es que la suficiencia que se necesita en estos vehículos para certificar un buen desempeño en cuanto a fuerza y energía es de muchas más unidades. Sin embargo, un vehículo con muchas unidades de baterías podría presentar diferentes fallos, como podemos observar que debido al gran número de estas podría aumentar el peso y el costo del vehículo y por lo tanto el no tan a gusto ensamblado del mismo. En una contraparte tenemos el acrecentamiento del progreso que ha tenido el mercado de baterías ya que se ha desarrollado eficiencia, conocimiento de tiempo de carga, durabilidad del producto, costo y posterior reciclaje.

Cada vehículo tiende principalmente a utilizar baterías en las cuales encontramos el ácido de plomo, níquel las cuales son más pesadas, livianas como las baterías de Zinc- halógeno o el Zinc – Brómico, otras en cambio presentan altas temperaturas tales como las de Sodio sulfúrico que son las más llamativas.

En estos últimos años, la presencia del Ion – Litio en las baterías ha aumentado significativamente, sin embargo, requieren también del uso del cobalto, el cual es un material de un costo elevado además de ser difícil de conseguir y ser térmicamente inestable. Estudios recientes muestran que reemplazando el cobalto por el manganeso obtendríamos una mejor estabilidad y un menor costo ya que sus electrodos no se encuentran en constante vibración.

Una empresa muy conocida como lo es COMPAQ POWER se encuentra desarrollando un material mucho más estable a las altas temperaturas del cobalto, separando los electrones, mientras que las baterías de marca

Continental, con presencia de hierro que es un material térmicamente estable, incluso más aún que el óxido de manganeso, usa los electrodos de fosfato ya que son más baratos y de abundante cantidad.” (p.15)

2.2.3. Propulsión de vehículos eléctricos.

Teniendo en cuenta el diagrama de bloques funcional, representamos en la siguiente figura un sistema de propulsión del vehículo en mención, dando la aclaración de que las flechas de menos espesor son las señales y las de espesor mayor nos muestran el flujo de potencia presente en el sistema.

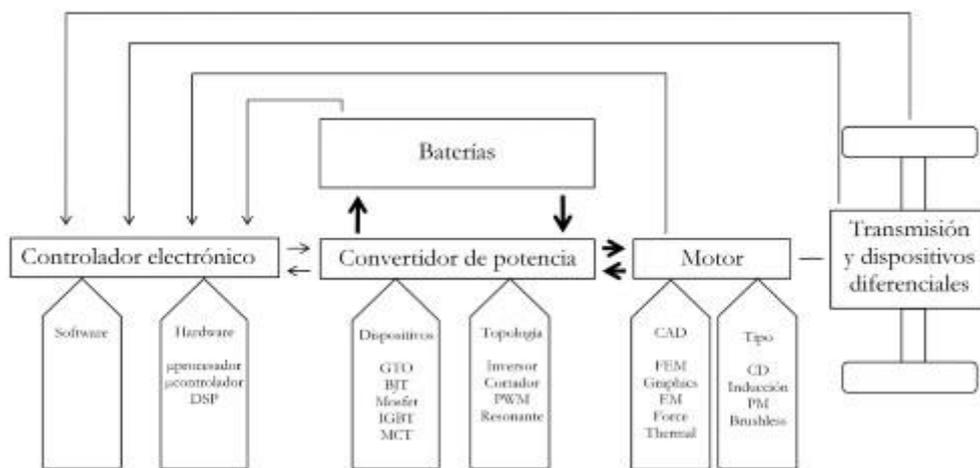


Figura N° 1. Diagrama del sistema de propulsión en bloques de los vehículos eléctricos.

Jorge Alcivar (2018) “Siendo el flujo reversible debido a la posibilidad de que el vehículo tenga un frenado regenerativo, la estrategia de control del motor y las tablas de datos obtenida de los sensores, el convertidor de potencia recibe las señales desde el controlador electrónico, estas mismas son amplificadas activando los dispositivos de potencia.

Finalmente, las ruedas ya interconectadas con el motor, permitiéndose así la transmisión. Algunos de los vehículos como los Nissan FEV utilizan dos a más motores, mientras que en los casos como GM impact 4 o BMW E1, solo utilizan un solo motor. En la siguiente tabla se encuentran descritos algunos de los vehículos eléctricos y los tipos de motores que ellos utilizan”. (p.20)

Modelos de Vehículos	Motores Motor de Inducción (M.I.) Motor de CD (M.C.D.) Motor de Imán Permanente (M.I.P.)
Fiat Panda Elettra	MCD serie
Mazda Bongo	MCD Shunt
Conceptor G – Van	MCD excitado separadamente
Suzuki Senior Tricycle	MCD de imán permanente
Ford Think City	M.I.
Fiat Seicento Eletta	M.I.
GM EV1	M.I.
Honda EV Plus	M.I.P. tipo serie
Nissan Altra	M.I.P. tipo serie
Toyota RAV 4	M.I.P. tipo serie
Chloride Lucas	M.I.P. tipo serie

Tabla N° 1. Aplicación de motores de vehículos eléctricos

2.2.4. Autos Eléctricos

- Sistemas de accionamiento y control de un vehículo eléctrico

Se tendrá que reemplazar el motor convencional por uno eléctrico, cuya función es de transformar la energía eléctrica en energía mecánica mediante sus bornes, transmitiendo dicha energía a los ejes de transmisión permitiendo el movimiento del vehículo.



Figura N° 2 Motor Eléctrico del Mitsubishi i-MieV

El número de piezas que encontramos en un motor que funciona a electricidad y uno a combustión es notable como se puede apreciar en las figuras siguientes, no solo el numero si no también el tamaño, además de como ya hemos mencionado la principal diferencia recae en que el motor de combustión genera más energía y potencia.

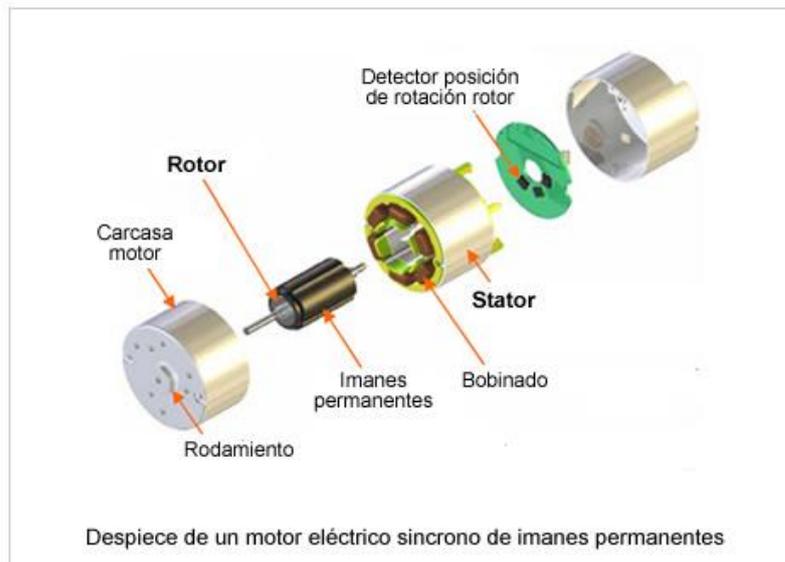


Figura N° 3 Despiece de un motor eléctrico síncrono de imanes permanentes



Figura N° 4 Despiece de un motor térmico

Debido a que el motor eléctrico presenta como podemos observar en el plano X – Y en las imágenes, unas curvas características que son las requeridas en un sistema de tracción , ya que tiene un flujo de potencia de manera estable en determinados rangos de velocidades, que muestras paradas de fuerza razonable en bajas velocidades y reducidas en altas velocidades de giro, es por ello que mediante este estudio de curvas características en que se determinó que el motor eléctrico no necesita de una caja de cambios, en la siguiente figura se muestra el par y potencia, de un motor de combustión con uno eléctrico, mostrándose claramente que el motor eléctrico proporciona un par máximo y constante también la velocidad nominal del mismo, una vez alcanzada esta velocidad el motor eléctrico reduce proporcionalmente la velocidad manteniendo la potencia constante, eso nos muestra que el motor eléctrico cumple con la tracción que se requiere para estar en un vehículo de uso común.

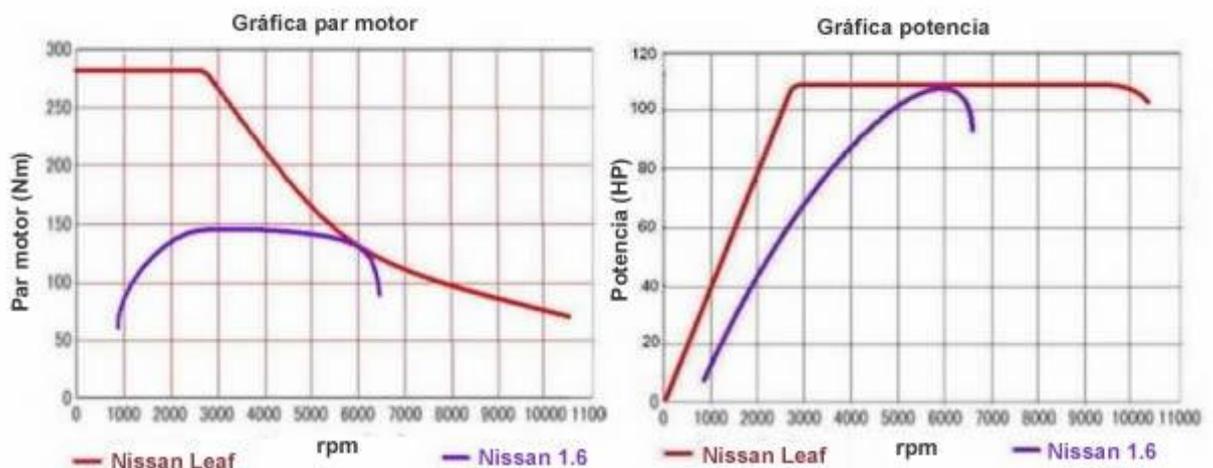


Figura N° 5 Grafica de Potencia

- **Ventajas del motor eléctrico en automóviles.**

- Este motor no genera gases contaminantes.
- La producción de un motor eléctrico sería mucho más sencilla ya que tiene sus elementos más compactos además de que no cuenta con el sistema de refrigeración de un motor convencional.
- Debido a que no encontramos en estos motores el proceso de combustión, no genera ruido y las vibraciones presentes son imperceptibles.
- Ya que en los elementos de su funcionamiento no se encuentra el sistema de refrigeración, entendemos que no tiende al cambio de temperatura brusco, por lo tanto, no tiene elementos oscilantes, genera poco calor y no sufre vibraciones de tiempos prolongados.
- El motor eléctrico no cuenta una caja de cambios para las marchas, ya que solo posee un dispositivo para la inversión de polaridad y así lograr el cambio en avance y retroceso.
- El motor eléctrico parte de las 0 r.p.m. por lo tanto es posible lograr el máximo par al arrancar desde cero hacia una velocidad máxima.
- Tendiendo en conocimiento de que el motor eléctrico no cuenta con caja de cambios ni con el sistema convencional de refrigeración, es posible descentralizar el motor, ideando tal vez la posibilidad de

que en cada rueda nos encontremos con un pequeño motor y aumento el espacio que normalmente ocupa uno de ellos.

- En cuanto al porcentaje de eficiencia de un motor eléctrico a comparación de un motor diésel es de 90% a un 40%, debido a que el motor eléctrico no cuenta con las limitaciones termodinámicas que un motor a diésel si cuenta.
- Debido a que se podría utilizar el motor eléctrico como generador, es entonces que en pendientes se podría ayudar con la generación de energía eléctrica.

Los motores eléctricos más comunes:

- De CC.
- No inducido de imanes permanentes.
- De inducción.
- De flujo axial.
- De reluctancia en flujo diferenciado.

Los más usados actualmente son los mencionados anteriormente. En el caso de los híbridos se utilizan casi siempre el de tipo síncrono de imanes permanentes, como se aprecia en la siguiente imagen. En el caso de los vehículos eléctricos estos utilizan del tipo síncronos de imanes permanentes (ejemplo Nissan Leaf y sus equivalentes: Citroën C-Zero) así como los asíncronos o de inducción (ejemplo Tesla Model S). (Hermenegildo, 2009, "La potencia y el Par Motor", p. 3)



Figura N° 6 Motor Audi QS híbrido quattro

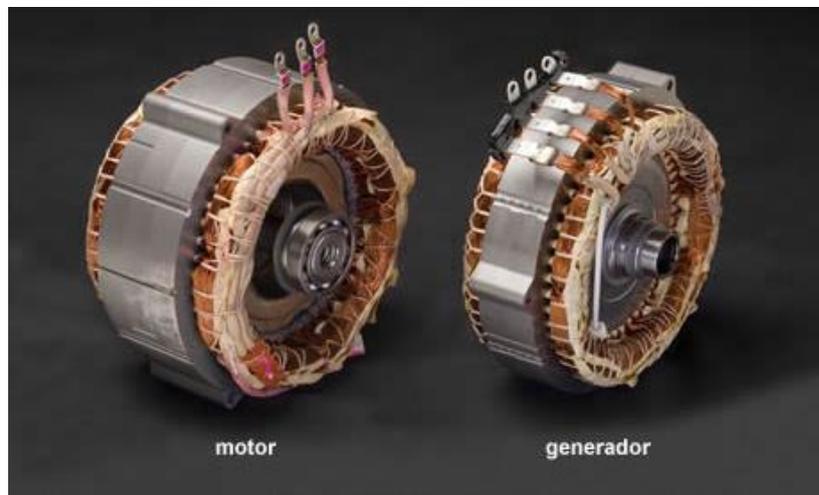


Figura N° 7 Motor Generador Toyota Prius

- **Motores de corriente continua.**

“Pioneros en ser utilizados para la tracción de vehículos, sin embargo, por un tema de costo de fabricación y mantenimiento fueron reemplazados por motores con corriente alterna, pero a su vez disminuye lo fácil que eran los primeros en cuanto a su control debido a que usaban solo un reóstato y unos contactores, son utilizados para controlar la velocidad del vehículo sin necesidad de hacer uso de la electrónica, la cual es la que se usa actualmente.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, párr. 5)

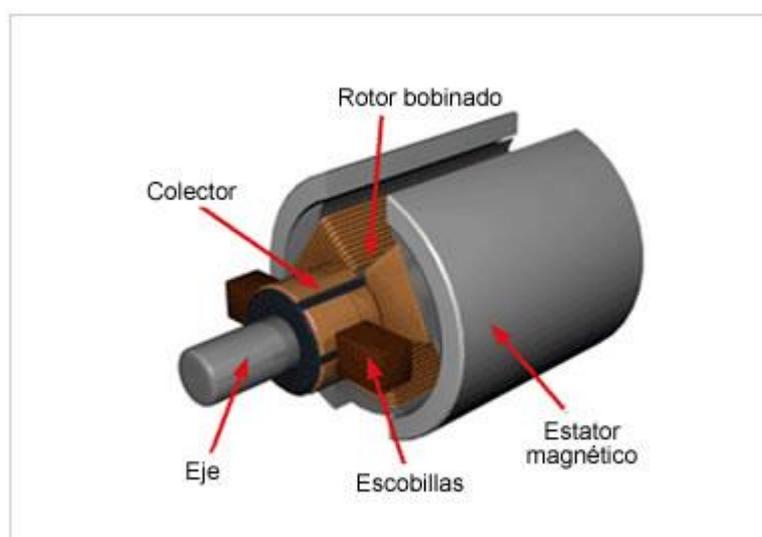


Figura N° 8 Motor de Corriente Continua CC

“Una variante de motores de CC son los llamados BLDC (**B**rush**L**ess **D**irect **C**urrent) los cuales no hacen uso de escobillas o brushless, lo que los hace más utilizables en vehículos eléctricos, siendo su mecanismo muy similar al de tipo síncrono de imanes permanentes, solo tienen la única diferencia del uso de un sistema electrónico.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, párr. 5)

