



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Implementación de un sistema de tracción eléctrica a un vehículo  
convencional, para mejorar su rendimiento**

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

**AUTORES:**

Bermudez Coloma, Roberto Emilio (orcid.org/0000-0002-9704-5218)  
Saguma Merino, Melky Danner (orcid.org/0000-0002-1418-4491)

**ASESOR:**

Mg. Salazar Mendoza, Aníbal Jesus (orcid.org/0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**CHICLAYO – PERÚ**

**2022**

## Dedicatoria

*A mi madre por haberme dado el apoyo necesario en cada paso de mi vida universitaria, ya que sin ella todo fuera más difícil.*

*A mis tías por brindarme un consejo cuando más lo he necesitado, gracias por la confianza depositada en mi persona.*

*A mi esposa, mis hijos, por despertar en mí las ganas inmensas de ser un ejemplo para ellos.*

*A mi tío por bendecirme y guiarme por el buen camino para ser cada día mejor.*

*A mis amistades que nunca dejaron de creer en mis metas trazadas.*

*Se lo dedico a ustedes, con mucha estima.*

## Agradecimiento

*Agradezco en primer lugar, a Dios por haberme brindado las fuerzas necesarias para poder culminar mi carrera, Armanda mi madre, Dionila merino, Noemí Merino, José merino, mi familia agradecerles por cuidar de mí en cada instante por cada consejo, cada palabra de motivación por ser mi bastón que me sostienen cada día, agradecer por los buenos valores que me han cultivado por enseñarme el valor de la vida, gracias por la confianza ustedes son mi mayor motivación para seguir con este sueño y más.*

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	15
3.2. Variables, Operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	17
Principios Básicos de Bioética.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES.....	76
VII. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS .....	82

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Características Técnicas de Motores de Corriente Continua.</i> .....	26
Tabla 2. <i>Clasificación de los Motores Jaula de Ardilla</i> .....	31
Tabla 3. <i>Características de los Motores Jaula de Ardilla</i> .....	32
Tabla 4. <i>Tabla Comparativa de Motores eléctricos</i> .....	34
Tabla 5. <i>Condiciones de Funcionamiento de Moto generadores – MCI – Análisis Muestral</i> .....	44
Tabla 6. <i>Análisis comparativo de la eficacia entre distintos tipos de Automóviles</i> .....	50
Tabla 7. <i>Consumo Promedio a Nivel Mundial.</i> .....	52
Tabla 8. <i>Consumos de Yaris y Prius a diferentes Niveles de Consumo</i> .....	53
Tabla 9. <i>Ahorros en la operación del Toyota Prius C.</i> .....	53
Tabla 11. <i>Disposición de Potencias de un automóvil de combustión</i> .....	62
Tabla 12. <i>Tabla de Características de magnitudes.</i> .....	62
Tabla 12. <i>Costo del Proyecto a implementar</i> .....	68
Tabla 13. <i>Costeo de materiales y equipos usados</i> .....	69

## Índice de figura

<i>Figura 1.</i> Motor de Cuatro Tiempos Otto.....	7
<i>Figura 2.</i> Ciclo del Motor Diésel. ....	8
<i>Figura 3.</i> Los motores eléctricos y su principio de funcionamiento. ....	9
<i>Figura 4.</i> Auto Eléctrico. ....	12
<i>Figura 5.</i> Esquema de conexión para vehículos eléctricos. ....	14
<i>Figura 6.</i> Diagrama de Flujo de la investigación.....	18
<i>Figura 7,</i> Narración de componentes en un automóvil híbrido .....	19
<i>Figura 8.</i> Diagrama dimensionado de un vehículo híbrido .....	21
<i>Figura 9.</i> Diagrama de motor integrado en cada rueda.....	21
<i>Figura 10.</i> Partes del Motor de Corriente Continua CC.....	24
<i>Figura 11.</i> Motor de Inducción.....	26
<i>Figura 12.</i> Flujo de Potencia en el Motor.....	28
<i>Figura 13.</i> Motores Asíncronos de Corriente Alterna .....	33
<i>Figura 14.</i> Clasificación de los Motores Eléctricos. ....	33
<i>Figura 15.</i> Diagrama Híbrido Serie.....	35
<i>Figura 16.</i> Diagrama Híbrido Paralelo .....	36
<i>Figura 17.</i> Configuración Vehículo Híbrido Serie.....	37
<i>Figura 18.</i> Configuración Vehículo Híbrido Paralelo.....	37
<i>Figura 19.</i> Configuración Vehículo Híbrido Combinado (Paralelo Serie).....	38
<i>Figura 20.</i> Gráfica del Ratio de funcionamiento Motor Eléctrico/Motor Térmico .....	39
<i>Figura 21.</i> Motor Híbrido en Corte .....	40
<i>Figura 22.</i> Ciclos de funcionamiento de los Híbridos. ....	41
<i>Figura 23.</i> funciona un vehículo híbrido. ....	42
<i>Figura 24.</i> Motogenerador 1 .....	43
<i>Figura 25.</i> Diagrama del Sistema ECU de Motores Eléctricos Vehículo Híbrido. .....	43
<i>Figura 26.</i> Estructura Interna del Motor Eléctrico .....	46
<i>Figura 27.</i> Descripción de Consumo Monetario y Ahorros .....	54
<i>Figura 28.</i> Curvas de Potencia y Torque, definiciones. ....	55
<i>Figura 29.</i> Diagrama del acoplamiento de las partes de tracción.....	57
<i>Figura 30.</i> Características físicas del vehículo SEAT 127.....	58

<i>Figura 31.</i> Zona frontal del SEAT .....	60
<i>Figura 32.</i> Resistencia a las pendientes del SEAT.....	61
<i>Figura 33.</i> Ciclo del vehículo .....	62
<i>Figura 34.</i> Diagrama de acoplamiento de los componentes de tracción .....	66

## Resumen

En el siglo XXI, se repite la necesidad del cambio de paradigma energético de la locomoción, que se dio en el siglo XX a inicios, es decir el combustible que impero por más de 120 Años, el petróleo y sus derivados, ha llegado a su cenit, cada día es más escaso y aparta contamina la atmosfera con la acumulación de carbono, que origina el llamado efecto invernadero y ha propiciado toda una campaña mundial para lograr la descarbonización de la atmosfera, con compromisos asumidos por casi todos los países del Mundo, incluido el Perú, pero desde el punto de vista individual o micro económico, los precios son los que empujan a un cambio de energético, en el corto plazo en el Perú, el Gas Natural y en el largo plazo el auto eléctrico, este trabajo trata de trazar cual es el sendero para efectuar estos cambios de motor de combustión interna a motor eléctrico, indicando las alternativas de adaptación, es decir a auto hibrido (que tiene a la vez un motor de combustión interna y un motor eléctrico) y el auto eléctrico, con disposición en serie o en paralelo, para el funcionamiento, con baterías y sin baterías, enchufable y no enchufable, y verificar que a pesar que se necesita una inversión inicial, que la podemos modular en cuanto a su magnitud, pero que representa un ahorro en su operación (energético) y su mantenimiento, que son bastantes menores, como se ha podido evidenciar en el presente trabajo de investigación, se analizan alternativas de uso desde el uso intensivo del vehículo de carga y transporte público de pasajeros, con recorridos diarios superiores a 300 kilómetros por día, a recorridos privados del orden de los 100 kilómetros semanales, en donde se demuestra la viabilidad privada y pública del cambio, de energético a electricidad.

**Palabras clave:** Mci, motor eléctrico, serie, paralelo, ahorro.



## **Abstract**

In the 21st century, the need for a change in the energy paradigm of locomotion is repeated, which occurred in the early 20th century, that is, the fuel that prevailed for more than 120 years, Oil and its derivatives, has reached its cenit, every day is scarcer and separates contaminates the atmosphere with the accumulation of carbon, which causes the so-called greenhouse effect and has led to a global campaign to achieve the decarbonization of the atmosphere, with commitments assumed by almost all the countries of the world, including Peru, but from the individual or microeconomic point of view, prices are what push a change in energy, in the short term in Peru, Natural Gas and in the long term the electric car, this work deals with to trace what is the path to carry out these changes from internal combustion engine to electric motor, indicating the adaptation alternatives, that is, to a hybrid car (which has both an internal combustion engine and a motorcycle r electric) and the electric car, with series or parallel arrangement, for operation, with batteries and without batteries, Plug-in and non-Plug-in, and verify that although an initial investment is needed, that we can modulate it in terms of its magnitude, but that represents a saving in its operation (energy) and its maintenance, which are quite minor, as it has been possible to demonstrate in the present research work, alternatives of use are analyzed from the intensive use of the cargo and transport vehicle public passenger, with daily routes greater than 300 kilometers per day, to private routes of the order of 100 kilometers per week, where the private and public viability of the change from energy to electricity is demonstrated.

**Keywords:** Mci, electric motor, series, parallel, saving.

## I. INTRODUCCIÓN.

Con la invención de los motores de pistón o embolo tambien llamados MCI, en la revolución industrial, se diseñaron los primeros primeros vehiculos, con la intención de cubrir de transportarse de manera segura y en menor tiempo. Siendo la industria automotriz, la que mas influencia economica tiene en paises desarrollados.

Para el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2020), el parque automotor ha crecido exponencialmente en la última década, al cierre del 2020 se registraron 4.5 millones de unidades en nuestro país, los vehículos de combustión interna son autores principales de la contaminación ambiental, generando gases de escape, consecuencia de incineración de inflamables fósiles.

A continuación Méndez (2020) aseveró que, la antigüedad en promedio de los autos en circulación es de 18 años, se estima que el 2030, estos mismos autos seguirán circulando y 4 de cada 10 personas tendra un auto.

No obstante para Gamarra (2017), hoy en día, aproximadamente más del 50% del parque automotor, tiene mas de 15 años de antigüedad”, siendo los vehículos de combustión interna los autores principales de la contaminación ambiental, impactando en la calidad, lo que se traduce en deterioro a la salud de la población.

Los magnitud contaminante de los autos, esa directamente asociada a la calse de combustible utilizado, el tipo de motor, el uso de catalizadores y la densidad del trafico. A diario se liberan a la atmosfera, gran cantidad de emisiones producto de la combustión de lo vehiculos, conteniendo hidrocarburos, óxidos de nitrogeno y monoxidos de carbono, siendo componentes del oxidante químico y smog. Otro problema es la contaminación acustica que causan estos vehiculos, y mas si son de modelos antiguos.

Para Hincio (2017), según estudios a futuro hechas por OMS, se calcula que el 2030, la concentracion de material particulado en el Perú, a consecuencia de la acontaminación vehicular, será de  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 3.8 veces más de los permisible en calidad de aire.

Según el SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) (2018), en la ciudad de Chiclayo circulan 53 autos por cada mil habitantes y cuatro de cada diez vehículos están contaminando el medio ambiente, por el año de fabricación, o parte de mantenimiento y revisión técnica.

Además para EV DATA CENTER (2019), la opción más ecológica y económica hoy en día, son los autos ecológicos, como un modelo de transporte limpio implantado en Europa hace más de dos décadas. Según el portal oficial EV Data Center, “ la distribución de vehículos eléctricos superó los dos millones en el 2019, en comparación con el año anterior, cuyos principales destinos son EE.UU, Europa, donde el líder en transporte eléctrico es Noruega, y China.

No obstante afirma Dangelo (2019), que una de las desventajas de los autos eléctricos, es su elevado costo en el mercado, desde 12 mil euros, el costo que involucra la fabricación de las autopartes y baterías, creados por empresas como MBW y Volkswagen.

Por otro lado, asegura Transport & Environment (2017), que la ventaja de los vehículos eléctricos, es su eficiencia energética, donde el motor eléctrico aprovecha la energía del sistema de frenos, mediante la fricción, conocido como frenado regenerativo; con el uso de motor eléctrico en auto las pérdidas se reducen al 5%, mientras que un auto convencional a combustión interna, las pérdidas son hasta del 67%, del mismo modo las pérdidas de energía.

Para Solis (2018), las ventajas importantes en los vehículos eléctricos, es su mantenimiento fácil y el costo por concepto de combustible, siendo muy rentable recargar baterías, que llenar un tanque de combustible, con un costo de S/ 0,70 el kW/h, en comparación de la gasolina S/ 3,5 el litro., Por ejemplo, en zonas de tráfico alto y congestión en la ciudad de Chiclayo, un auto convencional en reposo sigue consumiendo combustible, a diferencia del eléctrico que no consume energía.

Según el portal web estadístico Statista (2020), la cantidad de vehículos eléctricos e híbridos subastados en Perú alcanzó las 347 unidades hasta septiembre de 2020, a pesar de que durante abril y mayo de 2020 no se vendió ningún vehículo debido a la pandemia de COVID-19 y la desaceleración de la actividad económica durante esos meses.

En el XX, los sistemas de tracción eléctrica, también lugar importante en el transporte, con el desarrollo de trenes y buses, conectados a un red, pero ha sido muy difícil implementar este sistema en los automóviles de combustión interna, no hubo un desarrollo importante en los acumuladores de energía», (MTC, 2018).

Bajo los argumentos mencionados, nace esta tesis, como una alternativa para ahorrar energía. La propuesta de mejora, es implementar un sistema de tracción eléctrico, a un vehículo de combustión interna, con características similares, pero con mayor eficiencia, contrarestando los problemas ya mencionados, como: contaminación en gases de escape, polución, ruido, entre otros.

En forma resumida, formulamos el problema, con la siguiente pregunta: ¿La implementación de tracción eléctrica a un vehículo convencional, mejorará su rendimiento?

Esta tesis, se justificó técnicamente, ya que se emplearán los conocimientos obtenidos de nuestra universidad, para lograr el objetivo general de tesis.

En esta tesis su objetivo general fue implementar un sistema de tracción eléctrica a un vehículo convencional, para mejorar su rendimiento.

Para lograr cumplir con el objetivo general, fueron desarrollaron aquellos objetivos específicos planteados:

1. Se realizó un estudio, sobre las características y funcionamiento del nuevo sistema de tracción.
2. Se determinó los parámetros electromecánicos que intervienen en implementar un sistema de tracción eléctrico.
3. Se realizó un análisis comparativo entre el sistema convencional y el sistema eléctrico del vehículo.
4. Se realizó un análisis administrativo y económico del proyecto a implementar.

Se formuló la siguiente hipótesis: implementando el sistema de tracción eléctrica al vehículo, mejorará su rendimiento.

## II. MARCO TEÓRICO.

Según investigaciones realizadas a la fecha, es que hay varios trabajos realizados que argumentan la implementación de sistema de tracción eléctrico a un vehículo convencional. Por tal motivo, mencionamos algunos proyectos:

A nivel nacional, Gerónimo (2016), quien realizó su investigación en las instalaciones del laboratorio de la escuela naval del Perú, donde buscó determinar en qué medida en el generador, el cargador de baterías del automóvil eléctrico contribuirá a disminuir el efecto invernadero en el medio ambiente, para su estudio trató de utilizar en forma concreta todos los datos de la observación, analizando los comportamientos de cada equipo, registrando valores por medio de cuadros. Un punto de enfoque muy importante de un vehículo eléctrico, es el costo elevado de compra inicial, por ejemplo un Toyota de alta gama, cuesta en el mercado 17,000 euros, mientras que un auto eléctrico THINK City alcanza los 30,114 euros, debido al alto costo de sus baterías de litio.

También Rodríguez (2017), implementó un sistema de un automóvil de recarga de baterías logrando la conversión de combustión interna a eléctrico puro; gracias a que implementó un sistema de tracción accionado con energía eléctrica, se logró cero emisiones de CO<sub>2</sub>, con baterías de litio, con una carga rápida de 80% de su capacidad en solo 30 minutos. Una de las características peculiares es su cargador, similar al de un cable USB, de una laptop, conectándose a cualquier tomacorriente, este vehículo posee una autonomía de 150 kilómetros, con una velocidad de hasta 130 km/h, teniendo una carga del 100%. En cuanto al factor económico este vehículo ahorra hasta el 89% de dinero con respecto al combustible, por ejemplo un auto convencional recorre 15 mil kilómetros, consumiendo S/ 4,963.00, un con GLP S/ 2,440.00 y uno con GNV S/1,204.00, en cambio el auto eléctrico solo gasta S/ 658.00 anuales, por concepto de mantenimiento.

En otra investigación Cancapa (2018), logró convertir un vehículo Toyota Starlet con ciclo Otto a un prototipo eléctricamente puro, y también realizó su estudio técnico y constructivo. Tomó como muestra y población al auto en estudio, utilizando como técnica para la recopilación de datos una guía de observación, donde se realizó un análisis comparativo, determinando los rendimientos de

ambos sistemas de accionamiento del auto. Se ha determinado la energía consumida a velocidades diferentes, lo que garantiza la conducción autónoma a lo largo de 100 km, siempre que la batería de respaldo esté descargada al 80%, ya que con este valor se ha determinado la disposición máxima de descarga del acumulador, no se debe de exceder la carga según el fabricante, para alargar la vida útil de trabajo de las baterías.

Para Mamani (2018), quien logró el diseño de un sistema fotovoltaico para aumento de la autonomía energética de un prototipo eléctrico. La toma de datos se realizó de manera directa de manuales y revistas para observar el funcionamiento y características técnicas del sistema. Este proyecto permitió diseñar un sistema de rendimiento aceptable con energía solar fotovoltaica, utilizando un acumulador o una batería, para un vehículo eléctrico solar, utilizando fuentes de energía alternativas. Se han diseñado y seleccionado las especificaciones técnicas del sistema de alimentación fotovoltaica. Durante esta investigación, se modificó un Volkswagen, con una autonomía de 80 km / h, con un peso de unos 500 kg. Por último, se evaluó el incremento de autonomía de los prototipos eléctricos, usando para cargar la batería, un sistema fotovoltaico de alta tecnología, que incrementa la autonomía de los prototipos eléctricos al 5,0%.

Otro aporte es de Romero (2020), quien desarrolló su investigación en la ciudad de Chiclayo; buscó diseñar para vehículos automotrices menores de tres ruedas con carga solar, un sistema mecánico-eléctrico, donde desarrollo un trabajo de carácter descriptivo, tomando como muestra el parque automotor de vehículos menores mototaxis. Gracias a la ayuda de software de dibujo CAD, se diseñó el compartimiento donde estarían alojadas las baterías de 24 v, seleccionándose un Motor DC de 1.5 kW, con 48 vdc, para el sistema de carga se seleccionaron 6 paneles solares, conectados dos en serie y dos en paralelo.»

A nivel internacional, encontramos a Freile (2018), quien realizó un estudio de viabilidad para el despliegue de vehículos eléctricos, donde, según el estudio, el uso de un motor de imán permanente es más factible, ya que más accesible en las tiendas de repuestos de la región, por otro lado, es un hotspot. Es barato, duradero y hemos visto comerciantes que venden vehículos eléctricos que utilizan este tipo de motor.

Para Vargas (2018), quien desarrolló su investigación en la ciudad de Ambato, Ecuador; logró diseñar y construir un método de impulso para un prototipo de vehículo eléctrico biplaza UTA-CIM17, logró dimensionar y seleccionar los elementos del sistema de transmisión eléctrico, determinando una rapidez máxima de 45,3 km/h con una carga normal, se instaló un motor de 48 voltios, de 2600 rpm, se calculó la relación de transmisión siendo esta de 1.78. Al implementar el sistema de reducción, aumentó el torque, permitiendo al auto soportar una carga mayor a los 600 kg.

Otro autor, Cordero (2020), realizó un estudio en base a la conversión de automoviles comunes a prototipos eléctricos, disminuyendo la contaminación y promoviendo la electromovilidad . El prototipo de un vehículo eléctrico, le permitió, tener una idea más sólida de la conversión de un auto convencional a eléctrico, gracias a la metodología y los cálculos, se logró determinar su viabilidad y las prestaciones al producirse, en cuanto a los pasos a seguir para la conversión, se realizaron sin inconvenientes, gracias a la menor cantidad de componentes que posee, a comparación del vehículo convencional. Una de las limitaciones de este prototipo, es la venta de los componentes, lo que incrementa los costos.

Fue preciso incluir algunas teorías y principios, para lograr dar por cumplimiento al objetivo general, entre las que mencionamos:

« El motor de combustión interna conocido como MCI, o también conocido como motor a explosión, es una máquina térmica, que mediante el proceso de la energía química que produce el carburante dentro de la cámara, se obtiene energía mecánica», (Smith, 2018).

Los motores Otto cíclicos, o conocidos también de 4 tiempos, por lo que el ciclo completo del pistón, tiene 4 etapas, 2 en el lado superior del cilindro y 2 hacia el lado inferior.

