

# Sistema híbrido para el suministro energético en un vehículo automotor



**Roger David Pimienta Barros**  
**Fabio Orlando Moya Camacho**  
**Carlos Alberto Socarras Bertiz**



UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA | SHIKII EKIRAJIA  
PULEE WAJIIRA

**SISTEMA HÍBRIDO PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO  
EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

# SISTEMA HÍBRIDO PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR

ROGER DAVID PIMIENTA BARROS  
FABIO ORLANDO MOYA CAMACHO  
CARLOS ALBERTO SOCARRÁS BERTIZ



UNIVERSIDAD | SHIKII EKIRAJIA  
DE LA GUAJIRA | PULEE WAJIRA

RIOHACHA, 2020

**Sistema híbrido para el suministro  
energético en un vehículo automotor**

© Roger David Pimienta Barros  
Fabio Orlando Moya Camacho  
Carlos Alberto Socarrás Bertiz

© Universidad de La Guajira  
Primera edición, 2020

ISBN: 978-958-5178-53-3

**Autoridades institucionales**

**Carlos Arturo Robles Julio**

Rector

**Hilda Choles Toro Almazo**

Vicerrectora Académica

**Boris Sandy Romero Mora**

Vicerrector Administrativo y Financiero

**Víctor Pinedo Guerra**

Vicerrector de Investigación y Extensión

**Sulmira Patricia Medina**

Dirección de Investigación

**Diseño de portada:**

Luz Mery Avendaño

**Impresión:**

Editorial Gente Nueva

Tels: 320 2840 - 320 2971

Bogotá, D.C.

Depósito legal

Reservados todos los derechos de esta edición

Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Esta obra está protegida por las disposiciones sobre reproducción de originales del Protocolo 2 de la Convención Universal sobre Derechos de Autor. Se puede reseñar, reproducir o traducir con fines de investigación o de estudio privado, pero no para la venta u otro uso comercial. En todo uso que se haga de esta información se deberá indicar su fuente.

## CONTENIDO

<b>Resumen</b>	<b>13</b>
<b>Introducción</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo I. Diagnóstico situacional</b>	<b>17</b>
Planteamiento del problema	17
Propósitos de la investigación	22
<b>Capítulo II. Teorías que sustentan la investigación</b>	<b>25</b>
Sistema híbrido para el suministro energético en un vehículo automotor	25
Tipos de energías renovables para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	26
Energías alternativas convencionales	27
Energía Eólica	29
Energía Biomásica	30
Energía Solar	31
Energías alternativas no convencionales	31
Energías híbridas	32
Energía Vibroeólica	32
Parámetros de Diseño	35
Potencia mecánica	38
Diseño de un Sistema Híbrido para proveer el Suministro Eléctrico en un Vehículo Automotor	38
Arquitectura Híbrida	39
Serie 39	
Paralelo	40
Diseño mecánico	41

Sistema motor	41
Sistema de transmisión	46
Tipos de freno	51
Diseño Electrónico	54
Redes de comunicación	56
Diagrama de flujo	57
Diagramas de bloques	58
Selección de equipos e instrumentos de un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	58
Unidad de control electrónico	58
Banco de baterías	59
Motores	61
Inversores	62
Sistema de Variables	63
Definición nominal	63
Definición conceptual	63
Definición operacional	63
<b>Capítulo III. Materiales y métodos</b>	<b>65</b>
Tipo de la investigación	65
Diseño de la investigación	66
Unidad de análisis	67
Técnicas e instrumentos para recolectar datos	67
Procedimientos de la investigación	69
<b>Capítulo IV. Resultados de la investigación</b>	<b>71</b>
Fase I: Evaluar los tipos de energías renovables para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	71
Fase II. Determinar los parámetros y requerimientos para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	84
Fase III. Diseñar un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	86
Fase IV: Seleccionar los equipos e instrumentos para un vehículo híbrido sustentable	97
Fase V: Evaluación del funcionamiento automático del vehículo híbrido	103

Conclusiones	117
Recomendaciones	118
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>121</b>
<b>Anexos</b>	<b>125</b>
Anexo 1. Panel Solar Isofoton/ISF-260W – Especificaciones	125
Anexo 2. Acumulador S-605 – Especificaciones	126
Anexo 3. PIC PIC16F877 – Especificaciones	127
Anexo 4. Código de programación.	129





## DEDICATORIA

*A Dios, por darme tantas bendiciones y oportunidades a lo largo de mi vida, por su protección y misericordia, por brindarme salud y bienestar a mí y a toda mi familia. También por ponerme en el camino correcto y no dejarme caer en los momentos difíciles, por darme fuerza y ayudarme siempre a perseverar y alcanzar mis objetivos, aunque sea difícil el camino.*

*A mi mamá Clara O. Barros Rivadeneira, por su excelente crianza y ejemplo. Por el apoyo, comprensión, guía y amor que me brinda día a día, pero sobre todo por la paciencia que ha tenido conmigo, porque no sé si seré un gran hijo, pero gracias a Dios me tocó una gran madre. Por ser mi motivo de orgullo y por sacarnos adelante a mi hermana y a mí, contra todo pronóstico, con mucho esfuerzo y dedicación.*

*A mi papá Rogelio Rafael Pimienta Varela, que en paz descanse. Esa persona que ayudó a formar gran parte de mi carácter y me supo transmitir valores de compañerismo, honestidad y apoyo a quien más lo necesita. Por darme tantas lecciones de vida, aunque fue temprana su partida. Por sus consejos que estarán siempre en mi memoria y por ser siempre mi ejemplo a seguir, además porque sé que desde el cielo me cuidas.*

*A mi hermana Ada R. Pimienta Barros, por aconsejarme y apoyarme en el transcurso de mi vida, que con sus muestras de madurez y entrega en el cumplimiento de sus objetivos ha sido un ejemplo y motivo de orgullo para todos los integrantes de mi familia.*

*Para Rafael Pimienta Quintero, mi hijo adorado, por ser la motivación para alcanzar cada uno de mis objetivos. Transmitirte un buen ejemplo es mi gran sueño, te amo con toda el alma y por eso cada esfuerzo que realice es para verte feliz y realizado. Espero ver en ti alguien mejor que yo.*

*Por mi abuela mamá Maye que aún nos acompaña y que con su paciencia y dedicación contribuyó a gran parte de mi crianza, por su apoyo y su ejemplo. También por seguirnos alegrando con su compañía y porque sea así por muchos años más.*

*A mis tías Rudys Beatriz Barros Rivadeneira y Verenitce Pimienta Varela, por siempre ser un ejemplo para mí. Por contribuir a mi educación con sus consejos y cuidados. A todos mis familiares y amigos que hicieron parte de este proceso y que con su apoyo contribuyeron a la realización de los objetivos.*

*Mis infinitos agradecimientos a mi UNIGUAJIRA querida, institución a la cual le debo todo y que significa tanto para el futuro de mi Departamento La Guajira.*

## AGRADECIMIENTOS

*A los ingenieros que de alguna u otra forma aportaron ideas significativas para el desarrollo del proyecto.*

*Al Alma Máter en la cual laboro y que me permite desarrollarme profesionalmente, y con ella al grupo de investigación IPAITUG por participar de manera activa en el proyecto aportando ideas y conocimiento.*



## RESUMEN

La investigación tuvo como propósito proponer un sistema híbrido para el suministro energético en un vehículo automotor. La misma estuvo basada en los principios de energía y sustentabilidad de (Harper, 2015), electricidad y electrónica (Morón, 2009), (Bosch, 2012) (Ford, 2010), por el área vehicular respectivamente. La metodología empleada fue de tipo descriptiva con un diseño no experimental. La población y muestra estuvo conformada a través de una única unidad de análisis el cual fue el sistema híbrido para el suministro energético en un vehículo automotor. Por otra parte, se emplearon técnicas como la entrevista no estructurada, la observación directa y documental, así como el block de notas como instrumento de recolección de datos. La metodología estuvo dividida en cinco fases que abarcaron desde el diagnóstico hasta la propuesta para solucionar el problema energético de un vehículo y disminuir la contaminación y su consumo fantasma. Como resultados se obtuvieron que las conexiones principales y secundarias del automóvil sirven de base para el aislamiento del vehículo de su alternador eléctrico y brindar una mayor autonomía con una tecnología como la solar fotovoltaica y de volante de inercia, pudiéndose diseñar un sistema de manera automática a través de un respaldo como lo es el volante de inercia, el cual fue diseñado bajo un acople con la polea principal del eje del motor. Con esto se contribuye a la disminución de entrega de carga por parte del alternador eliminando este dispositivo sumamente costoso y de alto impacto sonoro y eléctrico por fricción para el ambiente. Como conclusión se tuvo que el proyecto fue factible generando múltiples beneficios a través de la constitución de una empresa ensambladora de vehículos híbridos en la ciudad de Riohacha, Colombia, con un retorno de ocho meses en la inversión inicial, lo que hace atractivo el proyecto originado a partir de la presente investigación.

**Palabras clave:** Fricción, vehículo híbrido, volante de inercia, sistema fotovoltaico, empresa ensambladora, sustentabilidad.



## INTRODUCCIÓN

**E**n ecología, sostenibilidad o sustentabilidad describe cómo los sistemas biológicos se mantienen diversos, materiales y productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo de su límite de renovación. Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland de 1987.

Diferentes partes interesadas de distintos lugares del mundo tienen otros puntos de vista y prioridades sobre lo que es “real”, lo que es “importante” y lo que se puede o debe hacer en consecuencia. En el dominio de la sustentabilidad, la toma de decisiones y la formulación de la política rara vez se basan en la amplia gama de conocimientos pertinentes o utilizan los recursos críticos y las capacidades sociales en general. Por otra parte, la complejidad de la sustentabilidad como un concepto, junto con las ambigüedades en sus significados y entendimientos, reforzar aún más las dificultades de llevar los conocimientos existentes en los debates políticos.

En la actualidad la mayoría de los vehículos manejan sistemas micro controlados que evalúan y describen el comportamiento básico del vehículo, en muchas ocasiones llegan hasta a informar si alguna parte ha fallado o tiene problemas, pero no previenen dentro de su monitoreo y diagnóstico la medición o evaluación de una posible falla, es decir, que no analizan las probabilidades de fallas, adicional a esto solo instrumentan sistemas sobre partes esenciales dejando por fuera el análisis mecánico, donde las probabilidades de defectos también son altas.

Debido a los problemas que siguen teniendo los vehículos eléctricos, escasa energía específica que actualmente se obtiene de las baterías y su limitación en cuanto a velocidad y autonomía, son los automóviles híbridos los que ofrecen una solución de compromiso más satisfactoria. Además, pueden aprovecharse de los desarrollos en el campo de los motores de combustión interna que aún tienen margen de mejora.

Se denomina así a los modelos que combinan dos tipos de impulsores, normalmente uno de combustión y otro eléctrico. Los sistemas híbridos se dividen en dos grupos: en Serie y Paralelos, los primeros utilizan el motor de combustión para alimentar las baterías; y el eléctrico para mover las ruedas. En los paralelos es el motor de combustión quien lleva el empuje mientras que el eléctrico apoya en determinados momentos como aceleración.

Es por ello que esta investigación plantea un sistema híbrido para el suministro energético en un vehículo automotor de maneras no convencionales. La misma está sustentada por cuatro capítulos bien estructurados: El primer capítulo, donde se plantea la problemática, para el segundo capítulo se exponen las teorías que sustentan la investigación, necesarias para el desarrollo del estudio. Un capítulo tres, donde se localizan los métodos y materiales, procedimientos y fases a establecer en el diseño de un sistema de control avanzado; y el capítulo cuatro que contiene los resultados de la presente investigación.



# CAPÍTULO I

## DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema consiste en describir de manera amplia la situación objeto de estudio, ubicándola en un contexto que permita comprender su origen y relaciones. Durante la redacción, es conveniente que los juicios emitidos sean avalados con datos o cifras provenientes de estudios anteriores. El planteamiento del problema es una parte fundamental del proceso de investigación pues determina o encausa todas las acciones que se seguirán posteriormente. Es la parte inicial, y para poder realizarla, es requisito indispensable conocer a profundidad el tema, esto es, haber leído suficiente bibliografía y referencias del tema (Arias, El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica 6ta Edición, 2012).

Tradicionalmente, los motores que han propulsado a los automóviles convencionales están sobredimensionados con respecto a lo estrictamente necesario. La nota dominante ha sido, y es aún, equipar con motores con una potencia superior a la necesidad, pero que solo es requerida durante un mínimo tiempo en la vida útil de un vehículo. Los híbridos se equipan con motores de combustión interna, diseñados para funcionar con su máxima eficiencia. Si se genera más energía de la necesaria, el motor eléctrico se usa como generador y carga la batería del sistema. En otras situaciones, funciona solo el motor eléctrico, alimentándose de la energía guardada en la batería. En algunos híbridos es posible recuperar la energía cinética al frenar, que suele disiparse en forma de calor en los frenos, convirtiéndola en energía eléctrica, este tipo de frenos se suele llamar “regenerativos”.

Este tipo de motores híbridos son de alto beneficio en los actuales momentos donde el factor de conservación y optimización del uso de energía demanda de la innovación en esta materia, no solo por el bienestar ambiental, también

inciden en esto los procesos para el aprovechamiento de la energía producida desde los procesos en los cuales antes se convertía en un desperdicio, mientras que en este sistema se logra un alto aprovechamiento.