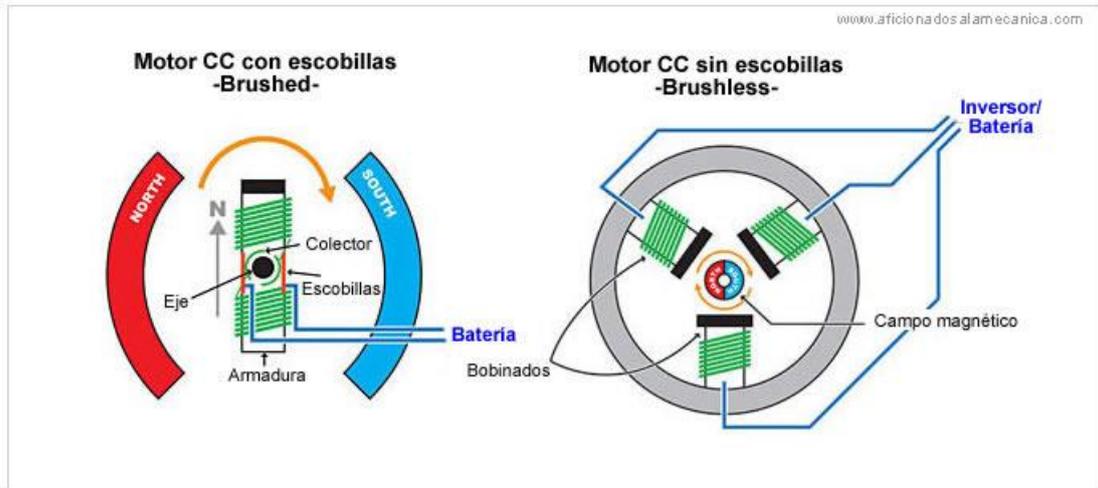


Figura N° 9 Comparación de Motores

“La principal comparación de estos motores es la que, al energizar la bobina, se genera un campo eléctrico. El rotor cuenta con un campo magnético de manera constante, reconoce esta variación y reacciona alineando el campo del estator y el propio haciendo girar el rotor ya que es la parte móvil. Para hacer que no se produzca el giro del rotor, se deja de energizar la bobina anterior haciendo que el rotor no se alinee por completo, esto provoca que el campo magnético del rotor continúe al estator haciendo que gire.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, párr. 7)

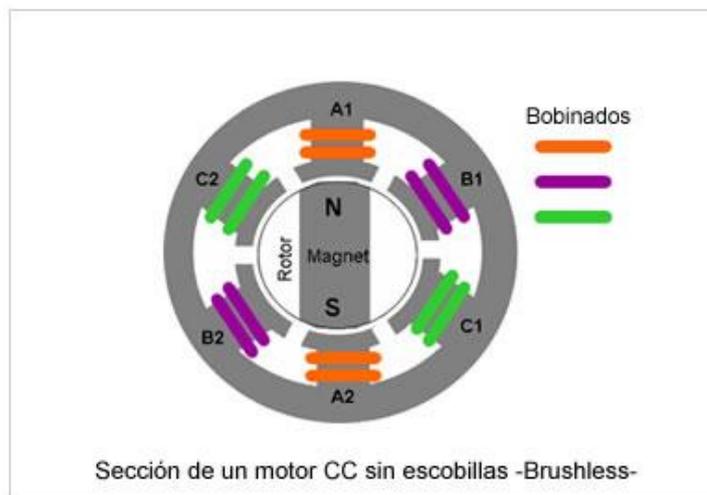


Figura N° 10 Sección de un motor CC sin escobillas

Un ejemplo de BLDC (**B**rush**L**ess **D**irect **C**urrent) se localiza en el motor con el que cuenta el auto híbrido de Honda, el Insight, la cual cuenta con un motor eléctrico considerado como ultra delgado ya que este se encuentra en el centro del motor y la caja de velocidades como es apreciada en la siguiente imagen:

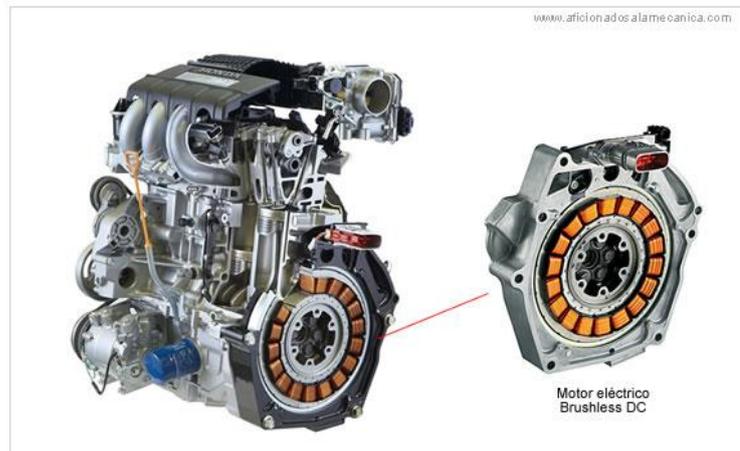


Figura N° 11 Motor Honda Insight

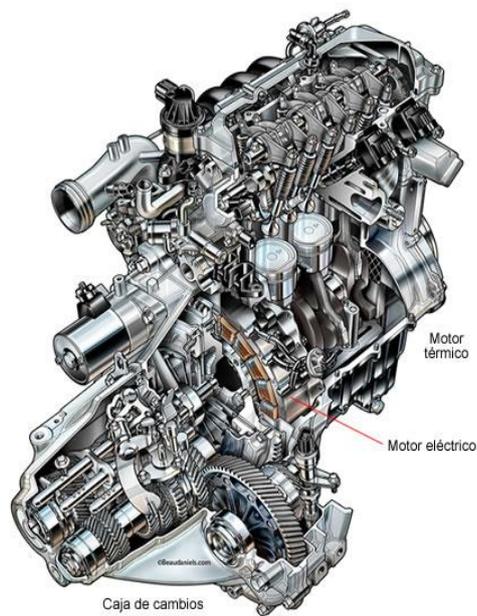


Figura N° 12 Caja de Cambios de Motor eléctrico

- **Motores síncronos de imanes permanentes.**

En este tipo de motores de imanes permanentes nos encontramos en grupo de 3 bobinados conectados en la forma de estrella, en el que el rotor contiene electroimanes o llamados imanes permanentes ya que generan una constancia en el entrehierro haciendo que se elimine la necesidad de un rotor bobinado con escobillas que son utilizados comúnmente en la excitación en los motores de CC. Lo cual no pasaba con el tipo síncrono que se caracteriza porque el rotor se encuentra magnetizado y girando con velocidad similar a la del campo magnético rotativo. Como se precia en la siguiente formula:

- f: Frecuencia (Hz) de Red de C.A.
- p: Numero de pares de polos

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

El par de rotación producido entre el campo magnético de las bobinas del estator y el rotor. (Hermenegildo, 2009, "La potencia y el Par Motor", párr.8)

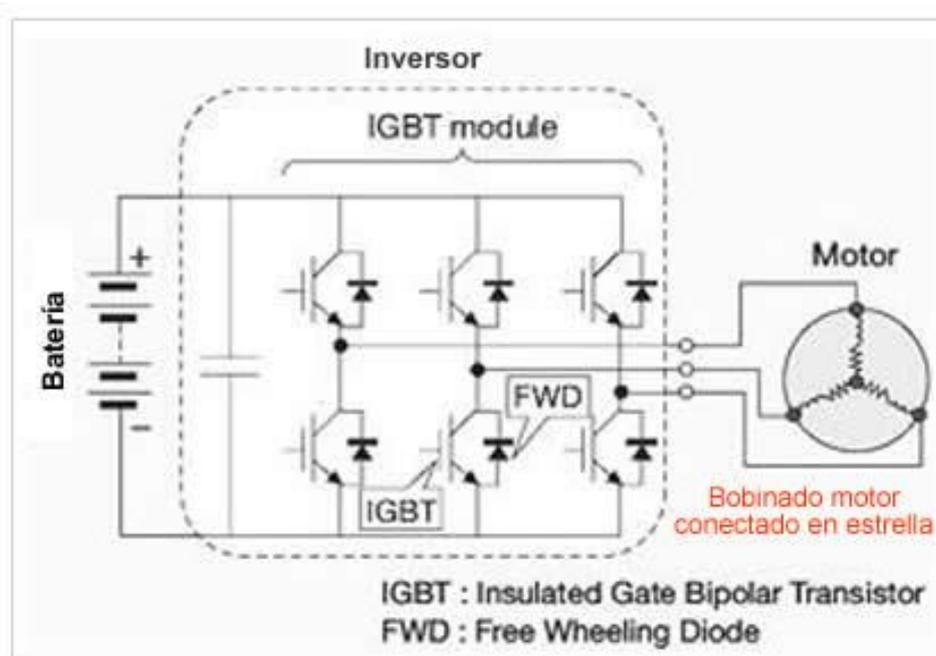


Figura N° 13 Conexión de motor eléctrico

En este motor los imanes deben estar constantemente energizados por medio de un accionamiento el cual produce una velocidad variable, energizando también las bobinas produciéndose así el par posible en la actual posición del rotor, teniendo en cuenta que se debe conocer cuál es el límite de ese enfoque. Por lo que es necesario utilizar un sensor colocándose de manera angular. El intercambio de las bobinas es realizado por medio de un circuito inversor.

En los del tipo de escobillas o de imanes permanentes, se genera en el rotor un campo magnético de CC, ingresando dicho campo magnético al núcleo del estator interactuando con las corrientes encontradas de manera intrínseca en la bobina para generar el par entre el rotor y estator. Esto se logra teniendo en cuenta la polaridad de las corrientes del estator ya que varían permanentemente, garantizando el par de torsión invariable y transformando la energía mecánica en eléctrica para hacerla más competente. El componente que proporciona esta intervención de la corriente es el inversor. Fuera de él los motores del tipo sin escobillas quedan inoperativos.

En el presente tiempo se ha utilizado para la manufactura de imanes permanentes se suele usar tierras raras en sus diferentes aleaciones, como neodimio – hierro – boro o samario – cobalto en lugar de usar los ferritos magnéticas ya que tiende a ser más conveniente al presentar superior campo magnético. El neodimio-hierro-boro es más económico y menos inconsistente que el samario-cobalto, ya que estaba muy desarrollado en la década de los 80's." (Hermenegildo, 2009, "La potencia y el Par Motor", párr.10)

Ventajas principales que presentan estos tipos de motores:

- Potencia → Densidad alta
- Rotor reducido con potencia de alta densidad debido a que no presenta conmutadores ni escobillas.
- Peso diferenciado por ser menor.
- Costo de bajo reducido.
- Control térmico
- Sencillo manejo

Inconvenientes presentados:

- Elevado costo en la producción
- Reducida variedad en las velocidades
- Dificultad en su manejo
- La eficiencia a causa de la magnetización puede estar afectada
- Mantenimiento en cuanto a la refrigeración

Al presente, este prototipo de motores son la opción más habitual en los vehículos tales como en los híbridos y asimismo es utilizado en ciertos casos en los que usan electricidad. Como se puede apreciar en la siguiente imagen se distingue el agregado del motor eléctrico síncrono de imanes permanentes utilizado por el Renault Zoe.



Figura N° 14 Motor Eléctrico, grupo reductor y control electrónico de Renault Zoe

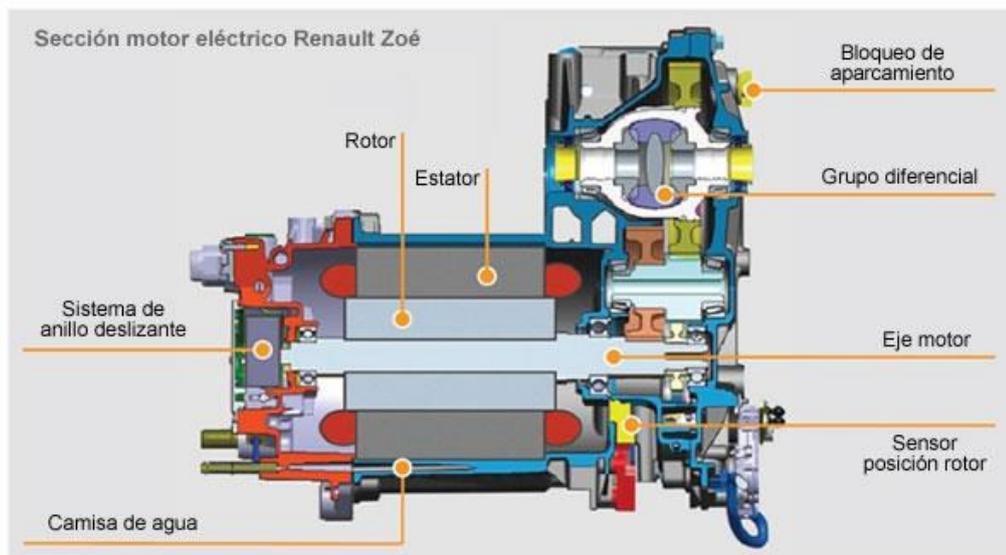


Figura N° 15 Sección Motor eléctrico Renault Zoe

- **Motores asíncronos o de inducción.**

“Este tipo es una selección estrechamente echa para suministrar vehículos con fuente de alimentación eléctrica fiándose en su mayor peso, confiabilidad, un menor costo de mano de obra, materiales en el mantenimiento preventivo - correctivo y la capacidad para ocuparse en ambientes en los que se necesita estar preparados para un manejo hostil.

La diferencia más sustancial que tienen los motores asíncronos con respecto a los demás, es que ellos no hacen uso de un flujo magnético en el rotor alimentándose con CC. Habitualmente en el rotor circula corriente en sus unidades de devanados debido a la f.e.m. inducida por el trabajo realizado por el estator, por ello llevan el nombre de motores inducidos.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p11)

“La similitud que encontramos en el de tipo de inducción de 3 fases y el motor de CC, nos muestra que los tres embobinados o “devanados” que se encuentran insertados en la mitad del estator; y en cuanto a la principal diferencia de estos dos motores se encuentra en el rotor. Ya que en el motor de CC sin escobillas el rotor de inducción presenta imanes y el otro utiliza simples láminas de metal apiladas y conectas a través de conectores periféricos conformado así la conocida jaula de ardilla. Las corrientes generadas y que fluyen dentro de los

devanados del estator, al producir el mencionado campo magnético que entra en el rotor, muestra una periodicidad que se puede visualizar en el rotor y es semejante a contrario de la frecuencia eléctrica y la frecuencia de rotación del rotor”. (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p13)

“Obteniéndose como resultado de la jaula de ardilla una tensión inducida proporcional a la diferencia de velocidades que tenemos en el rotor y la frecuencia eléctrica. En contestación de esta tensión, se producen corrientes internamente dentro del rotor que son de corta distancia y son proporcionales la tensión y debido a ello también a la diferencia de velocidad. Posteriormente, dichas corrientes se producen fuerzas debido a la interacción de las fuerzas con el campo magnético, en cambio sí un motor es de 3 fases y este acoplado, se producen fuerzas desde el principio ya que se encuentra enchufado y no necesita inversor. La gran ventaja que presentan los motores de inducción es que son compatibles de manera directa con la corriente convencional, ese gran detalle los ha llevado al gran éxito y a ser la mejor opción dentro de la manufactura”. (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, párr.13)

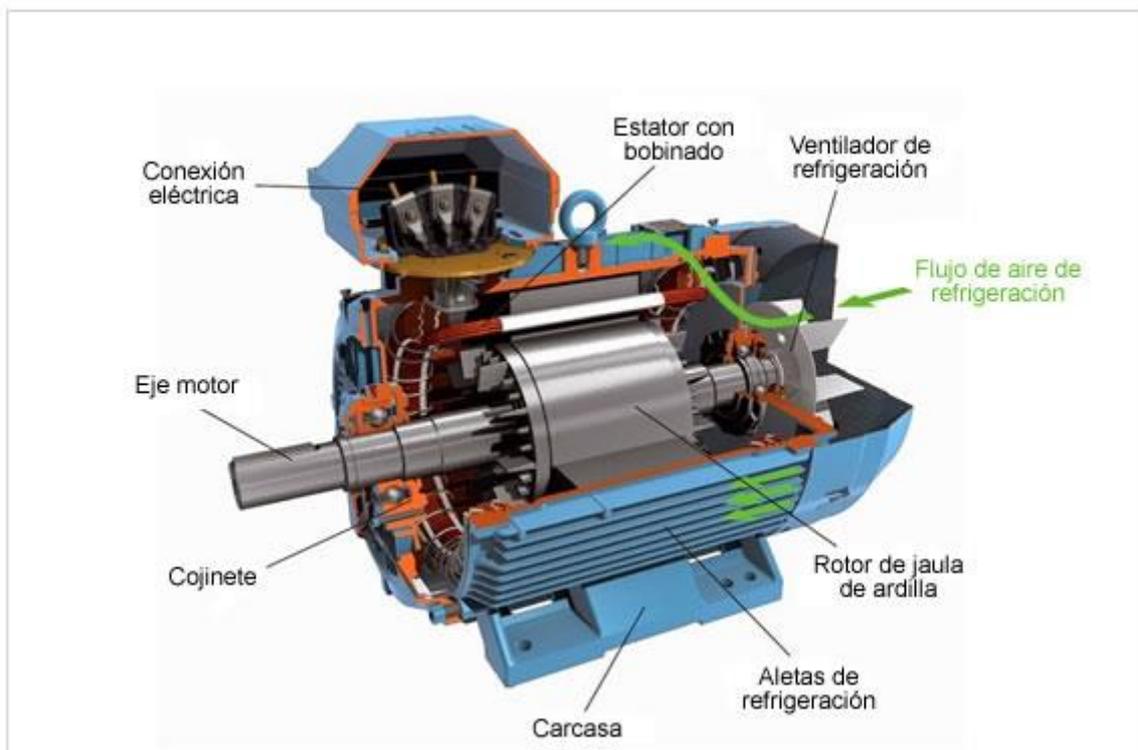


Figura N° 16 Sección de un motor de Inducción AC

Los motores de inducción presentan las siguientes ventajas:

- Bajo costo
- Reducido peso
- Tamaño compacto
- Mayor volumen en material mecánico y térmica muy buena.
- Escaso mantenimiento preventivo - correctivo

Inconvenientes:

- Potencia de baja densidad.
- En velocidades bajas tienen una eficiencia menor. Pierden rendimiento al disminuir la velocidad.