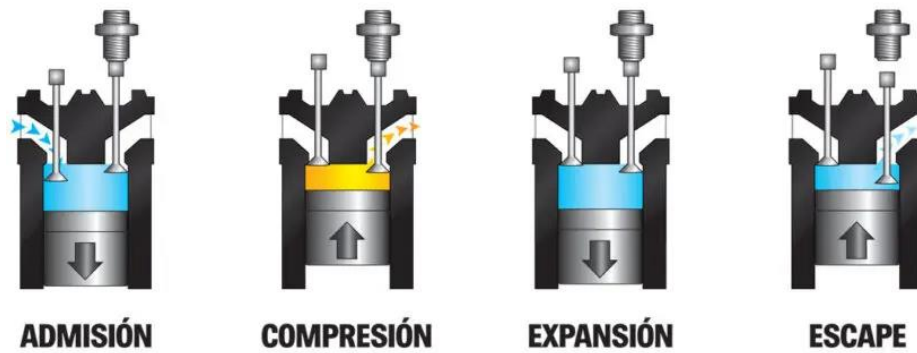


Figura 1. Motor de Cuatro Tiempos Otto.

Fuente: (MOTOY CASCO, 2018)

Se puede describir el ciclo de la siguiente manera, en la etapa inicial el pistón se desplaza hacia la parte inferior del cilindro, mientras la válvula de admisión se apertura. la movilidad del pistón en esta zona aspira la cantidad necesaria de mezcla de carburante y aire.

«Cuando el pistón culmina esta etapa y el volumen es mínimo, produce una chispa, gracias a la bujía y la mezcla arde y explosiona, expandiéndose, cuando la presión necesaria, empujando al pistón, esta sería la esta tercera. En la ultima etapa se apertura la válvula de escape, el pistón es desplazado hacia la parte superior del cilindro para poder erradicar los gases, iniciándose nuevamente otro ciclo.

La eficiencia de un MCI; el físico y científico Carnot, demostró que no puede existir un motor ideal o perfecto. Todos los motores térmicos pierden parte de la energía suministrada. El rendimiento de un motor moderno ciclo Otto, se encuentra delimitada por factores, como por ejemplo la disminución de energía por rozamiento, forma de operación o manejo, y por la refrigeración.», (Bardales, 2018)

«Concluyendo, un MCI para su mejor rendimiento, depende de un factor importante como la correlación de compresión. Es muy importante tener en cuenta el volumen mínimo y máximo de la cámara de combustión. Un buen motor Otto tiene un rendimiento del 20 % a 25 %, a causa de sus perdidas principales como la perdida por refrigeración y fricción. Por lo tanto, la energía térmica se convierte sólo una cuarta parte en energía mecánica.», (Postigo, 2019).



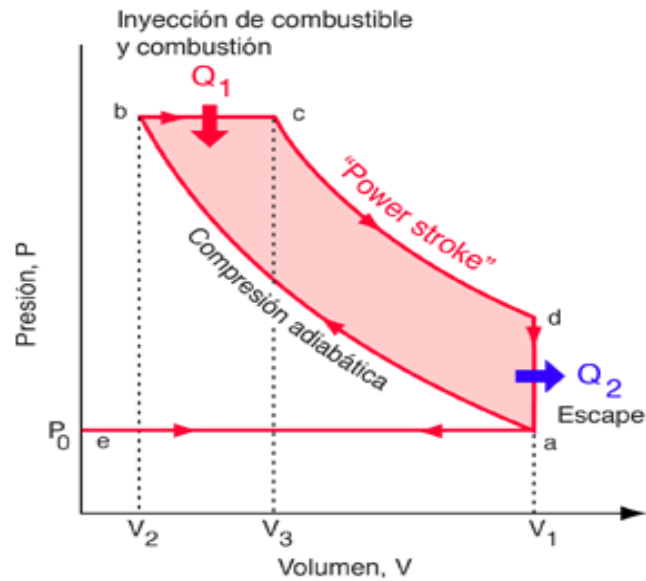


Figura 2. Ciclo del Motor Diésel.

Fuente: (Tolmos, 2018)

«En la combustión interna de un motor, pueden emitirse agentes nocivos producto de los gases, desde cuatro escenarios. Los gases contaminantes pueden escapar del carburador, del cárter, del depósito de gasolina, y desde luego del sistema de escape.

Los vapores que emiten el tanque de gasolina y el carburador. El cárter del motor, emite una mezcla de combustible y aire, combustionada que es expulsada al medio por el pistón. Estos contaminantes generados por el sistema de escape son el carburante combustible, CO, óxido de nitrógeno. El C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> se agrega a la gasolina para aumentar el índice de octano.», (Crouse, 2019).

La ley de gases de gases ideales, se puede representar mediante la siguiente expresión:

$$pV = m * R * T \approx n * R' * T$$

Donde:

$p$  = Presión.

$V$  = Volumen.

$m$  = Masa del gas.

$R$  = Gas de la mezcla.

$T$  = Temperatura.

$R'$  = Constante de los gases.

En la mezcla, el oxígeno es el reactivo del aire con 21%  $O_2$  y 79 de gases inertes. Por un mol de oxígeno hay 3.773 de moles de nitrógeno.

$$\frac{1 - 0.2095}{0.2095} = 3.773$$

Los motores a combustión interna, funcionan bajo los principios de la termodinámica.

« Los motores eléctricos son dispositivos, cuyo funcionamiento es por corriente continua o alterna, convirtiendo la energía eléctrica en movimiento, estos elementos desde su creación hasta la actualidad, se han posicionado como herramientas útiles para realizar diversos trabajos, realizando grandes esfuerzos que el hombre no puede desarrollar. Sus aplicaciones están en las diferentes ciencias.

Su funcionamiento radica en el hecho que la inducción crea una energía que da movimiento a los objetos. Usando energía eléctrica para lograr campos magnéticos opuestos, de tal manera que mueven su parte giratoria, llamada rotor.» (Lentz, 2018).

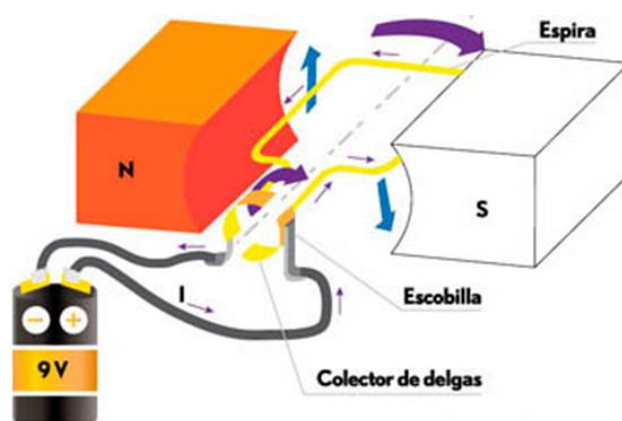


Figura 3. Los motores eléctricos y su principio de funcionamiento.

Fuente: (Castro, 2018)

«Motores de corriente alterna o corriente continua, su funcionamiento se basa en la reacción que producen los campos electromagnéticos del imán

permanente, al cuando interactuar con los polos magnéticos del electroimán, ubicado en el árbol. El rotor, cuyo eje permite la rotación Norte y Sur de los campos electromagnéticos del imán permanente, se encuentra en el interior de la carcasa del motor.

Para que la intensidad fluya a través del devanado del rotor, el campo magnético producido actúa con el imán invariable. Si hay coincidencia entre los polos móvil y fijo del electroimán, se genera un Momento (torque), que hace que el rotor supere el reposo y empiece el giro sobre su mismo eje, ya que se conectó al circuito de batería o celda», (Lobosco, 2019).

El motor de corriente alterna, es utilizado en diferentes utilidades, ya que poseen un buen rendimiento, son sencillos de construir y su mantenimiento es mínimo. La eficiencia y pérdidas de un motor eléctrico, podemos analizar, haciendo una comparación con el MCI, el motor eléctrico se considera mas competente, por el mismo hecho de que tiene minimas perdidas caloríficas. Aprovechándose el alto par, la potencia y mayor rango de velocidad. (Lira, 2018).

« La pérdida debida al efecto Joule en los devanados estator se debe a la afluencia de corriente. Mientras que la pérdida de Joule en el rotor se debe a la corriente que fluye en la inducción del devanado y a los componentes conectados en serie.

Dentro de las supresiones mecánicas podemos mencionar, supresión por rozamiento, constantes de vacío, la carga de la maquina y ventilación.

El electromagnetismo fue impulsado gracias a Oersted y Ampere, y posteriormente Faraday, sugerían que el magnetismo y la electricidad eran manifestaciones de un mismo fenómeno.», (Chavez, 2019).

Despues de investigar los fenómenos eléctricos y magnéticos,concluyó J. C. Maxwell que son los efectos de una misma interacción, denominada electromagnetismo.

Faraday, observó la para la bobina izquierda, una variación de inducción magnética, una espora de corriente.

Esta ley describe la capacidad electromotriz inducida y un circuito como el valor negativo de la velocidad a la que cambia el flujo de la corriente en él.», (Ford, 2018).

$$e = -\frac{d * \Phi_B}{dt}$$
$$e = -N \frac{d * \Phi_B}{dt} = \frac{d(N * \Phi_B)}{dt}$$

Donde:

$e$  = Fuerza electromotriz inducida.

$\Phi_B$  =Variación de flujo de inducción magnética para bobina izquierda.

$N$  = Vueltas en la bobina.

La fuerza inducida electromotriz, es igual a la prontitud variable de la corriente magnética que lo atraviesa, e igual a número de espiras del inducido.

Se pueden mencionar las siguientes leyes del electromagnetismo:

La FEM, se puede representar mediante la siguiente expresión:

$$E = B * L * V * Sen\alpha$$

Donde:

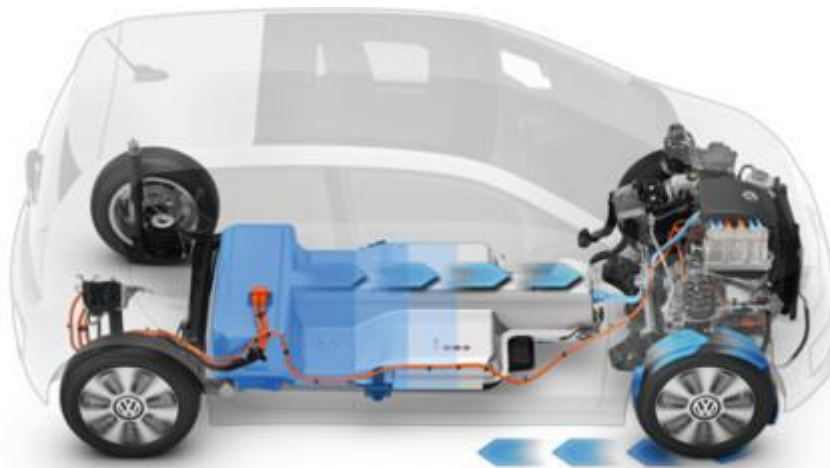
$L$  = Longitud el conductor rectilíneo.

$B$  = Campo magnético de inducción.

$V$  = Velocidad.

$\alpha$  = la dirección del campo (B) y Angulo entre la velocidad (V).

Para Buchelli (2018), refiere que un auto eléctrico, es aquel emplea la electricidad para la fuerza con la que se impulsa, los motres electricos, brindan multiples beneficios, ante los de combustión, siendo los mas primordiales: el tamaño, peso ademas de tener una sencillas técnica.



*Figura 4. Auto Eléctrico.*

Fuente: (Xataka, 2017).

**Las baterías**, también son llamados acumuladores, son dispositivos electroquímicos, cuya finalidad es almacenar energía. Las baterías de arranque, aportan alta energía de golpe, durante periodos cortos en el arranque del vehículo. Estas son utilizadas normalmente en los vehículos convencionales (motores de combustión interna).

Para Fonseca (2019), los acumuladores de arranque, son fabricados para soportar ciclos de descarga constantes, son las que utilizan los vehículos eléctricos. Las baterías pueden ser de: NiCd, litio polímero, NiMH, plomo, níquel cinc, (cloruro de sodio), Ion litio.

Después, Crouse (2018) menciona que los motores de gasolina (Otto) y los motores diésel comparten los mismos componentes principales. Ambos motores tienen una cámara de combustión que es generalmente un cilindro fijo cerrado en un extremo, y en su interior se desliza un pistón que se ajusta estrechamente.

La posición del pistón, que se mueve hacia adentro y hacia afuera, cambia el volumen entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara. La cara exterior del pistón está conectada al cigüeñal mediante un eje, que convierte el movimiento lineal del pistón en un movimiento rotatorio.

Además, según lo señalado por Brown (2019), en los motores de varios cilindros, el cigüeñal tiene una posición inicial conocida como espiga de cigüeñal, la cual

está conectada a cada eje. Esto permite que la energía generada por cada cilindro se aplique al cigüeñal en un punto específico de su rotación.

Por otro lado, Ventura (2018) menciona que los cigüeñales cuentan con volantes y contrapesos pesados que reducen la irregularidad en el movimiento del eje. El número de cilindros en un motor puede variar de 1 a 28, dependiendo de su uso.

En cuanto a la investigación de Jaramillo (2017) se indica que la característica principal es que el bobinado inductor principal está conectado en paralelo con el circuito formado por los bobinados inducido e inductor auxiliar. Al igual que en los dinamos shunt, las bobinas principales están compuestas por muchas espiras y con hilo de pequeña sección, lo que resulta en una resistencia considerable en el bobinado inductor principal.

De acuerdo con la investigación llevada a cabo por Miravete (2017), se establece que durante el arranque, el motor en derivación desarrolla un par motor menor en comparación con un motor en serie. A medida que la corriente absorbida disminuye, apenas se produce una variación en la velocidad de giro. En este tipo de motor, la velocidad apenas se reduce, si es que lo hace, cuando aumenta el par.

Según Piccardo (2020), los motores de corriente continua en derivación o shunt son apropiados para aplicaciones en las que se requiere mantener una velocidad constante independientemente de los ajustes de control, o cuando se necesita un amplio rango de velocidades.

Para MOTORGIGA ((2019), se sostiene que un componente fundamental en un alternador son los diodos rectificadores. Como resultado del funcionamiento del alternador, se genera corriente alterna, de ahí su nombre, la cual no se puede almacenar en una batería y, al mismo tiempo, no es adecuada para alimentar los dispositivos eléctricos utilizados en automóviles, o en este caso, en una motocicleta.

Además, según Motor Pasión Futuro (2021), se menciona que los diodos rectificadores se pueden conectar en configuración estrella o en configuración triángulo, lo que permite transformar la corriente alterna en corriente continua.

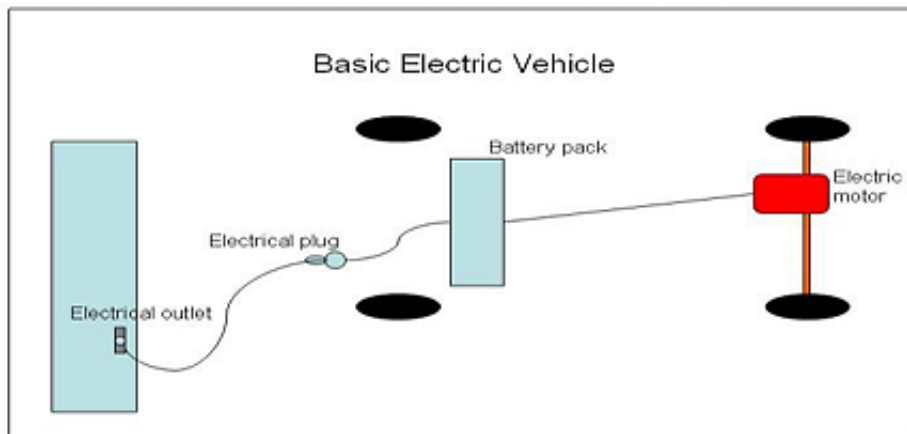


Figura 5. Esquema de conexión para vehículos eléctricos.

Fuente: Sitio Web: <http://sweetiesreviews.com/the-difference-between-electric-and-hybrid-vehicles/>.

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación.

**Tipo de investigación:** Se consideró aplicativa, según la normativa del RENACYT, se aplicarán estrategias de algunos investigadores.

**Diseño de la investigación:** Se consideró diseño cuasi experimental, por que se manipuló al menos una variable. Este tesis se desarrolló dentro del método científico cuantitativo.

#### 3.2. Variables, Operacionalización.

**Definición conceptual:** El sistema de tracción puede convertir la energía del motor eléctrico en el movimiento del vehículo.

La eficiencia de un motor es la relación entre la potencia de salida (potencia mecánica) y la potencia eléctrica de entrada.

**Definición operacional:** Un conjunto de componentes mecánicos integrados que logran transformar la energía eléctrica en movimiento del vehículo.

En relación con la energía que se le proporciona, es la capacidad más alta posible para maximizar el uso de energía.

**Variante independiente:** Implementar un sistema de tracción eléctrica a un vehículo convencional.

«Para la conversión del sistema se tiene que, realizar un análisis de la dinámica de tracción del automóvil, con la finalidad de determinar los requerimientos de potencia, con respecto a los diferentes parámetros, teniendo en cuenta geografía del suelo, pendientes, rodadura, aerodinámica, aceleración», (Wang, 2017).

**Variable dependiente:** Mejorar el rendimiento.

La ventaja del vehículo eléctrico es su rendimiento energética, «donde el motor eléctrico aprovecha la energía del sistema de frenado, a través de la fricción,



conocida como frenado regenerativo; con el uso de motor eléctrico en auto las pérdidas se reducen al 5%, mientras que un auto convencional a combustión interna, las pérdidas son hasta del 67%, del mismo modo las pérdidas de energía», (Transport & Environment, 2017).

Visualizar Matriz de Operacionalización de las variables en Anexo 01.

### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

**Población:** Fue considerado el total de vehículos registrados de Chiclayo.

**Criterio de inclusión:** Participan todos los vehículos del año 2020

**Muestra:** La muestra fueron los vehículos Toyota Yaris y Prius C y SEAT 127 versión 4 puertas.

Una muestra se define como, «un subconjunto finito y representativo extraído del conjunto al que se puede acceder», (Arias, 2017).

**Muestreo:** El sondeo fue premeditado por el indagador.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.**

**Técnicas de recolección de datos:** es empleado el método documental, y la técnica de la observación, esta investigación será fundamental para el desarrollo de las metas, fueron consultados documentos de investigación, tesis, artículos científicos, fichas técnicas del fabricante.:

- a. Observación:** nos brinda un panorama de la realidad, a través del trato directo visual, usando nuestros sentidos.
- b. Análisis Documentario:** Al realizar una extracción cuidadosa de términos clave, se facilita la comprensión y el enfoque de la investigación, y se mejora la eficiencia en la búsqueda y recopilación de información relacionada con el tema. Estos términos clave también pueden ser útiles en la comunicación y

presentación de la investigación a otros investigadores o audiencias interesadas.

- Esta La utilización de diversas fuentes de información, como libros, papers y artículos científicos, ayuda a obtener una visión amplia y precisa del tema de investigación, respaldando la validez y relevancia de los resultados obtenidos. Asimismo, el uso de estas fuentes confiables y especializadas contribuye a la rigurosidad y credibilidad de la investigación.

**Instrumentos de recolección de datos:** Para recopilación y registrar datos, se usará como instrumento análisis documental, servirá para el registro de datos técnicos de los componentes para la implementación del sistema eléctrico, también se emplearán un cuestionario y entrevista dirigidos a especialistas en el tema de investigación.

**Validez y confiabilidad:** La consulta a especialistas del ámbito automotriz permitirá obtener información y conocimientos actualizados sobre los temas relacionados con la investigación. Estos expertos pueden proporcionar una perspectiva especializada, compartir su experiencia y brindar recomendaciones relevantes para el estudio.

### **3.5. Procedimientos.**

El objetivo de estas coordinaciones es garantizar una colaboración mutuamente beneficiosa, donde la empresa automotriz pueda contribuir al estudio proporcionando datos relevantes, permitiendo el acceso a sus instalaciones o colaborando en la realización de experimentos.

También se realizó el análisis documental, y para ello se realizó una extensa búsqueda de información, tomando como sustento los portales web como son Google académico y Science, para encontrar la información se consultó, mediante los siguientes términos de búsqueda como “conversión de vehículo”, “comparación vehículo convencional vs eléctrico”, “análisis vehículo eléctrico”

Se ha considerado un rango de preferencia para la selección de fuentes bibliográficas y documentos de investigación, donde se dará prioridad a aquellos publicados entre los años 2017 y 2020. Esta selección se realiza con el propósito

de utilizar información actualizada y relevante para respaldar y fundamentar el estudio.



Figura 6. Diagrama de Flujo de la investigación

Fuente: Elaboración propia.

### **Método de análisis de datos.**

Para el cálculo numérico y la organización de los datos, se empleará el programa Microsoft Excel. Esta herramienta proporciona diversas funcionalidades que facilitan la manipulación y el análisis de datos, permitiendo realizar cálculos, crear tablas y gráficos, así como realizar comparaciones y resúmenes de los resultados obtenidos. El uso de Microsoft Excel contribuirá a garantizar la precisión y la eficiencia en el manejo de los datos recopilados durante la investigación.