Por lo tanto, los nuevos avances tecnológicos han venido transformándose desde sus inicios con vehículos automotores por teorías de combustión hasta los nuevos autos eléctricos. Estos se han llamado “híbridos” a los automóviles que utilizan un motor eléctrico, y un motor de combustión interna para realizar su trabajo. A diferencia de los automóviles solo eléctricos, hay vehículos híbridos que no es necesario conectar a una toma de corriente para recargar las baterías, el generador y el sistema de “frenos regenerativos” se encargan de mantener la carga de las mismas (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Para este sistema, se destaca que, al utilizar el motor térmico para recargar las baterías, se necesitan menor número de estas, por lo que el peso total del vehículo es menor ya que el motor térmico suele ser pequeño. La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en la ciudad), hace que estos vehículos alcancen mejores rendimientos que los vehículos convencionales, por lo que representan un interés a la sociedad en función a las capacidades que presentan. (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018)

Por otra parte, se considera energía alternativa a todas aquellas formas de generación de energética planteada como alternativa a las formas clásicas. Por lo general, son sistemas de generación que aprovechan las fuerzas de la naturaleza para su fin, se caracterizan por emitir una tasa menor de contaminantes que las formas convencionales de generación. Aunque no existe consenso de las tecnologías que están englobadas en este concepto, y la definición de energías alternativas suele variar según los distintos autores; siempre tienen algo en común y es que hacen referencia a energías renovables o energía verde, otras definiciones consideran energía alternativa, a toda aquella que no se genere mediante la quema de combustible fósil e incluiría energías como la nuclear y la hidroeléctrica.

Desde una perspectiva histórica, en los Estados Unidos, los vehículos eléctricos vendidos durante el año 2016, excluyendo diciembre, ascienden a un total de 133.854 unidades, sobre unas ventas totales de vehículos ligeros de casi 16 millones, denotando una tendencia muy significativa. En España, los vehículos eléctricos vendidos ascienden a tan solo 1.671 unidades, sobre una matriculación total de 1.050.121 vehículos. Del vehículo eléctrico más vendido en los Estados Unidos, el Tesla Model S, se vendieron 23.571 unidades. En España, el récord lo tiene el Nissan Leaf, con 493. En el mundo, se han vendido

solo 584.393 vehículos eléctricos en el 2016, posiblemente esta diferencia es más el producto de un comportamiento cultural por los estilos de consumo asociado al factor del desconocimiento que presenta la población sobre estos motores (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Tal como lo refiere el Observatorio Cetelem Auto 2014, las pruebas de ahorro de combustible que generan las cifras de l/100km (litros por cada 100km) o mpg (millas por galón), que comúnmente vemos citadas, se basan en patrones asociados con ciudades o autopistas. Sin embargo, las pruebas de laboratorio utilizadas han demostrado preferencias por determinados tipos de vehículos por encima de otros, y no reflejan los estilos de conducir reales. Para obtener una imagen más realista, el equipo de Gopal, comenzó creando simulaciones por computadora de los vehículos con motor de combustión interna estándar, y de los modelos híbridos que son populares en tres países de interés, el Buick Excelle en China, el Maruti Alto en India y el Toyota Prius en Estados Unidos (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

No fue fácil encontrar datos reales sobre conducción en los países de Asia, pero al final los investigadores consiguieron información de Pune y Nueva Delhi, en India, y de 11 ciudades chinas. Cuando los vehículos generados por computadora fueron “conducidos” de acuerdo con los datos de manejo del mundo real, los híbridos generaron un ahorro de combustible del 48% en India y hasta un 55% en China, en comparación con el 40% de Estados Unidos. A bajas velocidades, como hay que conducir en muchas ciudades, el motor de combustión interna es ineficiente, por lo que en los híbridos el motor eléctrico toma el control. La energía recuperada mediante el frenado regenerativo -cuando el auto se va deteniendo, el motor eléctrico funciona al revés, como un generador-, fue la razón principal por la que los híbridos fueron más eficientes, tal y como se esperaba (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

En el caso particular de las tecnologías híbridas no entrarían en el concepto de energías renovables, pero no significa que la finalidad de su aplicación no apunte a las mismas soluciones medioambientales. La característica combinatoria de esta tecnología también parte del hecho de que tiene la capacidad de integrar el uso de combustible fósil y aplicaciones eléctricas, como el de generación de energía a partir de celdas solares. (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018)

Uno de los impedimentos más grandes en cuanto a la implementación de las energías alternativas es su elevado costo, esto no excluye a aquellas aplicaciones que surgen como respuesta al deseo de crear sistemas que integren tanto energías alternativas como no renovables. En el caso de los automóviles

híbridos, el alto costo de adquisición y mantenimiento conserva a los autos convencionales como los más asequibles en el mercado, y aunque la demanda por estos autos es creciente, en América Latina la mayoría de las personas ni siquiera conocen de la existencia de esta tecnología (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

El calentamiento global se acrecienta y los efectos medioambientales hacen necesarias soluciones que mitiguen esta problemática que nos incluye a todos, el efecto de gases invernadero es una de las consecuencias más tangibles, así como notorias en nuestro planeta. La importancia de la investigación en temas como las tecnologías híbridas aporta en la asimilación de este tipo de conceptos en nuestra sociedad, creando cultura. Esta intención afianza un proceso de transformación para llevar a la sociedad a la utilización de estas tecnologías como una manera de adecuar a los comportamientos responsables de sociedad en dirección al cuidado ambiental y el aprovechamiento energético.

Es de importancia para los países de América Latina que se ahonde en estos temas, con el fin de disminuir la brecha tecnológica e investigativa que nos separa de países desarrollados, en cuanto a la búsqueda de soluciones a problemas como el de la contaminación, de no ser así, el destino suele tener tendencias consumistas, sin la oportunidad de crear alternativas propias a la problemática actual. Desde esta perspectiva, el abordaje de estos temas es un impulso a los procesos de cambio y mejora, no se trata de una difusión con baja.

La incorporación de flota vehicular de los llamados vehículos híbridos al mercado automotor colombiano, podría tardarse más tiempo de lo que se vaticinó. Hablar de su masificación es bastante ambicioso, si se toma en cuenta su valor en comparación a los vehículos de combustión interna. Un híbrido es un vehículo cuyo sistema de propulsión combina dos o más fuentes de energía, que adopta un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos (Ardila, 2016).

En diciembre de 2013, el Gobierno Nacional, a través del Consejo Superior de Política Fiscal del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (CONFIS), firmó el Decreto 2909, donde aprobaba la disminución del arancel para un contingente de vehículos híbridos y eléctricos para los tres años siguientes (Ardila, 2016) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Esta reducción había sido presentada en 2012 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) al Comité Triple A (Comité de Asuntos Aduaneros y Arancelarios del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo).

Para atender la solicitud, el CONFIS aprobó la reducción del arancel de 35% a 0%, a 750 vehículos híbridos “enchufables” por año, así denominados porque sus baterías se pueden recargar conectando el vehículo a una fuente de energía eléctrica. Entre sus características, se especificaba que fuese de menos de 3 litros (taxis, automóviles, camperos y camionetas). Además, se aprobó la importación anual de 100 estaciones de carga pública (electrolineras), con 0% de arancel, solo durante un período de tres años (Ardila, 2016) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Otra variable es que los vehículos híbridos han estado en desventaja frente a los vehículos eléctricos. Estos últimos no pagan aranceles de importación y los híbridos el 5%. Sin embargo, aunque la norma solamente va a estar vigente hasta 2016, para los vehículos híbridos aplica si valen menos de 52.000 dólares. En Bogotá, por ejemplo, solo los eléctricos están exentos de pico y placa. Los híbridos sí tienen restricción (Ardila, 2016) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Ciertamente resulta escaso el número de cupos que autoriza el gobierno, como para que las marcas productoras quieran comercializar sus modelos de vehículos híbridos en Colombia. Para ellos podría no resultar un negocio atractivo y los costos para el comprador final serían muy elevados. Esto ha hecho que se avance de forma muy lenta en la incorporación de vehículos híbridos al mercado automotor nacional. Esto indudablemente apunta hacia la conducción de esfuerzos que han de partir de la investigación y llega a la consolidación de los hechos encaminados hacia un acceso justo a la disposición de esta tecnología en el ámbito automotriz (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

En la actualidad, los vehículos automotores con sistema de sensores poseen diversos componentes dentro de sus sistemas electrónicos controlados muy usualmente avanzados tecnológicamente hablando, por lo que en síntesis existe una problemática tanto energética como de consumo de combustibles que los diversos sensores de estas máquinas han detectado o visto de manera negativa afectando la operatividad del mismo vehículo en cuanto a la baja inyección de combustible, inestabilidad en la combustión y emisión de contaminantes a la atmosfera, tomando altos grados de consumo del mismo y quemándolo de manera descontrolada en el automóvil. Estas resultantes son el producto de la compilación de datos que bibliográficamente maneja el investigador en su praxis profesional.

Todo esto, anteriormente planteado, ha sido causado por la degradación de los componentes electrónicos, eléctricos y de operatividad en el tiempo. Estos elementos como los inyectores, las baterías y el alternador cuyo funciona-

miento es eléctrico se han visto afectados comprometiendo la operatividad de los vehículos en su transitar. Esto tiene como consecuencia las altas emisiones de monóxido de carbono expelidos a la atmosfera produciendo enfermedades y riesgos a bordo de los vehículos a las personas en las principales ciudades en Colombia, afectando así el índice de contaminación promovido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU, 2016), el cual es la cantidad de CO y CO<sub>2</sub> contenido en la atmosfera, así como otros componentes como nitrógeno e hidrógeno disueltos en la misma.

Dado el gran crecimiento que ha tenido el uso e implementación de energías alternativas, y que el auto híbrido se presenta como una buena opción para minimizar los impactos medioambientales en el futuro, es de mucha importancia que los países en vía de desarrollo se involucren en este tipo de investigaciones. A futuro el aumento de la demanda energética, así como la dependencia a los combustibles fósiles colocaran a la raza humana en una posición difícil si no se crean alternativas lo más pronto posible, inclusive comprometiendo las áreas de cultivo y generadoras de alimento en búsqueda de biocombustibles o biomasa con el fin de usarlos como fuentes de energía. Aplicaciones como esta permiten dar solución a pronósticos cada vez más preocupantes (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Los vehículos híbridos-eléctricos (VHEs), combinan las ventajas de los motores de gasolina, con los motores eléctricos y se pueden configurar automáticamente para diferentes objetivos, como mejorar el ahorro de combustible, aumentar su fuerza o proveer fuerza adicional para el uso del sistema eléctrico o los componentes electrónicos donde se garantice la operatividad del vehículo y la seguridad de los usuarios que lo manejan respectivamente (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

## PROPÓSITOS DE LA INVESTIGACIÓN

### GENERAL

Proponer un sistema híbrido para el suministro energético en un vehículo automotor.

### ESPECÍFICOS

- Evaluar los tipos de energías renovables para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor.
- Determinar los parámetros y requerimientos para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor.

- Diseñar un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor.
- Seleccionar los equipos e instrumentos de un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor.
- Validar el diseño propuesto.

Debido al creciente uso de combustibles fósiles para el suministro energético de sistemas mecánicos de combustión interna como los presentes en automóviles, vehículos de carga pesada, embarcaciones marítimas y demás diseños que requieran de combustibles derivados de los hidrocarburos para su funcionamiento, surge la necesidad de implementar y automatizar diseños que mitiguen el impacto ambiental que generan los sistemas anteriormente mencionados, lo cual no solo establece un cambio del estilo del consumidor, sino aún más importante el nacimiento de una cultura de alto sentido conservacionista y comprometida con el uso inteligente de las fuentes energéticas en el ámbito automotriz.

En este orden de ideas, los motores de combustión interna son los responsables de un porcentaje importante de la emisión de contaminantes, lo cual trae consecuencias medioambientales y para la salud de las personas. Si bien es cierto que gran parte de la economía global está muy influenciada por el comercio del petróleo y sus derivados, es necesario proyectar soluciones que mitiguen los efectos ambientales y mitiguen el problema de la contaminación, además teniendo en cuenta que las reservas de hidrocarburos son finitas.

Tras los primeros prototipos de auto eléctrico, los cuales no tuvieron gran acogida en el mercado y conscientes de que son una solución parcial a problemas medioambientales, años después se deciden a lanzar al mercado lo que hoy se conoce como los autos híbridos. Estos nuevos diseños que mezclan las tecnologías de combustión de autos convencionales con los eléctricos, buscando un equilibrio entre las exigencias de la economía global y las soluciones ambientales propuestas.

Desde el aspecto teórico se brinda un aporte sustancial a las diversas teorías de automatización e instrumentación automotora. De igual manera, esta investigación tiene trascendencia ya que la misma dará un aporte con un cuerpo de conceptos teóricos de interés para los proyectos en general y para las investigaciones sobre vehículos híbridos y energías alternativas híbridas ya que el estudio permitirá la confrontación de las propuestas de diversos autores especialistas en el tema, con las impresiones propias a fin de asumir posición con respecto al tema.

Desde el aspecto práctico es necesario un diseño previo con el fin de implementar y automatizar el sistema híbrido que surge de esta modificación, es por ello, que se tendrá como aporte un diseño de un vehículo híbrido en cuanto a su hardware y software que pueda cubrir las necesidades de los usuarios, así como proteger al ambiente al no emitir monóxido de carbono al ambiente. Las ventajas que un vehículo híbrido realice cambios de operación en función de su velocidad, permiten aumentar la eficiencia del sistema y considerando lo poco viable que sería crear un auto eléctrico, es mucho más conveniente la implementación de un sistema híbrido.