Teniendo como ejemplo su eficiencia el auto de inducción AC TESLA en su modelo S el cual nos muestra que, al usar el rotor de cobre con 4 polos, puede girar hasta el 15 000 rpm siendo refrigerado por agua, un motor trifásico eficiente.



Figura N° 17 Motor Eléctrico Tesla Modelo S



Figura N° 18 Sistema de Tracción Tesla Modelo S

- Principales componentes con los que cuentan los autos eléctricos

El inversor

Adicional a la batería que utiliza una tensión alta y el motor eléctrico, existe también un componente importante en los vehículos que son accionados eléctricamente que no es mencionado y por lo tanto poco conocido, nos estamos refiriendo al inversor (figura inferior).

Encargado de energizar la batería es el inversor, extrayendo energía de las baterías según sea indicado por el conductor ya que la acción se realiza gracias al pedal del acelerador. Para obtener que el motor tenga las revoluciones deseadas, es necesario alimentarlo con los niveles de tensión que requiera de manera que la demanda mecánica abarque lo exigido, para ello las baterías entregan una determinada tensión constante, en muchos de estos casos, los motores funcionan energizados por corriente alterna, ya sea monofásica o trifásica, entonces entra a tallar el inversor por lo que las baterías no lo pueden hacer directamente.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p.12)

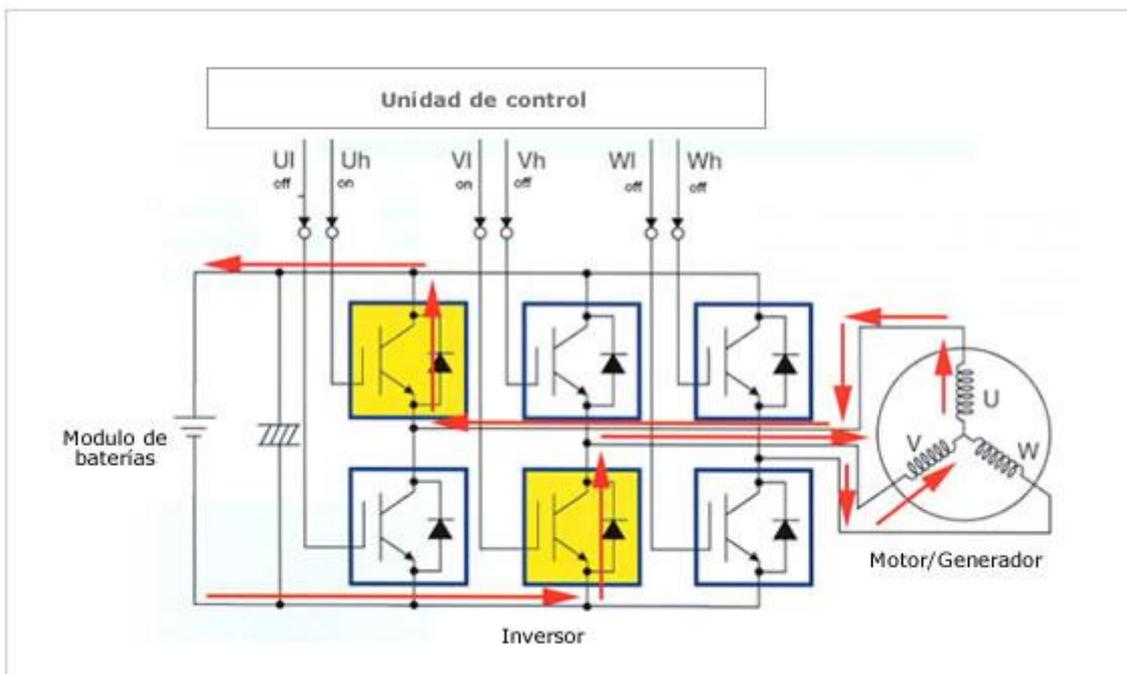


Figura N° 19 Unidad de Control

Siendo el inversor uno de los componentes encargado de realizar conversiones y también adaptaciones en voltios y en sus diferentes formas de onda, las cuales alimentan al motor de manera conveniente ya que es sustancial el proceso partiendo de la energía dada que se almacenó en las baterías que se encuentran preparadas como principal proveedor de corriente continua, contando con un voltaje a un nivel determinado.

Además de ser el encargado de la recuperación de la energía del motor o también esté actuando como mecanismo frenado y dispuesto a recuperar y reconociéndose como almacén de energía de las baterías para una nueva carga”. (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p.16)

Así como contamos con elementos complejos como las baterías y los motores, el inversor también es uno de ellos ya que muchos de los inversionistas se preocupan de que su staff haga que los beneficios que cuenta además del rendimiento de sus elementos, sean los mejores en la relación que ofrece al fabricar los vehículos eléctricos para la industria en la cual viene surgiendo. (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p.16)

En cuanto a los beneficios otorgados por sus elementos, los fabricantes no suelen mencionar dichas cifras, por seguridad y por un tema de costo. Por lo tanto, ya que aún no se precisan de datos como los que se encuentran en el ámbito de la energía solar que ronda a un 95%, utilizaremos cifras similares ya que asumimos que se encuentran en ese mismo rango.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p.17)

En la posterior imagen, se nos muestra los diferentes elementos fundamentales del Nissan Leaf, podemos darnos cuenta de que el motor se encuentra colocado inferiormente en la parte delantera (destacando el tamaño reducido a comparación con un motor de combustión interna), y por encima de él se encuentra el inversor con sus elementos de electrónica de potencia. Cabe mencionar el uso de los cables gruesos que conectan al inversor con las baterías, también con el motor. Dichos cables están representados por sección muy gruesa, imprescindible para aguantar los elevados niveles de corriente eléctrica que mediante ellas circulan.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, párr. 18)



Figura N° 20 Motor Eléctrico Nissan Leaf

Cargador

Es un componente encargado de absorber la energía eléctrica directamente de la red en forma alterna y transformándola en CC, llegando así a cargar la batería principal, siendo en este caso la principal manera de usar los llamados cargadores ultrarrápidos ya que con estos se ha reducido el tiempo como su nombre lo dice son cargadores en los cuales la corriente continua llega de un manera más rápida a la batería principal reduciendo así el tiempo y costo de energía eléctrica, en la mayoría de los mencionados autos eléctricos, el cargador realiza su trabajo directamente con la batería y siendo necesario la transformación de CA en CC.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p. 19)

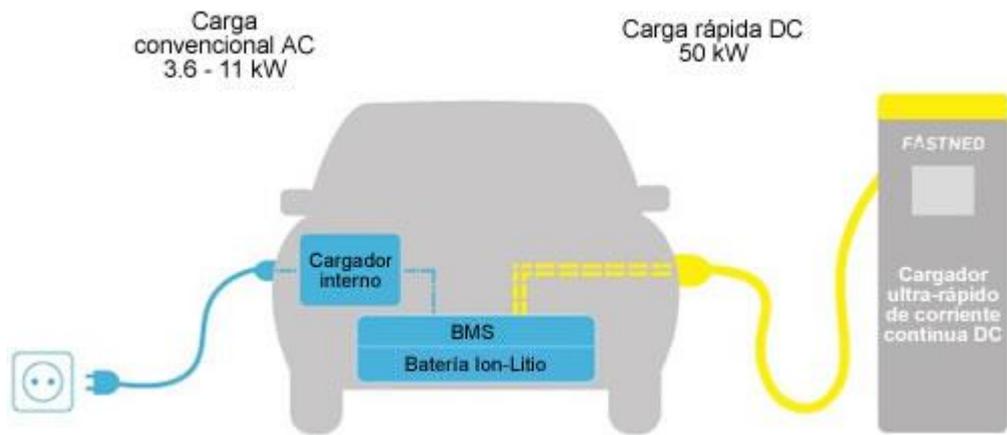


Figura N° 21 Sistema de Carga

Convertor

“Al encontrarnos con una tensión alta de CC que es aportada al acumulador de energía, es necesario contar con un convertor el cual llega a bajar la tensión de la corriente de llegada, siendo posible utilizarlo para la alimentación del conjunto de baterías Aux. de 12V, que son los que energizan a muchos componentes pequeños del vehículo como también a los auxiliares.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p.19)

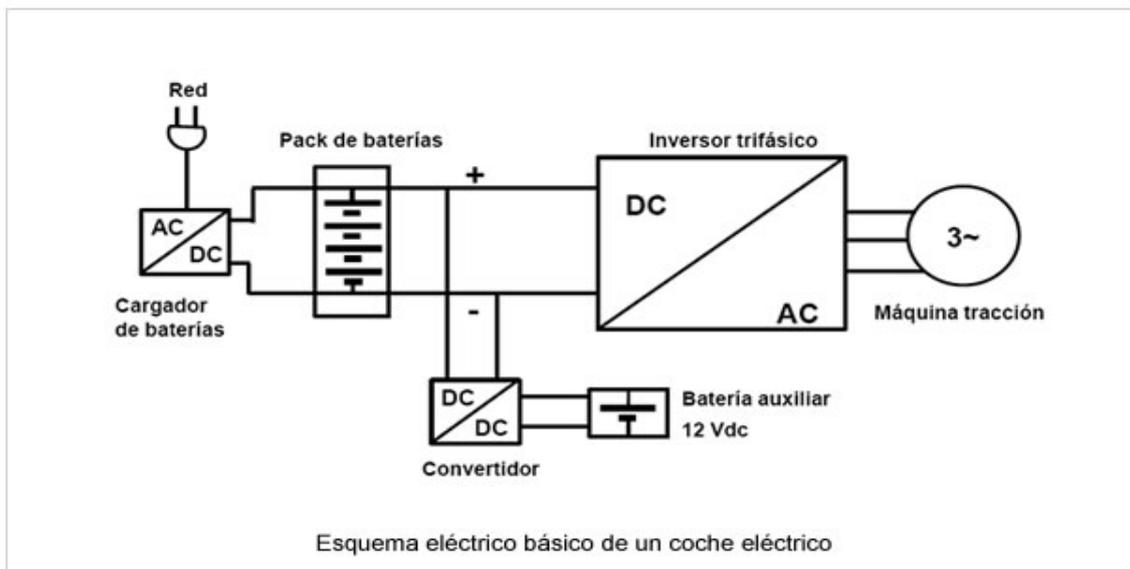
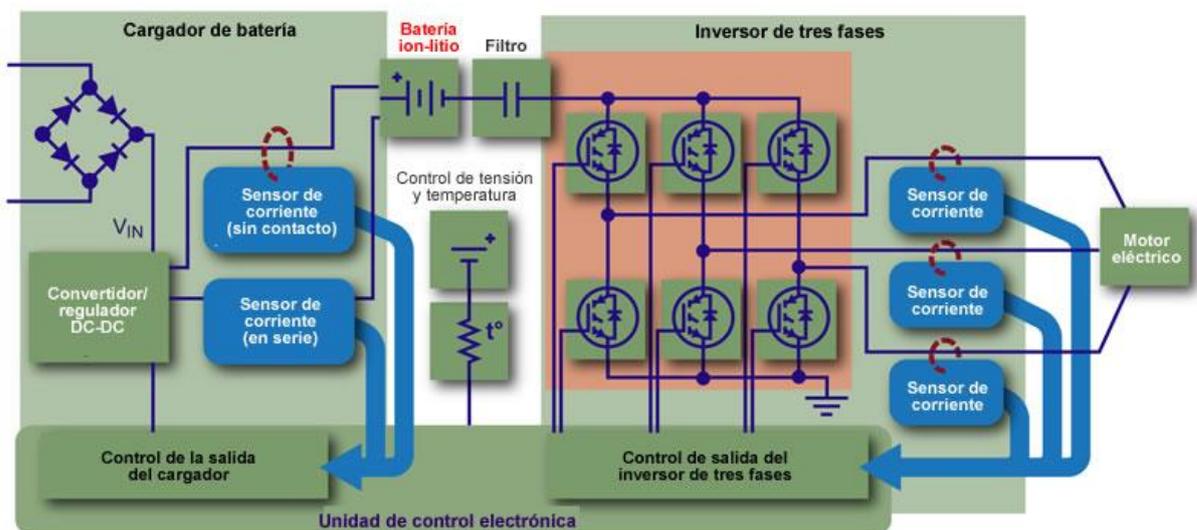


Figura N° 22 Convertor

ECU

“En última instancia tenemos, la computadora o llamada ECU, se encuentra en equilibrio con otros componentes del vehículo como son: el cargador, el inversor y el conversor que son los principales. indicándonos que se debe conocer los componentes seleccionados para su determinado fin.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p.20)

“Los vehículos eléctricos al no ser contaminantes con respecto a los de combustión interna, no es necesario que cumpla con el estándar OBD en cuanto al control y análisis”



(Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p.20)

Figura N° 23 Unidad de Control

Los sistemas eléctricos que encontramos en un vehículo eléctrico:

- Batería auxiliar
- Motor eléctrico
- Bomba de A/C
- Calefactor auxiliar
- Dirección Asistida Eléctricamente
- Bomba de vacío, BMS (Battery Management System), monitorizador de batería principal
- Conversor DC-DC bidireccional para baja tensión
- Cargador AC/DC

- Batería de tracción de 300V a 600V
- ECU

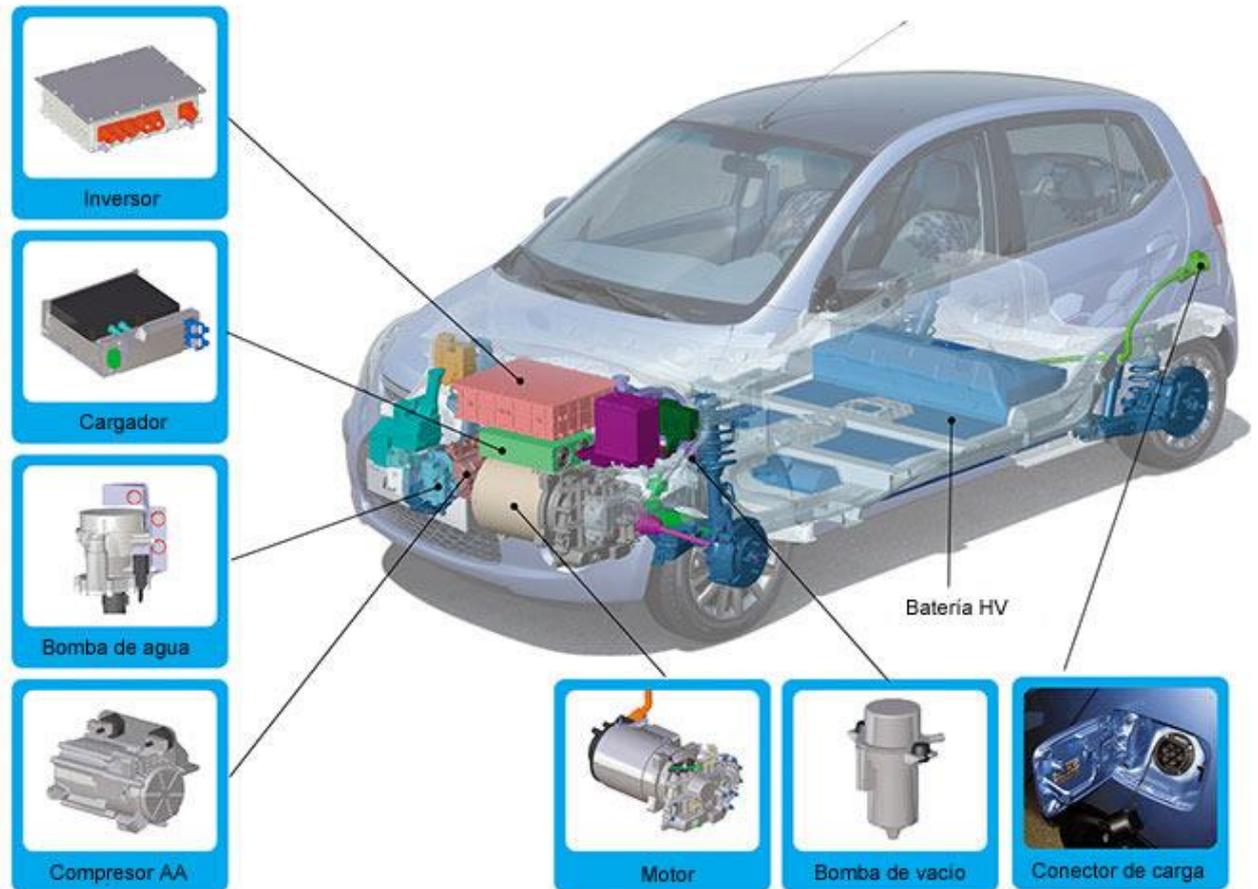


Figura N° 24 Principales Componentes

- Sistemas auxiliares en un auto eléctrico.