### **Principios Básicos de Bioética.**

El objetivo principal es asegurar la integridad académica y científica del proyecto, brindando información confiable, precisa y respetando los derechos intelectuales de los autores involucrados.

#### IV. RESULTADOS.

##### 4.1.- REALIZAR UN ESTUDIO, SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO SISTEMA DE TRACCIÓN.

##### CARACTERÍSTICAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Un automóvil híbrido es el auto del futuro, se compone de diversos sistemas que combinan un motor de combustión interna y un motor eléctrico, lo que permite reducir la contaminación y mejorar la eficiencia energética. Estos vehículos representan una alternativa más limpia y sostenible en comparación con los automóviles convencionales.

##### Explicación del Vehículo híbrido.

La narración de los componentes de un automóvil híbrido tenemos los siguientes sistemas:

- Motorización.
- Alimentación.
- Control.
- Transmisión.
- Carrocería.
- Elementos auxiliares.

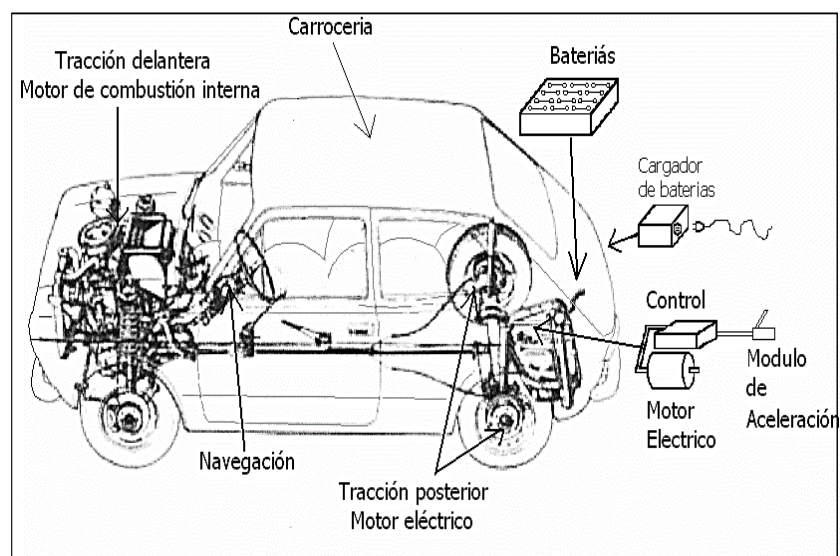


Figura 7, Narración de componentes en un automóvil híbrido

Fuente: Elaboración propia.

**El sistema de motorización**, incluye el motor de combustión interna y el motor eléctrico. El motor de combustión interna puede ser de gasolina o diésel y se utiliza en determinadas condiciones de conducción, mientras que el motor eléctrico funciona de forma complementaria en situaciones de menor carga o en arranques.

**Para el sistema de alimentación**, este sistema se encarga de suministrar energía a los motores. Incluye las baterías que alimentan el motor eléctrico y el tanque de combustible que abastece el motor de combustión interna.

**El sistema de control**, está estrechamente relacionado con la elección del motor seleccionado. Este sistema suministra la energía necesaria al motor y regula su funcionamiento en términos de velocidad, potencia y par, según las circunstancias lo requieran.

**El sistema de transmisión**, permite transmitir la potencia generada por los motores a las ruedas. En los vehículos híbridos, suele haber una transmisión automática o una combinación de transmisión automática y transmisión eléctrica.

**La carrocería**, puede presentarse en dos variantes: una de una sola pieza, conocida como carrocería compacta, o un bastidor tubular con cerramientos hechos de materiales ligeros.

**Los sistemas auxiliares** son: iluminación, señalización, circuitos de seguridad, interior, acabado, sistema de refrigeración, calefacción, sistema de navegación, baterías auxiliares, etc.

### **Funcionamiento de un automóvil híbrido**

El automóvil híbrido consta de dos etapas distintas. La primera etapa es la parte correspondiente al motor de combustión interna, que recibe señales de entrada como el acelerador, freno, palanca de cambios y señal de encendido. La segunda etapa es la parte eléctrica, donde la unidad de control gobierna la etapa de potencia a través de la batería que alimenta al motor eléctrico.

El motor, ya sea de corriente alterna o de corriente continua, se conecta a una caja de velocidades y, a su vez, impulsa el eje de transmisión mediante un diferencial, que transmite el movimiento a las ruedas. Las órdenes para

el motor son enviadas por el módulo de aceleración, que, a través de la unidad de control, dosifica la energía suministrada al motor.

En la figura 2.2 se muestra un diagrama de bloques simplificado del vehículo híbrido.

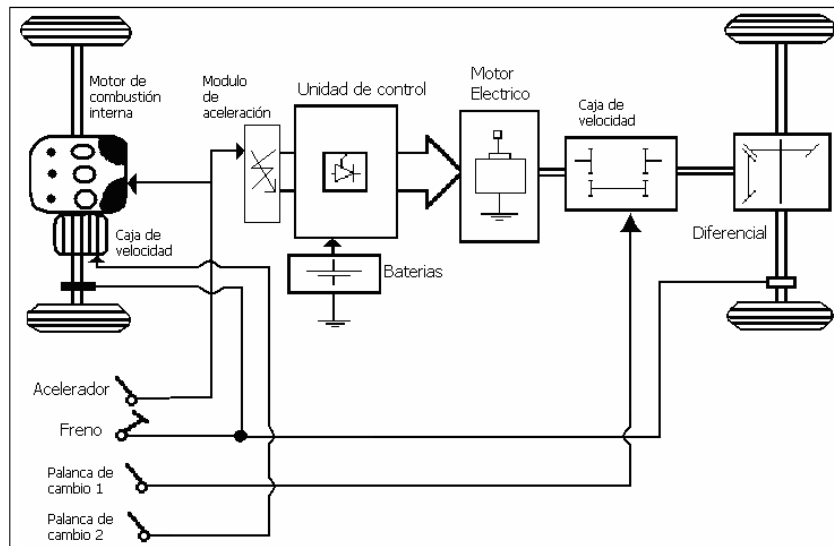


Figura 8. Diagrama dimensionado de un vehículo híbrido

Fuente: Elaboración propia.

Para la parte eléctrica, también es posible establecer una segunda configuración donde se colocan motores eléctricos en cada rueda, y la transmisión se realiza mediante control electrónico. Esta configuración se ilustra en la figura 2.3. En este caso, cada motor eléctrico estaría conectado directamente a su respectiva rueda, lo que permite un control individualizado de cada una.

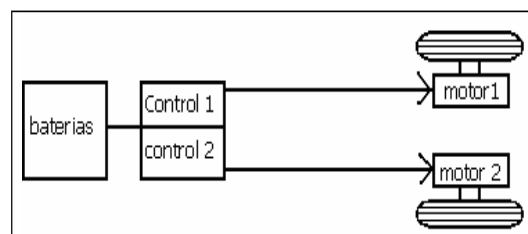


Figura 9. Diagrama de motor integrado en cada rueda

Fuente: Elaboración propia.

## Motor de C.C

Los motores de corriente continua tienen la ventaja de poder controlar y regular su velocidad con facilidad y precisión. Además, tienen la capacidad de proporcionar un par de salida que puede superar hasta cinco veces el par nominal, siempre y cuando la alimentación de energía eléctrica lo permita. Esto significa que estos motores pueden ofrecer un rendimiento superior en términos de potencia y capacidad de respuesta.

### Características

Las características principales de los motores de corriente continua son:

- Torque de arranque elevado.
- Capacidad alta para poder controlar su velocidad.

### Inicios de Funcionamiento

Cuando la corriente eléctrica atraviesa el devanado del estator de un motor de corriente continua, se produce una fuerza electromotriz que genera un flujo magnético en el conjunto magnético, también conocido como excitación o inductor. A su vez, en el devanado del rotor se induce una fuerza electromotriz, lo que resulta en la generación de un par motor. Por lo tanto, el par desarrollado en el eje del motor es proporcional al flujo magnético del campo y a la corriente que circula por la armadura del motor. Esta relación entre el par motor, el flujo magnético y la corriente en la armadura es fundamental en el funcionamiento de los motores de corriente continua.

### Par desarrollado – Torque

$$T = \frac{\Phi * I_A * L * Z * r}{a} = [Nm]$$

Donde:

$T$  = Torque

$\Phi$  = Densidad de flujo magnético.

$I_A$  = Corriente por la armadura.

$L$  = Longitud activa del conductor.

$z$  = Número total de conductor.

$r$  = Distancia radial al eje de rotación.

$\alpha$  = Numero de trayectorias en el devanado de la armadura.

Del mismo modo, aumentar la densidad de flujo magnético en el conjunto magnético del motor también resultará en un aumento del torque.

### Velocidad rpm:

$$S = \frac{V_A - (I_A * R_A + CE)}{\emptyset} = [rpm]$$

Donde:

$S$  = Revoluciones por minuto.

$\emptyset$  = Densidad de flujo magnético.

$I_A$  = Corriente por la armadura.

$V_A$  = Voltaje de alimentación.

$R_A$  = Resistencia de armadura.

$CE$  = Caída de voltaje en las escobillas.

Podemos apreciar que, si al reducir un tiempo prolongado el campo magnético de un motor de CC., se aumentará su rpm, de manera desmesurada. Si son mantenidos constantes tanto el amperaje y la densidad del flujo y se incrementará la tensión eléctrica de alimentación, incrementará la rapidez en la misma proporción.

### Potencia de salida:

$$P_s = \frac{w * T}{746}$$

Donde:

$P_s$  = «Potencia de salida en el del motor CC.



$w$  = Velocidad de giro en rad/seg

$T$  = Torque en Newton/m

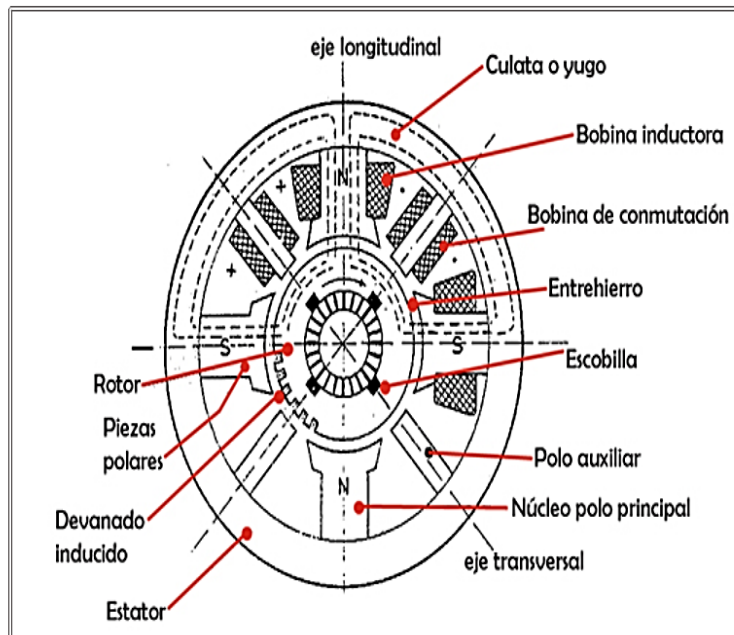


Figura 10. Partes del Motor de Corriente Continua CC

Fuente: (Martell, 2018) , Elaboración Propia

## Tipos de Motores C.C

Se les puede clasificar en dos grupos:

- Según el modelo de conexiones del bobinado.
- Motor de Imanes Permanentes.

### Según el tipo de conexión del bobinado.

Su diferencia radica en la conexión del devanado inducido y el inductor a la red.

Podemos decir que los devanados de un motor son componentes de un circuito eléctrico y pueden estar conectados de diferentes formas. Pueden estar conectados de manera independiente a la red eléctrica o bien en configuraciones en serie, paralelo o mixtas. Además, los devanados se pueden clasificar en diferentes tipos de Motor C.C., como:

- Compuesto diferencial.
- Compuesto acumulado.
- En serie.

- Excitación independiente.
- Derivación.

### **Motor de imanes permanentes.**

Los motores con imanes permanentes se distinguen de otros tipos de motores eléctricos debido a que utilizan imanes permanentes para generar el campo magnético necesario para su funcionamiento. Esta característica los diferencia de los motores que requieren bobinas excitadoras del campo para generar dicho campo magnético.

Una de las ventajas de los motores con imanes permanentes es su alta confiabilidad, ya que no dependen de bobinas excitadoras del campo que puedan presentar fallas. Además, al eliminar las pérdidas de potencia asociadas con un campo excitador, se mejora la eficiencia del motor. Asimismo, al no requerir energía adicional para excitar el campo, se reducen las pérdidas de energía y se mejora el enfriamiento del motor.

Estas características hacen que los motores con imanes permanentes sean especialmente adecuados en aplicaciones donde se requiere un motor completamente cerrado y un ciclo de servicio continuo. Además, su confiabilidad, eficiencia y capacidad de enfriamiento mejoradas los convierten en una opción atractiva en diversas aplicaciones industriales y comerciales.

### **Aplicaciones**

Los motores con imanes permanentes se utilizan ampliamente en procesos industriales y aplicaciones de control automatizado debido a su capacidad para controlar fácilmente la velocidad. Gracias a su diseño y características, estos motores permiten un control preciso y eficiente de la velocidad de rotación.

La facilidad de control de la velocidad de los motores con imanes permanentes se debe a su respuesta rápida y a la posibilidad de regular la corriente suministrada al motor. Esto permite ajustar la velocidad de forma precisa y adaptarla a las necesidades específicas de la aplicación.

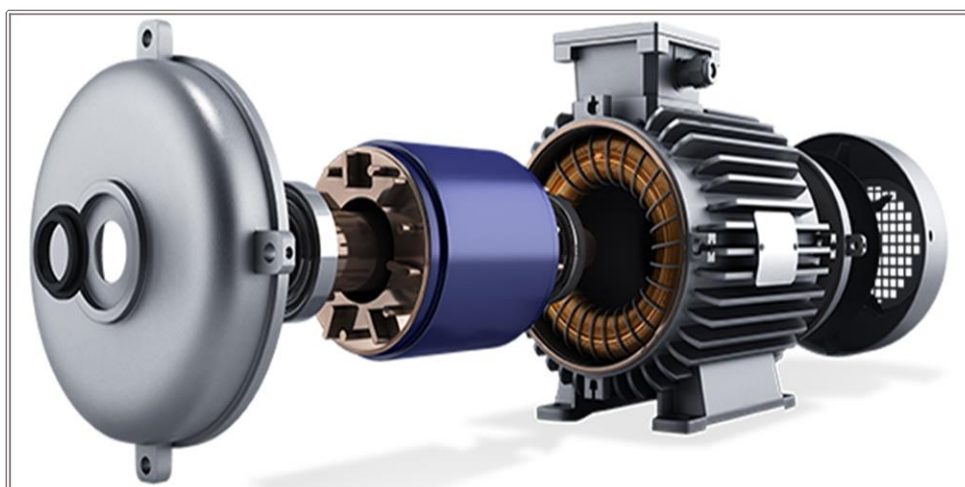
**Tabla 1. Características Técnicas de Motores de Corriente Continua.**

MODELOS	R_/20	R_/60	R_/100	TCW20_	TCW40_
V a 1000 rpm	20 V*	60 V*	100 V*	20 V*	40 V*
Velocidad máxima (rpm )	8000	8000	6000	8000	4000
I máxima de Consumo (mA)	550	250	160	30	20
V máxima de Consumo (V)	160	480	600	165	165
Resistencia a la armadura	9 Ohm +3%	59 Ohm +3%	165 Ohm +3%	60 Ohm +3%	196 Ohm +3%
Aislamiento	B	B	B	B	B
Nº Polos	2	2	2	4	4
Nº de Escobillas	4	4	4	4	4

Fuente: (WEG, 2018) , Fuente elaboración Propia

### Motores síncronos de C.A

Constituyen la principal fuerza motriz de toda la industria moderna. En el mundo el 50 % de la energía es consumida través de estos motores



*Figura 11. Motor de Inducción*

Fuente: Elaboración propia.

## Principios de Funcionamiento

Está integrado principalmente por un rotor y un estator, al igual que cualquier otro elemento de conversión electromagnética. Es alimentado por una red monofásica o trifásica.

La velocidad del campo Estatórico está dada por:

$$n_{sinc} = \frac{120 * fe}{p}$$

Donde:

$n_{sinc}$  = Velocidad de rotación en rpm.

$fe$  = frecuencia en Hertz.

$p$  = N° de polos.

## Frecuencia eléctrica en el motor

La frecuencia en un motor de inducción es directamente proporcional a la diferencia entre la velocidad del campo magnético giratorio y la velocidad del rotor, es decir, al deslizamiento.

$$n_{des} = n_{sinc} - n_m$$

$n_{des}$  = Veloc. de deslizamiento de la máquina.

$n_{sinc}$  = Veloc. de los campos magnéticos

$n_m$  = Veloc. mecánica del eje del motor.

El deslizamiento está definido por la siguiente expresión:

$$s = \frac{n_{sinc} - n_m}{n_{sinc}} * 100$$

## Potencia en los Motores de inducción

Su funcionamiento suele ser parecido a la de un transformador, con la diferencia que a la salida proporciona potencia mecánica. En resumen, la potencia de entrada en un motor eléctrico se suministra mediante una combinación de corriente y voltaje. Sin embargo, parte de esta potencia se pierde debido a fenómenos como las corrientes parasitarias en el estator. La minimización de

estas pérdidas es importante para mejorar la eficiencia y el rendimiento del motor.

En un motor eléctrico, una vez que la potencia de entrada ha sido transferida al rotor a través del entrehierro (la separación entre el estator y el rotor), parte de esa potencia se disipa en pérdidas por el cobre.

Las pérdidas por cobre se refieren a las pérdidas de energía que ocurren debido a la resistencia del cobre en los devanados del rotor. Cuando la corriente eléctrica fluye a través de los devanados de cobre, se produce una resistencia y, por lo tanto, una disipación de energía en forma de calor.

Es importante tener en cuenta que las pérdidas por cobre son una de las pérdidas principales en un motor eléctrico y pueden afectar su eficiencia general. Por lo tanto, es fundamental diseñar y construir los devanados del rotor de manera óptima para minimizar estas pérdidas y maximizar el rendimiento del motor.

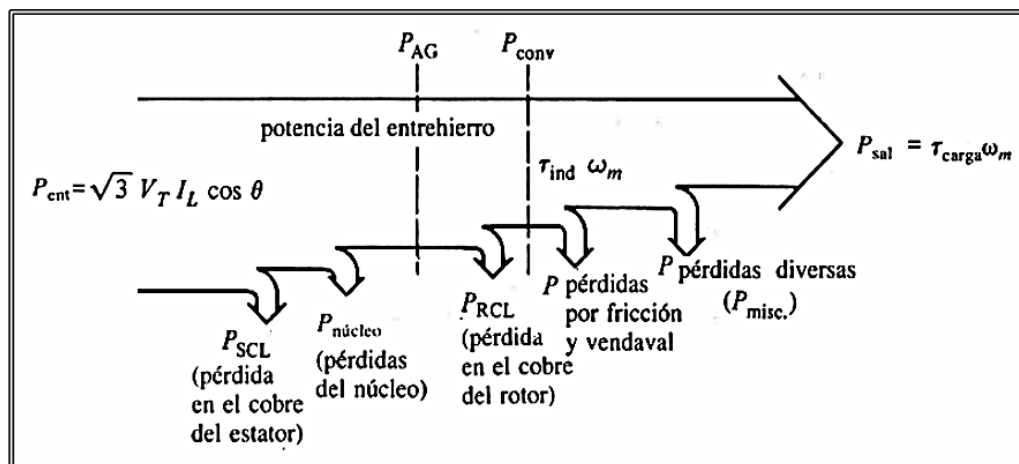


Figura 12. Flujo de Potencia en el Motor

Fuente: Elaboración Propia

### Tipos de Motores C.A Síncronos.

Se les puede clasificar en dos grupos de Rotor:

- R. Liso.
- R. de Polos Salientes.

### **Motor C.A de Rotor Liso**

Posee un rotor cilíndrico, acerado, para poder tolerar esfuerzos en elevadas velocidades, posee ranuras en forma de dientes en su periferia, donde está ubicado el devanado de excitación. Sobre su eje, están los anillos rozantes de cobre, los cuales están aislados.

### **Motor de polos salientes C.A**

Las caras polares de este motor, están conformadas por chapas de acero, dentro su base se encuentra arrollado el devanado de excitación. Hay situaciones donde pueden alinearse ranuras, sobre su plano polar, donde se coloca el llamado devanado amortiguador.