Según el aporte metodológico la investigación propone un modelo de propuesta para poder desarrollar un sistema híbrido en un vehículo automotor con bajos costos y de fácil acceso por parte de los usuarios. También se brindarán sustentos procedimentales que coayudarán a la teoría de implantación de un sistema híbrido automatizado, que garantizarán bajos costos y fácil mantenimiento por parte de los usuarios. También se dice que los instrumentos a utilizar serán fiables acorde a los fabricantes y expertos en el área automotriz con la finalidad de garantizar un óptimo funcionamiento híbrido para el vehículo.

Finalmente, se da un aporte ambiental relacionado a la disminución en las emisiones de dióxido de carbono proveniente de la hibridación propuesta al eliminar en un 50% el grado de combustible suministrado por un sustento eléctrico que garantice la operatividad en el vehículo automotor. Esto obtendrá múltiples ventajas que harán de esta investigación una de tipo sostenible al ser amigable con el medioambiente, económicamente viable y socialmente inclusiva. Todo este aporte se espera también redunde positivamente en la transformación cultural para generar un compromiso con el uso inteligente de la energía y su aprovechamiento, además de las practicas eco-conservacionista en el sector transporte.

Esta investigación se realizará en la Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, en Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela, delimitándose temporalmente durante el periodo comprendido entre los meses de marzo 2016 a julio del 2017. Este proceso investigativo estará enmarcado en la línea potencial de sistemas de conversión de energía, específicamente en el área temática de energías alternativas de la Maestría en Ingeniería de Control y Automatización de Procesos de la Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Así mismo la investigación estará sustentada por los autores (Bosch, 2012), (Harper, 2015); y López (2011).



## CAPÍTULO II

### TEORÍAS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN

El marco teórico es integrar el tema de la investigación con las teorías, enfoques teóricos, estudios y antecedentes, en general, que se refieren al problema de investigación. En tal sentido, el marco teórico nos amplía la descripción del problema. Integra la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas. Es pertinente mencionar que el marco teórico es el respaldo organizado en argumentos teóricos y referenciales que se le da al problema de investigación. Es la evaluación, presentación y pertinencia de enfoques y resultados de teorías e investigaciones en diversas áreas del conocimiento, los cuales han abordado directa o indirectamente, una problemática similar a la del proyecto actual (Tamayo M. , El proceso de la Investigación científica. (5ta. Edic), 2012).

#### SISTEMA HÍBRIDO PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR

Un **híbrido combina dos motorizaciones**, un motor de combustión interna y otro eléctrico alimentado por baterías adicionales a la principal. Son una realidad desde hace muchos años y poco a poco empiezan a hacerse populares por la crisis, alza de combustibles, abaratamiento de la tecnología y concienciación ambiental. Un vehículo híbrido es aquel en el que se utilizan sistemas de propulsión híbridos, entre ellos automóviles, camiones, bicicletas, barcos, aviones y trenes. El término, se refiere más comúnmente al vehículo híbrido eléctrico, que combina un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos. Otros tipos de sistemas de propulsión híbridos incorporan una celda de combustible, súper condensador, motor de aire comprimido o batería inercial, en combinación con un motor de combustión o eléctrico (Costas, 2011).

El sistema es utilizado con un vehículo híbrido que puede tener una mayor eficiencia energética. Esto puede deberse al uso de un motor más pequeño, y la utilización de sistemas de recuperación de energía (tales como frenos

regenerativos). Como consecuencia del menor consumo energético, se obtienen beneficios económicos y ambientales. Sin embargo, algunas tecnologías híbridas tienen perjuicios ambientales, por ejemplo, la producción y reciclado de baterías. La invención del motor híbrido surge de la necesidad de mejorar el ahorro de combustible en los vehículos actuales y aumentar su potencia, combinando las prestaciones de los motores de gasolina con los motores eléctricos. Dos fuentes de potencia que pueden trabajar juntas, por separado o en paralelo, en función del tipo de uso para el que están diseñados. Pero veamos el funcionamiento del motor híbrido de un coche y qué diferencias existen (Tuteorica, 2017).

Este tipo de motores se compone de una serie de engranajes que conectan cada uno de los motores a una cadena que aporta movimiento a las ruedas. El motor eléctrico es quien inicia el movimiento del vehículo haciendo girar el engranaje exterior, ganando velocidad sin consumir una gota de gasolina. En cambio, a partir de una cierta velocidad, el motor de combustión interna se activa haciendo girar los cuatro engranajes del divisor de potencia y aumentando la potencia del coche. El sistema se completa con un engranaje central conectado a un generador que carga las baterías, accionado por el motor de gasolina y que aporta potencia extra al motor eléctrico. Esta es la clave del funcionamiento del motor híbrido (Perez, 2014).

### **TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

Las energías renovables son energías limpias que contribuyen a cuidar el medioambiente. Frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles, las energías renovables son ya una alternativa. Entre los tipos se menciona la energía solar, eólica, biomasa, energía geotérmica, energía hidroeléctrica, hidrógeno, energía de los océanos y mucho más. A pesar de pertenecer a esas fuentes inagotables, la constante y creciente contaminación en el medio ambiente, ha hecho que durante los últimos años sus recursos hayan mermado de manera considerable peligrando su continuidad y no solo eso, sino que muchas especies animales han muerto, así como el peligro que amenaza a la conservación de La Tierra y a nuestra propia especie (Inforegión, 2011).

En relación a este planteamiento, las renovables son energías limpias e inagotables, aún cuando tienen algunos inconvenientes, en general se consideran ventajosas por su bajo impacto ambiental. Además, su diversidad la solar, eólica, biomasa, maremotriz y geotérmica, son sus principales tipos, permite

elegir la más conveniente en función de las características del lugar, adaptándolas a los recursos naturales de la región donde se deseen instalar. A su vez, cada una de ellas tiene pros y contras que pueden ser decisivos a la hora de disponer por una o por otra. En todo caso, también hay que tener en cuenta el constante avance que se hace a nivel tecnológico para intentar superar los problemas que, por su elevado precio, problemas de almacenamiento, espacio que ocupan, impacto paisajístico o infraestructuras necesarias pueden desalentar su uso o hacerlas más ineficientes (APER, 2017).

La selección de un tipo específico de energía a ser dispuesta para el suministro eléctrico de un vehículo automotor, se ha de basar en una serie de aspectos como los mencionados anteriormente, pero se suman a estos la utilidad que tendrá dentro de los distintos sistemas del vehículo, esto resulta justificable debido a que dentro de las nuevas estrategias pueden disponerse de fuentes variadas siendo esto aprovechable en el campo de la innovación donde las tecnologías pueden ser determinantes.

### **ENERGÍAS ALTERNATIVAS CONVENCIONALES**

Las energías alternativas son aquellas que intentan sustituir a las fuentes tradicionales de energía, como los combustibles fósiles (carbón y petróleo), ya sea por su capacidad de emitir menos gases contaminantes como por su habilidad para la auto regeneración. Por eso, dentro de esta clasificación, a parte de las energías renovables, se incluye la energía nuclear pese a que generan residuos radioactivos, pues no contribuye al efecto invernadero por sus bajas emisiones de gases contaminantes (Harper, 2015).

Alternativa a las tradicionales o clásicas, no obstante, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto, y la definición de energía alternativa difiere según los distintos autores (Nava, 2001). En las definiciones más restrictivas, energía alternativa sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran energías alternativas a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo). En estas, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear o incluso la hidroeléctrica.

En la actualidad, los combustibles fósiles presentan fundamentalmente dos problemas, por un lado, son recursos finitos, y se prevé el agotamiento de las reservas especialmente de petróleo en plazos más o menos cercanos, en función de los distintos estudios publicados. Por otra parte, la quema de estos

combustibles libera a la atmósfera grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, que ha sido acusado de ser la causa principal del calentamiento global. Por estos motivos, se estudian distintas opciones para sustituir la quema de combustibles fósiles, por otras fuentes de energía carentes de estos problemas.

En este orden de ideas, la energía alternativa es la que se utiliza como opción a las manejadas mayoritariamente o fuentes de energía convencional. Esta definición fue creada por grupos de científicos y movimientos ecologistas y sociales, y por eso el nombre de energía alternativa, la mayoría de veces, aparece asociado al nombre de energía verde. Esta tipificación se acredita de manera destacada a todo formato de energía que brinda enormes ventajas y es de aplicación mayoritaria en espacios menos comerciales y de mayor trascendencia tecnológica.

Estos movimientos surgieron para promover sistemas de generación de energía diferentes o alternativos a los convencionales, debido más que nada a que la mayoría de las fuentes más utilizadas convencionalmente y generalizadas de nuestro planeta son las provenientes de los combustibles fósiles. Entre los combustibles fósiles están el carbón, el petróleo, los diferentes tipos de gas (gas natural, gas butano, gas propano), el uranio (para las centrales nucleares) (Jaramillo, Jaramillo, Perez, Llano, & Gomez, 2013).

Aún cuando los combustibles fósiles están dentro de las energías más contaminantes, y su utilización es la responsable de la generación del impacto contaminante donde se produce y libera a la atmósfera del planeta, y esta es la mayor de las causas por las que surgió así como se mantiene con fuerza la promoción del uso de las energías alternativas o verdes, cada vez más el porcentaje de utilización de las fuentes alternativas de energía va en aumento y poco a poco van tomando un papel más relevante, y esto hace pensar en que la definición de energías alternativas cada vez tiene menos sentido, ya que actualmente son fuentes de uso común y por tanto ya no son una alternativa a las convencionales, sino que ahora algunas de ellas (como la energía solar o la eólica), son una fuente de energía de las que más se utilizan y se pueden definir ya como fuentes de energía convencionales (Jaramillo, Jaramillo, Perez, Llano, & Gomez, 2013).

Pero eso sí, aunque poco a poco la denominación de energías alternativas se utilice menos para denominar a las energías renovables, por su gran uso y generalización, cada día es más frecuente utilizar las energías renovables como la alternativa más clara para ir poco a poco dejando de usar tanto las energías más contaminantes. En el criterio del investigador, se tiene que el uso de las energías contaminantes como el carbón y el petróleo, sean cada vez menor y

lograr substituidas por el uso de energías limpias y renovables, hasta llegar a conseguir algún día que el uso de las renovables, sea algo totalmente generalizado. Ya que esto proporcionaría mayor independencia, tanto energética como económica, tanto a nivel de personas, pueblos, regiones y, incluso países y continentes. A la par se genera una cultura apegada a la conservación y a la sustitución inteligente de una demanda que ha logrado ser la justificación para mantener procesos de impacto que agreden constantemente al ambiente (Jaramillo, Jaramillo, Perez, Llano, & Gomez, 2013).

### **ENERGÍA EÓLICA**

Es considerada como uno de los tipos de energía más antigua, la utilización primordial del viento como fuerza motriz se ha implementado también la antigüedad, en diferentes épocas y siempre fue predestinada para diversas actividades, desde mover las aspas de un molino hasta impulsar los barcos por medio de sus velas. De acuerdo a ello, no se debe dejar de nombrar la época de esplendor de la misma, fue aproximadamente en los años 80, del siglo pasado (Harper, 2015).

Es de interés saber los usos de la misma, definitivamente en la actualidad tiene como fin su utilidad producir primordialmente energía eléctrica, y se lleva a cabo mediante aerogeneradores (se entiende por un tipo de generador eléctrico, y respecto a su turbina, se mueve producto del viento). Es de importancia también describir los usos de la energía eólica residencial, y se puede tener en cuenta su utilidad ya que de la misma se obtienen grandes ahorros respecto a la electricidad. Actualmente se encuentran dos tipos de diseño de la misma comercialmente y una es mediante su uso vertical y la otra de eje horizontal o apodado comúnmente de hélice.

La energía eólica o proveniente del viento es una de las que más tempranamente supieron aprovechar las personas, al impulsar los barcos a vela. Con el tiempo la gente se dio cuenta de que la fuerza del viento podía ser utilizada también para mover las aspas de los molinos. Los altos precios del petróleo, sus desventajas como contaminante, y por último el anuncio de que este combustible está próximo a agotarse, han volcado los ojos de la ciencia a las nuevas energías. Entre estas, la energía eólica destaca por ser totalmente limpia, es decir, no contaminante (OEI, 2007).

El aprovechamiento de las fuentes naturales como el impulso eólico es importante no solo en la generación de energía para el consumo en las comunidades, es evidente que los referentes anteriores muestran las valiosas apre-

ciaciones que se tienen para el caso de este tipo de energía, la cual hasta el momento ha sido la abanderada para poder conducir la potencialidad natural en este tipo de recurso.

## ENERGÍA BIOMÁSICA

La biomasa está formada por un conjunto de organismos vivos que existen sobre los continentes y en los océanos, pueden ser microorganismos, plantas o animales. Sin embargo, el uso de la energía de biomasa se basa, principalmente, en las plantas y en los árboles. La energía de biomasa pertenece al grupo de la energía renovable. Gracias a la fotosíntesis en la que entran en juego las moléculas de clorofila podemos decir que las plantas utilizan la energía solar para convertir el agua que contienen en sus células, y el dióxido de carbono de la atmósfera en materias vegetales, principalmente hidratos de carbono (azúcares) y celulosa. Es decir, que con el agua y el aire crean energía, crean sus propios alimentos, al contrario de los animales, que ingerimos a otros seres vivos para obtener nuestra energía (Harper, 2015).