“El vehículo eléctrico tiene unos sistemas auxiliares que se adaptan a sus propias necesidades.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, párr. 23)

- Cuenta con un sistema de A/C, este compresor es accionado eléctricamente.
- Cuenta con un sistema de calefacción que funciona eléctricamente, y no haciendo uso del exterior.
- Dispone de una bomba de vacío.

- Dispone de una bomba de agua que se encarga de refrigerar la batería.

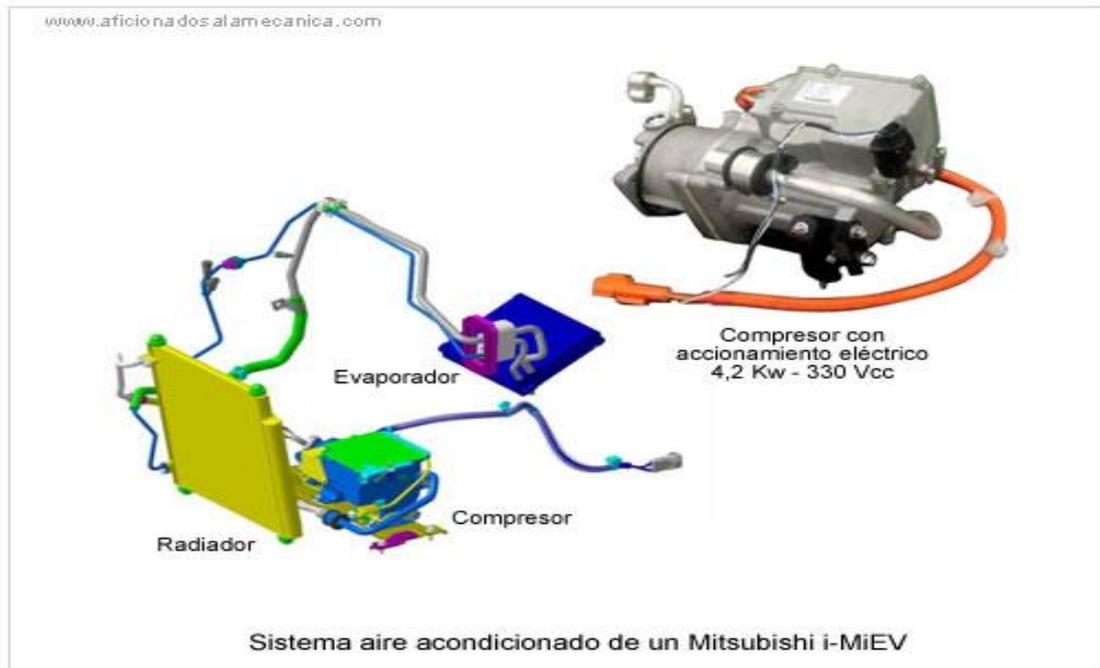


Figura N° 25 Sistema de aire Acondicionado



Figura N° 26 Sistema de Calefacción

- **Ejemplos de motores utilizados por distintas marcas de vehículos eléctricos.**

Renault Twizy

“Como se puede apreciar en la siguiente figura se puede ver el conjunto de motor eléctrico y el grupo reductor con el diferencial que transmite el movimiento a cada una de las ruedas.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p. 25)



Figura N° 27 Motor Renault Twizy

Chevrolet Volt

“Vehículo de propulsión constituido por dos motores eléctricos capaces de trabajar en paralelo alternando funciones de impulsión, generación y regeneración, la eficiencia aquí puede ser alcanzada hasta el 15%.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p. 25)



Figura N° 28 Motor Chevrolet Volt



Figura N° 29 Motor eléctrico General Motors

Nissan Leaf

“Cuenta con un motor eléctrico síncrono de imanes permanentes. Quien proporciona una potencia máxima 80 kW y un tiene un par máximo 280 N.m. Régimen máximo 10390 rpm. Tensión nominal 360 V.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p. 26)

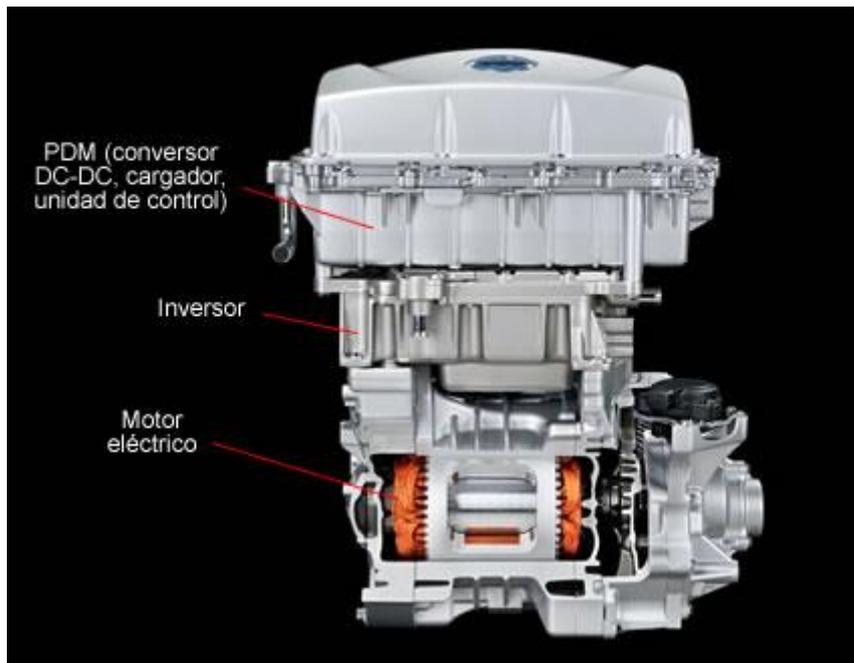


Figura N° 30 Motor Nissan Leaf

2.2.5. Importancia del uso de motores eléctricos

“Estudios recientes demuestran que se está obteniendo mejor en la carga de energía en altos niveles, a esto sumado el progreso que se tiene en cuanto la reducción de tamaño de los motores, siendo más pequeños y mucho más potentes. Los nuevos ingresos han hecho que los vehículos sean más accesibles a los compradores mostrándoles un extenso número de opciones además de un elegante equipamiento. Una nueva tendencia en el diseño de motores con un bajo consumo de energía se está haciendo presente para existir su vida útil, a inicios de la década solo estaba innovándose en los nuevos taladros portátiles, podadoras y otras herramientas, extendiéndose ahora en vehículos eléctricos. Los investigadores están procurando la mejora y mayor eficiencia para reducir las limitaciones ya que son aplicaciones portátiles.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p. 35)

“Esta información nos hace pensar en un incremento en la generación de motores con muchas aplicaciones, teniendo en ellos los sistemas electrónicos que son los encargados de controlar la potencia y tener en cuenta también la protección de quien los utilice, además de tener la interconexión y comunicación que permitirá trabajar de manera más eficiente.” (Hermenegildo, 2009, “La potencia y el Par Motor”, p. 40)

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada

El siguiente glosario explica cada palabra importante utilizada en el presente proyecto.

- **Corriente nominal:** Esta esta asignada al motor para operar en régimen permanente. Cuenta con el valor de característica grabado en la placa del motor.
- **Estatore:** Elemento fijo de un motor que consta de una serie de bobinas arrolladas y conectadas entre sí, el cual está cuenta con una conexión en la exterior para la conexión de la energía eléctrica de entrada.
- **Factor de servicio:** Expresa que respecto a $SF = 1$, hasta qué valor pueden aumentarse la potencia y la corriente del motor cuando se admite una vida útil reducida. Un motor con $SF = 1,15$ puede producir 15% mayor torque que un motor con $SF = 1$.
- **Factor de potencia:** Medida que relaciona la potencia activa (kW) a la aparente (kVA).
- **Generadores:** Dispositivos que son utilizados en producir energía eléctrica a partir de la mecánica.
- **Máquinas eléctricas:** Aparatos donde se produce la conversión electromecánica de energía.
- **Motores:** Encargados de convertir la energía eléctrica en mecánica utilizadas para a hacer funcionar otras máquinas o dispositivos.
- **Motor de inducción:** Dispositivo eléctrico en donde la corriente que circula en el bobinado secundario es inducida, quiere decir que no hay energía eléctrica física entre el bobinado primario y el secundario.
- **Motor trifásico:** Recibe la energía eléctrica de una red trifásica (L1-L2-L3).

- **Motor monofásico:** Recibe la energía eléctrica de una red monofásica (L1-N).
- **Motor de rotor bobinado:** Es aquí donde el devanado secundario es similar al del estator y con el mismo número de polos; los terminales del bobinado del rotor son conectados a anillos rozantes aislados, montados sobre el eje, en los que se apoyan escobillas de carbón.
- **Motor de jaula de ardilla:** Motor de inducción en el que el devanado del rotor está formado por varillas conductoras, las que están alojadas en ranuras practicadas en el hierro del propio rotor y cortocircuitadas en ambos extremos mediante dos platos conductores dispuestos en cada extremo del rotor.
- **Potencia:** Trabajo entregado en el eje de un motor por unidad de tiempo.
- **Rotor:** Parte móvil de la máquina, que gira en el campo magnético creado por la corriente que circula por el estator induciéndose corriente, como en un transformador.
- **SI:** Sistema Internacional de Unidades.
- **Torque:** Fuerza rotacional aplicada a un eje que causa su rotación.
- **Velocidad síncrona:** Velocidad del campo magnético rotatorio determinada por la frecuencia aplicada al motor y el número de polos presente en cada una de las fases del bobinado del estator.
- **Voltaje nominal:** Voltaje asignado al motor con el cual se le puede alimentar desde la fuente de energía.
- **Velocidad nominal:** Velocidad a la que girará el rotor del motor bajo condiciones de carga nominales. Su valor es inferior a la velocidad síncrona por el efecto de deslizamiento.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

- No Experimental

Esta investigación es no experimental, tomando en cuenta que se va realizar las mediciones a las variables, a través de la observación de los fenómenos tal como se presentan en la realidad, para su análisis posterior.

El presente trabajo comienza con una búsqueda de los parámetros de operación que estaría sometido el vehículo en el área urbana de Cajamarca, para después realizar el diseño del vehículo tubular eléctrico biplaza de acuerdo a los cálculos mecánicos y eléctricos, tomando en cuenta la normatividad vigente.

- Descriptiva

La investigación es descriptiva, debido a que se observa y se describe el problema tal como se presenta en forma natural sin la manipulación o intervención del investigador.

Estudio

Estudio	T1
M1	O1
M2	O2

Donde:

M1 y M2 son muestras

O1 y O2 son observaciones

3.2. Población y Muestra

Vehículo biplaza

3.3. Hipótesis

Si es factible diseñar un vehículo tubular eléctrico biplaza para uso privado en el área urbana de la ciudad de Cajamarca – 2019.

3.4. Variables y Operacionalización.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Diseño de Vehículo tubular eléctrico biplaza	El diseño de un vehículo eléctrico es el proceso donde se define las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento de una máquina	Es el equipo que ha sido conceptualizado, diseñado y fabricado para realizar una función específica, como vehículo eléctrico	Potencia	KW	Observación Revisión Documentaria
			Dimensiones	mm	
			Material	tipo	
			Capacidad de Trabajo:		
Variable Dependiente: Recorrido - Autonomía	Es la cantidad de distancia que recorre el vehículo tubular eléctrico biplaza entre recargas.	Es la distancia que recorre el vehículo tubular eléctrico biplaza sin recargar combustible	Rendimiento	Km / Unidad Eléctrica	Observación

3.5. Técnicas de Investigación

- Observación

Mediante esta técnica se podrá observar las características viales del área urbana de la ciudad de Cajamarca, como pendientes máximas, radios de curvatura y los diversos parámetros necesarios para el diseño del vehículo

tubular eléctrico biplaza. También se usará esta técnica para la evaluación del diseño del vehículo tubular eléctrico biplaza.

- **Revisión Documentaria**

Este método nos permitirá la búsqueda de diversos parámetros para el diseño del vehículo tubular eléctrico biplaza como la búsqueda de los materiales adecuados para las diversas partes de la máquina, selección de diversos elementos estandarizados para la máquina como baterías, motor eléctrico, rodamientos, fajas, poleas, etc.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

- **Ficha de registro de Características Viales.**

Este instrumento permitirá llevar un registro de las diversas características geométricas de las calles del área urbana de la ciudad de Cajamarca

Este instrumento está representado por 2 partes, en la primera los datos generales de la persona que va a realizar el registro, fecha del registro, nombre de la calle a evaluar.

En la segunda parte se llevará el registro de las características geométricas de las calles del área urbana de la ciudad de Cajamarca, como pendiente, radio de curvatura, ancho de vía, característica del suelo, etc.

- **Ficha de control de diseño.**

Es un instrumento por medio del cual se podrá evaluar la capacidad, operatividad y funcionalidad del vehículo tubular eléctrico biplaza, evaluando potencia, autonomía, capacidad de carga, etc.

La ficha cuenta de dos partes, en primera instancia se colocan los datos generales de la evaluación como la fecha, hora, nombre del evaluador, luego los parámetros a evaluar y los resultados obtenidos durante las pruebas.

- **Ficha de revisión documental.**

Esta ficha nos va a permitir llevar un registro los diversos documentos que serán consultados para el diseño de un vehículo tubular eléctrico biplaza para uso

privado en el área urbana de la ciudad de Cajamarca - 2019., tales como manuales de elementos estandarizados, información técnica de equipos existentes en el mercado, para su evaluación y posterior selección.

- **Validez.**

La presente investigación estará validada por especialistas de la materia (profesionales de Ingeniería Mecánica Eléctrica) y por el responsable designado por la empresa donde se realizará la investigación, tomando en cuenta que se validarán los instrumentos de recolección de datos como el aspecto metodológico de la presente investigación para determinar los parámetros de funcionamiento.

- **Confiabilidad.**

Esta será dada por los profesionales que validarán los instrumentos, si es necesaria la modificación de acuerdo a los requerimientos se dará prioridad a sus observaciones. Este proyecto tendrá la firmeza o seguridad de la veracidad de los resultados finales.

3.7. Interpretación de los datos.

El análisis estadístico nos ayuda a determinar si existe una relación entre las dos variables, además a través de la estadística descriptiva aplicado a las variables de estudio, tabulando los datos y evaluando factores comunes, que servirán de parámetros de entrada para el diseño de un vehículo tubular eléctrico biplaza para uso privado en el área urbana de la ciudad de Cajamarca - 2019.

IV. PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Diseño y Análisis del Vehículo Eléctrico Biplaza

Teniendo en cuenta el presente problema propuesto, entendemos que es necesario diseñar un vehículo de al menos una plaza, lo cual se entiende por un lugar dentro del vehículo que será ocupado por un pasajero en este caso el conductor. Ahora, un vehículo biplaza, se entiende por adicionarle un asiento más, para que no solo el conductor vaya en el vehículo si no un acompañante más, teniendo en cuenta características que no se ven en los autos comunes. Este auto eléctrico tiene la característica de que no es tan alto, cuenta con una medida en altura de 1 metro, que la medida desde el suelo, con ello conseguimos una mejor adherencia a la pista, pudiéndose así usar para diferentes tipos de competencia en donde la cabina suele ser abierta como es el caso del presente.

Contando con un chasis – bastidor que se constituye como soporte de los elementos principales y funcionales del auto a fabricar como son: motor, transmisión y suspensión de cada una de las 4 ruedas que utiliza el auto. El mencionado chasis es fabricado en base de un marco metálico soldado en donde se colocan los soportes para los elementos anteriormente dichos, entre otras partes mecánicas.