### **Característica de los Motores Síncronos C.A**

Una característica distintiva de ciertos motores eléctricos es que tienen dos anillos rozantes, también conocidos como anillos colectores, que se utilizan para suministrar corriente continua al devanado del rotor

**Corrección del factor de potencia**, gracias a esto, logran mejorar la reducción de tarifas de energía y lograr mejoras en la eficiencia del sistema.

Mantiene en circunstancias de sobrecarga una velocidad invariable y cuando hay ocasiones de oscilaciones de voltaje, considerando el par máximo permisible. Mayor eficiencia en convertir energía eléctrica en mecánica, produciendo mejor ahorro de energía, estos motores pueden trabajar con grandes eficiencias en largos rangos de velocidad y producir energía para cargar grandes.

### **Par desarrollado – Torque**

Construidos y proyectados con elevados pares en régimen, logrando velocidades constantes, incluso cuando hay variedades de cargas grandes.

$$T_{max} = \frac{V_p * E_{gp}}{X_A * w} = [Nm]$$

Donde:

$T$  = Torque

$V_p$  = Voltaje de fase aplicado al bobinado del estator.

$E_{gp}$  = Voltaje que se genera en los conductores de la armadura por fase.

$w$  = Velocidad del motor en rad/seg.

$X_A$  = Reactancia síncrona de armadura por fase, del devanado de la armadura del estator.

### **Motores asíncronos de C.A trifásicos**

Estos «motores se emplean en casi todas las industrias, donde se requiera un motor robusto sin regularización de velocidad.

#### **Principios de funcionamiento:**

Su funcionamiento radica en la generación de un campo magnético giratorio en un devanado inductor, situado en el estator. Cuando un campo magnético atraviesa un devanado colocado en el rotor de un motor eléctrico, produce fuerzas electromagnéticas inducidas, originando corriente en el rotor, la cual permite que gira el eje del motor a una velocidad llamada sincronismo.

#### **Torque Máximo**

$$T_{max} = \frac{1}{2} * \left(\frac{V_p}{R_r}\right)^2 = [Nm]$$

Donde:

$T_{max}$  = Torque máximo.

$V_p$  = Tensión de fase atribuido al bobinado del estator.

$R_r$  = Resistencia del rotor.

#### **Potencia de salida»**

$$P_s = \frac{w * T}{746} = [Nm]$$

Donde:

$P_s$  = «Potencia de salida en el eje del motor.

$w$  = Velocidad de giro rad/seg

$T$  = Torque N/m

### **Tipos de Motores C.A Síncronos**

Se les puede clasificar en dos grupos:

- Rotor jaula ardilla
- Rotor bobinado

### **Motor C.A asíncrono tipo jaula ardilla**

Su rotor está constituido, por chapas de acero formando un cilindro con el eje del motor, en las ranuras o agujeros hacia el exterior del cilindro y paralelos a su eje, se colocan los conductores; donde cada conductor se conecta a una corona metálica.

### **Clasificación de los motores tipo jaula ardilla**

Se han desarrollado un sistema para identificación con letras para cada tipo de motor. Por lo que cada motor se fabrica según cada norma de diseño, colocándose en cada determinada clase, la identificación con una letra.

Existen varios tipos de motores, según la National Electrical Manufactures Association NEMA, podemos apreciar su clasificación en la siguiente tabla.»

**Tabla 2.** *Clasificación de los Motores Jaula de Ardilla*

<b>Clase NEMA</b>	<b>Par de arranque (# de veces nominal)</b>	<b>Corriente de Arranque (A)</b>	<b>Regulación Velocidad (%)</b>	<b>Nombre de Clase del Motor</b>
<b>A</b>	1.5 – 1.75	5 - 7	2 - 4	Normal
<b>B</b>	1.4 – 1.6	4.5 - 5	3.5	Propósito general
<b>C</b>	2 – 2.5	3.5 - 5	4 - 5	Doble jaula alto par
<b>D</b>	2.5 – 3.0	3 - 8	5-8 , 8-13	Alto par alta resistencia
<b>F</b>	1.25	2 - 4	Mayor de 5	Doble jaula, bajo par, baja corriente de arranque.

Fuente: (KOSOV, 2018), Elaboración Propia



**Tabla 3. Características de los Motores Jaula de Ardilla.**

<b>Diseño NEMA</b>	<b>Par a rotor bloqueado (% de plena carga)</b>	<b>Corriente de arranque (% de plena carga)</b>	<b>Deslizamiento a plena carga (% rpm a plena carga)</b>	<b>Par de quiebre (% de par a plena carga)</b>
A	Medio (70 – 225 %)	Sin limite (600 – 900 %)	Bajo (1 – 5 %)	Alto (175 – 300 %)
B	Medio (70 – 225 %)	Medio (600 – 700 %)	Bajo (1 – 5 %)	Medio (175 – 300 %)
C	Alto (200 – 250 %)	Medio (600 – 700 %)	Medio (5 %)	Medio (190 – 225 %)
D	El más alto (275 %)	El más alto (275 %)	El más alto (5 - 8 %)	Alto (275 %)

Fuente: Elaboración Propia.

### **Motor C.A asíncrono de rotor bobinado**

Este motor, cuenta con rotor bobinado con tres devanados en conexión estrella. Los extremos de los bobinados del motor se unen a tres anillos rozantes, fijados en el árbol del rotor y aislados entre sí, como del núcleo del rotor.

### **Motores asíncronos de C.A monofásicos**

También llamados motores de inducción monofásicos, se fabricaron ante las necesidades de tener máquinas que trabajen con fuentes monofásicas, que actualmente tenemos nuestras casas.

### **Principio de funcionamiento**

Estos motores no pueden desarrollar un campo giratorio, solo posee una fase en el devanado del estator. Para que inicie a girar el rotor se puede conseguir de varias formas, con bobinado auxiliar, con capacitor de arranque, con polo sombreado entre las principales, consiguiendo sacar de inercia al rotor, para luego inducir un par resultante.

### **Tipos motores asíncronos de C.A monofásicos**

Como se mencionó estos motores no tienen un par de arranque, por lo que se clasifican según la técnica que utilizan para arrancar:

- Motores asíncronos de C.A monofásicos con fase partida.
- Motores asíncronos de C.A monofásicos con capacitores.
- Motores asíncronos de C.A monofásicos con polos estatóricos sombreados.

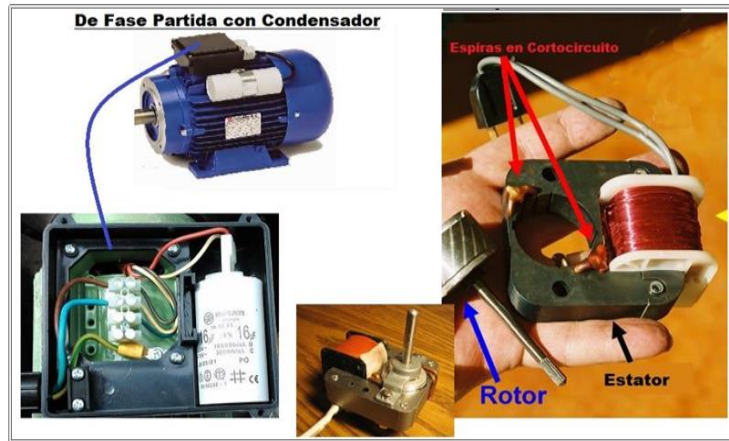


Figura 13. Motores Asíncronos de Corriente Alterna

Fuente: Elaboración Propia.

CLASIFICACION DE LOS MOTORES ELECTRICOS				
CLASE DE MOTOR	TIPO DE MOTOR	CONFIGURACION DEL ROTOR	ESQUEMA	UBICACION
CC				Estator (CC)
				Rotor (CA)
Observaciones: Uso del colector conmutador más escobillas				
CA	Síncronas	Rotor cilíndrico		Rotor (CC) Estator (CA)
		Polos salientes		
Observaciones: Uso de anillos deslizantes, más escobillas				
Asíncronas		Jaula ardilla		Rotor (CA) Estator (CA)
		Rotor bobinado		
Observaciones: Motor de rotor bobinado usa anillos rozantes, más escobillas				

Figura 14. Clasificación de los Motores Eléctricos.

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 4. Tabla Comparativa de Motores eléctricos**

MOTOR	CARACT E-RÍSTICA	ALIMENTACIÓN	CONFIGURACIÓN DEL ROTOR	CONFIGURACIÓN DEL ESTATOR	TAMAÑO	PERDIDAS	RENDIMIENTO	PAR DE TORQUE	RANGO DE USO
Corriente Continua	Asíncrona	Corriente Continua	Laminado con colector	Bobinado	Grande	1 a 5 % en campo, de 3 a 6 % en circuito de armadura. Y 3 a 15 % rotacionales	75 %	Alto par de arranque	Medio y bajo, velocidad limitado en vacío
C.C. Sin Escobillas	Síncrona	Corriente Continua	Imanes permanentes con encoder de posición	Bobinado	50% pequeño que con escobillas	Entrehierro e histéresis	96 %	Alto par de arranque, pero menor al de escobillas	Alta velocidad y gran aceleración
Inducción	Asíncrona	Alterna Trifásica	Jaula de ardilla	Bobinado	20% inferior al de corriente continua con escobillas	Cuando menor es el deslizamiento, menor son las pérdidas en el rotor	85 %	20 % más del par nominal	Medio , alto
Síncrono de Imanes permanentes	Síncrona	Alterna Trifásica	Imanes permanentes	Bobinado	30% inferior al motor de inducción	Calor generado por las pérdidas debido a las corrientes del estator	95 %	Sin par de arranque, uso de barras amortiguadoras	Altas velocidades
Flujo axial	Síncrona / Asíncrona	Alterna Trifásica / Continua	Dependiendo si es Síncrono / Asíncrono	Dependiendo si es Síncrono / Asíncrono	Grandes radios, elevados números de disco	Por efecto Joule en el estator	Depende de su configuración	Depende de su configuración	Bajas velocidades
Reluctancia Conmutada	Asíncrona	Corriente Continua	Metálicos de polos salientes	Bobinado de polos salientes	50 % inferior al motor de corriente continua con escobillas	En el hierro , a bajas revoluciones caen estas pérdidas y aumenta el par	80 - 90 %	Elevado par de torque	Bajas vueltas

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.- DETERMINAR LOS PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS QUE INTERVIENEN EN LA IMPLEMENTACI3N DEL SISTEMA DE TRACCI3N EL3CTRICO.

En este objetivo especifico se desarrolla la determinacion de los principales parametros o sistemas mecanicos electricos, que hay que intervenir o modificar para modificar el sistema de traccion de un MCI tradicional, para llevarlo a un sistema accionado por motor electrico ; para lo cual existen varias alternativas de disposiciones mecanicas finales :

Alternativa Motores Hibridos en Serie :

Es cuando el MCI original del autom3vil, se le conecta mecanicamente, para que accione un sistema de propulsion electrico y permite que cuando funcione el motor de combustion interna se genere electricidad, que recargue la bateria, originando una reduccion del tama1o esta , es decir el dispositivo del motor electrico impusa el generador electrico, que en la mayoria de los casos, es un alternador trifasico, que luego de rectifica la corriente recarga la bateria, que permite que cuando esten recargadas se pueda apagar el MCI, y movilizar al autom3vil, hasta que las baterias nuevamente se descarguen.

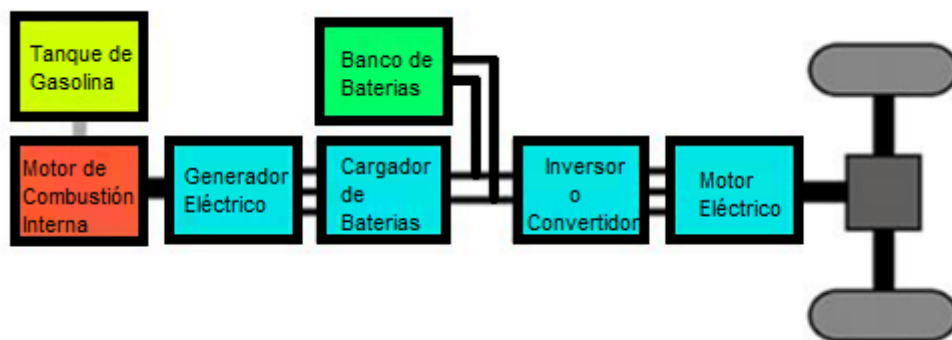


Figura 15. Diagrama Hibrido Serie.

Fuente : Elaboraci3n Propia.

Esto nos determina que tenemos que hablar de una reserva de Potencia, que se utiliza para aumentar las velocidades, es decir permitir un mayor rango de velocidades, en donde los picos de velocidad implican picos de demanda de energa el3ctrica, que son abastecidos por las baterias, incurriendo a que elevadas velocidades, s3lo un reducido porcentaje de energa, proviene de las baterias, pero en cambio a velocidades de Crucero, la energa producida en exceso sirva para reabastecer a las baterias, originando situaciones en donde

cerca del 80 % del tiempo el sistema es alimentado por la energía de las baterías, y el restante 20 % son con energía alimentada desde los enchufes , siendo la principal ventaja la mejor utilización de la energía del combustible , pero afecta la autonomía al ser el motor de combustión interna la única fuente de energía , otra de las principales ventajas que ofrece este diseño ante el diseño llamado en paralelo, es ser un diseño mecánico simple, pues al final se dispone de un motor térmico diseñado y optimizado para trabajar en un mismo régimen de revoluciones , otra de las desventajas de este diseño es el que toda la energía producida por el motor térmico, tiene que pasar por el generador eléctrico, biéndose afectada a muchas pérdidas, debido a la transformación de energía Mecánica en Energía Eléctrica.

La otra gran alternativa tecnológica es el Motor Híbrido en paralelo, según esta configuración estos dos sistemas pueden ser utilizados de manera independiente o simultánea, para obtener una potencia maximizada, es un sistema que presenta una mayor complejidad mecánica, en especial con los mecanismos de enganche y desenganche mecánico, que implica una mayor inversión inicial, pero implica menores pérdidas debido a la conversión de energía mecánica en energía eléctrica, en comparación con los motores híbridos en serie, hay que tener en cuenta que los picos de demanda de potencia son abastecidos por el motor de combustión interna, disminuyendo de manera notable el tamaño de las baterías

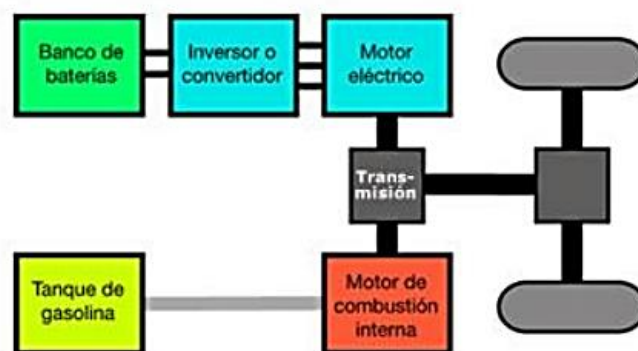


Figura 16. Diagrama Híbrido Paralelo

Fuente: Elaboración Propia

Se debe tener en cuenta, que dentro de la clasificación de vehículos híbridos paralelos , debemos de distinguir dos arquitecturas diferentes, primero las que utilizan un generador independiente para recargar las baterías y las que aprovechan el motor eléctrico para que funciones también como generador , pero

con el inconveniente que este posee más partes, tales como el generador propiamente dicho, el convertor de corriente alterna a corriente continua, y la transmisión entre motor térmico y el generador por lo que es más voluminoso y pesado y oneroso, pero tiene la ventaja máxima que el generador al estar diseñado para funcionar solo como generador, es más eficiente que el motor funcionando como generador, en conclusión usando el motor eléctrico como generador se disminuye el número de partes, pero también se disminuye la eficiencia energética, tan importante estas épocas de optimización de la matriz energética.

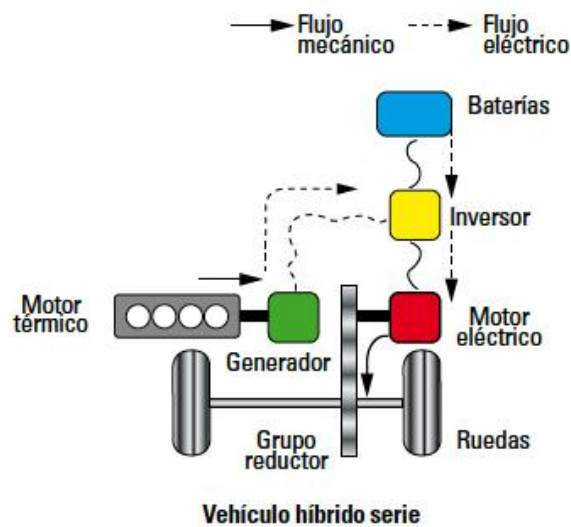


Figura 17. Configuración Vehículo Híbrido Serie.

Fuente: <https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>

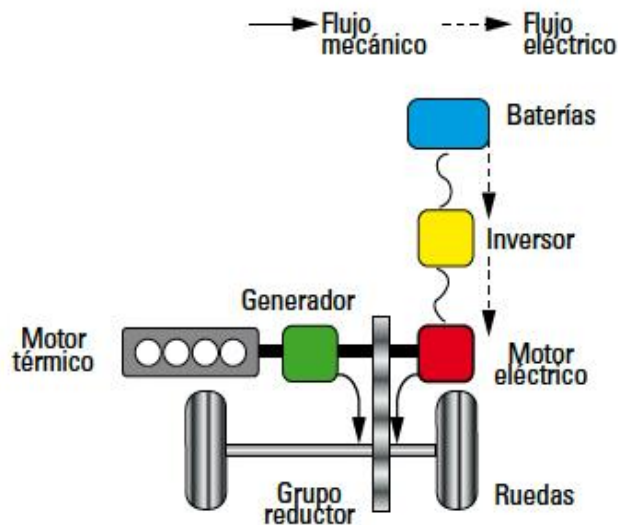


Figura 18. Configuración Vehículo Híbrido Paralelo.

Fuente: <https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>

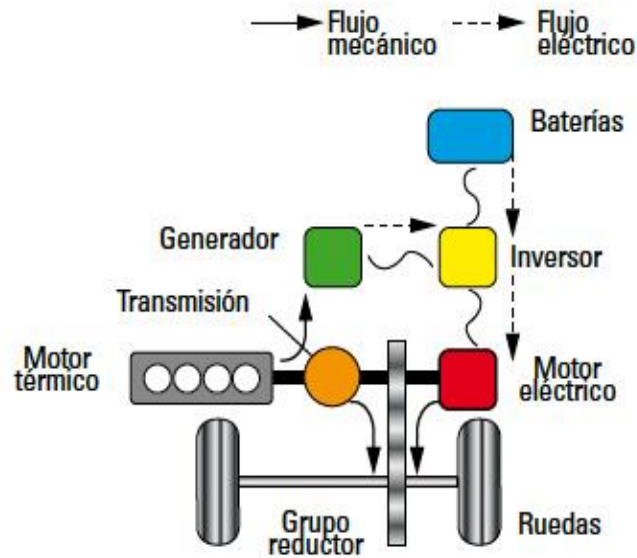


Figura 19. Configuración Vehículo Híbrido Combinado (Paralelo Serie).

Fuente: <https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>

Al diseño que mezcla ambos, bondades y que constituye un vehículo híbrido paralelo con generador independiente, combina las ventajas de ambos sistemas y es en la actualidad el más utilizado por los fabricantes, tales como Toyota en su modelo Prius.

Otro de los interrogantes es como se dividen los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos y térmicos respectivamente, y se precia que este depende de la configuración del vehículo híbrido, donde tenemos que en la configuración híbrido serie los tiempos de funcionamiento se reparten por igual al 50 %, en el Híbrido paralelo, funciona mucho más el motor térmico, en el híbrido paralelo / serie funciona mucho más tiempo el motor eléctrico.