La biomasa incluye la madera, plantas de crecimiento rápido, algas cultivadas, restos de animales. Es una fuente de energía procedente, en último lugar, del sol, y es renovable siempre que se use adecuadamente. La biomasa puede ser usada directamente como combustible. Alrededor de la mitad de la población mundial sigue dependiendo de la biomasa como fuente principal de energía. El problema es que en muchos lugares se está quemando la madera y destruyendo los bosques a un ritmo mayor que el que se reponen, por lo que se están causando graves daños ambientales: deforestación, pérdida de biodiversidad, desertificación, degradación de las fuentes de agua. También se puede usar la biomasa para preparar combustibles líquidos, como el metanol o el etanol, que luego se usan en los motores (Zambrano, 2009).

El principal problema de este proceso es que su rendimiento es bajo: de un 30 a un 40% de la energía contenida en el material de origen se pierde en la preparación del alcohol. Otra posibilidad es usar la biomasa para obtener biogás. Esto se hace en depósitos en los que se van acumulando restos orgánicos, residuos de cosechas y otros materiales que pueden descomponerse, en un depósito al que se llama digester.

En ese depósito estos restos se fermentan por la acción de los microorganismos y la mezcla de gases producidos se pueden almacenar o transportar para ser usados como combustible. El uso de biomasa como combustible presenta la ventaja de que los gases producidos en la combustión tienen mucho

menor proporción de compuestos de azufre, causantes de la lluvia ácida, que los procedentes de la combustión del carbono. Al ser quemados añaden  $\text{CO}_2$  al ambiente, pero este efecto se puede contrarrestar con la siembra de nuevos bosques o plantas que retiran este gas de la atmósfera (Zambrano, 2009).

## **ENERGÍA SOLAR**

La energía solar es la que llega a La Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente), procedente del sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema fototérmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico) (Harper, 2015).

Dentro de esta línea de ideas, la conversión térmica de alta temperatura consiste en transformar la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido. Para calentar el líquido se emplean unos dispositivos llamados colectores. La conversión fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica. Se utilizan para ello unas placas solares formadas por células fotovoltaicas (de silicio o de germanio).

La energía solar es alabada como fuente de combustible inagotable libre de contaminación y de ruidos. La tecnología también es versátil. Por ejemplo, las células solares generan energía para lugares remotos como los satélites en la órbita de La Tierra y las cabañas en las montañas rocosas tan fácilmente como suministran la energía a edificios del centro de las ciudades y a los coches futuristas.

La energía solar no funciona por las noches sin un aparato de almacenamiento como una batería, y si hay nubes esta tecnología no es muy fiable durante el día. La tecnología solar también es muy cara y requiere mucho terreno para recolectar la energía solar en tasas útiles para mucha gente. A pesar de los inconvenientes, el uso de la energía solar ha aumentado un 20% al año durante los últimos 15 años gracias al rápido descenso de los precios y a las ganancias en eficiencia. Japón, Alemania y los Estados Unidos son los principales mercados de las células solares. Con incentivos tributarios, la electricidad solar a menudo puede amortizarse en un periodo de cinco a diez años.

## **ENERGÍAS ALTERNATIVAS NO CONVENCIONALES**

Las energías renovables no convencionales o también conocidas como ERNC, son un tipo de energías que tienen como característica principal el he-

cho de poder transformarse y no agotarse en ningún momento permitiendo así que sean energías útiles y que puedan ser generadas de distintas formas, teniendo como otra característica importante el no contaminar el ambiente. Cuando hablamos de energías renovables podemos clasificarlas en convencionales o no convencionales, según el tipo de desarrollo de las tecnologías que realicen en cada caso (Erenovable, 2018)

Sobre este particular, las energías renovables no convencionales han tenido un amplio espacio de desarrollo dentro del Programa Nacional de Electrificación Rural, de forma que hoy existen en nuestro país numerosas instalaciones y proyectos que consideran la utilización de este tipo de energías, con énfasis en comunidades rurales aisladas, obteniendo como resultado el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

### **ENERGÍAS HÍBRIDAS**

Los sistemas de energía híbrida son generadores, los cuales utilizan energía eólica y energía solar para generar muchas aplicaciones. Dicha energía utiliza más de una fuente de forma combinada. Cuando se trata de energía híbrida ecológica se combina, por ejemplo, solar con eólica, o solar fotovoltaica con solar térmica, o solar con biocombustibles, o eólica con mareomotriz, gas natural producido por el sol, en fin, se conocen ya muchas fuentes de energía no contaminantes, es solo buscar la forma de que se vuelvan accesibles.

Justamente esto es lo que permite la combinación de dos o más energías limpias. La energía híbrida es la combinación de energía solar con eólica para el suministro de energía a un edificio, mediante equipos que funcionen por luz solar cuando la hay, y por viento en caso contrario. De esta manera, se asegura un mejor suministro durante todo el año, en aquellas zonas del mundo donde el clima es variable. Tales combinaciones representan una manera inteligente para el aprovechamiento de cada tipología dentro de un sistema único, con un verdadero elemento distintivo en materia energética.

### **ENERGÍA VIBROEÓLICA**

La energía vibroeólica es aquella energía que transmite la vibración producida por el viento a un transductor piezoeléctrico, un pequeño dispositivo que produce una corriente de electrones cuando se somete a un estrés mecánico. Este tipo de energía no convencional y renovable es característica para elementos vibratorios, para poder convertir y generar la energía necesaria para producir corriente respectivamente. (Harper, 2015)



## REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Los requerimientos de diseño se consideran como variables independientes que juntas logran un acondicionamiento automático para el sistema híbrido, en este caso de un vehículo automotor. Estos requerimientos serán el voltaje, corriente, potencia, entre otros, que garantizarán que este sistema móvil trabaje de manera automática y con funciones energéticas que hacen que el sistema sea auto abastecible completamente en su estructura hidráulica, mecánica, electrónica y de respaldo.

### CORRIENTE DE ARRANQUE

La corriente es un término que proviene del latín “Currere” que quiere decir “Correr”. Es un adjetivo que sirve para calificar todo aquello que a través de un cauce o canal tiende a moverse con su propia fuerza. De esta manera, nos referimos a la corriente de un río, ya que el agua circula a través del canal natural que se forma, esta corriente puede tener una velocidad que varía según las condiciones climáticas, cuando decimos que el río tiene una corriente fuerte es porque la cantidad de agua es superior a la normal (Alonso & Finn, 1873).

Históricamente, se definió como un flujo de cargas positivas y se fijó el sentido convencional de circulación de la corriente como un flujo de cargas desde el polo positivo al negativo. Sin embargo, posteriormente se observó, gracias al efecto Hall, que en los metales los portadores de carga son electrones, con carga negativa, y se desplazan en sentido contrario al convencional. A partir de la corriente eléctrica se definen dos magnitudes: la intensidad y la densidad de corriente. El valor de la intensidad de corriente que atraviesa un circuito es determinante para calcular la sección de los elementos conductores del mismo.

### VOLTAJE

El voltaje es una magnitud física, con la cual podemos cuantificar o “medir” la diferencia de potencial eléctrico o la tensión eléctrica entre dos puntos, y es medible mediante un aparato llamado voltímetro. En cada país el voltaje estándar de corriente eléctrica tiene un número específico, aunque en muchos son compartidos. Por ejemplo, en la mayoría de los países de América Latina el voltaje estándar es de 220 voltios. La corriente eléctrica se genera por un traslado o traspaso de cargas enérgicas, lo cual se conoce como Ley de Henry, y podría resumirse el proceso de la siguiente manera: dos puntos, pongamos A y B, tienen diferencia de potencial, pero aún así son unidos por un conductor. Esto provocará un flujo o traspaso de electrones, entonces del punto A que posee

mayor potencial se producirá el traspaso de una parte de la carga, mediante el conducto, al otro punto (B) que posee menor potencial. El traspaso cesará solo cuando ambos puntos A y B iguallen su capacidad de potencial eléctrico. Ese traspaso descrito es lo que comúnmente conocemos como corriente eléctrica. (Alonso & Finn, 1873)

El símbolo con el cual es representado el voltaje o tensión eléctrica es  $V$ , que representa a la unidad de medida que es el voltio o volt. Su nombre, deriva de Alessandro Volta, físico italiano que ingenió en el siglo XVII la pila eléctrica, luego denominada pila voltaica (también en honor a su mentor). Lo que hizo Volta fue “descubrir” los dos materiales que eran capaces de conducir electricidad de manera constante, un problema de la física que acarrea desde los tiempos de Luigi Galvani, otro físico italiano que comenzó a indagar sobre las posibilidades de generar este tipo de electricidad continua. Los dos materiales propuestos por Volta fueron el zinc y la plata.

Sobre este particular, el voltio tiene la capacidad de ser fragmentado, tal como lo son otras medidas como el metro, y entonces podemos encontrar unidades de medidas tales como: centivoltio, decivoltio, milivoltio, decavoltio, hectavoltio. Para tener una idea en general, una pila alcalina no recargable de las que denominamos comúnmente AA (doble A) tiene una capacidad de 1.5V. Mientras, una batería de litio que sea recargable tiene un potencial de 3.75V. Respecto a los voltajes, como decíamos, en casi todos los países de América del Sur el voltaje estándar es de 200V. En Europa, utilizan un voltaje de 230V, mientras en Oceanía asciende a 240V. En Norteamérica, el voltaje de potencial eléctrico es de 120V, y en Japón de 100V. De América Latina, solo Colombia, Ecuador y Venezuela, no comparten el voltaje de 220, y utilizan 110V.

Cuando un voltaje es generado por una batería, o por la fuerza magnética de acuerdo con la ley de Faraday, este voltaje generado, se llama tradicionalmente “fuerza electromotriz” o fem. La fem representa energía por unidad de carga (voltaje), generada por un mecanismo y disponible para su uso. No es una “fuerza”. El término fem se conserva por razones históricas. Es útil distinguir estos voltajes generados de los cambios de voltaje que ocurren en un circuito, como resultado de una disipación de energía, como por ejemplo en una resistencia (Alonso & Finn, 1873).

## POTENCIA

El trabajo no especifica cuánto tiempo toma realizarlo. Cuando subes las escaleras con una carga haces el mismo trabajo ya sea que subas lentamente o corriendo. ¿Entonces por qué te sientes más fatigado cuando corres escale-

ra arriba durante unos cuantos segundos, que cuando subes tranquilamente durante unos minutos? Para entender esta diferencia es menester referirse a la rapidez con que se hace el trabajo, es decir, a la potencia. La potencia, es la razón de cambio a la que se realiza el trabajo, es igual al cociente del trabajo realizado entre el intervalo de tiempo que toma realizarlo (Serway, 2013).

La potencia eléctrica como la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el sistema internacional de unidades el vatio (*watt*). Cuando una corriente eléctrica fluye en cualquier circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz (lámpara incandescente), movimiento (motor eléctrico), sonido (altavoz) o procesos químicos (Alonso & Finn, 1873).

La electricidad se puede producir mecánica o químicamente por la generación de energía eléctrica, o también por la transformación de la luz en las células fotoeléctricas. Por último, se puede almacenar químicamente en baterías. La energía consumida por un dispositivo eléctrico se mide en vatios-hora (Wh), o en kilovatios-hora (kWh). Normalmente las empresas que suministran energía eléctrica a la industria y los hogares, en lugar de facturar el consumo en vatios-hora, lo hacen en kilovatios-hora (kWh).

La potencia en vatios (W) o kilovatios (kW) de todos los aparatos eléctricos debe figurar junto con la tensión de alimentación en una placa metálica ubicada, generalmente, en la parte trasera de dichos equipos. En los motores, esa placa se halla colocada en uno de sus costados y en el caso de las bombillas de alumbrado, el dato viene impreso en el cristal o en su base.

## PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros son aquellas variables físicas necesarias para el diseño de una automatización. Dichos parámetros son de suma importancia en el establecimiento de las condiciones mínimas de alarmas del sistema vehicular en el parque automotor en Colombia, con la finalidad de realizar acciones automáticas que garanticen el suministro eléctrico de combustión en cada una de las partes del vehículo, para que funcionen síncronamente en correcto uso.

### VELOCIDAD LINEAL

Esta velocidad es la que tiene un cuerpo cuando se mueve en una trayectoria rectilínea. Se mide en distancia/tiempo (m/s) y, es lo que se tarda en

recorrer un espacio en línea recta. Esta velocidad resulta de dividir la longitud del arco descrito por el móvil y el tiempo empleado en ello (Serway, 2013). La velocidad lineal se puede representar por un vector tangente a la circunferencia descrita, y cuyo módulo o intensidad es:

$$v = \frac{1}{T} \quad (1)$$

## ACELERACIÓN LINEAL

La velocidad nace de ver cómo varía la posición de una partícula, si estudiásemos cómo varía esa velocidad podríamos ver cómo aparece algo llamado aceleración. La misma refleja el cambio del módulo del vector velocidad tangencial con el tiempo. O sea, mide la variación de la rapidez del móvil en el tiempo. Este vector “aT” tiene siempre dirección tangencial, y tiene igual sentido que la velocidad tangencial “v” si es acelerado o sentido opuesto a “v” si es retardado (Alonso & Finn, 1873).

El concepto aceleración, no tiene que ver con ir moviéndose rápido. Es un concepto que en muchas ocasiones ha sido mal utilizado en la vida real, sin embargo, su significado en física es muy diferente. Es muy común escuchar que se utiliza este concepto para indicar que un objeto se mueve a gran velocidad lo cual es incorrecto. El concepto aceleración se refiere al cambio en la velocidad de un objeto. Siempre que un objeto cambia su velocidad, en términos de su magnitud o dirección, decimos que está acelerando.