4.2. Chasis Tubular

Comúnmente utilizados en competencia de velocidad, debido a su modelo aerodinámico, bajo peso y físicamente más resistente, es fabricado en acero ASTM A36, el acero estructural el cual se emplea en construcciones de maquinaria con una alta resistencia a los esfuerzos a los que pueda ser sometidos, adicionalmente las juntas en las cuales se une el acero estructural se realizó con soldadura 6011, la cual nos garantiza resistencia y no aumenta el peso de la misma estructura además de tener un coste mucho más bajo en fabricación

4.3. Estudio de Necesidades Previas al Diseño

Para la construcción del auto se tiene que realizar un estudio previo ya que la construcción constituirá un antes y después en nuestra empresa, ya que nunca

antes se había realizado un trabajo de estas características teniendo mucha importancia, además luego de ser construido es muy difícil las modificaciones, bajo esta premisa se ha vertebrado teniendo como objetivo final la construcción del vehículo.

Para ello se ha previsto el estudio de las siguientes cargas:

a) Cargas Vivas

La carga constituida por el peso final de la estructura, como producto terminado con sus componentes incluido la pintura, sumándose cada detalle, distribuyéndose uniformemente todo el peso en cada soporte localizado.

Masa de un ocupante	Masa de silla de auto de desplazamiento	Masa mínima de equipaje a transportarse	Total
90 kg	20 kg	30 kg	140 kg

b) Cargas Muertas

En este caso nos referimos al peso total del chasis tubular soldado en cual se incluye el peso estructural y el que no es estructural es decir los accesorios tales como auto radio, luces, etc.

Masa de la Estructura Según SolidWorks	Pesos adicionales Se considera la suma de todos los componentes interiores	Accesorios	Total
200kg	100kg	100kg	400kg

c) Cargas de Giro

Durante la vuelta del auto, se ejerce una fuerza la cual debe ser calculada en función a la fuerza centrífuga causada por dicho movimiento, generando una curva (radio) a una determinada velocidad. Para este cálculo se debe determinar que la fuerza centrífuga debe resultar menor a la fuerza de vuelco, teniendo en cuenta el peso total del auto con carga.

Según norma la velocidad propuesta para este caso es de por lo menos 90 km/h, pero teniendo presente que el auto biplaza en fabricación no excederá los 45 km/h, se realizó la siguiente tabla.

Medición de la velocidad (Km/h)	Medida de la curvatura de radio en la carretera (m)	Peralte (%)
45	125	8
80	250	
90	35	
95	400	
100	450	

Tabla N° 2 Cargas de Giro

Con la siguiente formula calculamos la carga de giro:

$$G = \frac{m \times v^2}{r_c}$$

Donde:

G = Carga de giro dada en (N)

M = Masa total (Kg)

V = Velocidad del vehículo (m/s)

Rc = Radio de Curva en (m)

Reemplazando tenemos:

$$G = \frac{540kg \times (45km/h)^2}{125m} \times \left[\frac{1h}{3600s} \times \frac{1000m}{1km} \right]$$

$$G = 2430 N$$

d) Cargas de Frenado

Asumiendo que la desaceleración progresiva del auto hasta alcanzar la velocidad de partida es de 4 m/ s², sabiendo que el auto solo recorrerá alrededores del perímetro de Cajamarca.

Para la carga de frenado utilizaremos la siguiente formula:

$$F = m \times a$$

Donde:

F = Fuerza de Frenado en N

M = Masa del vehículo en Kg

A = desaceleración del vehículo en m/s²

$$F = 540 \text{ kg} \times 4 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$F = 2160$$

e) Cargas de Aceleración

Se calcula teniendo en cuenta la inversa de la carga de frenado.

f) Carga de Resistencia de aire frontal

Realizando una proyección del área frontal del vehículo se calcula la fuerza del aire que ejerce sobre dicha área.

$$Raf = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho_{aire} \times A_f \times v^2$$

Donde:

Raf = Carga por resistencia aerodinámica en N

Cx = Coeficiente de resistencia frontal del aire como mínimo 0,7

Paire = Densidad del aire en K/m³

Af = Área correspondiente a la proyección del vehículo en un plano perpendicular a su eje longitudinal en m²

V = Velocidad del aire m/s

$$Raf = \frac{1}{2} \times 0,8 \times 1,225 \times 1,9183 \times 11,11^2$$

$$Raf = 116,022 N$$

g) Resistencia de la estructura

Con un 50% de carga en el techo podemos tener en cuenta que solo es aceptable 70mm de carga.

F = 4 veces carga máxima del vehículo

$$F = 4 * 540 * 9,81 \quad F = 21189.6 N$$

F = 2 veces carga máxima del vehículo

$$F = 2 * 540 * 9,81$$

$$F = 10594.8 N$$

Según la carga máxima admisible, en nuestro diseño se ha establecido la siguiente repartición de masas.

Repartición de masas principales del vehículo

Ítem	Elementos	Masa (kg)	Tipo de carga
1	Piloto	90	Cargas Vivas
2	Sillas del vehículo – 2 und.	30	
3	Pasajero	90	
4	Sistema de Dirección	2	Cargas Muertas
5	Sistema de Frenos	4	
6	Acumulador de Carga	18	
7	Neumáticos	20	
8	Soportes	10	

Tabla N° 3 Repartición de Masas

4.4. Sistema Eléctrico a utilizar

Dicho sistema eléctrico está basado en un auto de conducción urbana común, el cual nos ayudara al elegir adecuadamente el motor eléctrico y las baterías correspondientes. En esta ciudad no se genera un tráfico muy congestionado por lo que las velocidades pueden llegar a ser elevadas según las posibilidades del auto eléctrico, como vehículo de circulación rápida, pero limita por su velocidad máxima de 45 km/h

4.4.1. Potencia del Motor

La potencia del motor es obtenida a través de los campos magnéticos generado por las bobinas existentes que se encargan de transformar la energía eléctrica de las baterías en energía mecánica usada para el transporte.

a) Cálculo de la potencia del motor

$$P = \frac{ft \times V}{102 \times \eta}$$

Ecuación. Potencia del motor

P = potencia del motor

V = Velocidad máxima

n = Rendimiento del motor

$$P = \frac{59.38 \times 12.5}{102 \times 0.8} = \frac{742.25}{81.6} = 9.096 \text{ kw}$$

b) Cálculo del par motor

$$M_{max} = 9.55 \frac{ft \times V}{n \times \eta}$$

Ecuación Par motor

Mmax = Par motor máximo

n = Numero de revoluciones

$$M_{max} = 9.55 \frac{59.38 \times 12.5}{3448 \times 0.8} = 25.088 \text{ Nm}$$

Según el cálculo obtenido el motor debe de presentar las siguientes características:

Características del motor	
Motor	BLDC MOTOR
Potencia máxima de entrada	11.572 kW a 3304 RPM
Potencia máxima de salida	10.012 kW a 3304 RPM
Par máximo	2894 N.m a 3304 RPM
Eficiencia	86.5 %
Refrigeración	Por aire
Peso	17 kg
Voltaje	48 v
RPM	3000 – 6000
Diámetro	206 mm
Longitud	170 mm

Tabla N° 4 Características del Motor

4.4.2. Capacidad de Baterías

Siendo este el caso de un auto eléctrico, se tienen que considerar baterías de larga duración y de gran eficiencia, utilizaremos una batería de 12V para el circuito de baja tensión y una de 48V para el circuito de alta tensión. Cada capacidad se refiere a el almacenamiento de energía que puede soportar midiéndose en coulomb y el producto de la corriente en A durante un tiempo t.

$$Q = I \times T$$

Ecuación cantidad de energía

Sabiendo que 1 A/h = 3600 C, entonces una batería de 100 A/h será capaz de entregar 10 amperios durante un tiempo de 10 horas.

a) Sistema de baja tensión

En el sistema de baja tensión como ya mencionamos se hará uso de una batería de 12V en este caso por cuestiones de garantía se utilizará la marca BOSCH de 12V y 41 A/h, que permitirá también energizar al sistema de iluminación y accesorios como el cláxon.



Batería Bosch s3 001 12v41 Ah, 207 x 175 x 170 mm.

b) Sistema de alta tensión

Determinando la potencia de la batería que será necesaria para el auto:

$$P_{bat} = \frac{P_{me}}{n_{trans} \times n_{me}}$$

Ecuación potencia de batería

P_{me} = Potencia motora eléctrico

n_{trans} = Eficiencia de la transmisión

n_{me} = Eficiencia del motor eléctrico

$$P_{bat} = \frac{9.096 \text{ kw}}{0.9 \times 0.8} = 12.63 \text{ kw}$$

Obteniéndose como resultado una batería que brinde la energía al motor del auto de 48 V y 30 A/h de litio/fosfato de hierro, recargable.

4.5. Diseño del Sistema de Frenos

El sistema de frenos constara de:

- Disco de freno
- Prensa de frenos (mordaza)
- Pistones y cilindros de freno
- Pastillas de freno
- Bomba de freno

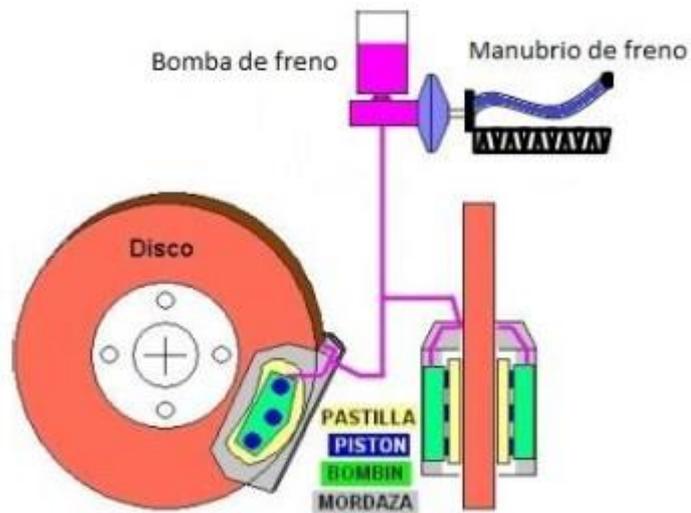


Figura N° 31 Sistema de freno de vehículo
Fuente Propia

Para el cálculo de frenos se consideró una velocidad máxima alcanzada con el vehículo:

- Velocidad máxima: 50 km/h
- Velocidad para calcular la distancia: 70 Km/h
- Velocidad para calcular el tiempo de parada: 70 Km/h

4.5.1. Cálculo del tiempo de frenado

Trabajando con la velocidad de 70 km/h, tendremos un coeficiente que varía entre los 0,7 y 0.85 dependiendo las condiciones de terreno y la calidad del neumático.

V = velocidad (m/s)

Tp = tiempo de parada (s)

U = coeficiente de adherencia

G = gravedad

$$Tp = \frac{v}{u \times g} + 1 = \frac{70}{0,7 \times 9.81} + 1 = 2,75 \text{ seg.}$$

Entonces tenemos que el auto se detendrá luego de 2.75 segundos de aplicado el freno.

4.5.2. Distancia de Frenado

Según los datos:

- V = 70 Km/h
- G = 9,81 m/s²

$$Ec = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$\text{Trabajo} = m \times g \times u \times Df$$

$$m \times g \times u \times Df = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

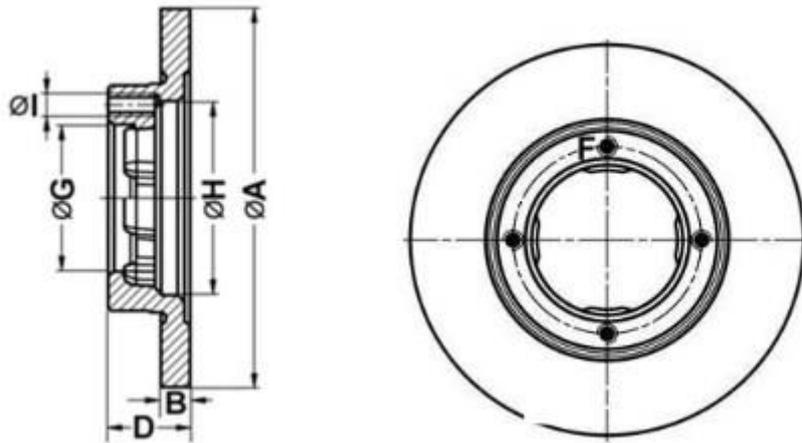
$$Df = \frac{19^2}{2 \times 9,81 \times 0,7} = \frac{361}{15,7} = 22,9 \text{ metros}$$

4.5.3. Selección de Discos

Luego de obtener los resultados del cálculo de frenos, ahora tenemos la labor de seleccionar los discos correspondientes o tambores que harán dicha función.

Así seleccionamos el kit de frenos Suzuki Forza I

Según las siguientes características:



Características:

A	B	D	F	G	H	O
215mm	10mm	33mm	4	86mm	106mm	12mm

4.6. Diseño del Sistema de Suspensión

El sistema de suspensión debe garantizar un viaje cómodo a los ocupantes (conductor y pasajero) siendo inevitable las siguientes características:

- Absorción de irregulares de las vías durante el recorrido.
- Amortiguación durante esas irregularidades.

De los existentes en el mercado los más usados son los de sistema de muelle como se muestra:



Figura N° 32 Sistema de suspensión de Muelles

Fuente: www.hispaniatecnica.com/images/Muelles_y_amortiguadores

Al usar este tipo de amortiguación, garantizamos que cada una de las ruedas cuente con un sistema independiente, sin afectar a las demás y manteniendo en todo tiempo el contacto con el pavimento y facilitando las maniobras en cualquier tipo de terreno que se le presente. Haciendo hincapié en que el mantenimiento de dicha amortiguación es de bajo costo por ser independiente.



Figura N° 33 Sistema de suspensión completa prototipo

Fuente: El Autor

El sistema de amortiguación está compuesto por:

- Muelle:

Con un Diam. de 15 mm, se muestra un muelle en forma de hélice con un mismo centro, teniendo también un ángulo de inclinación además de ser de acero el cual garantiza la calidad.



Figura N° 34 Muelle

Fuente Autor

- Amortiguadores:

Encargados de la amortiguación propiamente dicha ya que presente un recorrido el cual absorbe la irregularidad del pavimento, pueden ser hidráulicos los cuales son mucho mejores ya que los de fricción suelen tener menos tiempo de vida.



Figura. N° 35 Amortiguador

Fuente Autor

- **Brazo oscilante:**

Es el encargado de controlar los movimientos a izquierda o derecha que hace el timón controlando a las ruedas, además de ser nexo entre la mangueta y el chasis del auto eléctrico.

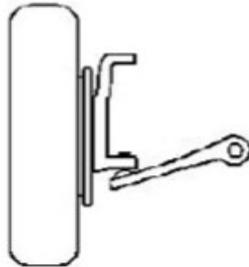


Figura N° 36. Brazo oscilante

Fuente: Autor

4.7. Esquema general de sistema de tracción del auto eléctrico



Esquema General de Tracción de Vehículo

Nuestro sistema permite un almacenamiento de la energía, que será entregada según sea el trabajo como puede ser el de sistema de tracción o el auto radio que serían los servicios principales o auxiliares.

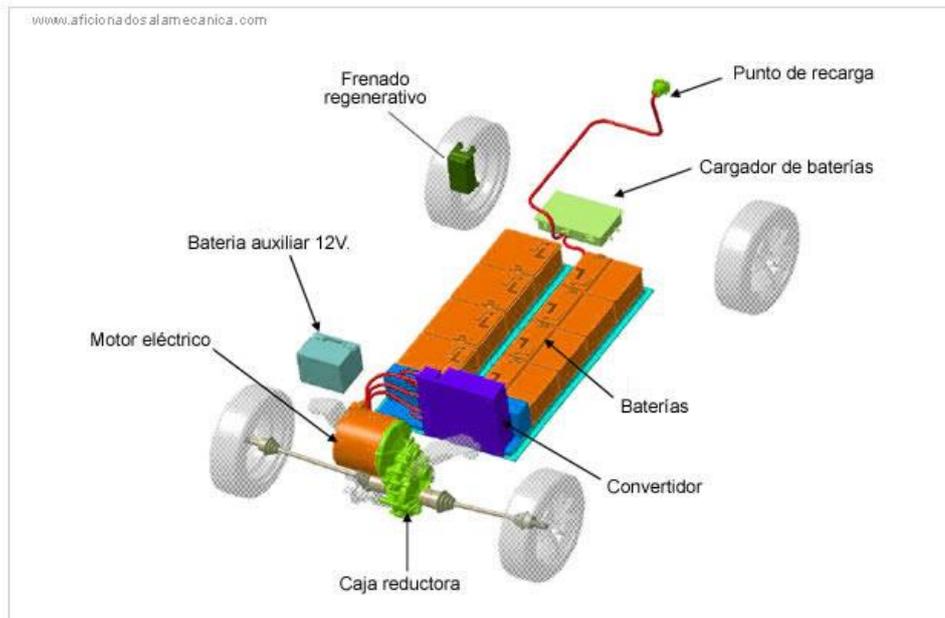


Figura N° 37. Esquema base del vehículo

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/vehiculo-electrico.htm>

4.8. Parámetros de baterías:

Existen diferentes características en las baterías a tener en cuenta:

- Tensión de las baterías y celdas:

Las baterías cuentan con un valor nominal de carga, que será aproximado al que tendrán durante el funcionamiento normal que tendrán durante su uso, como se muestra en la figura, un circuito equivalente.