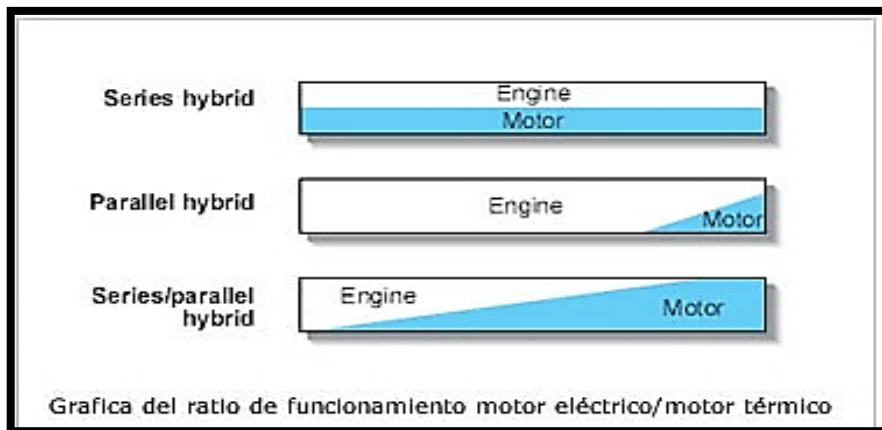


Figura 20. Gráfica del Ratio de funcionamiento Motor Eléctrico/Motor Térmico

Fuente: <https://valdemarf.wordpress.com/2013/12/04/hibrido-en-paralelo/>

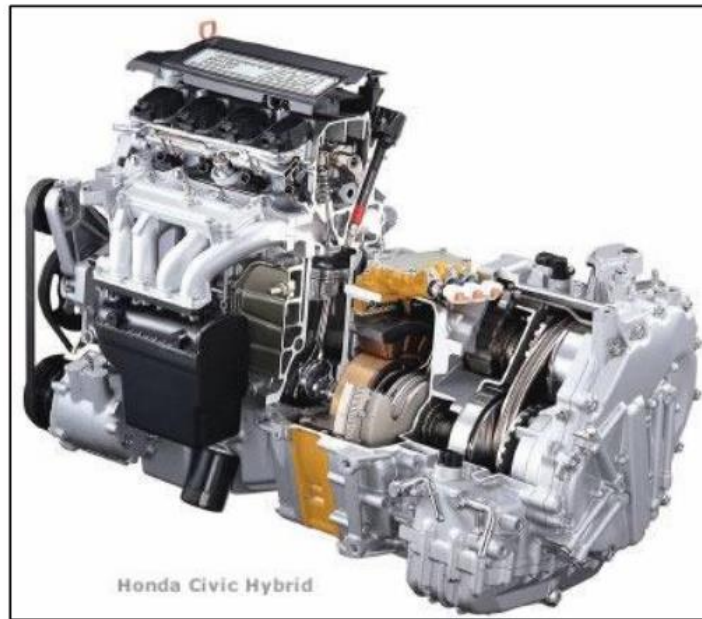
Se conoce que en los vehículos convencionales lo normal, es que existan motores de combustión interna, que entregan potencias entre los 60 a 180 HP de potencia máxima, la misma que se requiere en situaciones tales como piques, ascensos a tículo con gran carga vehicular y gran velocidad de reserva, esto lo debemos de entender como un requerimiento esporádico, es decir la mayor parte del tiempo dicha potencia no será requerida, originando un despilfarro de energía, teniendo en cuenta que la mala práctica, de sobredimensionar el motor, para posteriormente emplearlo a un porcentaje muy ínfimo de su capacidad, situando de esta manera el punto de funcionamiento en un lugar donde el rendimiento es bastante pobre, siendo el vehículo medio convencional, si se emplea mayoritariamente en la ciudad o en recorridos largos y/o estacionarios a velocidad moderada, pues en muchos casos no necesita ni 30 HP.

La situación de desarrollar una potencia muy por debajo a la de la potencia nominal, supone una ineficiencia, por dos principales razones, pues primero se incurre en gastos de fabricación de construcción del motor por encima de lo que realmente se requiere, pues las curvas de funcionamiento y sus respectivas reprogramaciones, nos determinan que los niveles de rendimiento con potencias del orden del 15 al 25 %, es muy inferior a la eficiencia a la de otro motor de menor potencia máxima programable, funcionando a plena potencia y dando esos mismos 30 HP.

También debemos de tener en cuenta, que el consumo urbano de un mismo vehículo equipado con un motor de gran potencia, equipados con motores de



gran potencia consume , menos que el mismo vehículo equipado con un motor más pequeño , es decir concluimos que el motor ha de ser el idóneo para el uso al que se destina , también influye es la forma de detener el vehículo, pues lo más común es el ineficiente procedimiento de disipar y destruir la energía en forma de velocidad, energía cinética, que lleva el vehículo para transformarla en calor liberado de manera inútil al ambiente



*Figura 21. Motor Híbrido en Corte*

Fuente: Honda Civic, Elaboración Propia

Es muy razonable el limitar la potencia máxima de un motor en demasía en pro de lograr excelentes consumos, pues es necesario en ocasiones disponer de la energía y la potencia para determinar determinados esfuerzos tan estrictos, puntuales como inevitables, tales como como los adelantos y aceleraciones en pendiente, es en estas situaciones donde el sistema híbrido cobra mayor interés, pues combina la necesidad , de disponer potencia para determinados esfuerzos tan suficientes para el uso de la inmensa mayoría de las ocasiones de buen rendimiento y por lo tanto bajo consumo y emisiones contaminantes, con un sistema eléctrico capaz de realizar las dos funciones vitales.

Se aprecia como conclusión que el vehículo motriz híbrido, aprovecha la energía de una manera óptima y eficiente lo cual permite disminuir el consumo de combustible de hidrocarburos y de esa manera disminuir la contaminación de manera apreciable, pero juego en contra los altos costos de producción de las

baterías (Aunque cada vez más bajas) y el aleta peso de las mismas, que conlleva a estructuras más robustas.

### ¿Por qué los híbridos son más eficientes?

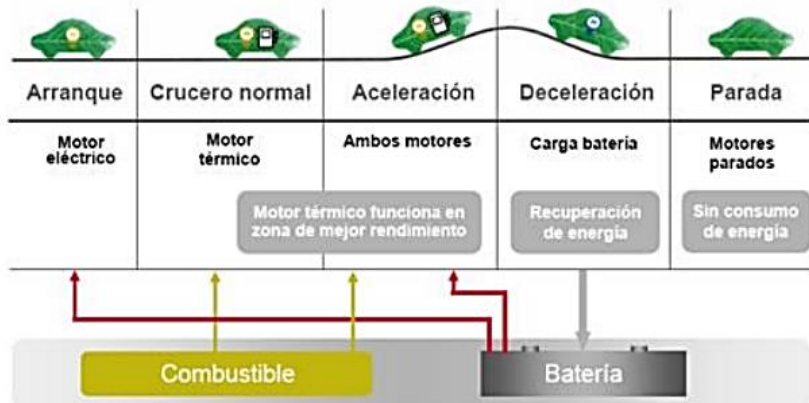


Figura 22. Ciclos de funcionamiento de los Híbridos.

Fuente: Elaboración Propia.

Es decir con los híbridos, se logra mayor eficiencia en el uso de combustibles hidrocarburos , no se elimina el uso de hidrocarburos , el gran problema a resolver es la capacidad de acumulación de energía, o visto de otra manera, la autonomía de conducción del vehículo, pues las baterías tienen una capacidad de acumulación muy bajas en comparación con el de las gasolinas, así por ejemplo un kilogramo de baterías, pueden acumular energías equivalentes a 18 gramos de combustibles de gasolina, a pesar que un motor de combustión solo tiene una eficiencia del 35 %, frente a un motor eléctrico que llega a tener eficiencias del orden del 95 %.



*Figura 23. funciona un vehículo híbrido.*

Fuente:<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcomo-funciona.co%2Fvehiculo->

[hibrido%2F&psig=AOvVaw1TNjcYyk0XHQlw3BcB74oj&ust=1671967300882000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCMCi6tyRkvwCFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcomo-funciona.co%2Fvehiculo-hibrido%2F&psig=AOvVaw1TNjcYyk0XHQlw3BcB74oj&ust=1671967300882000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCMCi6tyRkvwCFQAAAAAdAAAAABAE)

Los motores eléctricos, han demostrado tener elevadas habilidades para mover grandes maquinas, cuando existe asegurado un abastecimiento de energía conectada a la red, en trenes y tranvías eléctricos, grandes hornos, chancadoras, y demás maquinas eléctricas.

Entre las principales características de los generadores eléctricos, debemos de mencionar que un generador se define como el elemento que transforma el trabajo del motor térmico o la energía cinética, del vehículo en un descenso de parte alta en donde actúan los frenos regenerativos, que no son más que generadores en modo generador, que funcionan en varias etapas, tales como generador en velocidad de crucero baja y aceleración ligera.



Figura 24. Motogenerador 1

Fuente: Toyota, Elaboración Propia

Por lo general los vehículos híbridos, están compuestos de dos motores generadores, los cuales son del tipo sincrónico de imán permanente altamente eficientes a la hora de alternar la corriente eléctrica, compactos y de poco peso, son trifásicos de frecuencia uniforme y variable desfasaje lo cual permite conseguir la rotación del motor, todo controlado por la computadora ECU HV es la encargada de monitorear los motogeneradores disparando los transistores de potencia del tipo IGHT. Antes que estos entren en operación.

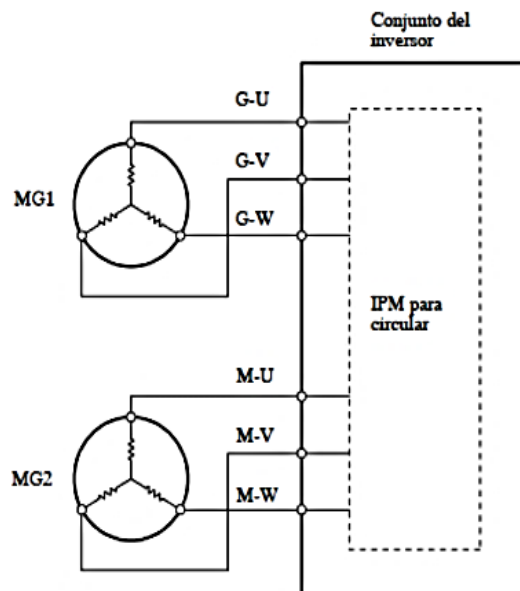


Figura 25. Diagrama del Sistema ECU de Motores Eléctricos Vehículo Híbrido.

Fuente: Toyota Híbridos, Elaboración Propia.

La lógica amaestra de funcionamiento es que la batería HV como generador, suministra la alimentación eléctrica para excitar el MG2 y a la vez hace la de motor de arranque para dar el giro inicial al Motor de Gasolina, regulando de manera complementaria la cantidad de energía eléctrica generada (variando de manera electrónica la velocidad angular del generador), el MG1 controla de manera eficaz la función de transmisión continua del transeje.

El MG2 está engranado directamente a la transmisión y trabaja de manera conjunta con el Motor a gasolina , para poder mover las ruedas, activándose los frenos regenerativos el MG2 convierte la energía cinética del vehículo a energía eléctrica, que se almacena en la batería de la unidad híbrida, ambos moto generadores tienden a alcanzar altas temperaturas durante su funcionamiento , motivo por el cual la temperatura es controlada y están provistos de conductos de enfriamiento por agua y refrigerantes ecológicos para no llegar al sobrecalentamiento.

**Tabla 5.** Condiciones de Funcionamiento de Moto generadores – MCI – Análisis Muestral.

<b>Condición</b>	<b>MG1</b>	<b>MG2</b>	<b>MC1</b>	<b>SMG1</b>	<b>SMG2</b>	<b>CP1</b>	<b>CN1</b>
Vehic. Det. MCI marcha	Generador	OFF	Motor	OFF	OFF	PLS	OFF
Vehic. Mov. MCI off (electr.)	OFF	Motor	OFF	OFF	PLS	OFF	PLS
Vehic. Mov. Arranca MCI	Motor	Motor	Motor	PLS	PLS	OFF	PLS
Vehic. Mov. MCI funcionamiento (No electr.)	Generador	OFF	Motor	OFF	OFF	PLS	OFF
Vehic. Mov. Aceler. Suave	Generador	Motor	Motor	OFF	PLS	PLS	OFF
Vehic. Aceler. fuerte	Motor	Motor	Motor	PLS	PLS	OFF	PLS
Freno regenerativo	Motor	Generador	OFF	OFF	OFF	PLS	OFF

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas que anteceden podemos observar las distintas condiciones de operación del vehículo, materia del vehículo, el caso cuando entran en operación los motogeneradores (MG1-MG2) y el caso cuando entra en operación el motor de combustión interna (MCI). Al igual las señales SMG1 y SMG2 que dirigen los

módulos híbrido para que este envíe pulsos a los transistores de potencia IGBT de las respectivas motos generadoras. También se aprecian las señales CP1 y CN1 las cuales actúan independientemente para hacer funcionar los motogeneradores en modo: motor eléctrico o generador dependiendo de los requerimientos. En el interior del IPM (Intelligent Power Module o Módulo inteligente de poder) se encuentran los pines CP1 y CN1, los cuales son los encargados de manejar los pulsos para funcionamiento de los transistores IGBT que están al inicio como se puede apreciar en la tabla N° 7, de esta forma determina que si tengo pulso en CP1, estaría funcionando el sistema como generador ya que el transistor haría el paso de corriente paralelo al diodo D1, en caso contrario tengo pulso en CN1, estaría alimentando la base del transistor IGBT 2 con lo que conseguiría cargar la bobina reactiva y descargarla al quitar el pulso, con lo cual se consigue elevar la tensión que llega a los IGBT que comandado sus pulsos convertirían este voltaje ya elevado en Voltaje alterno trifásico.

Otra de las características, que debemos de resaltar y analizar son, el motor de imán permanente, que ocurre cuando la corriente alterna de tres fases atraviesa los devanados trifásicos de la bobina del estator, generándose un campo magnético que gira en el motor eléctrico, controlándose este campo magnético de acuerdo a su ubicación y velocidad de giro del rotor, produciéndose que los imanes permanentes que se encuentran en el rotor son atraídos por el campo magnético de la rotación, produciéndose el par generado, que para todos los procesos prácticos es proporcional a la cantidad de corriente y la velocidad de rotación es manejada por el valor de la frecuencia de la corriente alterna, además un alto nivel de par, llegando hasta las velocidades altas, para generarse de manera eficiente llegando a manejar de forma correcta el campo magnético y los ángulos de los imanes del rotor.

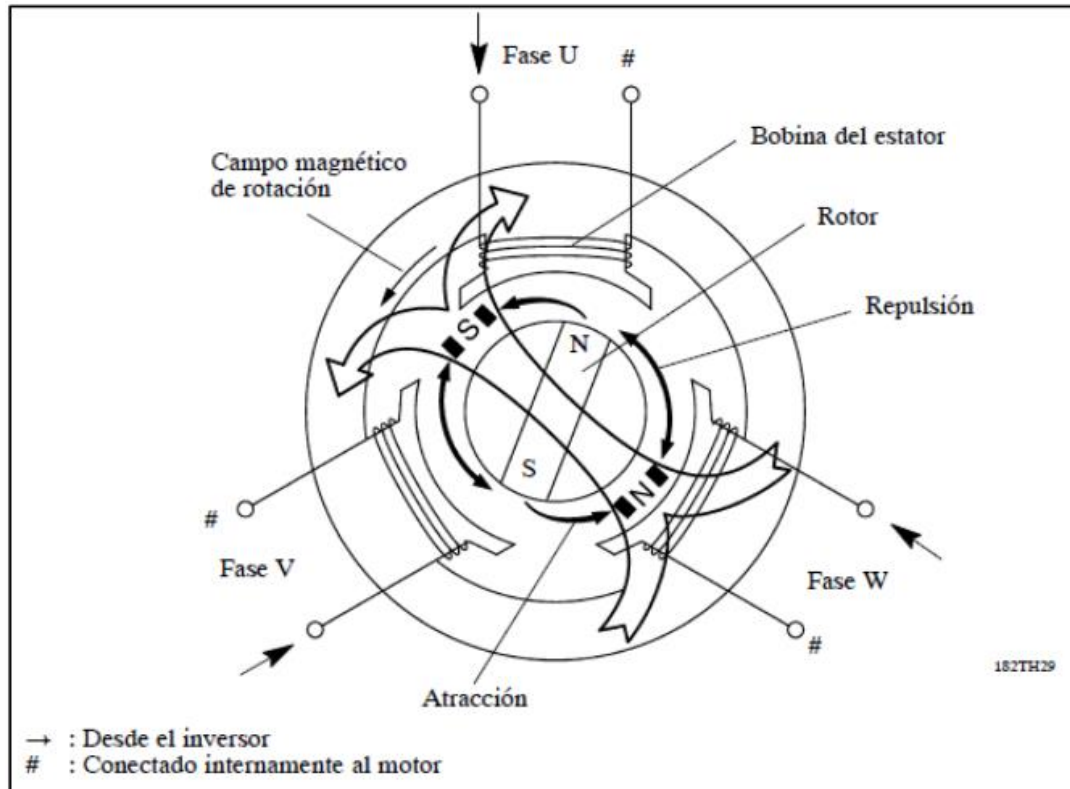


Figura 26. Estructura Interna del Motor Eléctrico

Fuente: Toyota, Elaboración Propia

Resumimos indicando que un vehículo híbrido es aquel que utiliza para su propulsión dos fuentes de energía diferentes, entre ellas tenemos un motor de combustión interna y un motor eléctrico. Se caracteriza por ser un vehículo no contaminante, pues durante la utilización del vehículo en tráfico urbano se utiliza la tracción eléctrica evitando con esto la emisión de gases y ruidos. Su consumo es menor que el de un automóvil convencional, pues el motor de combustión solo podría ser usado en carreteras donde las velocidades son altas y en donde se requiere de mayor potencia.

Para combinar estos dos motores, se lo hace de dos maneras, entre ellas tenemos la configuración serie y paralelo. En la configuración serie el motor de combustión es de menor potencia y solo se lo usa para hacer girar el generador, encargada de energizar al motor eléctrico y cargar las baterías. En esta configuración solo el motor eléctrico se conecta a la tracción. En la configuración paralelo, ambos motores contribuyen a la tracción del vehículo.

Esto es mediante dispositivos mecánicos donde ambos motores se conectan para contribuir al par total requerido.

La etapa eléctrica de un vehículo híbrido, está formado por la unidad de control cuya función es entregar energía al motor eléctrico de manera dosificada, módulo de aceleración que ordena a la unidad de control cuanta energía entregar al motor, un banco de baterías encargada de almacenar energía y alimentar al motor eléctrico por medio de la unidad de control, además puede llevar una caja de cambio y un diferencial, la cual puede ser suprimido pues la marcha atrás se la puede conseguir mediante un cambio de giro del motor eléctrico.

El diseño del vehículo híbrido propuesto como tema de tesis, está basado en la configuración paralelo con tracción independiente como se muestra en la figura 17. En esta configuración el motor a gasolina acciona la tracción delantera y el motor eléctrico acciona el eje posterior. En la figura 17 se muestra el diagrama de bloques del prototipo a implementar.



#### **4.3. REALIZAR UN ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA CONVENCIONAL Y EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL VEHÍCULO.**

Uno de los principales terminos a definir, al realizar el análisis comparativo entre un vehículo accionado por un MCI y un vehículo accionado por motor eléctrico, es la definición de eficiencia energética, en donde no sólo intervienen consideraciones de tipo térmicos, tales como ciclo termodinámica,  $T^o$  y presión de los gases de salida, si no consideraciones mecánicas, como son la fricción de las piezas del motor, efectos del viento sobre la aerodinámica de la carrocería, Pérdidas mediante la Trasmisión del Movimiento, la fuente energética de los vehículos enchufables, si es de energía convencional o energía renovable no convencional.

En el caso de energía renovable convencional, debemos de resaltar, la energía proveniente de grandes centrales hidroeléctricas, de las cuáles el Perú, tiene un potencial que de acuerdo a estudios realizados por encargo de ElectroPerú, en la década de lo años 70, del siglo pasado llegan hasta 70,000 Mw, en la cuál aparte de los bajos impactos ambientales producidos, sobre todo si no tienen embalse o represa de agua, pues la represa si trae alteraciones a los micro climas, al flujo de los sedimentos y a la vida acuática existente y de acuerdo a los modernos sistemas de control, regulación y seguridad, tipo scada y aplicables en varios niveles, llegando a obtenerse altas eficiencias totales, del orden del 95 % al 98 %.

En contraparte apreciamos la existencia de las central térmicas convencionales, que en nuestro país, destacan las centrales a gas natural (Metano), que de acuerdo a su modernidad y grado de complejidad, pueden llegar a tener las siguientes eficiencias.

- Total eficiencia de una central térmica a Vapor con instalaciones modernas , llegan a tener eficiencias del orden del 20 al 27 % , si las instalaciones son antiguas estas eficiencias son mucho menores (Caso de las empresas agroindustriales del azucar).
- En el caso de las modernas centrales térmicas a Gas, la eficiencia está en el orden del 30 % al 36 %, si se trata de ciclo simple (es decir, sólo tienen el ciclo joule bryton).

- En el caso de las centrales térmicas a gas, ciclo combinado, gracias a una mayor inversión inicial, que implica el tener tanto el ciclo a gas joule bryton, como el ciclo rankine a vapor, con lo cual se eleva la eficiencia a niveles del orden del 50 al 60 %.

Con estos importantes, datos podemos analizar la eficiencia total de cada una de las cadenas térmicas existentes, es decir:

**Cadena corta del vehículo con motor de combustión interna**, que utiliza Petróleo tipo diesel ,o gasolinas de octanajes que varían entre 84 , 90 , 95, 97 y 98 octanos y con rendimiento total del 25 %

**Cadena híbrida**, en donde con la energía térmica recuperada en los frenos regenerativos, en la marcha lenta o ralenti y más modernamente con el calor existente en el radiador y el tubo de escape, se logra aumentar la eficiencia al 30 %, con la ayuda de la optimización de los parámetros, lograda con la reprogramación de motores.