La aceleración, se conoce también como aceleración lineal, y es la variación de la velocidad de un objeto por unidad de tiempo. La velocidad se define como vector, es decir, tiene módulo (magnitud), dirección y sentido. De ello se deduce que un objeto se acelera si cambia su celeridad (la magnitud de la velocidad), su dirección de movimiento, o ambas cosas. Si se suelta un objeto y se deja caer libremente, resulta acelerado hacia abajo. Si se ata un objeto a una cuerda y se le hace girar en círculo por encima de la cabeza con celeridad constante, el objeto también experimenta una aceleración uniforme; en este caso, la aceleración tiene la misma dirección que la cuerda y está dirigida hacia la mano de la persona (Serway, 2013).

La aceleración es la razón de cambio en la velocidad respecto al tiempo, es decir, la aceleración se refiere a cuán rápido un objeto en movimiento cambia su velocidad. Por ejemplo, un objeto que parte de reposo y alcanza una velocidad de 20 km/h, ha acelerado. Sin embargo, si a un objeto le toma cuatro segundos en alcanzar la velocidad de 20 km/h, tendrá mayor

aceleración que otro objeto al que le tome seis segundos en alcanzar tal velocidad.

## VELOCIDAD ANGULAR

Cuando un objeto se mueve en una circunferencia, llevará una velocidad, ya que recorre un espacio, pero también recorre un ángulo. Para tener una idea de la rapidez con que algo se está moviendo en forma circular, se ha definido la velocidad angular ( $\omega$ ) como el número de vueltas que da el cuerpo por unidad de tiempo. Si un cuerpo tiene gran velocidad angular quiere decir que da muchas vueltas por segundo. De manera sencilla, en el movimiento circular la velocidad angular está dada por la cantidad de vueltas que un cuerpo da por segundo (Shigley, 2011). Otra manera de decir lo mismo sería: en el movimiento circular la velocidad angular está dada por el ángulo recorrido ( $\theta$ ) dividido por unidad de tiempo. El resultado está en grados por segundo o en rad por segundo y se denota:

$$\text{velocidad angular } (\omega) = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (2)$$

## TORQUE

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, dicho cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. Ahora bien, la propiedad de la fuerza aplicada para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos torque o momento de la fuerza (Beer, 2013).

Entonces, se llama torque o momento de una fuerza, a la capacidad de dicha fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto. En el caso específico de una fuerza que produce un giro o una rotación, muchos prefieren usar el nombre torque y no momento, porque este último lo emplean para referirse al momento lineal de una fuerza. Para explicar gráficamente el concepto de torque, cuando se gira algo, tal como una puerta, se está aplicando una fuerza rotacional. Esa fuerza rotacional es la que se denomina torque o momento.

Cuando empujas una puerta, esta gira alrededor de las bisagras. Pero en el giro de la puerta vemos que intervienen tanto la intensidad de la fuerza, como su distancia de aplicación respecto a la línea de las bisagras. Estos dos elementos consideran intensidad de la fuerza y distancia de aplicación desde su eje, el momento de una fuerza es matemáticamente igual al producto de la intensidad de la fuerza (módulo), por la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza hasta el eje de giro (Shigley, 2011).

## POTENCIA MECÁNICA

La potencia mecánica se define como la rapidez con que se realiza un trabajo. Se mide en watts (W), y se dice que existe una potencia mecánica de un watt cuando se realiza un trabajo de un joule por segundo:  $1 W = J/\text{seg}$ . Los cambios en el movimiento de los objetos están relacionados con la fuerza y con el tiempo durante el cual se ejercen. Pero también se pueden considerar fuerza con la distancia y es cuando se habla de una cantidad denominada Trabajo. Este término tiene un significado en Física muy diferente a su significado cotidiano (Alonso & Finn, 1873).

Posteriormente, se plantea la relación energía-trabajo. También se define el concepto de potencia que relaciona el trabajo y el tiempo. Finalmente se concluye con los aspectos más importantes de la energía mecánica en particular porque representa la suma de la energía cinética y la potencial de un sistema, y que se mantiene constante en todos los puntos de una trayectoria. Es igual al cociente del trabajo realizado entre el intervalo de tiempo que toma realizarlo:

$$P = \frac{T}{t} \quad (3)$$

Su unidad de la potencia mecánica es la S.I. significa el sistema internacional que se mide en watts (W) y está definida como el consiente entre el joule (J) y el segundo (s).  $1w$  es igual a  $1J/s$ . La potencia mecánica tiene una relación a las máquinas, como hemos visto son unos sistemas que nos van a facilitar el trabajo que realizamos en la vida diaria, nos ahorra tiempo, pero por eso también es importante reconocer cuanto puede resistir una máquina y en qué determinado tiempo, para hacernos una idea de cuánto trabajo pueda realizar esa máquina (Alonso & Finn, 1873).

## DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR

El diseño en la ingeniería de control y automatización de procesos es de suma importancia, para lo cual en la presente investigación se propone un esquema automático para la conversión de energías híbridas en el sistema de funcionamiento de un vehículo automotor, y garantizar bajos costos en la adquisición del mismo, por lo que esto simboliza ingeniería básica y de detalle visto desde la parte técnica y de planos del sistema a proponer respectivamente.

## ARQUITECTURA HÍBRIDA

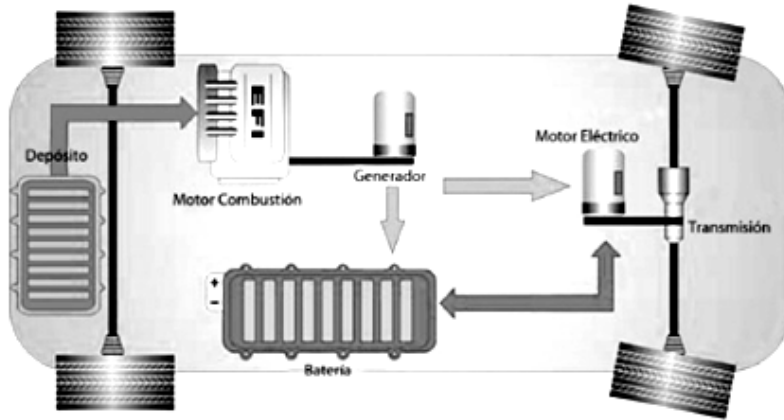
La revolución cibernética e informática y la globalización de las comunicaciones y de la economía, unida a la velocidad del cambio y a su acelerada continuidad, han generado profundas transformaciones sociales, económicas, políticas y culturales. La tecnología avanzada de hoy crea bases para una relación nueva y sumamente creativa entre todos los agentes, tanto para los individuos, como para los sujetos con novedosas herramientas técnicas aplicadas al proceso educativo. La experiencia, meramente empírica, muestra que la conexión establecida entre los participantes del procedimiento de enseñanza-aprendizaje mediante los dispositivos cibernéticos, es muchas veces más cercana y dinámica que en las condiciones de la educación presencial (Sorókina, 2009).

La hibridación vehicular es la acción de unión de dos o más tecnologías para generar múltiples beneficios en el ahorro de funciones en un vehículo. Las tecnologías más comerciales son la unión de los autos eléctricos frente a los de combustibles tradicionales por lo que esto genera menos contaminación a la atmosfera (Ford-Company, 2015). La arquitectura que compone un auto híbrido puede presentarse en distintas topologías según la forma en la que estén combinados los motores eléctricos y de combustión interna, entre ellas las más implementadas son:

### SERIE

Consta de un motor eléctrico, el motor de combustión interna y un generador, este último encargado de recargar las baterías aprovechando la naturaleza del vehículo tal como se ilustra en la figura 1. Cada uno de estos componentes está configurado en serie, se aprovecha la energía mecánica producida por el motor de combustión y por medio del generador se recarga un banco de batería, esto aumenta en gran medida la eficiencia del sistema. Esta arquitectura resulta de alto beneficio por la capacidad que se tiene en utilizar cada resultante de transformación y dar continuidad en los procesos continuos en los cuales se requiere un elemento de aporte, las vinculaciones establecidas dependerán de la caracterización de los componentes dispuestos, de manera que en la definición de la arquitectura es importante la incorporación de elementos para lograr este proceso.

**Figura 1. Configuración en serie. Tecnologías de propulsión hídrica y las evidencias científicas de su eficacia**



Fuente: (FITSA, 2007).

## PARALELO

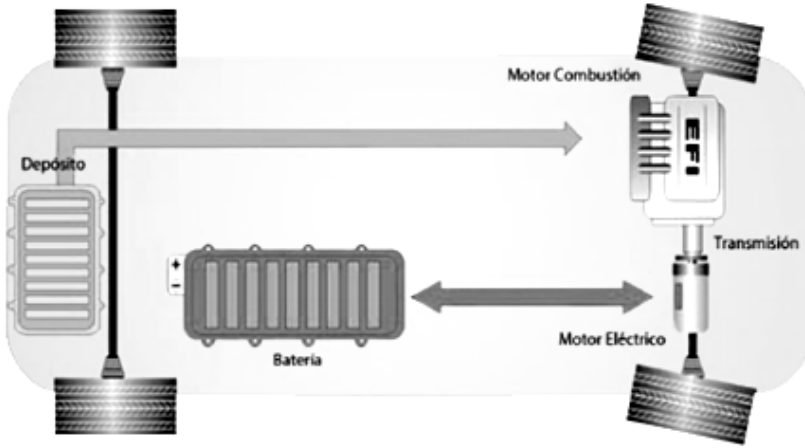
Mediante este método de configuración, ilustrado en la figura 2, ambos motores transmiten la energía mecánica directamente a la tracción del vehículo. En algunos casos esta configuración permite eliminar el generador que carga las baterías, esto en caso de necesitar espacio. Para esta arquitectura existen varios casos de configuración en paralelo, en este caso resaltaremos los cuatro más comunes, los cuales son:

- La combinación de pares por medio de una disposición de dos ejes (caso A).
- La unión de los dos motores a un mismo eje (caso B), mediante un sumador de par.
- El sumador de velocidades, consiste en generar la energía necesaria para el movimiento a través de la combinación de la velocidad rotacional de ambos motores por medio de una caja diferencial donde se conectan los dos motores (caso C).

Sin conexión mecánica entre los motores, también considerada una configuración en paralelo, porque ambos motores pueden contribuir en paralelo a la fuerza de tracción requerida por el vehículo (Caso D).



Figura 2. Configuraciones de tipo paralelo



Fuente: Tomado de “Diseño, implementación y análisis de un prototipo de vehículo híbrido” (FITSA, 2007).

## DISEÑO MECÁNICO

En ingeniería el diseño mecánico es el proceso de dar forma, dimensiones, materiales, tecnología de fabricación y funcionamiento de una máquina para que cumpla unas determinadas funciones o necesidades. El diseño se diferencia del análisis, en que en este se toma un diseño ya existente para estudiarlo, y verificar que cumpla con las necesidades para las que fue diseñado (Shigley, 2011).

Este es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte, el diseño mecánico hace uso de las matemáticas, las ciencias de uso de materiales, y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería. El diseño de ingeniería mecánica incluye el diseño mecánico, pero es un estudio de mayor amplitud que abarca todas las disciplinas de la ingeniería mecánica, incluso las ciencias térmicas y de los fluidos. A parte de las ciencias fundamentales se requieren las bases del diseño de ingeniería mecánica, que son las mismas que las del diseño mecánico.

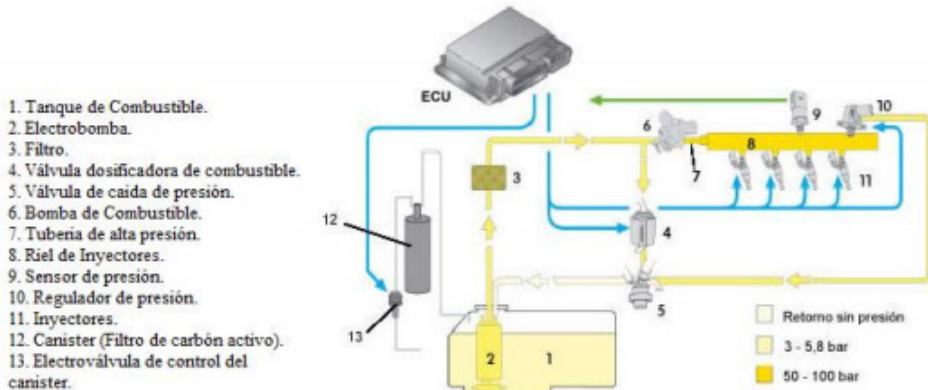
## SISTEMA MOTOR

Es el encargado de recibir, almacenar y proporcionar el combustible para el funcionamiento del motor. Proporcionar en forma dosificada el combustible

necesario para todos los regímenes de funcionamiento del motor, ya sea en ralentí, velocidad media o a plena carga.

Se considera una mezcla normal cuando la proporción es de 1 gramo de gasolina por cada 14,7 gramos de aire, para los motores de explosión, y de 1 gramo de gasoil por cada 18 gramos de aire para los diesel. El sistema de combustible se compone de las siguientes piezas según se muestra en la figura 3: tanque, tuberías, bomba de combustible. El tanque almacena el combustible y contiene unas tuberías de entrada y salida y un sistema de evaporación de gases para que los vapores del tanque no se despidan hacia la atmósfera. Las tuberías deben permanecer limpias y sin dobleces. La bomba de gasolina puede ser eléctrica o mecánica.