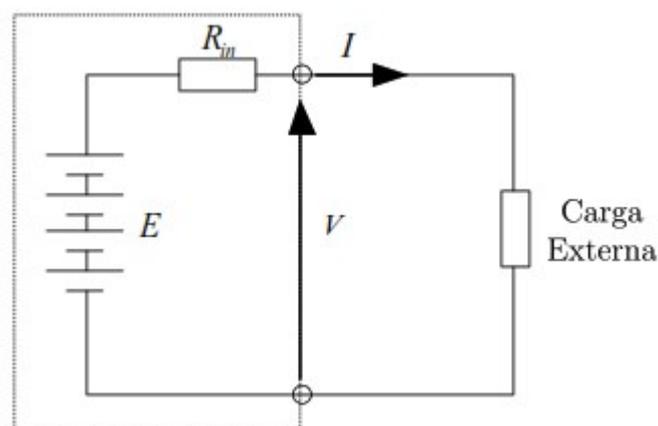


Figura N° 38. Circuito equivalente simplificado de una batería

Las siguientes letras representan según se indica:

- E: tensión fija
- Rin: tensión en bornes
- I: corriente saliente de batería.

$$V = E - I R_{in}$$

Dependiendo si baja o aumenta la tensión en bornes, aumenta disminuye la carga de la batería.

- **Capacidad de carga**

Se conoce a la cantidad de Ampere / hora (Ah) que es capaz de entregar la batería en forma de energía eléctrica. Como, por ejemplo, si una batería cuenta con 10Ah, significa que puede entregar 1 Ampere por 10 horas en medidas nominales, 2 Amperes en 5 horas y 10 Amperes en 1 hora. Por lo contrario, en la práctica no siempre se cumple.

En la siguiente grafica podemos observar la capacidad de carga de una batería de 42Ah, y que en 1 hora solo se entregan 34 Ah, al contrario, si su velocidad de descarga disminuye, por ejemplo, en 20 horas, tenemos un rendimiento de aproximadamente 46 Ah.

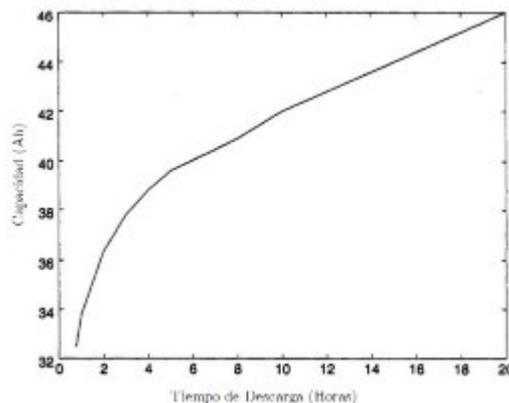


Figura N° 39. Capacidad de Carga Batería de 42 Ah

- **Energía almacenada:**

Teniendo en cuenta la tensión nominal (V) y la capacidad de carga C. utilizaremos la unidad Watt / hora:

$$\text{Energía en Watt/ hora} = \text{Voltaje} \times \text{Capacidad de carga} = V \times C$$

Entonces reconocemos que la energía almacenada puede cambiar dependiendo la velocidad en la que se gasta energía.

- **Energía específica:**

Es la energía almacenada por cada KW en la batería.

- **Densidad energética:**

Es la energía almacenada por cada metro cubico en la batería.

- **Eficiencia de carga:**

Es la relación existente entre la energía que suministra la batería y la energía consumida.

- **Eficiencia energética**

Relación existente entre la energía que suministra la batería y la que necesita para cargarse nuevamente.

- **Tasa de auto descarga**

Las baterías al no ser cargadas habitualmente, pierden la vida útil que tienen, a esta pérdida se le llama tasa de auto descarga.

- **Vida útil y ciclos de carga**

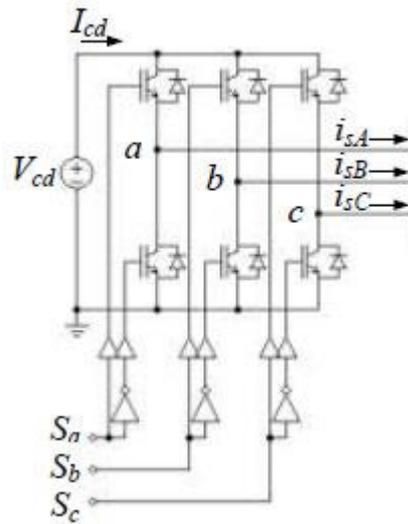
Es el tiempo en la que la batería puede ser usada antes de ser reemplazada.

4.9. Métodos de carga:

- Corriente constante
- Voltaje constante
- Carga de pulsos
- Carga de pulsos negativos
- Carga lenta y continua
- Carga de flotación
- Carga aleatoria

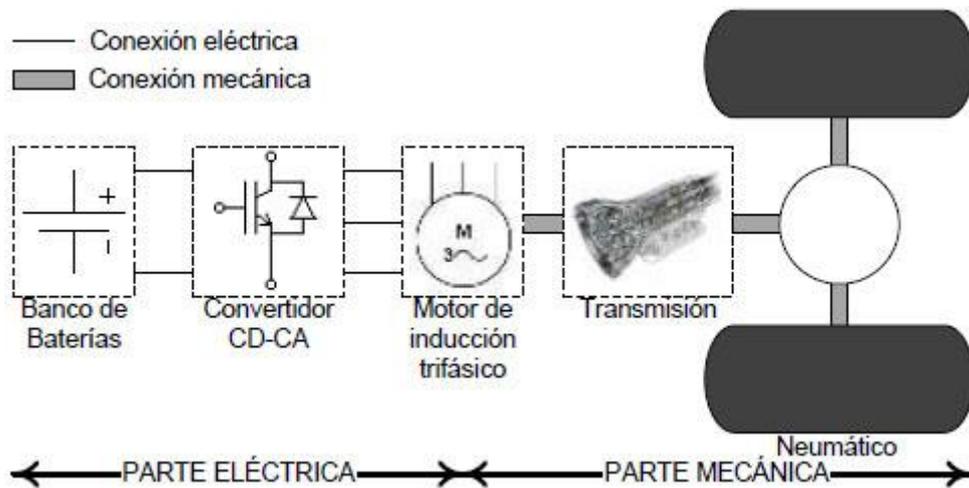
4.10. Esquema de convertidor

El llamado inversor, como el que se muestra en la siguiente figura, el fasor espacial del voltaje de salida del inversor \bar{u}_s depende del voltaje de CD del banco de baterías V_{cd} y de las señales de modulación S_a , S_b y S_c , como se expresa en la siguiente ecuación



4.11. Componentes Principales considerados.

- Motor Trifásico
- Parte mecánica
- Convertidor CD – CA
- Transmisión
- Banco de Baterías



4.12. Esquema principal del proyecto

Según la siguiente figura:

- Modulación del inversor S_a , S_b y S_c para cada fasor espacial de voltaje.
- Los seis sectores de $\pi/3$ rad en los que se divide el plano para el CDP convencional.
- Un diagrama a bloques del CDP convencional.

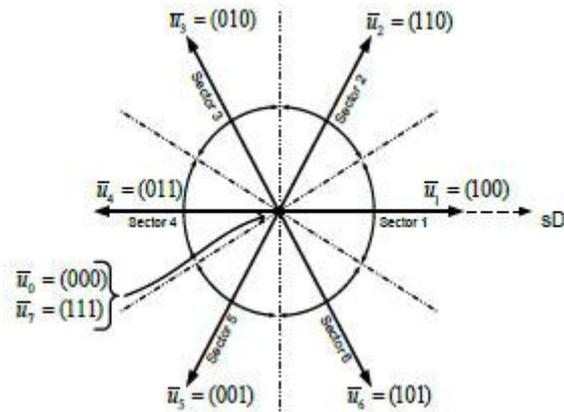


Figura N° 40 Fasores espaciales de voltaje del inversor.

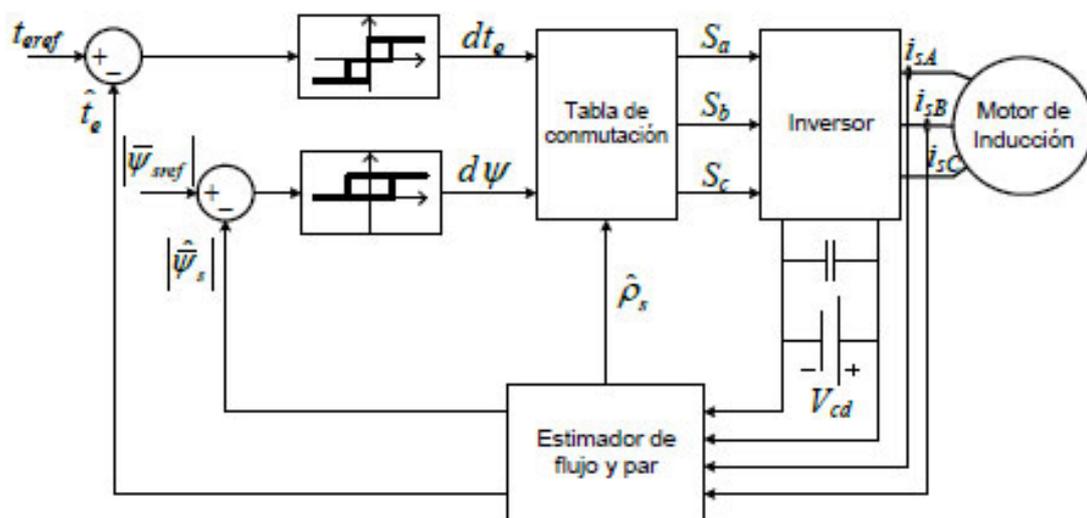


Figura N°41 Diagrama a bloques del CDP convencional.

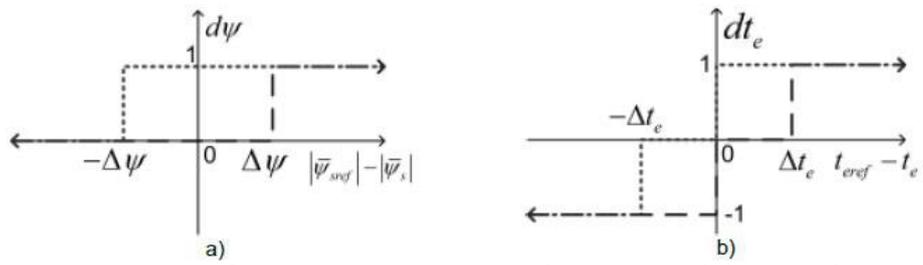


Figura N° 42 Comparadores de histéresis de: a) flujo y b) par

dψ	dte	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6
1	1	110	010	011	001	101	100
	0	111	000	111	000	111	000
	-1	101	100	110	010	011	001
0	1	010	011	001	101	100	110
	0	000	111	000	111	000	111
	-1	001	101	100	110	010	011

Tabla N° 5: Tabla de Conmutación

V. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

5.1. Resultados

- EL diseño del auto biplaza eléctrico, cumplió con los requisitos planteados al inicio del proyecto, contando con las facilidades y comedidas ofrecidas al conductor y pasajeros.
- Teniendo conocimiento de que en nuestro país no existen normas específicas para el diseño o mejoramiento de autos, se trabajó con la finalidad de aportar en un futuro de la promulgación de normas que ayuden a trabajos similares.
- La estructura cumple con el cálculo de cargas (vivas, muertas, etc.) que el diseño sugiere para obtener un mejor resultado en la fabricación y en la obtención como producto terminado.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que los posteriores trabajos que contengan similitud con el presente, consideren dentro de sus cálculos el uso de un software especializado de paga capaz de desarrollar con más precisión el cálculo de fallas.
- Si se desea construir nuestro mencionado proyecto, se recomienda utilizar los materiales y seguir las condiciones de construcción ya que se realizó con el cálculo estructural para prevenir cualquier tipo de accidentes.

REFERENCIAS

- [I]. Almeida, A. (04 de 02 de 2019). Radio Programas del Perú. Obtenido de rpp.com: <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/vehiculos-100-electricos-en-el-peru-noticia-1177316>
- [II]. W. H. Deluca, A. F. Tummillo, J. E. Kulaga, C. E. Webster, K. R. Gillie, and R. L. Hogrefe, "Performance evaluation of advanced battery technologies for electric vehicle applications", in Proc. Intersoc. Energy Convers. Eng. Conf. 1990
- [III]. T. Moore, "The push for advanced batteries", EPRI J, 1991
- [IV]. A. Hiny, Battery R&D Report. Power Sources Manuf. Assoc. Pub., 1992.
- [V]. D. Coates and L. Miller, "Advanced batteries for electric vehicle applications", in Proc. Int. Electric Vehicle Symp., 1992, no. 14.03.
- [VI]. W. A. Adams, W. Fell, G. S. Song, and M. Walker, "Consideration of aluminium/air and zinc/bromine flow batteries as EV range extenders", in Proc. Int. Electric Vehicle Symp., 1992, no. 18.02
- [VII]. Álvarez Salazar, V. (2018). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CHASIS TUBULAR DE UN VEHÍCULO DE COMPETECIA FÓRULA SAE ELÉCTRICO. Cuenca - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- [VIII]. Baco Mundial. (20 de 07 de 2019). Datos macros I com. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/negocios/produccion-vehiculos/brasil>.
- [IX]. Budynas, R., Nisbett, J., & Ríos Sánchez, M. Á. (2008). DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY (Octava ed.). D.F., México: McGraw-Hill.
- [X]. Expansión. (2018). Expansión. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/negocios/produccion-vehiculos/mexico>: <https://datosmacro.expansion.com/negocios/produccion-vehiculos/mexico>
- [XI]. INACAP (2014), GUIA DE APRENDIZAJE UNIDAD - 1 - INTRODUCCION A LA TEORIA DE LA CORRIENTE ALTERNA
- [XII]. Fuentes, V. (03 de enero de 2019). motor pasión. Obtenido de motor pasión: <https://www.motorpasion.com/industria/vehiculos-electricos-arrasan-noruega-copando-cada-tres-unidades-vendidas-2018>
- [XIII]. Lizano Núñez, C. D. (2017). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA TUBULAR PARA LA CARROCERÍA DEL PROTOTIPO DE UN AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTACIM17. AMBATO – ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

- [XIV]. Douglas C. GIANCOLI (2009), FISICA PARA CIENCIAS E INGENIERIA VOLUMEN II, 4TA EDICION
- [XV]. Mora Sinche, G. A., & Sucotona León, K. F. (2017). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS TUBULAR DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TIPO BUGGY 4 X 4 PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ. RIOBAMBA – ECUADOR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- [XVI]. OSINERGMIN. (2016). LA INDUSTRIA DE LA ELECTRICIDAD EN EL PERÚ: 25 AÑOS DE APOORTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PAÍS. Magdalena del Mar, Lima.
- [XVII]. IBERDROLA (2016), ELVEHICULO ELECTRICO: TIPOLOGIA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS.
- [XVIII]. Martínez Gutiérrez (2013) VEHICULO ELECTRICO: ANALISIS Y PROSPECTIVA DE FACTORES TECNOLOGICOS.
- [XIX]. Ramón Folch (2012), EL TRANSPORTE ELECTRICO Y SU IMPACTO AMBIENTAL.
- [XX]. Juan Torres (2015), ESTUDIO DE VIABILIDAD EN LA IMPLEMENTACION DE VEHICULOS ELECTRICOS EN LA CIUDAD DE CUENCA.
- [XXI]. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y DOCUMENTACION PARLAMENTARIA (2018), VEHICULOS ELECTRICOS E HIBRIDOS: ASPECTOS CONCEPTUALES, LEGISLACION NACIONAL Y COMPARADA.
- [XXII]. Mauro Zumbado (2015), AUTOS ELECTRICOS.
- [XXIII]. Melissa García (2015), PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE VEHICULOS ELECTRICOS.
- [XXIV]. CAMARA DE COMERCIO (2017), RENAULT / VEHICULO ELECTRICO.
- [XXV]. INNOVA (2010), VEHICULOS HIBRIDOS, UNA SOLUCION INTERINA ARA BAJAR LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE CAUSADOS POR LAS EMISIONES PROVENIENTES DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.
- [XXVI]. David Arias (2015), INFLUENCIA DEL VEHICULO ELETRICO SOBRE LA FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS.