**Cadena de vehículo eléctrico**, en donde se debe precisar si la fuente de generación eléctrica, es energía renovable eléctrica, o energía no renovable de origen térmico, en donde adicionando y también controlando, pérdidas en las redes de transmisión principal y transmisión secundaria eléctrica, Redes de Distribución en MT y BT, pérdidas en las cargas (sean estas cargas lentas o cargas rápidas), y las pérdidas en el sistema de transmisión y dirección del vehículo.

Y por último la **Cadena del vehículo híbrido y aparte enchufable**, en donde se combinan las prestaciones y correspondientes pérdidas energéticas de las dos anteriores, alternativas, en donde también se tendrán que tener en cuenta, las pérdidas en redes, al cargar las baterías y las pérdidas mecánicas de transmisión y dirección.

**Tabla 6. Análisis comparativo de la eficacia entre distintos tipos de Automóviles**

	Vehículo Convencional	Vehículo Híbrido	Vehículo Eléctrico		Vehículo Híbrido Enchufable	
			Renov.	No Renov.	Renov.	No Renov.
Planta			Renov.	No Renov.	Renov.	No Renov.
Eficiencia			97.5 %	55 %	97.5 %	55 %
Pérdidas Red Eléctrica						
90 %			87.75 %	49.50 %		
Tanque o Carga (Pérdidas)	↓	↓				
95 %	25 %	30 %	83.36 %	47.03 %		
Transmisión a las ruedas	↓	↓				
90 %	<b>25 %</b>	<b>30 %</b>	<b>75.03 %</b>	<b>42.32 %</b>	<b>50.01 %</b>	<b>33.66 %</b>

Fuente : Elaboración Propia

Para tener puntos de contraste en el presente trabajo de tesis, debemos de informar, que la eficiencia de vehículos comerciales de la misma marca Toyota, tanto que funcionan con motores de combustión interna, como el modelo Yaris, modelo comercial convencional, que llega a un 26.9 % de eficiencia total, y de manera transversal comparativa, el modelo híbrido denominado Prius C, con el cual se llega a eficiencias de hasta 33.7 %, donde se observa que tanto modelo con MCI y el modelo con Motor Eléctrico, superan la eficiencia promedio mostradas en la Tabla 6.

Los resultados encontrados y publicados en la Tabla 6, nos confirman que los vehículos híbridos tienen un plus adicional de eficiencia a los MCI, del orden y rango del 5 %, lo cual es un muy importante progreso en el cumplimiento del Perú y otros países del mundo en la concretación de los compromisos ambientales adquiridos en la COP 29, pero aún existe una enorme brecha con respecto, a la eficiencia de los automóviles eléctricos reabastecidos con fuentes de energías renovables no convencionales, los cuales llegan hasta el 75 %.

Se debe tener en cuenta, que de acuerdo a la data secundaria presentada, los vehículos con motor eléctrico y recargados con energías provenientes de fuentes energéticas no renovables, diluyen buena porción de su eficiencia final, por

temas de pérdidas de transmisión y distribución de redes eléctricas, en donde se produce que la eficacia total de un automóvil híbrido y un híbrido enchufable y reabastecidos con energía inagotable son muy parecidos en sus valores, pero en el caso de los vehículos eléctricos recargados con energía renovable son tres veces más eficaces que los automóviles convencionales, pero en el futuro también debemos de considerar los vehículos que se accionan con hidrógeno, y sobre todo si es hidrógeno verde, en donde no se utiliza la tecnología de combustión del hidrógeno, sino la tecnología de hidrólisis para generar el Hidrógeno a partir de la energía eléctrica y Pila de Combustible para producir electricidad a partir de la electricidad, quedando pues a definir cual tecnología es eléctricamente pura, o la combinación de hidrógeno verde y electricidad, será la preferida en el futuro mundial, pero en ambos casos los MCI, ya tienen fecha de retiro, en los países nórdicos, para el año 2030, también debemos de mencionar los planes de implementación de los países asiáticos (Corea del Sur, China, Japón), en cuanto a planes de utilización del hidrógeno verde en la locomoción.

En cuanto a las curvas de consumos específicos de los dos modelos Toyota el Yaris y el Prius, pieza clave de esta investigación, a través de los catálogos técnicos (no confundir con los catálogos comerciales), expresan sus consumos individuales en condiciones de temperatura y presión atmosférica (se deben de tomar precauciones en este estado por la geografía, morfología y topografía del Perú, con la presencia de la Cordillera de los Andes y nuestra selva amazónica) y además como fuente secundaria y complementaria, recurrimos a los ministerios o agencias de energía, en el caso del Perú no existen datos porque las oficinas de eficiencia energética, todavía sólo se limitan a la eficiencia de los aparatos y centrales eléctricas, así por ejemplo la muy importante, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica, nos indica que:

Que de acuerdo a las pruebas de campo y laboratorio por ellos realizados el consumo medio ponderado y nivelado en el tiempo es de 3.1 Galones Americanos por cada 100 Millas (160.934 Kms equivalentes), implica una conversión equivalente sistema inglés, sistema con el cual estamos familiarizados a 1.94 Galones americanos por cada 100 Kms

Por otro lado tenemos al híbrido mas difundido a la fecha en el Perú y en Lambayeque, que es el Toyota modelo Prius, que de acuerdo a los experimentos de la EPA, es de 1.90 galones / 100 Millas, y por transformaciones y equivalencias, lo convertimos 1.18 Galones americanos por cada 100 Kms.

En el caso del Reino de España, a través de su Ministerio de Energía, Turismo y Agenda digital , el consumo para terrenos mixtos de España, es de 4.82 litros por cada 100 Km, y si lo transformamos a gal/100 Km, por ser las medidas que usamos, por lo que el consumo promedio mixto en España sera de 1.27 galones americanos por cada 100 Kilometros. En España para el caso del Toyota Prius C es de 3.63 Litros por cada 100 Kms , y al ser transformados quedan en 0.96 Galones por cada 100 Kms.

Para el caso de los Estados Unidos Federales de México, mediante su Secretaría del medio ambiente y de recursos naturales, se determinó que el Toyota Modelo Yaris, goza de un consumo mixto por suelos mexicanos de 18.05 Km/Litro y con su transformación sera de 1.46 galones americanos por cada 100 Kms, de igual manera para el vehículo híbrido de origen Japonés y difundido por todo el mundo, Toyota Prius C se establece en 21 Km/ litro, y haciendo las transformaciones por equivalencias necesarias, es de 1.25 galones americanos por cada 100 Km de recorrido en el terreno mixto de México.

Para el caso de la República Austral de Chile, Concha de toro, a través de su respectivo Ministerio de Energía, el consumo promedio detectado y calculado para el modelo Japonés Yaris , marca Toyota, es de 15.28 Km/litro y con las conversiones y equivalencias del caso, los convertimos a 1.73 galones Norteamericanos, de manera paralela se establece por los investigadores chilenos, que en consumo mixto del Modelo Híbrido Prius C, de Toyota, es 1.09 Gal por cada 100 kilometros de acuerdo a las equivalencias del caso.

**Tabla 7. Consumo Promedio a Nivel Mundial.**

	<b>USA</b>	<b>España</b>	<b>México</b>	<b>Chile</b>	<b>Consumo Promedio</b>
Toyota Yaris	1.94	1.27	1.46	1.73	1.60 gal/100km

Toyota Prius C	1.18	0.96	1.25	1.09	1.12 gal/100km
----------------	------	------	------	------	----------------

Fuente : Elaboración Propia

Llegamos a la conclusión, que usar el modelo Prius C de la Marca Toyota, significa o establece, un ahorro promedio de 0.48 Galones americanos por cada 100 Kms, según investigaciones realizadas por el Instituto de Motores, el micro empresario del Transporte (Taxista), recorre al año un promedio de 40,000 Kms, con lo cual establecemos el siguiente cálculo de consumos

**Tabla 8.** Consumos de Yaris y Prius a diferentes Niveles de Consumo.

CONSUMO GAL			CONSUMO EN SOLES	
KMS/AÑO	YARIS	PRIUS C	YARIS	PRIUS C
20.000	320	224	8 147.20	5 703.04
25.000	400	280	10 184.00	7 128.80
30.000	480	336	12 220.80	8 554.56
35.000	560	392	14 257.60	9 980.32
40.000	640	448	16 294.40	11 406.08
45.000	720	504	18 331.20	12 831.84
50.000	800	560	20 368.00	14 257.60

Fuente : Elaboración Propia.

Para lo cual profundizando podemos determinar los niveles de ahorro, por nivel de recorrido anual determinado , de acuerdo a la tabla 12, adjunta :

**Tabla 9.** Ahorros en la operación del Toyota Prius C.

CONSUMO GAL			CONSUMO EN SOLES		AHORRO S/
KMS/AÑO	YARIS	PRIUS C	YARIS	PRIUS C	
20.000	320	224	8 147.20	5 703.04	2 444.16
25.000	400	280	10 184.00	7 128.80	3 055.20
30.000	480	336	12 220.80	8 554.56	3 666.24
35.000	560	392	14 257.60	9 980.32	4 277.28
40.000	640	448	16 294.40	11 406.08	4 888.32

45.000	720	504	18 331.20	12 831.84	5 499.36
50.000	800	560	20 368.00	14 257.60	6 110.40

Fuente : Elaboración Propia.

Y para una mejor comprensión pasamos a visualizar gráficamente estos resultados del ahorro obtenido por la operación del vehículo híbrido Prius C.

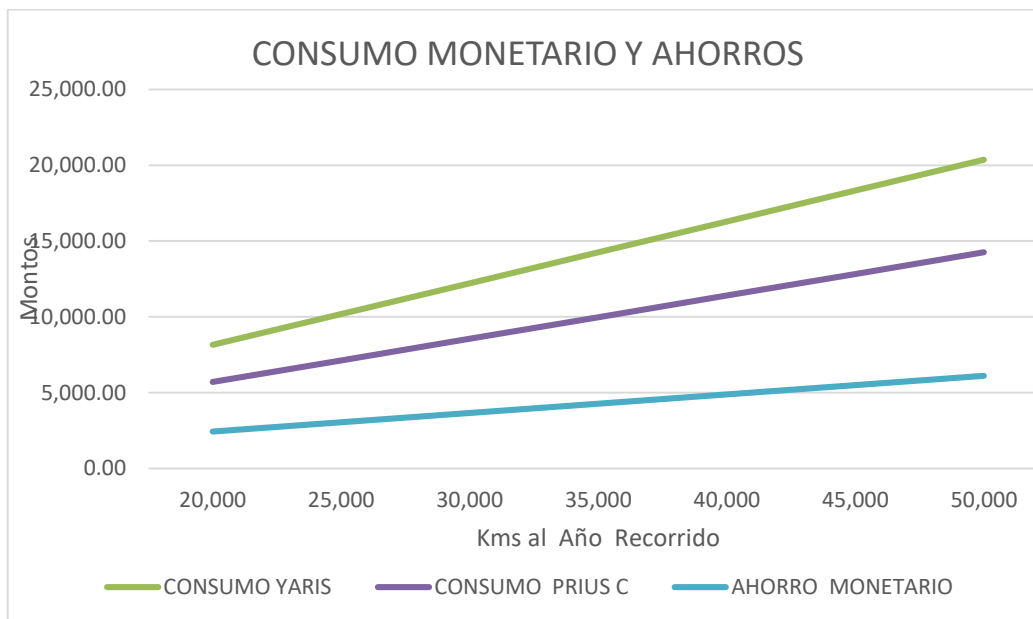


Figura 27. Descripción de Consumo Monetario y Ahorros

Fuente : Elaboración propia

En cuanto la performance (salidas de par motor o torque y de Potencia), éstas con la tecnología de los motores a inyección electrónica, con la presencia de ECU, unidades de procesamiento electrónico, lo cuál permite variar los mapas de parámetros, para opciones de maximizar la potencia, para lograr por lo general arranque y pique más rápidos y mayores velocidades de crucero y de aceleración O, maximizar torque, muy útil para vehículos de carga y pasajeros, para morfologías pronunciadas propias de la geografía de Perú, y minimizar gases de efecto invernadero al escape para contribuir a la descarbonización de la atmósfera y el cumplimiento por parte del Perú de los compromisos COP 29.

En cuanto a las definiciones , debemos de mencionar :

### Torque o Par Motor :

Una definición es la del par motor generado por las fuerzas de expansión provocada por la combustión, en los cilindros (cuatro o seis por lo general), que

por el desplazamiento y el brazo de palanca actuante generan un torque al pasar y hacer mover las bielas y el cigüeñal, este se traslada como un movimiento giratorio por el embrague, caja de cambios, cardan y diferencial de los ejes y ruedas de los vehículos, permite que el vehículo supere desniveles estando cargados.

**Primero:** los motores desarrollan su accionar dentro de un rango de potencias, (potencia mínima, potencia máxima y potencia nominal), es la terminología correcta a utilizar, la definición de potencia con valor puntual es una terminología comercial.

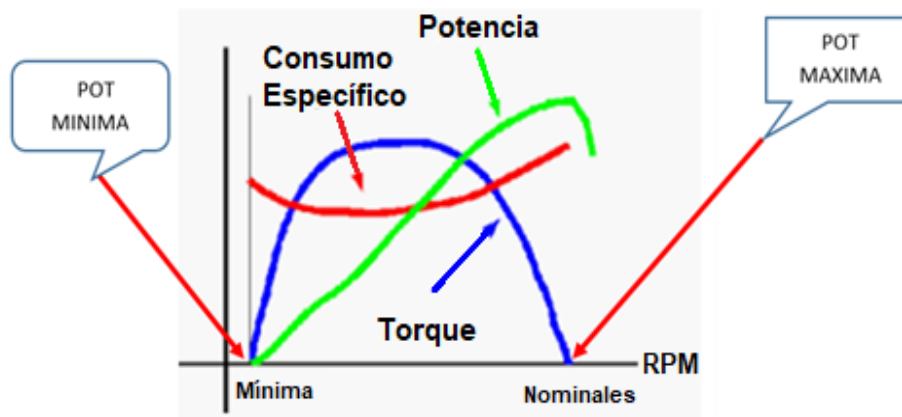


Figura 28. Curvas de Potencia y Torque, definiciones.

Fuente: Elaboración Propia

Debemos de considerar, que los motores, con iguales dimensiones, se pueden configurar y/o programar electrónicamente con curvas de torque y potencia, con valores distintos, solo varía dando la programación de la inyección básicamente.

## SISTEMA DE TRACCIÓN Y SUSPENSIÓN PARA EL MOTOR ELÉCTRICO

En el nuevo sistema de tracción que se implementará en el vehículo, se utilizará un motor eléctrico que estará acoplado a una caja de cambios. Al utilizar esta caja de cambios, podemos aprovechar las ventajas de la posición neutra. Esto significa que cuando el vehículo opere en modo mecánico (con el motor de gasolina), el motor eléctrico estará desconectado del sistema de tracción. Del mismo modo, cuando el vehículo esté en funcionamiento con tracción eléctrica, el motor de combustión interna estará desconectado del sistema de tracción. Esto permite un mejor control y eficiencia en la distribución de la potencia según el modo de conducción seleccionado.



Otro factor, y quizás el más importante, en el uso de las cajas de cambios es la capacidad del incremento del torque de manera mecánica. Esto permite reducir el par de arranque necesario del motor eléctrico, lo que a su vez resulta en un menor consumo de energía. La caja de cambios tiene la capacidad de multiplicar el torque proveniente del motor, lo cual es especialmente útil en situaciones de arranque o en terrenos difíciles.

Cabe resaltar que, la caja de cambios también incorpora un diferencial, el cual cumple la función de compensar las diferencias de velocidad lineal entre las ruedas durante las curvas. El diferencial permite que las ruedas giren a diferentes velocidades en función de su trayectoria, lo que contribuye a un manejo más suave y estable.

Los componentes que componen el Sistema de Tracción que se requiere implementar son:

- 01 Caja de Cambios de 05 velocidades.
- Ejes Propulsores.
- Puntas de Ejes.
- Rótulas, Terminales.
- Amortiguadores.
- Espirales.
- Barra Estabilizadora.
- Tricetas.
- Guardapolvos.
- Puente para la Caja de Cambios.
- Templadores.
- Sistema de Frenos de Disco.

En la figura 28 se muestra un esquema de conexión de los componentes que conforman la tracción eléctrica.

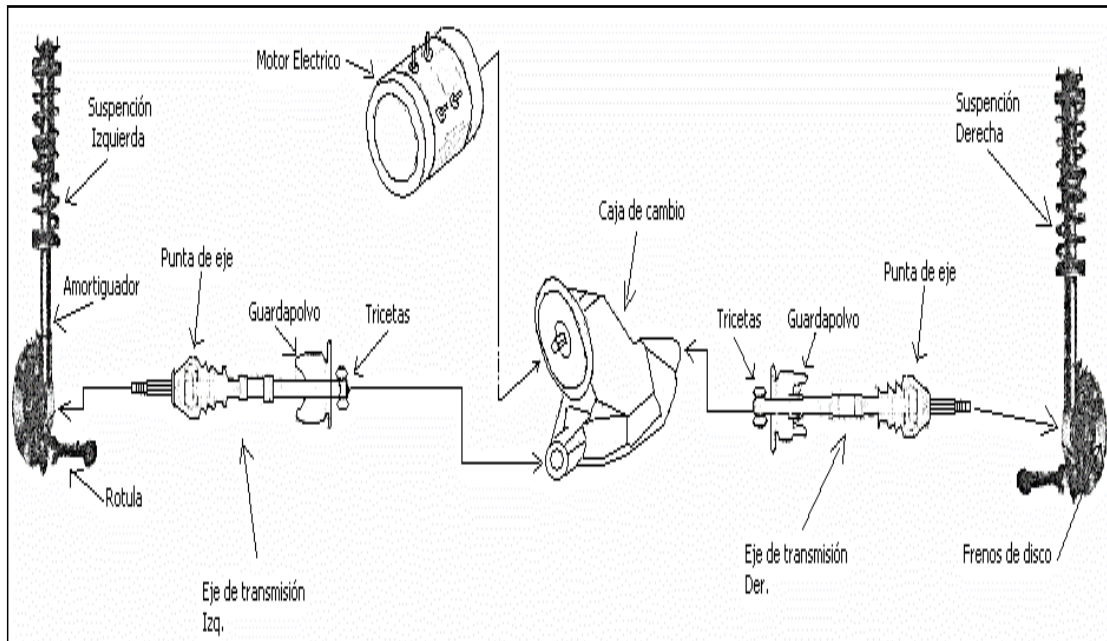


Figura 29. Diagrama del acoplamiento de las partes de tracción

## VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA

El automóvil de MCI elegido para convertirlo en prototipo híbrido, fue un SEAT 127 de 4 puertas, con las siguientes características:

- Chasis liviano y de material de buena resistencia, con capacidad de soportar modificaciones. Automóvil de Tracción delantera controlada por un MCI, adecuado para el fin requerido.
- Ideal para instalar la tracción eléctrica nueva, al poseer el espacio trasero óptimo, además el grupo de baterías y los componentes eléctricos de Fuerza y Control.

Este auto será restaurado y convertido de tal forma que en el área trasera será instalada la nueva tracción eléctrica y en la zona de la maletera serán instalados los acumuladores, Circuitos de Fuerza y Control para el Motor eléctrico. En la Figura 29 logramos ver la vista frontal, lateral y superior del auto, con sus dimensiones en milímetros y en el Anexo 03, son mostradas las especificaciones técnicas del auto.

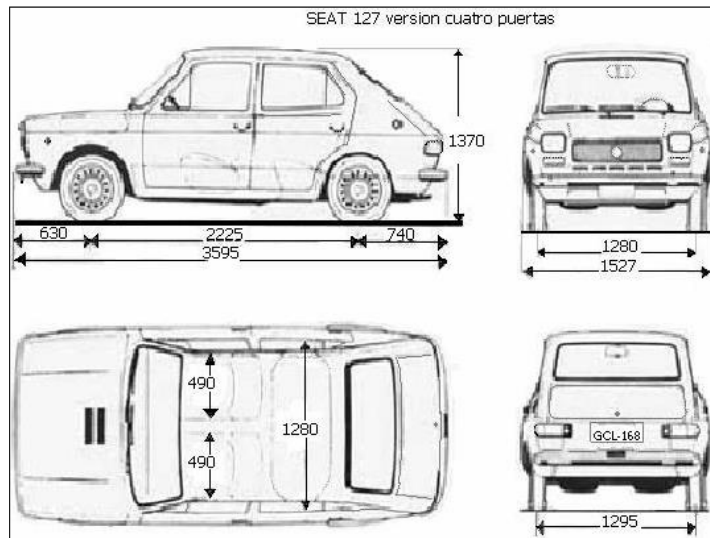


Figura 30. Características físicas del vehículo SEAT 127

## EVALUACIÓN ENERGÉTICA PARA EL PROTOTIPO HÍBRIDO

Si hablamos de diseño de autos en general, es prioridad el conocimiento de cómo está distribuido su consumo de energía. Mejor dicho, la intención es comprender de qué manera los parámetros de diseño pueden afectar al consumo energético de un auto con características establecidas, y cuanto puede afectar la variación de cada uno de estos parámetros al consumo total.