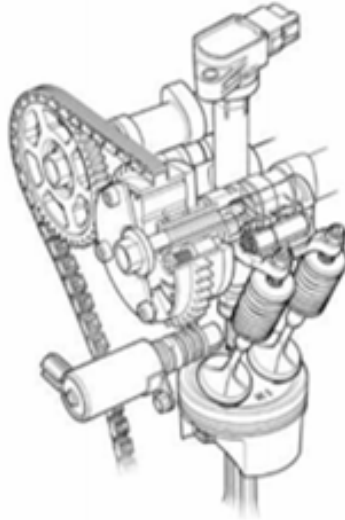
**Figura 3 Sistema de alimentación**



Fuente: (Pérez J. A., 2008).

En la figura 4, se muestra el sistema de distribución, el cual coordina los movimientos del conjunto móvil para permitir el llenado de los cilindros con la mezcla aire-combustible, su encendido y el vaciado de estos, a fin de aprovechar al máximo la energía química del combustible. La función del sistema de distribución es la de permitir la apertura y cierre de las válvulas en forma sincronizada con los desplazamientos del pistón. Generalmente es el sistema de distribución el encargado de coordinar también la señal de encendido. Los engranes del sistema de distribución dan la relación de movimiento del cigüeñal con el árbol de levas. Los engranes del cigüeñal y árbol tienen marcas del fabricante que deben ser sincronizadas al montar la cadena.

**Figura 4. Sistema de distribución**



Fuente: (Pérez J. A., 2008).

La lubricación forma una parte fundamental de las operaciones del mantenimiento preventivo que se deben realizar al vehículo para evitar que el motor sufra desgastes prematuros o daños por utilizar aceite contaminado o que ha perdido sus propiedades. La lubricación tiene varios objetivos, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

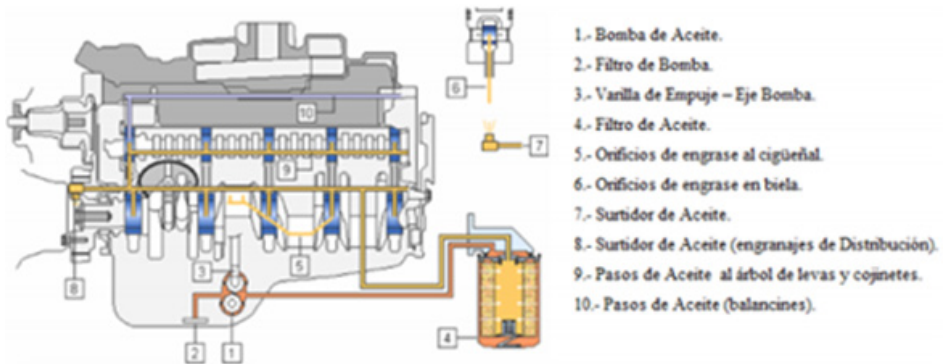
- a. Reducir el rozamiento o fricción para optimizar la duración de los componentes.
- b. Disminuir el desgaste.
- c. Reducir el calentamiento de los elementos del motor que se mueven unos con respecto a otros.

Una flecha montada en el engrane del árbol de levas hace funcionar la bomba de aceite, esta succiona el aceite a través de la coladera que está colocada en la parte inferior del cárter y lo envía al filtro de aceite, de aquí el aceite pasa entre conductos y pasajes, este, al pasar bajo presión por los pasajes perforados, proporciona la lubricación necesaria a los cojinetes principales del cigüeñal, las bielas, los balancines y los pernos de los balancines. Las paredes de los cilindros son lubricadas por el aceite que escurre de los pernos de las bielas y de sus cojinetes.

En la figura 5, se muestra el sistema de lubricación del motor, el cual permite que el aceite pase por los pasajes perforados en el bloque del motor

y lubrique el cigüeñal, los cojinetes principales deben tener agujeros de alimentación de aceite, de modo que a cada rotación de este permitan el paso del aceite. Después de que el aceite ha sido forzado hasta el área que requiere lubricación, cae nuevamente hasta su depósito, listo para ser succionado por la bomba y utilizado otra vez.

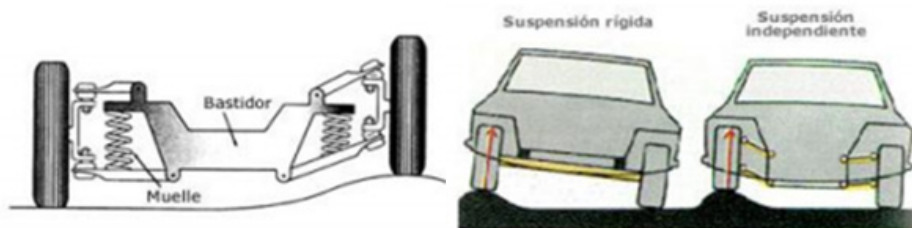
**Figura 5. Sistema de lubricación del motor**



Fuente: (Pérez J. A., 2008).

El sistema de suspensión de un automóvil representado en la figura 6, tiene la misión de hacer más cómoda la marcha del mismo para los pasajeros y contribuir en todo momento a la mayor estabilidad del vehículo. Para cumplir estos objetivos deberá tener dos cualidades importantes: elasticidad, que evita que las desigualdades del terreno se transmitan al vehículo en forma de golpes secos, y amortiguación, que impide un balanceo excesivo.

**Figura 6. Suspensión de eje rígido**

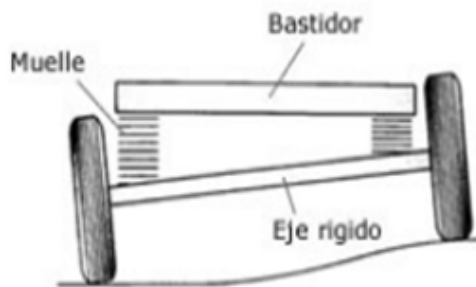


Fuente: (Pérez J. A., 2008).

Las primeras suspensiones estaban formadas por un “eje rígido” en cuyos extremos se montaban las ruedas. Como consecuencia de ello, todo el movimiento que afecta a una rueda se transmite a la otra del mismo eje. En la figura inferior podemos ver cómo al elevarse una rueda, se extiende su inclinación al eje y de este a la otra rueda. Como el eje va fijado directamente sobre el bastidor, la inclinación se transmite a todo el vehículo. Este montaje es muy resistente y más económico de fabricar, pero tiene la desventaja de ser poco cómodo para los pasajeros y una menor seguridad.

Este sistema de suspensión tiene un montaje elástico independiente que no está unido a otras ruedas según se ilustra en la figura 7. A diferencia del sistema rígido, el movimiento de una rueda no se transmite a la otra y la carrocería resulta menos afectada.

**Figura 7. Suspensión independiente**

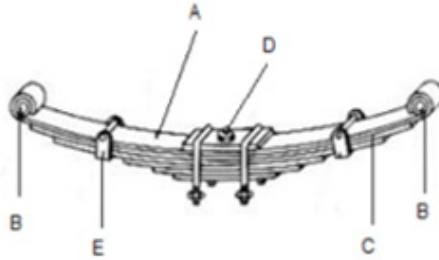


Fuente: (Pérez J. A., 2008).

Las ballestas están compuestas por una serie de hojas de acero que se mantienen aplicadas unas contra otras, como se aprecia en la figura 8, formando un conjunto elástico y de gran resistencia a la rotura. La mayor de las hojas (A) se llama maestra y terminan en dos extremos curvados formando un orificio u ojo (B), en el que se aloja un bulón para su fijación al chasis. La segunda hoja (C), termina rodeando parte de los ojos de la maestra y las restantes van siendo cada vez más cortas y curvadas.

Todas las hojas se unen en el centro por medio de un tornillo pasante (D) con tuerca, llamado capuchino. Las hojas más largas se mantienen alineadas por medio de abrazaderas (E). La suspensión por ballestas suele utilizarse en vehículos dotados de puente trasero rígido y eje delantero de la misma naturaleza, en los cuales, la unión a las trompetas o al eje se realiza ligeramente por delante del centro de la ballesta, por medio de bridas.

**Figura 8. Ballesta**

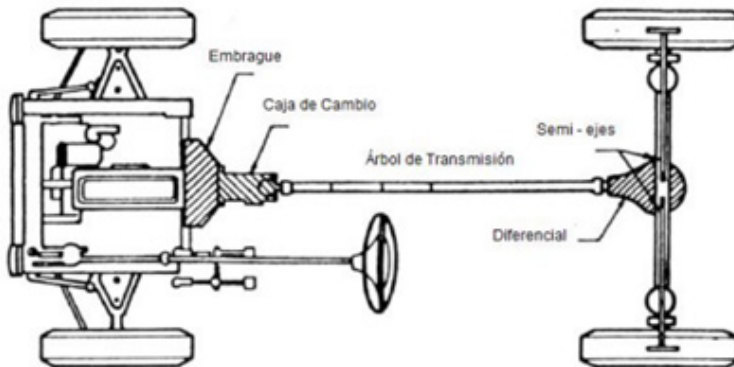


Fuente: (Pérez J. A., 2008).

### SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Está formado por un conjunto de mecanismos que se encargan de transmitir, a las ruedas motrices del vehículo, la fuerza desarrollada por el motor. Sus partes constitutivas cumplen tareas específicas y a su vez interactúan para trabajar en conjunto. El sistema de transmisión está formado básicamente por los elementos presentados en la figura 9:

**Figura 9. Sistema de transmisión**



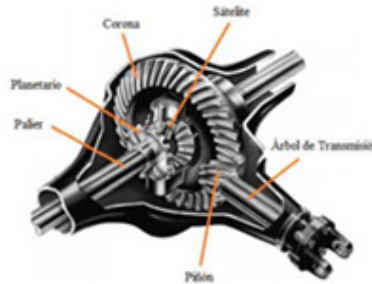
Fuente: (Pérez J. A., 2008).

Un diferencial es el elemento mecánico que permite que las ruedas derechas e izquierda de un vehículo giren a revoluciones diferentes, según este se encuentre tomando una curva hacia un lado o hacia el otro. Cuando un vehículo toma una curva, por ejemplo, hacia la derecha, la rueda derecha recorre

un camino más corto que la rueda izquierda, ya que esta última se encuentra en la parte exterior de la curva.

Antiguamente, las ruedas de los vehículos estaban montadas de forma fija sobre un eje. Este hecho significaba que una de las dos ruedas no giraba bien, desestabilizando el vehículo. Mediante el diferencial se consigue que cada rueda pueda girar correctamente en una curva, sin perder por ello la fijación de ambas sobre el eje, de manera que la tracción del motor actúa con la misma fuerza sobre cada una de las dos ruedas. El diferencial mostrado en la figura 10, se compone por un piñón, una corona, satélites y planetarios y a estos los cubre la caja del diferencial.

**Figura 10. Estructura del diferencial**



Fuente: (Pérez J. A., 2008).

En los vehículos, la caja de cambios o caja de velocidades es el elemento encargado de acoplar el motor y el sistema de transmisión con diferentes relaciones de engranes o engranajes, de tal forma que la misma velocidad de giro del cigüeñal puede convertirse en distintas velocidades de giro en las ruedas.

La caja de cambios tiene la misión de reducir el número de revoluciones del motor e invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren. Va acoplada al volante de inercia del motor, del cual recibe movimiento a través del embrague. Acoplado a ella va el sistema de transmisión. La caja de cambios está constituida por una serie de ruedas dentadas dispuestas en tres árboles.

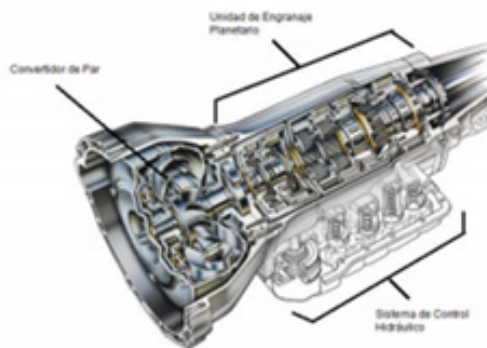
- a. Árbol primario
- b. Árbol intermedio
- c. Árbol secundario
- d. Eje de marcha atrás

Una caja automática como la ilustrada en la figura 11, es aquella que las distintas relaciones (cambios de marcha), son seleccionadas en función de la velocidad del vehículo y del régimen del motor, sin que el conductor se vea obligado a determinar el instante del cambio de relación, ni realizar operación alguna para este fin. Un vehículo dotado de este sistema de transmisión solamente requiere una palanca capaz de seleccionar la marcha adelante o atrás, mientras que la velocidad del mismo y los cambios de relación se gobiernan directamente con el acelerador.

Ello permite una conducción flexible, de acuerdo con la manera en que se solicite el pedal del acelerador, dispensando al conductor de las acciones del cambio de marcha y la consiguiente maniobra del embrague. Una caja automática está constituida básicamente por:

- Convertidor de par: Mencionado en el tema anterior.
- Unidad de engranaje planetario: Está configurada de tres tipos de engranaje: Engranaje Anular, el Engranaje Piñón, y el Engranaje Planetario.
- Sistema de control hidráulico: Envía la presión hidráulica necesaria para los cambios de engranajes a la unidad del engranaje planetario de acuerdo con el incremento o disminución en la velocidad del vehículo y en la cantidad que el pedal del acelerador esté presionado.

**Figura 11. Transmisión automática**



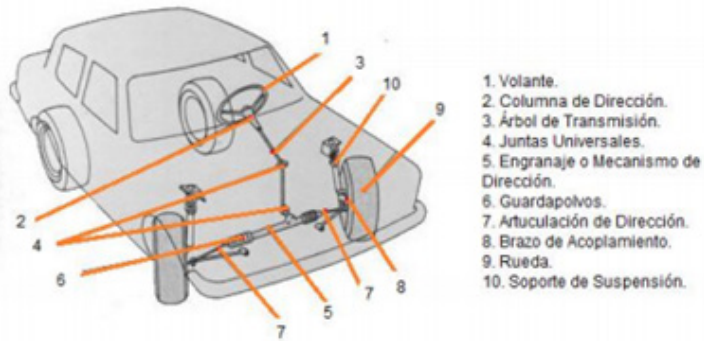
Fuente: (Pérez J. A., 2008).