- [XXVII]. Ignacio Sanz (2015), ANALISIS DE LA EVOLUCION Y EL IMPACTO DE LOS VEHICULOS ELECTRICOS EN LA ECONOMIA EUROPEA.
- [XXVIII]. Gerardo Israel Palafox Alvarado (2009), "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN VEHICULO ELECTRICO CON VARIADOR DE VELOCIDAD MEDIANTE UN CONVERTIDOR CD – CD"
- [XXIX]. Salinas Masache, C. A. (2018). ESTUDIO, ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN MOTOR ELÉCTRICO COMO FUENTE DE POTENCIA PARA UN VEHÍCULO TUBULAR. Loja - Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- [XXX]. Virgilio Di Pelino (2009), LA ENERGIA, TRANSFORMADORES DE LA ENERGIA.
- [XXXI]. Christian Abarca (2019), MOTORIZACIÓN ELÉCTRICA Y HOMOLOGACIÓN DE VEHICULO DEPORTIVO MONOPLAZA PARA PUEDA CIRCULAR POR CIUDAD.
- [XXXII]. Raúl Ciudad (2002), PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION PARA APARCAMIENTO PRIVADO DE VEHICULOS.
- [XXXIII]. Fausto Chancusig (2014), ANALISIS TECNICO - ECONOMICO PARA LA INSERCIÓN DE VEHICULOS ELECTRICOS EN EL SISTEMA ELECTRICO.
- [XXXIV]. Juan Vargas (2012), CONVERSION A AUTO ELECTRICO BASADO EN UN ACIONAMIENTO TRIFASICO: DISEÑO, MODELACION E IMPLEMENTACION.
- [XXXV]. Juan Rocha (2002), EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRACCION EN UN VEHICULO ELÉCTRICO BIPLAZA DE ESTRUCTURA TUBULAR.
- [XXXVI]. Arantxa Pons (2016), VEHICULO DE COMPETICION FORMULA SAE: DISEÑO Y OPTIMIZACION DEL CHASIS.
- [XXXVII]. José Rodríguez (2014), CONVERSION PARA UN AUTOMOVIL CON MOTOR DE COMBUSTION A AUTOMOVIL CON MOTOR ELECTRICO.
- [XXXVIII]. Green Car Design (2011), SUBSISTEMAS DEL VEHICULO ELECTRICO E IMPLICACIONES DE LA IMPLANTACION.
- [XXXIX]. JUAN ANDRINO (2016), MECÁNICA Y ENTRETENIMIENTO SIMPLE DEL AUTOMOVIL.

[XL]. Tapia Guerrero, G. A., & Velásquez Albán, D. A. (2015). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MINI VEHICULO ELÉCTRICO DE DRIFTING DENOMINADO “CRAZY KART”. 2015: Universidad de las Fuerzas Armadas.

[XLI]. Dani Megane (2017), AFICIONADOS A LA MECANICA – VEHICULO ELECTRICO

[XLII]. Diego Fraile (2015), MASTER EN ENERGIA RENOVABLE Y MEFCADO ENERGETICO - GESTION EFICIENTE DE LA EERGIA: TECNOLOGIA DE COGENERACION.

[XLIII]. Jorge Alcivar (2006), DISEÑO, IMPLEMENTACION Y ANALISIS DE UN PROTOIOP DE VEHICULO HIBRIDO.

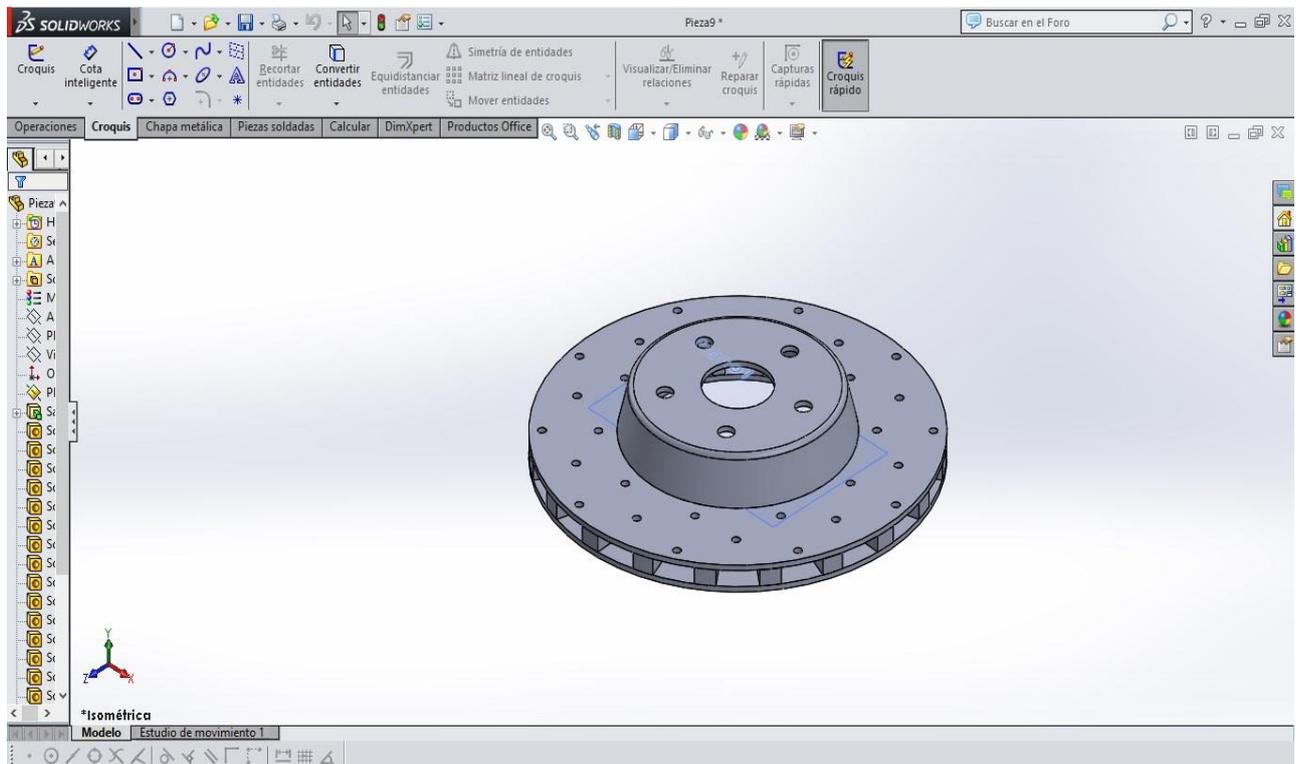
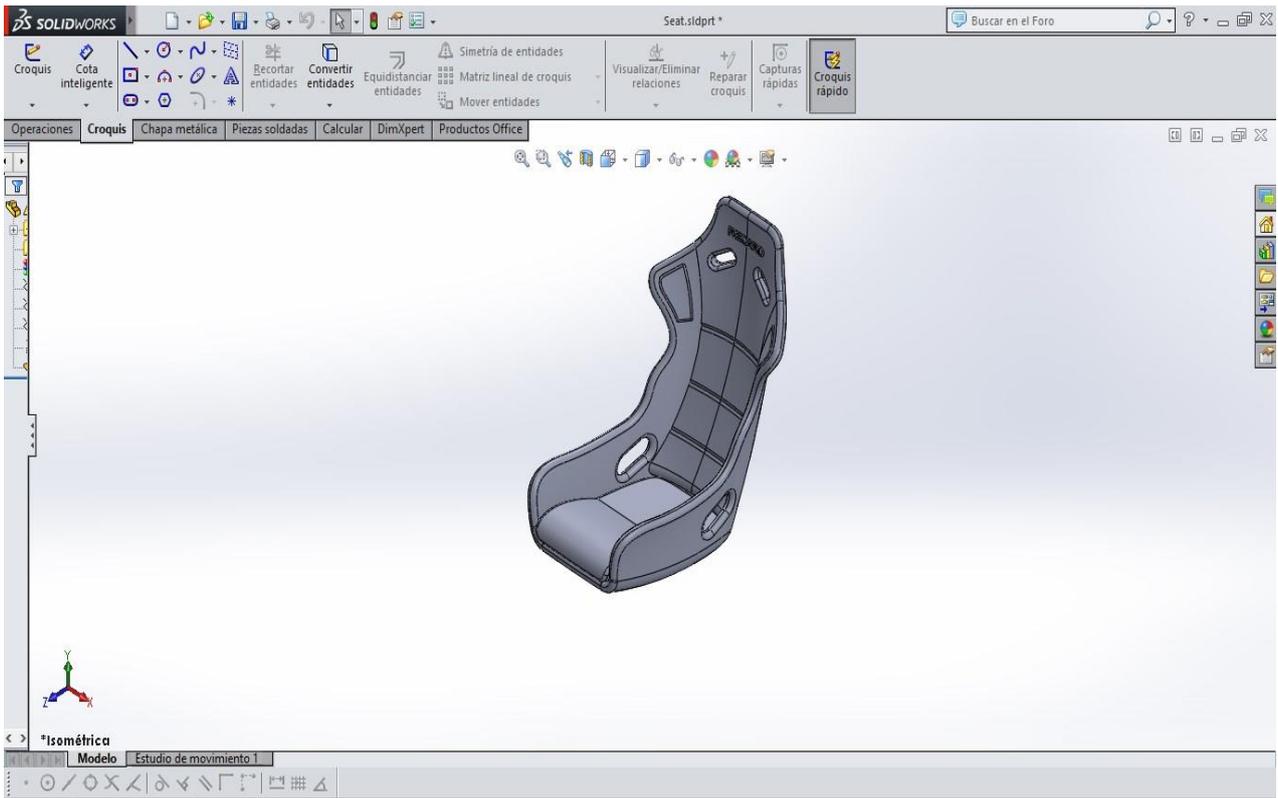
[XLIV]. Paul Aguirre Cárdenas (2014), “DISEÑO DE UN VEHICULO ELECTRICO PROTOTIPO MONOPLAZA PARA UNA PERSONA PARAPLEJICA Y CONSTRUCCION DE SU CHASIS”

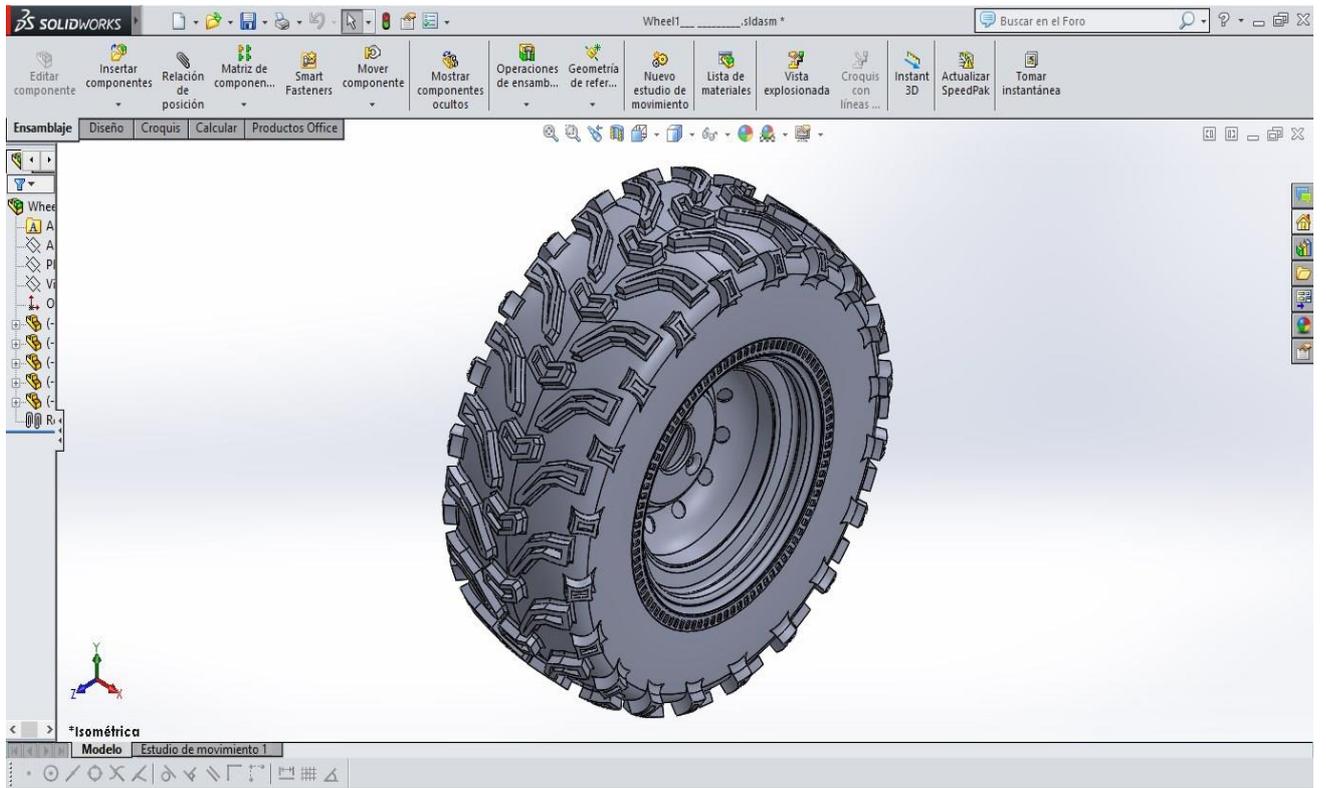
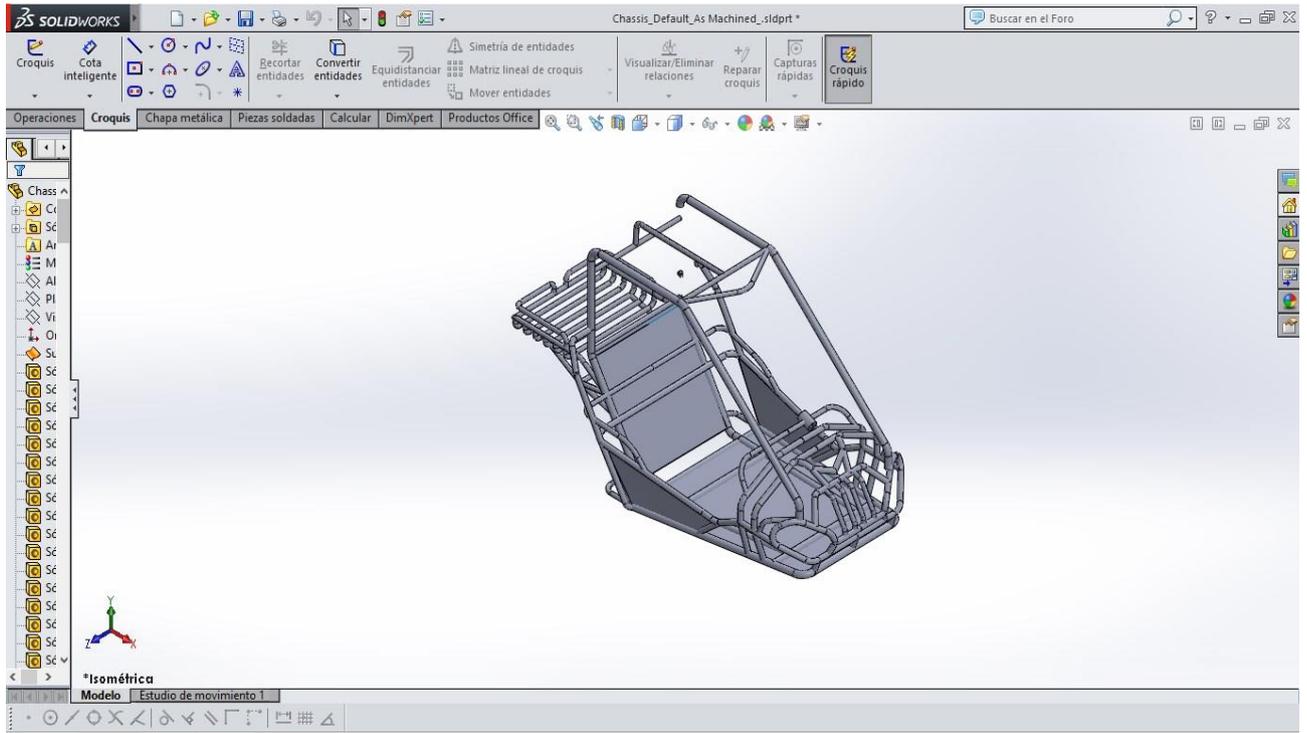
[XLV]. Diego Fraile (2006), COGENERACION: ASPCTOS TECNOLOGICOS.