## POTENCIA REQUERIDA PARA EL AVANCE DEL AUTOMÓVIL

Para calcular la potencia para el avance del automóvil, se usan las expresiones que moldean el consumo energético para las consideraciones de manejo establecidas. Es pertinente determinar primero la Resistencia Total al avance del Automóvil, siendo esta la suma total de: la Resistencia a la Rodadura, Resistencia Aerodinámica y Resistencia a las Pendientes, logrando luego el cálculo de la potencia.

Para esto, primero calculamos la resistencia a la rodadura usando la expresión:

$$R_r = \mu * p$$

$\mu$ : Coeficiente de rodadura.

$p$ : Peso del vehículo (peso de vacío + carga útil máxima) en kg.

Utilizando la siguiente expresión, encontramos el coeficiente de rodadura:

$$\mu = \mu_0 + k * V^2$$

$\mu_0 = 0.02$  (por ser asfalto).

$$k = 0.5 * 10^{-6} \left(\frac{km}{h}\right)^{-2}$$

$V =$  Velocidad en  $\left(\frac{km}{h}\right)$

Reemplazamos en la expresión 3.2, tenemos:

$$\mu = 0.2 + 0.5 * 10^{-6} * V^2$$

De la información técnica del automóvil, sabemos que el peso es de 750 kg en vacío y logra avanzar 370 kg de carga útil máxima obteniendo con esto, el peso total del automóvil:

$$P = 750 \text{ kg} + 370 \text{ kg} = 1120 \text{ kg}$$

Remplazando el coeficiente de rodadura y peso del vehículo en la expresión 3.1, encontramos la resistencia a la rodadura en función de la velocidad:

$$R = (0.02 + 0.5 * 10^{-6} * V^2) * 1120 \text{ Kg}$$

$$R = (22.4 + 5.6 * 10^{-4} * V^2)$$

Seguidamente, es calculada la Resistencia Aerodinámica, utilizando la fórmula:

$$R_a = \frac{1}{16} * C_x * S * V^2$$

Donde:

$C_x =$  Coeficiente de penetración aerodinámica (0.3 a 0.4).

$S =$  Superficie frontal del Vehículo ( $m^2$ ).

$V =$  Velocidad en  $m/s$ .

Para calcular el área frontal del vehículo, se utilizando la expresión mostrada, para esto se usarán las dimensiones del automóvil tomadas de la Tabla 10. En la Figura 30 se muestra un esquema de la vista frontal del vehículo con las variables a remplazar.

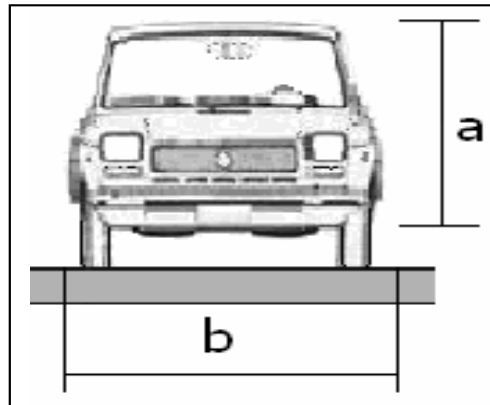


Figura 31. Zona frontal del SEAT

$$S = 0.85 * a * b$$

$$S = 0.85 * 1.370 * 1.527$$

$$S = 1.78 \text{ m}^2$$

Al considerar un coeficiente aerodinámico en 0.3 y al reemplazar el valor del área frontal del automóvil en la expresión mostrada, obtendremos la ecuación de la resistencia aerodinámica en relación a la velocidad:

$$R_a = \frac{1}{6} * 0.3 * 1.78 * V^2$$

$$Ra = 0.0334 * v^2$$

Para calcular la resistencia a las pendientes, usaremos la ecuación a continuación. En la Figura 31, se muestra un esquema del automóvil, al subir una pendiente:

$$R_p = Pv * \text{sen } \alpha = P * 100$$

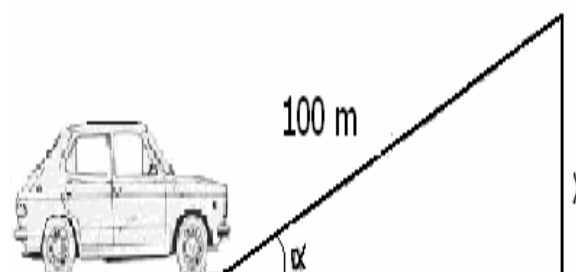


Figura 32. Resistencia a las pendientes del SEAT

Fuente: Elaboración Propia

Si reemplazamos el ángulo de inclinación de la pendiente y la pesadez del auto de la siguiente ecuación, obtendremos la resistencia de la pendiente en relación del ángulo de la pendiente.

$$R_p = 1120 * \text{sen}\alpha$$

Para encontrar la resistencia total al avance, la podremos calcular sumando las fórmulas mostradas a continuación:

$$R_T = R_r + R_a + R_p$$

La potencia requerida para que un auto venza la resistencia al avance a una precisada velocidad y en consideración al rendimiento de la transmisión, ocuparemos la siguiente ecuación:

$$P_w = \frac{R_t * V}{75 * n_t} (CV)$$

$P_w =$  Potencia (CV).

$R_t =$  Resistencia al Avance Total (kg).

$V =$  Velocidad (en m/s).

$n_t =$  Rendimiento de la transmisión (0.8 a 0.85).

Para reflexionar en el comportamiento de un automóvil al viajar a distintas velocidades y al considerar un desempeño de la transmisión de 0.8, podremos encontrar distintos valores de resistencia y potencia necesaria para cada caso. la Tabla 11 muestra este resultado.

**Tabla 10.** Disposición de Potencias de un automóvil de combustión

V(m/s)	$\alpha$	R <sub>r</sub> (Kg)	R <sub>a</sub> (Kg)	R <sub>p</sub> (Kg)	R <sub>T</sub> (Kg)	P <sub>w</sub> (CV)
10	0	23.13	3.34	0.00	26.47	4.41
15	0	24.03	7.51	0.00	31.54	7.88
17	0	24.49	9.65	0.00	34.14	9.67
20	0	25.30	13.36	0.00	38.66	12.88

Fuente: Elaboración Propia

De esta Tabla 11, deducimos que el automóvil al lograr un alcance de 17 m/s de velocidad, que equivale a 61.2 km/h debe requerir una potencia de 9.67 hp. Entre otras palabras, al trabajar con un motor eléctrico de 10 Hp obtendremos máxima velocidad de 60 Km/h.

### Evaluación de la capacidad determinar las baterías para un ciclo urbano

Para establecer la capacidad de la batería, requerida para respuesta a un ciclo urbano promedio de un automóvil, se realiza un análisis de la distancia promedio cuando un auto circula por las pistas de la ciudad. En la gráfica es mostrado un ciclo promedio de un vehículo.

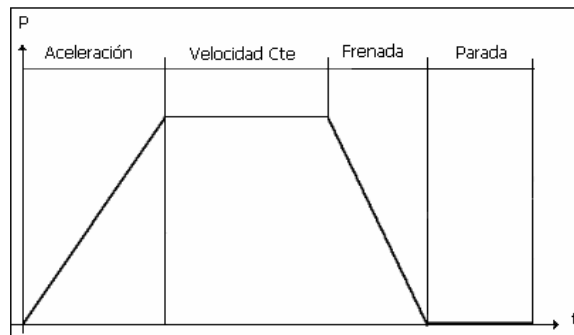


Figura 33. Ciclo del vehículo

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11.** Tabla de Características de magnitudes.

Aceleración:	0 a 47 km/h	16 s.
Velocidad:	47 km/h	16 s.
Frenada:	de 47 km/h a 0 km/h	7 s.
Parada:	0 km/h	25 s.
Tiempo		64 s.
Longitud de Ciclo:		400 m

Fuente: Elaboración Propia

Si se considera un índice de Penetración Aerodinámica de  $C_x = 0.38$ , luego un Índice a la rodadura de  $\mu = 0.018$ , un Rendimiento de Transmisión del 85%, un Rendimiento del Motor eléctrico de 87%, la Densidad de energía de la Batería es igual a 30 Wh/Kg (chequeada en Catálogo), y asimismo se desea que el automóvil logre una autonomía de 30 km. Con esto se logrará el cálculo de la Capacidad de las Baterías requeridas para satisfacer un ciclo urbano.

Inicialmente, se calculó el nº de ciclos que realiza el vehículo para su recorrido de la longitud de autonomía propuesta. Pero se calculó la relación entre la autonomía y la distancia del recorrido en cada ciclo, que es mostrada en la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de Ciclos} = \frac{\text{Autonomía}}{\text{Distancia recorrida en un Ciclo}} = \frac{30.00}{400} = 75$$

Posteriormente procedemos al cálculo de la Resistencia Total a la marcha con la celeridad de 47 Km/h. Antes calculamos la Resistencia a la Rodadura usando la fórmula:

$$R_r = \mu * p$$

Con:

$$\mu = 0.018$$

$$p = 1120 \text{ kg.}$$

$$R_r = 0.018 * 1120$$

$$R_r = 20.16 \text{ kg}$$

Utilizando la expresión 3.3 para calcular la resistencia aerodinámica, se sustituyen los valores siguientes:

- Velocidad del vehículo ( $v$ ) = 13.05 m/s (equivalente a 47 Km/h).
- Coeficiente de penetración aerodinámica ( $C_x$ ) = 0.38.
- Área frontal del vehículo ( $S$ ) = 1.78 m<sup>2</sup>.

La resistencia a la pendiente se la considera cero, debido a que el vehículo viaja en caminos llanos de las calles de la ciudad. La resistencia total al



avance del vehículo, se la encuentra sumando los resultados parciales de resistencia.

En el caso de que la pendiente sea despreciable o inexistente, la resistencia a la pendiente se considera cero, ya que el vehículo viaja en caminos llanos de las calles de la ciudad.

Para calcular la resistencia total al avance del vehículo, se suman los resultados parciales de las diferentes resistencias que actúan sobre el vehículo. Estas resistencias incluyen:

$$R_t = 7.19 + 16 + 0$$

$$R_t = 27.35 \text{ Kg}$$

El potencial necesario del motor eléctrico para que el automóvil logre avanzar a la velocidad establecida, la adquirimos usando la fórmula a continuación. Ésta depende de la resistencia total al avance, la velocidad del vehículo, el rendimiento de la transmisión y rendimiento del motor eléctrico:

$$P_b = \frac{R_t * V * 735}{n_t * n_e * 75}$$
$$P_b = \frac{27.35 * 13.05 * 735}{0.85 * 0.87 * 75}$$
$$P_b = 4730 \text{ w}$$

El vehículo híbrido combina dos motores diferentes para su propulsión. La forma de combinar estos dos motores es mediante la configuración paralelo, en donde no hay conexión mecánica entre ellas y ambos contribuyen a la tracción. La tracción delantera es operada por el motor de combustión interna a gasolina y la tracción trasera por el motor eléctrico.

Para la implementación del proyecto se usó un vehículo de tracción delantera, carrocería compacta y liviano. Luego de un estudio de dimensionamiento energético de este vehículo, se determinó que la potencia mínima para mover al vehículo y cumplir con las condiciones básicas de conducción es de 10 Hp y por esto se usó un motor eléctrico de corriente continua conexión serie de 36 voltios y 1400 rpm. Como dispositivo de control de velocidad usamos un circuito troceador cuyo modulador de ancho de pulso

es controlado por un potenciómetro ubicado en el circuito (módulo de aceleración) que se encuentra en el pedal acelerador.

El sistema de transmisión de potencia a las ruedas utiliza una caja de cambios junto con los correspondientes ejes propulsores, sistemas de tracción y amortiguación. Para almacenar la energía, se emplean seis baterías de ácido plomo con una capacidad de 220 amperios-hora y 6 voltios cada una.

Para cargar estas baterías, se utiliza un cargador conectable a un enchufe doméstico estándar, el cual se encarga de transformar la corriente alterna de 110 voltios en corriente continua de 42 voltios mediante un proceso de rectificación.

Para controlar el motor eléctrico, se utilizan dispositivos de fuerza y control, como contactores, solenoides y switches. Estos componentes tienen la función de regular y controlar el flujo de energía hacia el motor eléctrico.

## **SISTEMA DE TRACCIÓN Y SUSPENSIÓN PARA EL MOTOR ELÉCTRICO**

En el nuevo sistema de tracción que se implementará en el vehículo, se emplea un motor eléctrico que está acoplado a una caja de cambios. Al utilizar esta caja de cambios, podemos aprovechar las ventajas del punto muerto. Esto significa que cuando el vehículo funcione en modo mecánico (con el motor de gasolina), el motor eléctrico se desconectará del sistema de tracción. Del mismo modo, cuando el vehículo esté en funcionamiento con tracción eléctrica, el motor de combustión interna se desconectará del sistema de tracción.

Otro factor importante en el uso de la caja de cambios es la capacidad de aumentar mecánicamente el par de torsión, lo que permite reducir el par de arranque del motor eléctrico y, por ende, disminuir el consumo de energía. Además, la caja de cambios cuenta con un diferencial que compensa la diferencia de velocidad lineal entre las ruedas durante las curvas.

Dentro de los elementos que constituyen el sistema de tracción a ser implementado se encuentran: una transmisión de 5 velocidades, ejes propulsores, puntas de ejes, rótulas, terminales, amortiguadores, muelles helicoidales, barra estabilizadora, juntas trípodas, cubiertas protectoras para

la transmisión, tensores y un sistema de frenos de disco. En la figura 33 se presenta un diagrama que muestra la interconexión de estos componentes que forman el sistema de tracción eléctrica.

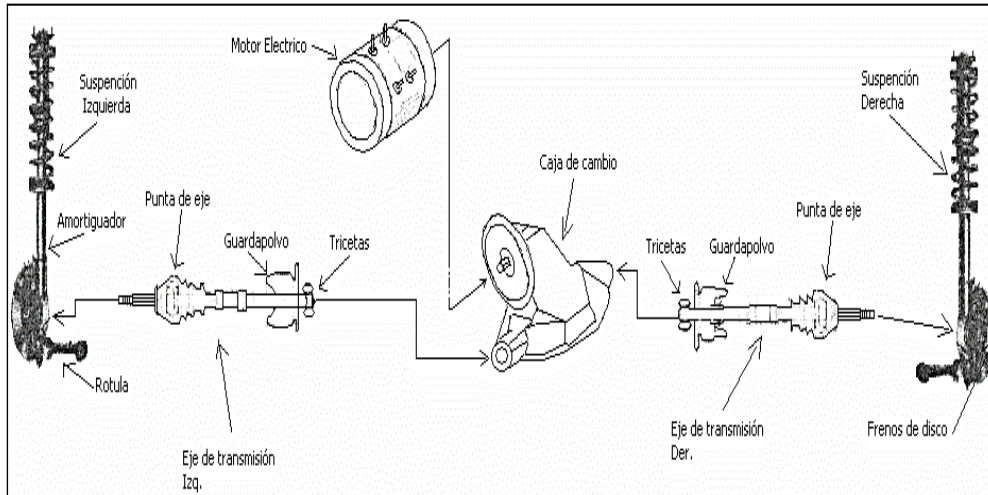


Figura 34. Diagrama de acoplamiento de los componentes de tracción

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4. REALIZAR UN ANÁLISIS ADMINISTRATIVO Y ECONÓMICO DEL PROYECTO A IMPLEMENTAR.**

##### **4.4.1. Recursos y Presupuestos**

- **Recursos humanos:**

Para el proyecto participará el personal técnico del rubro automotriz, trabajadores de revisiones técnicas e inspección vehicular, también se contará con el asesoramiento de especialistas ligados al tema de la investigación del proyecto.

- **Equipos y bienes duraderos:**

Se contará con la ayuda de los equipos propios de la empresa automotriz, donde se efectuará la implementación del sistema de tracción eléctrica al vehículo.

- **Materiales e insumos**

Se comprarán los componentes eléctricos para realizar la conversión del sistema en el vehículo.

- **Asesorías especializadas y servicios:**

- **Gastos operativos:**

Fue mostrado el costeo del proyecto en la tabla 12, donde no se contemplan los costos de equipos y bienes duraderos, ya que se emplearon recursos propios de la empresa, por otro lado los costos de materiales y componentes no figuran ya que se tiene que hacer un análisis de diferentes precios en el mercado.

##### **4.4.1. Recursos y Presupuestos**

Este proyecto está cubierto en su totalidad por el mismo autor.

**Tabla 12. Costo del Proyecto a implementar**

<b>COSTO DEL PROYECTO A IMPLEMENTAR</b>				
<b>RUBRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SUB TOTAL</b>
Recursos Humanos	Personal técnico	S/. 20.00	3	S/. 60.00
	Asesor especializado	S/. 500.00	2	S/. 1000.00
Gastos operativos	Papel Bond	S/. 0.05	100	S/. 5.00
	Lapiceros	S/. 1.00	4	S/. 4.00
	Impresiones	S/. 0.20	50	S/. 10.00
	Pasajes, transporte	S/. 2.50	50	S/. 60.00
Servicios	Alquiler de herramientas y equipos	S/. 250.00	1	S/. 250.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/. 1389.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

## COSTEOS DE PRODUCCIÓN

Para usar la tecnología híbrida para convertir un vehículo de gasolina a uno híbrido, fue considerada la experiencia y el conocimiento técnico de especialistas en mecánica automotriz, técnicas de soldadura, pintura de vehículos, electricidad automotriz y electrónica básica e industrial.

La inversión que se realizó para este proyecto en la construcción del prototipo es de un aproximado de 5192.00 dólares. En la tabla 13, el costo de materiales y equipos a utilizar fue:

**Tabla 13.** Costeo de materiales y equipos usados

Alambre barnizado de calibre N° 14	60.00
Automóvil de MCI (SEAT 127)	1339.00
Motor eléctrico de corriente continua de 10 Hp 1400 rpm	800.00
Controlador de velocidad de 275 amperios 36 voltios	365.00
Módulo de aceleración	60.00
Cargador de batería 110v 60 hz	198.00
Cable Termaflex	17.00
4 Solenoides	130.00
Amperímetro 0-50 Amperios	30.00
Bases para el motor	98.00
6 baterías de 220 Ah	720.00
Juego de pernos y tuercas de varias medidas	35.00
Tubos de acero para construcción de un chasis	30.00
Caja de velocidades	280.00
2 Brazo de rotulas delantero	20.00
2 Terminales	20.00

2 Punta de eje	20.00
2 Disco de frenos	20.00
2 Mordaza de frenos	20.00
4 Galletas de frenos	20.00
2 Ejes de transmisión	20.00
2 Guardapolvo	20.00
2 Tricetas	20.00
2 Amortiguadores	20.00
2 Espirales	20.00
Planchas de aceros y equipo de soldadura	200.00
Repuestos para reparación del motor de combustión	120.00
Materiales para pintura del vehículo	130.00
Construcción de piezas mecánicas	150.00
Insumos y materiales	100.00
Construcción del circuito de control	20.00
Cables y accesorios para las conexiones	20.00
Juego de relés electromecánicos	40.00
Combustible para pruebas	30.00
<b>TOTAL</b>	<b>5192.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para funcionamiento de la tracción del prototipo híbrido, para seleccionar en modo eléctrico o gasolina es a través de un switch. Cuando se acciona la tracción delantera, logra funcionar con el motor a gasolina, la cual su función es la misma que la de un vehículo ordinario.

Cuando se acciona el switch para activar la tracción trasera, entrar a trabajar el motor eléctrico. De esta forma no es necesario pedal de embrague, ya que, al soltar el pedal del acelerador, se logra el mismo efecto. La velocidad es sincronizada a través de una palanca de cambio y el automóvil se moverá oprimiendo el pedal acelerador.

Luego de realizar las pruebas realizadas al prototipo eléctrico, fue determinada la trayectoria promedio que es de 32 kilómetros, usando la energía de las baterías, logrando alcanzar una velocidad máxima de 57 Km/h. También, se logró determinar la energía consumida en el proceso de carga durante el tiempo de 8 horas es de 9.9 K.h. El costo de producción del vehículo híbrido es de un aproximado de U\$\$ 5192.00 y el lapso de diseño fue de un aproximado de un año.