El sistema de dirección, representado en la figura 12, es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor. Este sistema consiste en el volante de dirección y columna de dirección, que transmite la fuerza del conductor al engranaje de dirección; dicho engranaje lleva a cabo la reducción de



velocidad de giro del volante, transmitiendo una gran fuerza a las articulaciones; y estas transmiten los movimientos del engranaje a las ruedas delanteras.

**Figura 12. Esquema del sistema de dirección**



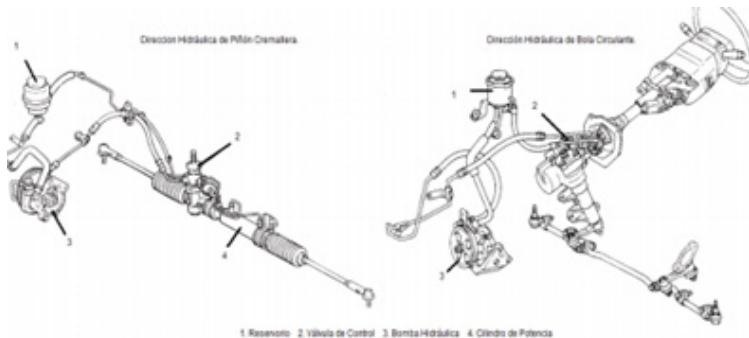
Fuente: (Ford, 2010).

Columna de dirección: Consiste en el eje principal, que transmite la rotación del volante al engranaje de dirección.

Engranaje de dirección: Convierte la rotación del volante a los movimientos que cambian la dirección de rodamiento de los neumáticos.

La dirección hidráulica, es un sistema que usa presión hidráulica para aligerar la fuerza de operación necesaria para girar el volante de dirección y también para absorber las vibraciones e impactos recogidos desde la superficie de la pista tal como se ilustra en la figura 13.

**Figura 13. Esquema de la dirección hidráulica**

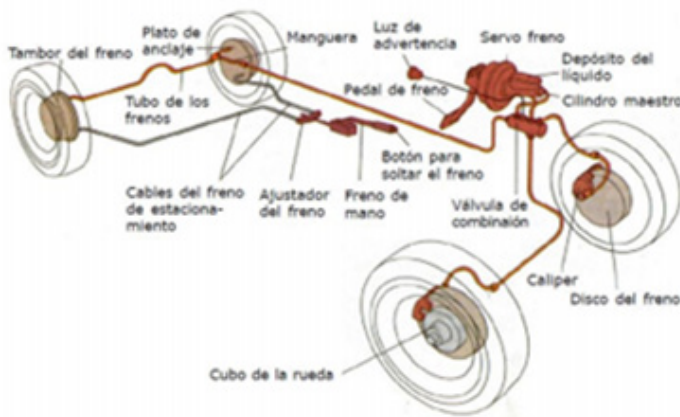


Fuente: (Ford, 2010).

Este sistema consiste en una bomba de paletas y válvula de control de flujo que genera presión hidráulica y envía la cantidad necesaria de aceite hidráulico al sistema y un cilindro de potencia que genera fuerza en auxilio de la dirección.

El sistema de frenos reúne todos aquellos elementos cuya misión es la de disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido, el mismo se esquematiza en la figura 14. Como el movimiento del vehículo se obtiene por medio de las ruedas, para detenerlo basta anular este movimiento, lo que se logra aplicando un esfuerzo a las ruedas que las contenga en su giro. Ello se realiza por frotamiento de unas “zapatas” sobre un tambor, o de unas “plaquetas” o pastillas contra un disco (Pérez J. A., 2008).

**Figura 14. Esquema de frenos típico**



Fuente: (Ford, 2010).

Se clasifica de acuerdo al tipo de accionamiento que se utiliza para el frenado.

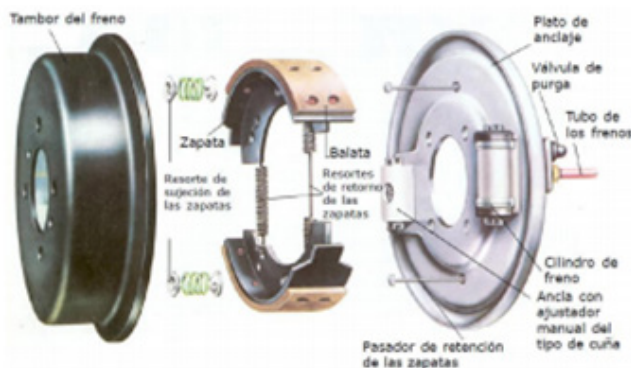
- Frenos mecánicos: Este tipo opera los frenos en cada una de las ruedas usando cables, puesto que es dificultoso para que la fuerza de frenado actuante en cada una de las ruedas sea uniforme, este tipo de freno ya no se utiliza, excepto como un freno de estacionamiento.
- Frenos neumáticos: Sistema de frenos que, para transmitir la fuerza de frenado aplicada al pedal de freno, ocupa aire comprimido a una presión determinada, la que actúa sobre los elementos de frenado.

- Frenos hidráulicos: Este tipo de sistema de frenos usa presión hidráulica para operar los frenos en cada una de las ruedas. Casi todos los vehículos usan este tipo de sistema de frenos, por el freno de pedal.
- Frenos asistidos o servofreno: La servo-asistencia consiste en situar en el sistema de frenos un dispositivo denominado servofreno, cuya finalidad es multiplicar la presión de frenada cuando se actúa sobre el pedal. Puede ser Servofreno por vacío, que es el tipo más usado, o bien del tipo servofreno por presión de aire, para vehículos pesados.
- Sistema antibloqueo de ruedas (ABS): Este dispositivo evita el bloqueo de las ruedas con lo que nos resultara más fácil mantener el control del vehículo durante la frenada. Adapta la fuerza del frenado a la adherencia de la rueda al pavimento, consiguiendo con ello la mejor distancia posible de frenado con esa adherencia. Evita durante la frenada el desgaste irregular de los neumáticos. La finalidad del sistema antibloqueo A.B.S. es evitar el bloqueo de ruedas mientras el vehículo está en la fase de desaceleración; disminuyendo la presión hidráulica en los mecanismos que actúan sobre los frenos.

## TIPOS DE FRENO

Freno de tambor: Es un tipo de freno de fricción, donde las fuerzas de frotamiento son aplicadas a la superficie interna de un tambor unido a la rueda tal como se representa en la figura 15. Contra la superficie interna del tambor son aplicadas las zapatas, estas están recubiertas de forros y sujetas al plato porta zapatas, apoyadas por su extremo superior en el bombín (cilindro de freno) y por el inferior en el soporte.

Figura 15. Frenos de tambor



Fuente: (Ford, 2010).

Freno de disco: Ilustrado en la figura 16, es un sistema que obtiene fuerza de frenado por el uso de almohadillas o pastillas de freno (material de fricción), empujando contra ambos lados del disco rotor cuando esté gira con el neumático. Estos frenos tienen un excelente efecto de radiación de calor y una fuerza estable de frenado que es obtenida uniformemente cuando los frenos son usados frecuentemente.

**Figura 16. Frenos de disco**



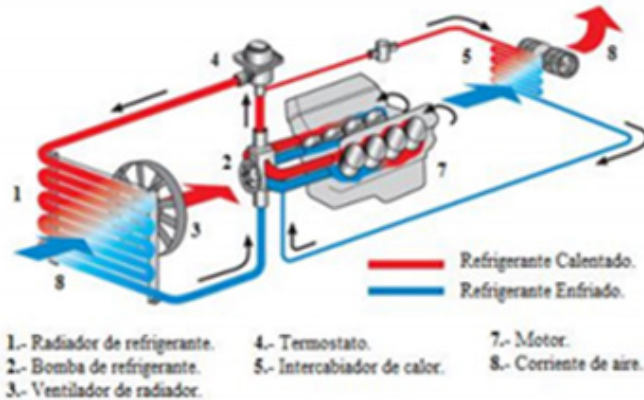
Fuente: (Ford, 2010).

De estacionamiento o de mano: Es un tipo de freno de accionamiento manual y totalmente independiente, actúa generalmente sobre las ruedas traseras del vehículo, por mediación de un sistema de varillas y cables de acero. Se emplean comúnmente para dejar inmobilizado el vehículo cuando se estaciona, y para arrancar en pendientes, donde la maniobra se realiza embragando lentamente al mismo tiempo que se acelera y se suelta poco a poco el freno de mano, por esta razón se llama de estacionamiento, pero también puede usarse en caso de emergencia, cuando falle el sistema normal de frenos.

En el interior del motor se alcanzan temperaturas increíbles de hasta 2000 grados centígrados. El Sistema de Refrigeración representado en la figura 17 está diseñado para disipar parte de la temperatura generada a través del proceso de combustión del motor, por lo que debe:

- Absorber
- Circular
- Controlar
- Disipar la Temperatura

**Figura 17. Sistema de refrigeración del motor**



Fuente: Pérez (2010).

Los sistemas de refrigeración modernos están diseñados para mantener una temperatura homogénea entre 82° y 113°C. Un sistema que no cumpla los requisitos que se exigen puede producir los siguientes efectos:

- a. Desgaste prematuro de partes por sobrecalentamiento, en especial en el pistón con la pared del cilindro.
- b. Pre-ignición y detonación.
- c. Daño a componentes del motor o accesorios (radiador, bomba de agua, cabeza del motor, monoblock, bielas, cilindros, entre otros).
- d. Corrosión de partes internas del motor.
- e. Entrada de refrigerante a las cámaras de combustión.
- f. Fugas de refrigerante contaminando el aceite lubricante.
- g. Evaporación del lubricante.
- h. Formación de películas indeseables sobre elementos que transfieren calor como los ductos del radiador.
- i. Sobre-consumo de combustible.
- j. Formación de lodos por baja o alta temperatura en el aceite lubricante.

Es por todo esto importante conocer cómo trabaja el sistema de enfriamiento, las características que debe tener un buen refrigerante o “anticongelante” y las acciones que pueden afectar de manera negativa al enfriamiento del motor. Partes que forman el sistema de refrigeración

- a. Bomba de Agua.

- b. Radiador.
- c. Termostato.
- d. Indicador de la Temperatura del Agua.
- e. Ventilador.
- f. Enfriadores de aceite.
- g. Refrigerante.

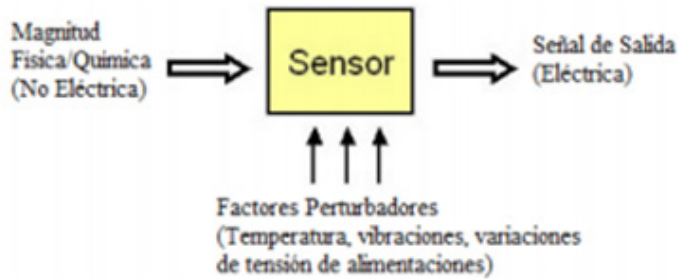
## DISEÑO ELECTRÓNICO

El sistema eléctrico, por medio de sus correspondientes circuitos, tiene como misión disponer de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos que correspondan reglamentariamente de alumbrado y señalización, y de otros que, siendo optativos, colaboran en comodidad y seguridad. El sistema eléctrico lo componen los siguientes circuitos:

- La Batería: Es la que proporciona energía eléctrica al vehículo, partiendo de una energía química producida por la reacción de un electrolito (disolución de agua destilada y ácido sulfúrico), principalmente con el motor parado.
- Circuito de carga: Para reponer la energía de la batería que consume el automóvil, se recurre a un generador de corriente alterna movido por el cigüeñal mediante una correa que a su vez mueve la bomba de agua. El generador de corriente es el denominado alternador.
- Circuito de encendido: Es el encargado de producir la chispa en las bujías para que se inflame la mezcla carburada en los cilindros. La corriente de 12 voltios (baja tensión) de la batería, pasa a la bobina, por medio de los platinos (ruptor) se consigue una corriente (alto voltaje), necesaria para que salte la chispa en las bujías e inflame la mezcla en los cilindros.
- Circuito de arranque: Para arrancar el motor del vehículo es preciso hacerlo girar a unas 50 r.p.m. lo cual se consigue con el motor de arranque al recibir corriente directamente de la batería.
- Circuito de iluminación y otros: Las luces, radio, bocinas, entre otros, toman la corriente de la batería, por lo que no hay que abusar de ellos cuando no funciona el motor para evitar la descarga de la batería.
- Circuito electrónico *para la inyección de gasolina*: Este circuito es predominante para la combustión, aquí interviene la UEC (Unidad Electrónica de Control), que es la que manda la señal para la dosificación del combustible por medio de los inyectores.

Circuito para las bujías de caldeo: Este circuito se presenta solamente en motores diesel, ya que estos motores requieren calentar el aire al entrar en la cámara para lograr la combustión por medio de la alta compresión. En la figura 18, se muestra un sistema eléctrico común de un automóvil.