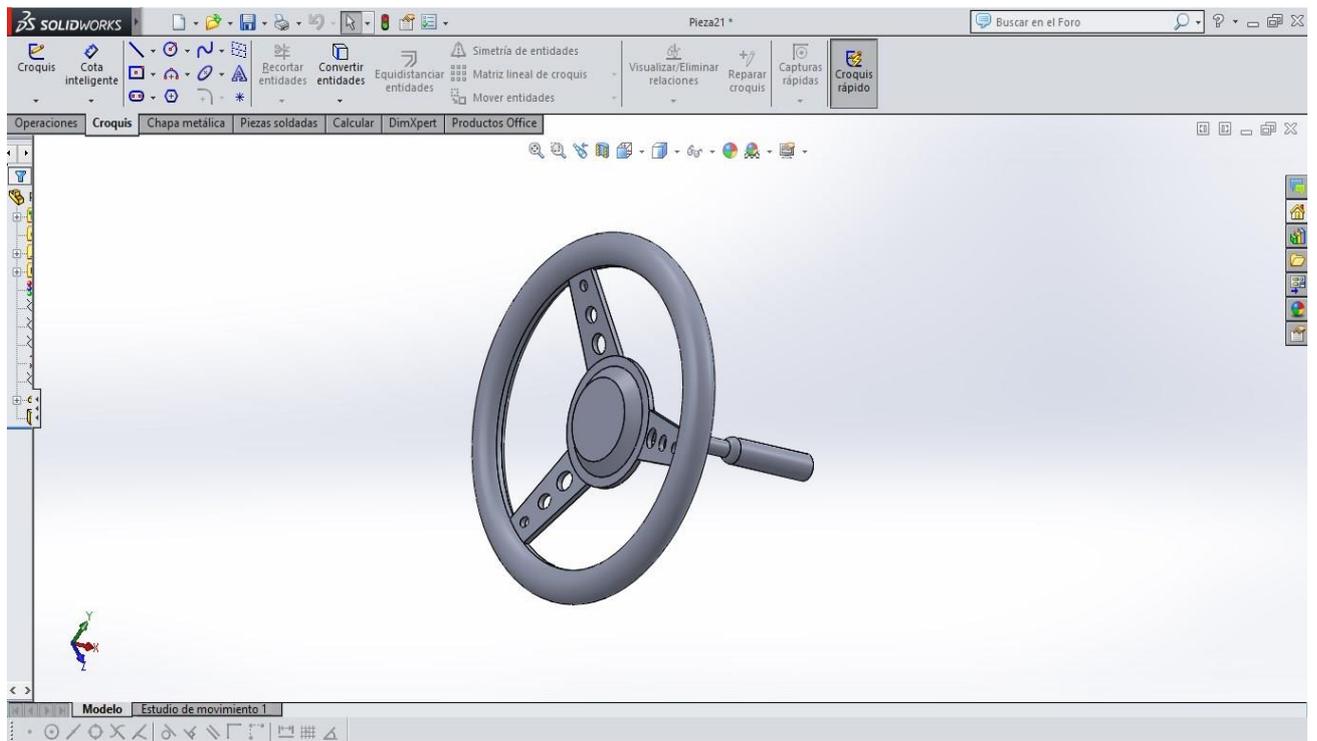
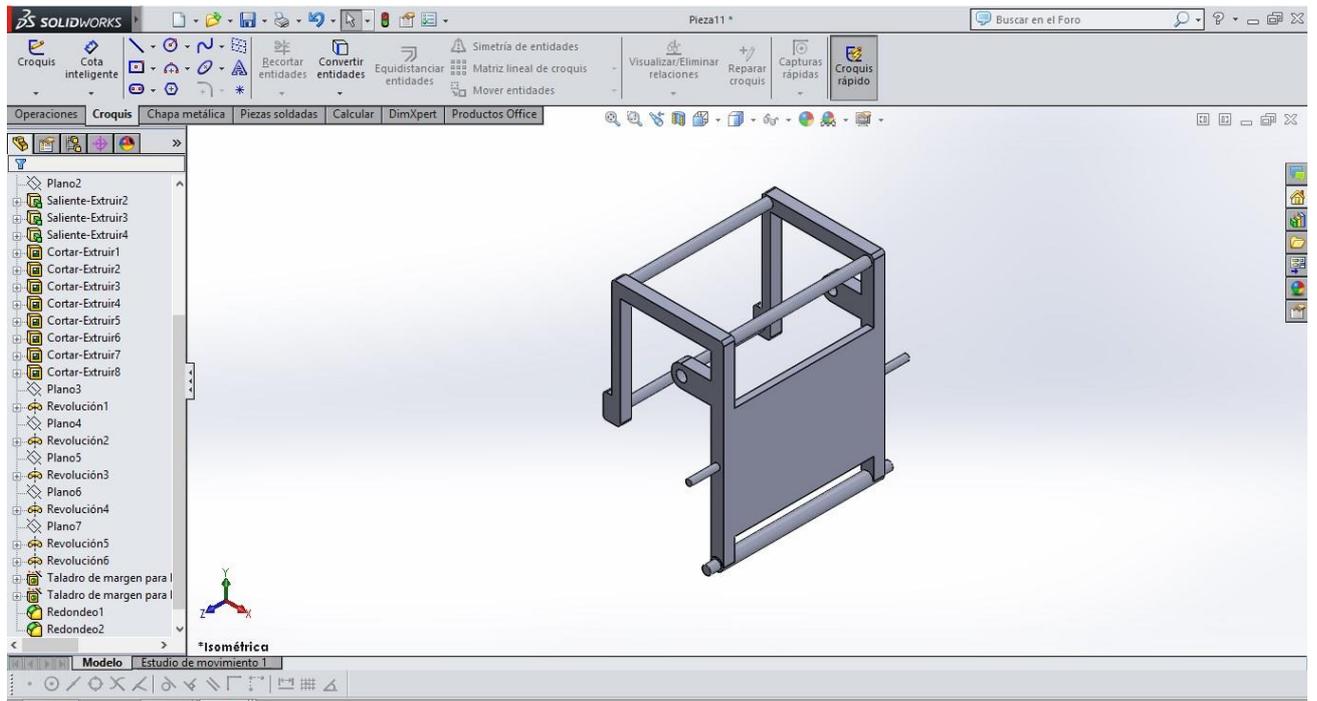
[XLVI]. Revista Facultad de Ingenieria [en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos, 2018 [fecha de consulta 20 de setiembre de 2019]

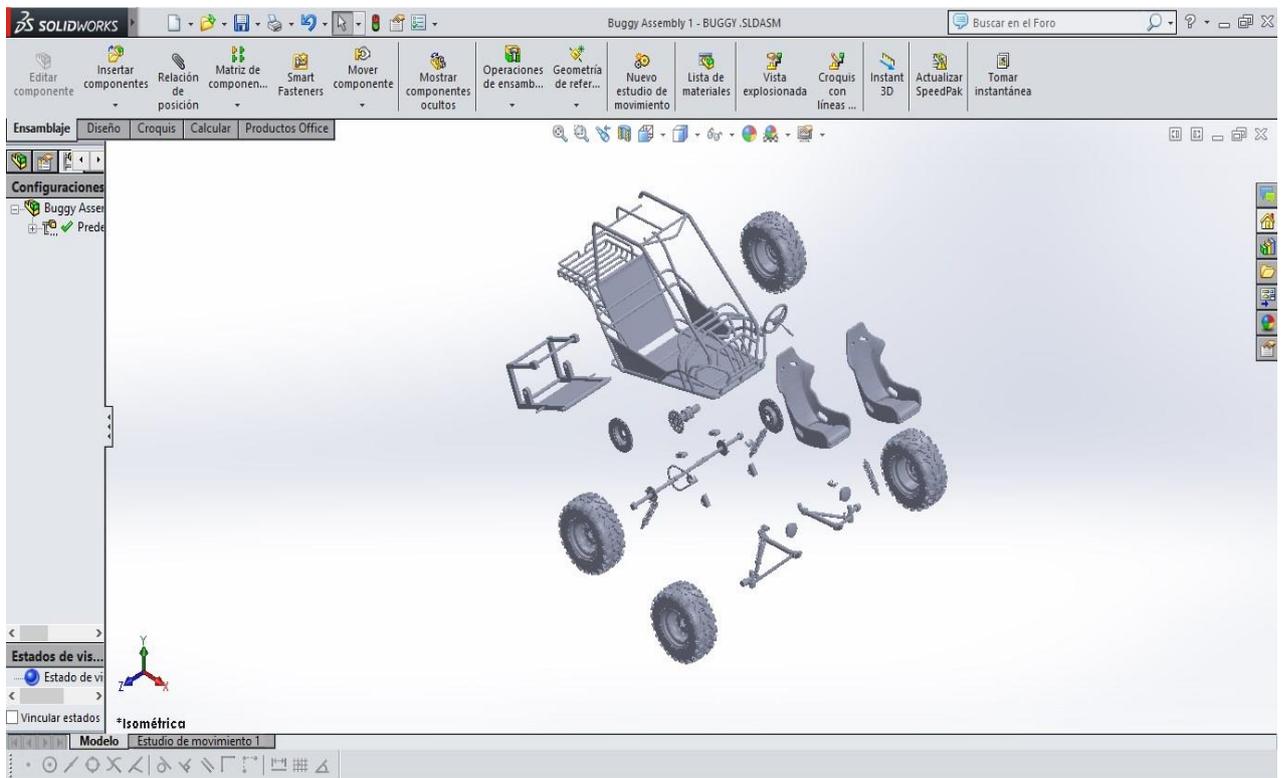
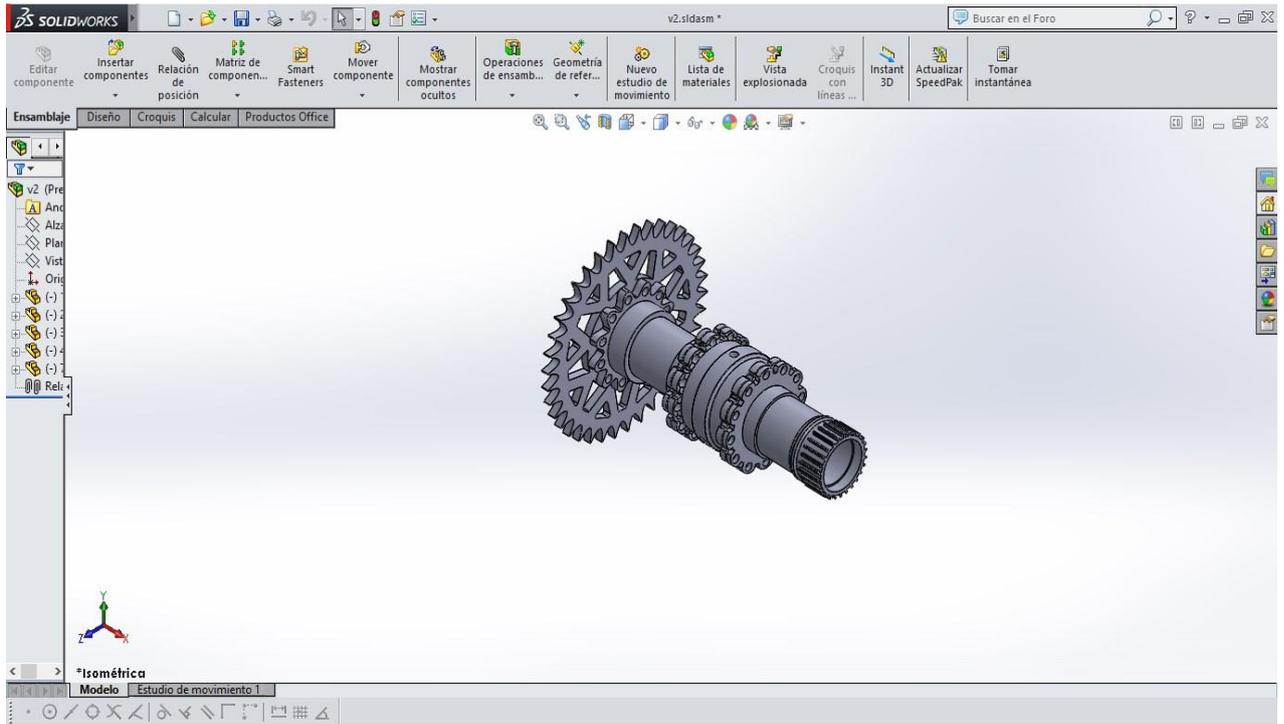
Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/324544194_A_REVISTA_Facultad_de_Ingenieria.

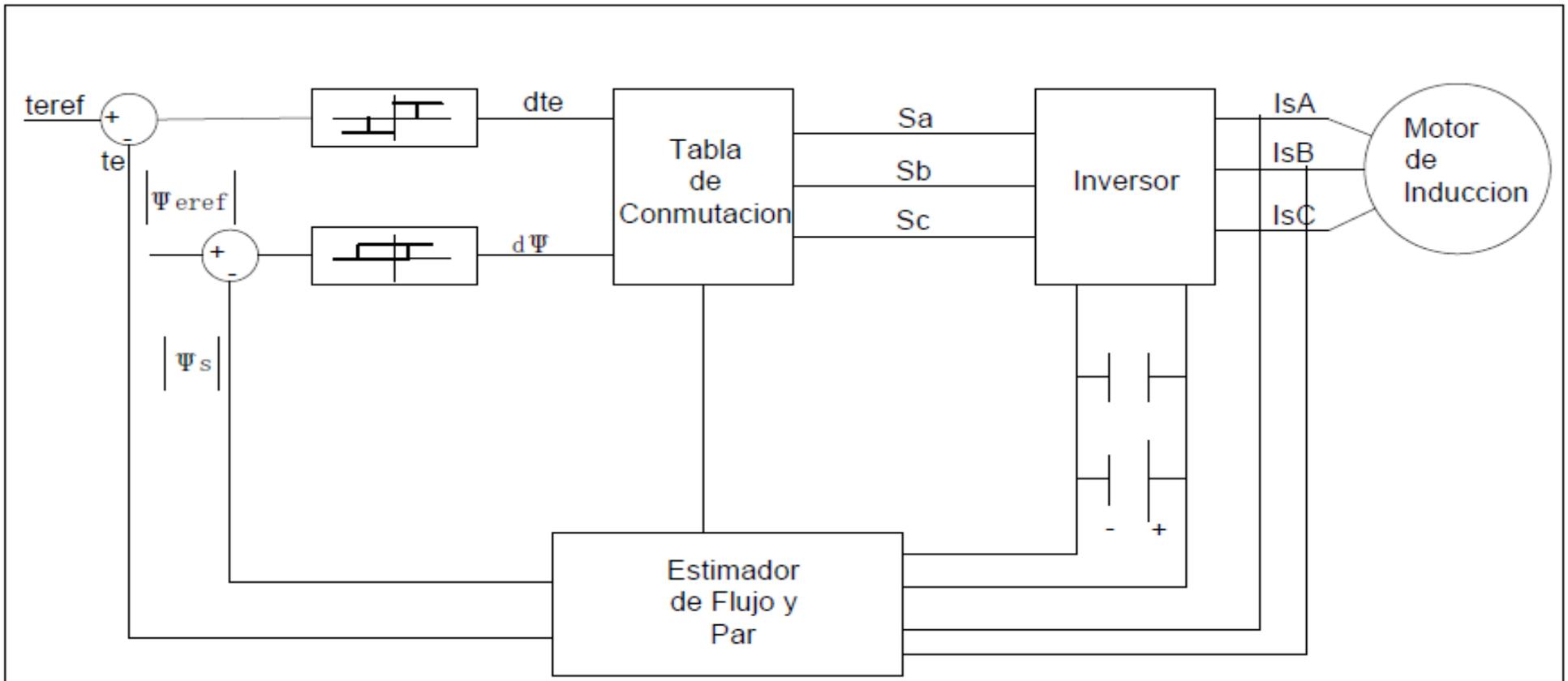








ANEXO 02



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		OBRA: DIAGRAMAS UNIFILARES - VEHICULO ELECTRICO			
OBSERVACIONES:					
	NOMBRE	FIRMA	ESCALA:	FECHA:	FORMATO:
APROB:			S/E	10 / 12 / 2018	A4
DES:	Limay Torres Julio D.	DEBUCAD		ISSC:	DES:
				01	001