## V. DISCUSIÓN

Esta investigación es una investigación aplicada, según la normativa del RENACYT, se aplicarán metodologías de varios investigadores que se refugia en el diseño cuasi experimental, ya que se manipulará al menos una variable. Esta tesis de investigación fue desarrollada siguiendo el método científico cuantitativo.

Para la conversión del sistema se tiene que, realizar un análisis de la dinámica de tracción del automóvil, con la finalidad de determinar los requerimientos de potencia, con respecto a los diferentes parámetros, teniendo en cuenta geografía del suelo, pendientes, rodadura, aerodinámica, aceleración, según Wang (2017).

Aportará a modernas mejoras para este nuevo sistema mecánico – eléctrico, en el campo del diseño de elementos y mecanismos. Por otro lado, se pretenderá lograr con el nuevo sistema, autonomía, fácil operación y mantenimiento.

También es importante señalar, que este estudio, según Pango (2020), permitirá servir de guía para futuras investigación en el tema, teniendo repercusión en cuanto a el área tecnológica, brindando información, sobre la implementación de sistema eléctrico a autos con motores de combustión, sobre el ahorro energético y aprovechamiento de energía.

Este proyecto, tiene la intención de incentivar a las autoridades locales a utilizar energía limpias, para mitigar la contaminación vehicular.

En cuanto a la justificación social, se logrará mejor confort para el conductor y acompañantes y/o pasajeros, al viajar, ya que no habrá ruidos notables, pues ya no habrá ningún tipo de proceso interno de combustión, no se percibira contaminación de las emisiones, evitando enfermedades respiratorias producto del smog de los gases.

Este estudio, será de gran ayuda al emprendimiento de pequeñas empresas o talleres que puedan brindar el servicio de conversión de sistemas convencional a eléctricos en vehículos, siendo de gran ayuda a las personas cuyo medio de trabajo es el transporte de pasajeros taxi.

Desde el punto de vista económico, otra justificación muy importante, es que gracias a este proyecto de mejora, se logrará reducir los gastos por concepto de

combustibles, donde recargar las baterías es mucho más barato que llenar el tanque de combustible de un automóvil convencional, por otro lado el mantenimiento al sistema también se reduce considerablemente, si se realizará servicio de taxi en este vehículo, el ingreso económico sería mucho mayor.

«Otro apartado muy importante, es la justificación ambiental de este proyecto, siendo esta la más relevante, frente al calentamiento global, gracias a esta mejora, no habrá emisiones contaminantes, contribuyendo al uso de energía limpia, bajo la nominación de vehículo verde, respetando la normativa vigente en nuestro país, en cuanto a los patrones de calidad de aire, nombrados en el D.S No: 003 – 2017 MINAN “Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para el Aire», (MINAN, 2017)

El mantenimiento brindado al nuevo sistema, será más limpio en comparación del sistema convencional, evitando contaminación del suelo, por causa de derrame de aceites y combustibles. También se reducirá notablemente el ruido, mitigando la contaminación acústica.

Los resultados encontrados y publicados en la Tabla 6, nos confirman que los vehículos híbridos tienen un plus adicional de eficiencia a los MCI, del orden y rango del 5 %, lo cual es un muy importante progreso en el cumplimiento del Perú y otros países del mundo en el acatamiento de los convenios ambientales logrados en la COP 29, pero aún existe una enorme brecha con respecto, a la eficiencia de los prototipos eléctricos recargados con fuentes de energía renovables no convencionales, los cuales llegan hasta el 75 %.

Como conclusión, se aprecia que el prototipo motor híbrido, aprovechará la energía óptima y eficientemente lo cual permite disminuir el consumo de combustible de hidrocarburos y de esa manera disminuir la contaminación de manera apreciable, pero juega en contra los altos costos de producción de las baterías (Aunque cada vez más bajos) y el alto peso de las mismas, que conlleva a estructuras más robustas.

Los vehículos con motor eléctrico y recargados con energías provenientes de fuentes energéticas no renovables, diluyen buena porción de su eficiencia final, por temas de pérdidas de transmisión y distribución de redes eléctricas, en donde se produce que la eficiencia total de los prototipos híbridos y un prototipos

híbridos enchufables y recargados con energía renovable son muy parecidos en sus valores, pero en el caso de los vehículos eléctricos con recarga de energía renovable son tres veces más eficientes que los vehículos convencionales, pero en el futuro también debemos de considerar los vehículos que se accionan con hidrógeno, y sobre todo si es hidrógeno verde, en donde no se utiliza la tecnología de combustión del hidrógeno, sino la tecnología de hidrólisis para la producción de hidrógeno a partir de la energía eléctrica y la pila de combustible para producir electricidad a partir de la electricidad, quedando pues a definir cual tecnología es eléctricamente pura, o la combinación de hidrógeno verde y electricidad, será la preferida en el futuro mundial, pero en ambos casos los MCI, ya tienen fecha de retiro, en los países nórdicos, para el año 2030, también debemos de mencionar los planes de implementación de los países asiáticos (Corea del Sur, China, Japón), en cuanto a planes de utilización del hidrógeno verde en la locomoción.

Un Toyota Yaris con tecnología híbrida es rentable para ser utilizado en el transportar de pasajeros, en especial para servicio de taxi, es factible, No obstante, el costeo de esta tecnología en referente a su mantenimiento es elevado a comparación de un vehículo convencional.

Se logró evidenciar en un análisis técnico realizado, en base a cinco restricciones de funcionamiento de un vehículo de tecnología híbrida, que el estado de un vehículo en reposo con el MCI encendido, en este punto se debe aprovechar generación de energía. Por ejemplo: teniendo un generador que genere energía eléctrica con tensión de 240 Voltios, logrará cargar las baterías.

Se precisa que el mantenimiento de los vehículos híbridos sea realizado en talleres autorizados, teniendo debidamente el conocimiento de este sistema, por parte de los técnicos calificados, ya que requieren de estar capacitados con este tipo de tecnología híbrida para estos vehículos.

En el desempeño de un vehículo de tecnología híbrida a velocidades menores, la contribución eléctrica es bastante significativa ya que, a un incremento en la velocidad del prototipo, se incrementará la demanda de su torque mecánico, es por esto que, a velocidades mayores, el MCI solamente entregará al sistema de transmisión su energía mecánica, y a través de la caja de cambios éste entregará

la movilidad mecánica a las ruedas, pero esto depende mucho de la transmisión que es utilizada.

Cuando es realizado el cambio de mecanismo que realiza la transmisión de la energía hacia las ruedas en un prototipo híbrido, la transmisión automática, es controlada por una unidad de control electrónico, si es un MCI o es un motor eléctrico.

En esta investigación fue determinado que es rentable este proyecto, técnica y económicamente, ya que es de gran utilidad este prototipo de unidades vehiculares para el transportar público, no obstante, es importante tener cuidado al momento de conducir, porque ante una mala maniobra del vehículo, podría ocasionar una desconfiguración en el sistema.

## VI. CONCLUSIONES

- Se ha realizado todo un análisis del tipo de motor eléctrico a utilizarse que tenga bajo costo de mantenimiento, poco desgaste y alta eficiencia térmica, que se adapte al mecanismo de locomoción del vehículo, ya sea en disposición serie, es decir que se muevan a la vez los motores de combustión interna y el eléctrico, o que sea una disposición paralela , es decir que ambos motores se muevan de manera independiente, y el tratamiento de acumulación de energía que va a regir, con mayor o menor autonomía.
- El manejo de la potencia programada, para dar la salida de energía correcta siempre a máxima eficiencia, con los mayores parámetros de actuación posible, para evitar el funcionamiento no eficiente, así como la optimización de la salida del torque, de potencia, y la correspondiente elaboración de los mapas de potencia y torque, que sirven como guía para la reprogramación del motor eléctrico.
- En cuanto a la comparación del sistema tradicional y el sistema eléctrico, en términos de eficiente, regularidad, aceleración, desaceleración, frenado, ralentí, estabilidad, han sido efectuadas las comparaciones con énfasis en la eficiencia energética y el consiguiente ahorro económico, que esto conlleva en donde se demuestra las bondades, ventajas del auto eléctrico.
- Y por último se realizó el estudio de costos de implementación, donde se incluye el motor eléctrico, las baterías nuevas, las conexiones eléctricas y acoples mecánicos, las transmisiones y todo lo necesario para su implementación , se realizó un análisis de costos de operación en cuanto a consumo de hidrocarburos y de electricidad, con una etapa de 10 años de vida útil económica, una tasa de costo promedio ponderado de capital calculada de acuerdo a la estructura del pasivo total , y con los factores de riesgo país, riesgo negocio que suman a una tasa de interés básica determinada por la oferta y demanda del dinero.
- Se concluyó la viabilidad de convertir automóviles comunes a híbridos-eléctricos con baterías.

## VII. RECOMENDACIONES.

- El presente trabajo de investigación, debe ser continuado para aumentar la frontera de la ciencia, en cuanto a las posibilidades de avance tecnológico en los distintos motores eléctricos a utilizarse y utilización combinada del hidrógeno verde.
- Implementar un análisis referido al impacto ambiental respecto a los automotores híbridos que son usados en el transporte de pasajeros en el sector público.
- Realizar una evaluación de las altitudes de las diferentes ciudades, con la finalidad lograr determinar las condiciones de funcionamiento del vehículo híbrido.
- Realizar una evaluación de los repuestos en cuanto concierne a su desgaste, del vehículo híbrido para hacer un diagnóstico al funcionar solo con energía eléctrica.
- Es recomendable que, dentro de la ciudad cuando el vehículo este en circulación debería estar en modo eléctrico para ayudar a que no contamine el ambiente.
- Es recomendable un rediseño del circuito eléctrico, con la finalidad de que el motor eléctrico se configure automáticamente como generador en el momento de realizar el frenado o deje de acelerar, aprovechando las supresiones ocurridas cuando el vehículo deba frenar, desacelerar o se va en movimiento cuesta abajo, aprovechando la energía cinética.

## REFERENCIAS

Arias, S. 2017. *Manual del Automovil Moderno* . BUENOS AIRES : LAPLATA, 2017.

Bardales, U. 2018. *Criterios para la optimizacion del Ciclo Carnot*. LIMA : UTEHA, 2018.

Brown, P. 2019. *Fisica Facil*. BERLIN : TECHNISCHE, 2019.

Buchelli, F. 2018. *Prospectivas de la Locomocion Electrica en America Latina* . MEDELLIN : COPERNICO, 2018.

Cancapa, H. 2018. *Analisis Tecnico - Constructivo de la adaptacion de Automovil Toyota Starlet*. JULIACA : UAACG, 2018.

Castro, G. 2018. *Optimizacion del Funcionamineto de los Campos Magneticos Inducidos* . PEREYRA : CUNDINAMARCA, 2018.

Chavez, L. 2019. *Investigaciones Originales en Electro Magnetismo*. QUITO : SALESINA, 2019.

Cordero, M. 2020. *Vehiculos Convencionales convertidos a Autos Electricos* . VIÑA DEL MAR : CHILET, 2020.

Crouse, T. 2019. *Contaminacion por Procesos en Motores de Combustion Interna* . SANTIAGO : UTEHA, 2019.

Crouse, W. 2018. *Mecanica del Automovil*. BOSTON : MARCOMBO, 2018.

Dangelo, M. 2019. *Costo Nivelado de la fabricacion de Vehiculos Electricos* . BERLIN : REICH, 2019.

*Estadisticas de Ventas de Vehiculos Electricos en el Peru*. STATISTA. 2020. LIMA : FIMUNI, 2020.

EV DATA CENTER. 2019. *Opciones de Sustitucion del Parque Automotor, Prospectivas*. Miami : FURNAS, 2019.

Fonseca, N. 2019. *Tecnologias de Acumulacion de Energia Electrica*. PEKIN : MAO, 2019.

- Ford, W. 2018. *Principios del Funcionamiento del Electromagnetismo*. ATLANTA : NASA, 2018.
- Freile, V. 2018. *Uso del Motor de Iman Permanente en Vehiculos Electricos* . QUITO : SALESIANA, 2018.
- Gamarra, A. 2017. *Niveles de Contaminacion ambiental, ocasionados por el Parque Automotor* . LIMA : REVERTE, 2017.
- Geronimo, C. 2016. *Disminucion de la Contaminacion Ambiental por uso de Vehiculos Electricos* . LIMA : ESNAPE, 2016.
- Hincio, A. 2017. *Niveles de Contaminacion del Aire, por Parque Automotor* . LIMA : FIM-UNI, 2017.
- Jaramillo, O. 2017. *Termodinamica*. MEXICO : UNAM, 2017.
- KOSOV, W. 2018. *Tablas de Clasificacion de Motores Jaula de Ardilla*. SANTIAGO : LIMUSA, 2018.
- Lentz, M. 2018. *Principios de Funcionamiento de los Motores Electricos de Corriente Alterna*. BOSTON : MIT, 2018.
- Lira, G. 2018. *Eficiencia Energetica en Motores Electricos* . MADRID : LOVAINA, 2018.
- Lobosco, P. 2019. *Diseño y Calculo de Devanados Electricos* . SANTIAGO : PUCCH, 2019.
- Mamani, J. 2018. *Diseño de los Sistemas de alimentacion Fotovoltaica para mejorar la autonomia Energetica del Vehiculo Electricos* . PUNO : EPIMEUNA, 2018.
- Martell, T. 2018. *Manual de Motores Electricos* . SANTIAGO : SUREÑO, 2018.
- Mendez, A. 2020. *Prespectivas del recimiento Vehicular en el Oeru al 2030*. LIMA : MTC, 2020.
- MINAM - OEFA. 2018. *Niveles de Contaminacion del Aire en las Ciudades de la Costa del Peru*. LIMA : TRILLAS, 2018.
- MINAN. 2017. *DS N° 003 - 2017 - MINAN*. LIMA : EL PERUANO, 2017.



Ministerio de Transportes y Comunicaciones . 2020. *Estadísticas del Sector Transporte*. LIMA : MIR, 2020.

Miravete, A. 2017. *Motores de Automoviles* . Mexico : CIEUNAM, 2017.

Motor Pasion Futuro. 2021. *Frenos Regenerativos* . LIMA : Mac Graw Hill, 2021.

MOTORGIGA. 2019. *Peso y Potencia Definiciones* . BUENOS AIRES : TINO, 2019.

MOTOY CASCO. 2018. *Principios de Funcionamiento de Motores de Combustion Interna* . BOGOTA : AFRODITA, 2018.

MTC. 2018. *Historial de los Vehiculos Motores en el Peru*. BUENOS AIRES : LA PLATA, 2018.

Pango, V. 2020. *Conversion de Autos MIC a Motor Electrico* . SANTIAGO : PUCCH, 2020.

Piccardo, J. 2020. *El Automovil en el Siglo XXI*. BUENOS AIRES : UBA, 2020.

Postigo, L. 2019. *Mejoramiento de la eficiencia de Motores Carnot*. Los Angeles : STANDFORD, 2019.

Rodriguez, J. 2017. *Diseño de la Conversion de una Vehiculo con MCI a Motor Electrico*. AREQUIPA : UNSA, 2017.

Romero, A. 2020. *Vehiculo accionado por Paneles Solares*. CHICLAYO : USS, 2020.

Smith, J. 2018. *Procesos Termodinamicos de un Motor de Combustion Interna* . New York : NIXON, 2018.

Solis, L. 2018. *Analisis de la Rentabilidad de Vehiculos Electricos en Latinoamerica*. SANTIAGO : MIR, 2018.

Tolmos, A. 2018. *Analisis de la optimizacion del Ciclo Diesel* . BUENOS AIRES : LESCANO, 2018.

Transport & Environment. 2017. *Eficiencia Energetica en Motores Electricos* . QUITO : ESPOL, 2017.

Transport & Environment . 2017. *Alternativas de eficiencias en el Uso de vehiculos electricos alternativos* . Boston : REVERTE, 2017.

Vargas , D. 2018. *Diseño y Construccion del Sistema de Propulsion Prototipo Electrico Biplaza UTA - CIM17*. AMBATO : INGENIUS, 2018.

Ventura, L. 2018. *Diseño de Cigueñales y Volantes* . MADRID : COLOMBO, 2018.

Wang, E. 2017. *Analisis de la Dinamica Motriz de un auto Electrico*. PEKIN : NANGO, 2017.

WEG. 2018. *Manual de Motores y Equipamientos Electricos*. SAO PABLO : SANTOS, 2018.

Xataka, I. 2017. *Tendencia en el Diseño del Auto Electrico* . TOKIO : TAKEDA, 2017.

## ANEXOS

Anexo 01.- Matriz de Operacionalización de variables.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Implementar un sistema de tracción eléctrica a un vehículo convencional.</p>	<p>El sistema de tracción puede convertir la energía del motor eléctrico en el movimiento del vehículo.</p>	<p>Un conjunto de componentes mecánicos integrados que pueden convertir la energía eléctrica en movimiento del vehículo.</p>	<p>Motor eléctrico</p> <p>Almacenamiento de energía</p> <p>Sistema de transmisión</p>	<p>Parámetros eléctricos</p> <p>Cantidad de energía almacenada</p> <p>Energía mecánica</p>	<p>Razón</p> <p>Intervalo</p> <p>Razón</p>
<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>Mejorar el rendimiento.</p>	<p>La eficiencia de un motor es la relación entre la potencia de salida (potencia mecánica) y la potencia eléctrica de entrada.</p>	<p>En relación con la energía que se le proporciona, es la capacidad más alta posible para maximizar el uso de energía.</p>	<p>Eficiencia</p> <p>Ahorro en combustible</p> <p>Mantenimiento</p>	<p>Porcentaje</p> <p>Precio por km recorrido</p> <p>Costos de mantenimiento</p>	<p>Razón</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.- REGISTRO DE TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DE MOTORES  
EN VEHÍCULO HÍBRIDO.

Vehículo de Prueba	Kilometraje	Funcionamiento de:	Tiempo de operación (Horas)				
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Vehículo 1	1345	Motor de Combustión Interna	5.6	5.8	6.2	5.6	6.1
		Motor Eléctrico	2.6	1.7	0.5	1.6	2.0
		Horas de funcionamiento Vehículo	8.2	7.5	6.7	7.2	8.1
Vehículo 2	3432	Motor de Combustión Interna	5.4	4.9	5.1	5.2	4.3
		Motor Eléctrico	1.3	2.3	1.7	2.5	1.5
		Horas de funcionamiento Vehículo	6.7	7.2	6.8	7.7	5.8
Vehículo 3	2343	Motor de Combustión Interna	4.1	4.3	3.9	4.2	4.7
		Motor Eléctrico	1.6	1.9	2.2	1.6	2.0
		Horas de funcionamiento Vehículo	5.7	6.2	6.1	5.8	6.7
Vehículo 4	5645	Motor de Combustión Interna	4.1	5.1	5.4	3.9	4.9
		Motor Eléctrico	1.3	1.7	1.9	1.7	1.9
		Horas de funcionamiento Vehículo	5.4	6.8	7.3	5.6	6.8

Anexo 03: Características técnicas del vehículo de combustión.

<b>DATOS TÉCNICOS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>SEAT 127 LS</b>
Tipo de motor	Gasolina, 4 cilindros en línea
Cilindrada total	903 cm <sup>3</sup>
Distribución	8 válvulas, 1 árbol de levas lateral movido por cadena
Refrigeración	Líquida, con ventilador electromagnético
Lubricación	Bomba accionada por árbol de levas
Cambio	Manual de 4 velocidades más marcha atrás
Reducción del grupo	4,692
Tipo de tracción	Delantera
Suspensión delantera	Independiente, McPherson con muelle y amortiguador
Suspensión trasera	Independiente, con ballesta transversal y amortiguador
Tipo de neumáticos	165 SR 13
Frenos delanteros / traseros	Disco / Tambor
Largo	3.595mm
Ancho	1.527mm
Alto	1.370mm
Peso	750 Kg
Capacidad del depósito	30 litros
<b>RENDIMIENTOS</b>	
Potencia máxima	45 CV a 6.200 rpm
Velocidad máxima	140 Km/h
Consumo medio	7,6 l/100 Km
<b>Peso</b>	
Peso sin carga.....Kg.	720
Carga útil..... Kg.	5 personas + 50 Kg. De equipaje
Peso total a plena carga ..... Kg.	1120
<b>Velocidad máxima a plena carga</b>	
En primera velocidad	40 km/h
En segunda velocidad	70 km/h
En tercera velocidad	105 Km/h
En cuarta velocidad	140 Km/h
En marcha atrás	40 Km/h

Fuente: [www. Wefer.com/SEAT](http://www.Wefer.com/SEAT).



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Implementación de un sistema de tracción eléctrica a un vehículo convencional, para mejorar su rendimiento.", cuyos autores son BERMUDEZ COLOMA ROBERTO EMILIO, SAGUMA MERINO MELKY DANNER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 22 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS <b>DNI:</b> 16720249 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4412-8789	Firmado electrónicamente por: AJSALAZARM el 22- 07-2022 20:15:45

Código documento Trilce: TRI - 0361738