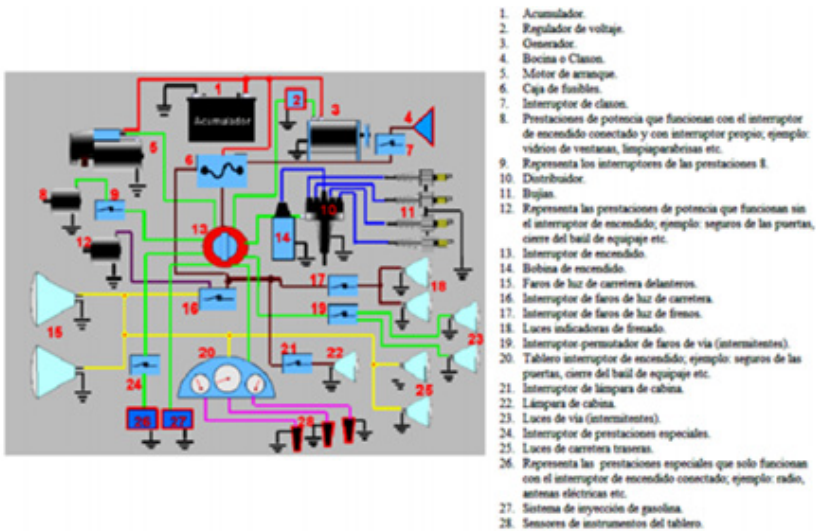
Figura 18. Sistema eléctrico del vehículo



Fuente: (Ford, 2010).

El sensor (también llamado sonda), es el encargado de medir las condiciones de marcha del motor y del vehículo, esos datos llegan a la computadora de inyección (ECU) y son analizados, tal como se ilustra en la figura 19. La ECU elabora en función de esos valores, señales de salida que serán llevadas a cabo por los actuadores.

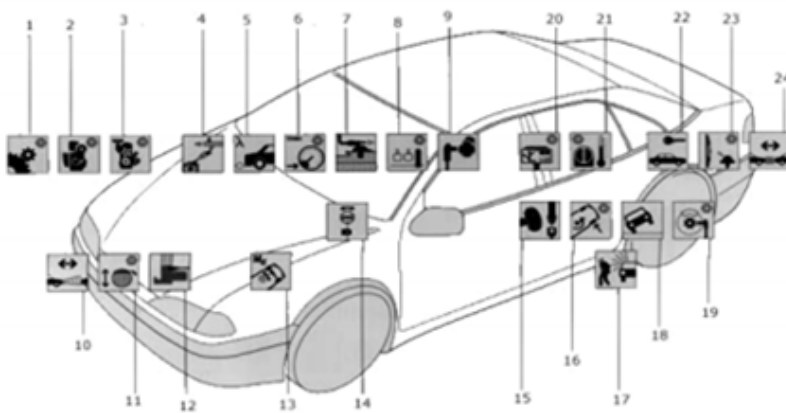
Figura 19. Comportamiento de un sensor



Fuente: (Pérez J. A., 2008).

El sensor convierte una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, entre otras) o química (gases de escape, calidad de aire, entre otros), en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control. Tal como se ilustra en la figura 20, son diversos estos sensores dentro de la arquitectura del vehículo.

**Figura 20. Distintos tipos de sensores del automóvil**



Fuente: (Ford, 2010).

Se denominan actuadores a todos aquellos elementos que acatan la orden de la ECU y efectúan una función o corrección. Estos son alimentados por un relé de contacto con 12 voltios y comandados por la ECU a través de masa o pulsos de masa. Entre lo actuadores están:

- a. Inyector.
- b. Bobina de Encendido.
- c. Motor Paso a Paso.

## REDES DE COMUNICACIÓN

La más simple de las redes conecta dos computadoras, permitiéndoles compartir archivos e impresos. Una red mucho más compleja conecta todas las computadoras de una empresa o compañía en el mundo. Para compartir impresora basta con un conmutador, pero si se desea compartir eficientemente archivos y ejecutar aplicaciones de red, hace falta tarjeta de interfaz de red (NIC NetWare interface Cards) y cables para conectar los sistemas. Aunque se pueden utilizar diversos sistemas de interconexión vía los puertos series



y paralelos, estos sistemas económicos 110 ofrecen la velocidad e integridad que necesita un sistema operativo de red seguro y con altas prestaciones que permita manejar muchos usuarios y recursos (Pérez B. , 2013).

Los ordenadores se pueden conectar entre sí. El objetivo fundamental de conectar ordenadores es el de poder compartir recursos. Así pues, podemos disponer de una red local de varios ordenadores, por ejemplo, tipo de PC, que comparten una única impresora, o que tienen acceso a una misma base de datos de clientes, pacientes, entre otros. Una red es el conjunto de dispositivos físicos, “hardware” y de programas “software” mediante el cual podemos comunicar ordenadores para compartir recursos (discos, impresoras, CD-ROM) así como trabajo (tiempo de cálculo, procesamiento de datos. A cada uno de los ordenadores conectados a la red, se le denomina un nodo. Se considera que una red es local si solo alcanza unos pocos kilómetros (Obil, 2010).

Los dispositivos físicos específicos necesarios para construir una red son la tarjeta de comunicaciones instalada en cada uno de los ordenadores conectados o nodos, y el cableado que los une. Los programas de la red, serán aquellos que gestionan la comunicación entre los nodos y con los periféricos.

## DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo o diagrama de actividades es la representación gráfica del algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva (Gehisy, 2017).

En Lenguaje Unificado de Modelado (UML), un diagrama de actividades representa los flujos de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes en un sistema. Un diagrama de actividades muestra el flujo de control general. En Sys ML, el diagrama ha sido extendido para indicar flujos entre pasos que mueven elementos físicos (por ejemplo, gasolina) o energía (por ejemplo, presión). Los cambios adicionales permiten al diagrama soportar mejor flujo de comportamiento y datos continuos. Estos diagramas utilizan símbolos con significados definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin del proceso.

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso. El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades

implicadas en un proceso, mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones de interdepartamentales, facilita también la selección (León, 2014).

## **DIAGRAMAS DE BLOQUES**

Este diagrama es la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que, además, definen la organización de todo el proceso interno, sus entradas y salidas. Un diagrama de bloques de procesos de producción es utilizado para indicar la manera en la que se elabora cierto producto, especificando la materia prima, la cantidad de procesos y la forma en la que se presenta el producto terminado (Ogata, 2008).

Un diagrama de bloques de modelo matemático es el utilizado para representar el control de sistemas físicos (o reales), mediante un modelo matemático, en el cual, intervienen gran cantidad de variables que se relacionan en todo el proceso de producción. El modelo matemático que representa un sistema físico de alguna complejidad conlleva a la abstracción, entre la relación de cada una de sus partes y que conducen a la pérdida del concepto global. En ingeniería de control, se han desarrollado una representación gráfica de las partes de un sistema y sus interacciones. Luego de la representación gráfica del modelo matemático, se puede encontrar la relación entre la entrada y la salida del proceso del sistema (Ogata, 2008).

### **SELECCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE UN SISTEMA HÍBRIDO PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

La selección de equipos es fundamental para la completación de un diseño a nivel de ingeniería básica, conceptual y de detalle, por lo que es necesario recopilar información sobre fabricantes y seleccionar a partir de características comunes que puedan funcionar en los sistemas diseñados anteriormente. Estos equipos suelen ser los componentes para el armazón de un vehículo híbrido de bajo costo, y accesible al público con mano de obra colombiana (Zambrano, 2009).

## **UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO**

La electrónica en el automóvil se incorporó cuando se instalaron las primeras radios en los vehículos, que tenían entre sus componentes lámparas de

vacío. Con posterioridad se utilizó el primer componente micro electrónico, un transistor de germanio, así mismo utilizado en la radio, después se incorpora el sistema antibloqueo de frenos (ABS) y con la llegada de la electrónica digital los sistemas de alimentación y encendido Motronic. En estos sistemas se incorporaron por primera vez los microprocesadores y el software correspondiente, encontrando los ordenadores un nuevo campo de aplicación en el automóvil (Ford-Company, 2015).

La unidad de control de motor o ECU (sigla en inglés de Engine Control Unit), es una unidad de control electrónico que administra varios aspectos de la operación de combustión interna del motor. Las unidades de control de motor más simples solo controlan la cantidad de combustible que es inyectado en cada cilindro en cada ciclo de motor. Las más avanzadas controlan el punto de ignición, el tiempo de apertura/cierre de las válvulas, el nivel de impulso mantenido por el turbo compresor, y control de otros periféricos.

Las unidades de control de motor determinan la cantidad de combustible, el punto de ignición y otros parámetros monitorizando el motor a través de sensores. Estos incluyen: sensor MAP, sensor de posición del acelerador, sensor de temperatura del aire, sensor de oxígeno y muchos otros. Frecuentemente esto se hace usando un control repetitivo (como un controlador PID). Antes de que las unidades de control de motor fuesen implantadas, la cantidad de combustible por ciclo en un cilindro estaba determinada por un carburador o por una bomba de inyección (Ford-Company, 2015).

## BANCO DE BATERÍAS

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación híbrido es la de acumular la energía que se produce durante las horas de acción mecánica para poder ser utilizada cuando el combustible sea escaso por periodos prolongados de mal tiempo. Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de cuatro a seis veces su corriente nominal durante unos pocos segundos (Harper, 2015).

Las baterías son el elemento fundamental de híbridos y eléctricos. En ellas está la clave de su viabilidad técnica y económica, el principal problema y, por tanto, también el mayor desafío tecnológico dentro de este tipo de planta motriz que parece condenada a conquistar el mundo a cámara lenta. Las baterías constituyen ya el presente y tal vez el futuro del coche eléctrico, por lo que es fundamental empezar a conocerlas con detalle.

Para impulsar un vehículo mediante electricidad es necesario poder generar o transportar enormes cantidades de energía eléctrica dentro del propio vehículo. La generación de energía eléctrica a través de una pila de combustible de hidrógeno, ya tratada en esta misma serie de artículos, se presenta como una posible solución a bastante largo plazo. Mientras tanto, las baterías constituyen ya el presente, y tal vez el futuro del coche eléctrico por lo que es fundamental comprender su funcionamiento, sus limitaciones, su situación tecnológica actual y sus perspectivas de futuro.

Una batería es un conjunto de células, en cada una de las cuales tiene lugar una reacción química reversible, en la que se produce un intercambio de iones y electrones entre sus dos polos. En la “dirección de descarga”, se produce una corriente eléctrica que es capaz de mover el motor eléctrico que impulsa el coche, mientras que en la “dirección de recarga” iones y electrones vuelven a su situación original a partir de un aporte de energía externo (Chang, 2010).

Las dos características fundamentales, que determinan el comportamiento, rendimiento y duración de una batería son, por un lado, los elementos químicos escogidos para dar lugar a la reacción dentro de cada célula y, por otro, la electrónica que controla todo el proceso de descarga y recarga. Este artículo se centra exclusivamente en la parte química. Las células de la batería son su parte esencial, determinando su coste y rendimiento, de forma que la mayoría de los esfuerzos investigadores se encuentran actualmente dirigidos a mejorar este elemento clave.

Cada célula consta de un cátodo (electrodo positivo), un **ánodo** (electrodo negativo), y un electrolito, que separa ambos electrodos y constituye el medio neutral para la transferencia de carga dentro de la célula. Antes de entrar en las diferentes químicas posibles, cabe decir que las células pueden adoptar forma prismática, cilíndrica o de plancha, aportando diferentes ventajas e inconvenientes en cuanto a densidad energética, disipación del calor y aprovechamiento del espacio, que las convierten en más o menos adecuadas para los diferentes usos.

Las baterías necesarias para mover un coche están sometidas a un nivel de exigencia brutal. Por un lado, deben ser capaces de contener una elevada carga con la menor masa posible (densidad energética), para poder competir con la gasolina en la medida de lo posible y salvando las enormes distancias que existen entre ambas formas de almacenamiento energético. Por otro lado, deben soportar rangos de temperatura muy amplios, posibles accidentes y miles de ciclos de recarga (Research & Ricardo, 2016).

Existen en el mercado numerosas variantes químicas de las que aquí solo hemos recogido las más utilizadas. La lista está abierta a nuevas incorporaciones, fruto de la investigación, pero parece claro que cada una de las opciones representa siempre una relación de compromiso entre sus diferentes prestaciones, sin existir una opción claramente vencedora en todos los aspectos. El camino que han de recorrer estos depósitos de energía química es aún muy largo y tortuoso, pero conviene ir conociendo las diferentes variantes que existen, a las que se irán sumando otras combinaciones, para poder seguir la evolución en este importante terreno de innovación tecnológica (Research & Ricardo, 2016).

## MOTORES

Este tipo de vehículos tiene varios componentes comunes independientemente de la arquitectura (híbrido en serie, paralelo o combinado). Si fuese un vehículo 100% eléctrico no tendría motor térmico, y el resto es igual (Toyota, 2016).

- **Motor térmico:** Suele ser gasolina (ciclo Otto, Atkinson o Miller) o diésel, también podría funcionar con gas o biocombustibles. Tienen poca cilindrada respecto a un modelo equivalente de motor convencional y prima el par máximo sobre la potencia.
- **Motor eléctrico:** Puede haber más de uno y siempre va conectado a la transmisión o empuja directamente a las ruedas, como es el caso de los motores *in-wheel* o dentro de la rueda. Su sonoridad es prácticamente nula y dan casi todo el par en un régimen muy bajo de revoluciones.

La invención de motores híbridos fue un gran desafío para los ingenieros, puesto que debieron producir un auto que ahorre gasolina y mantenga la alta velocidad. Esto debía ser posible tan solo con un motor eléctrico, un motor pequeño, y un gran par de baterías para girar las ruedas. La clave para los ingenieros fue maximizar el rendimiento de la gasolina, y mantener las baterías cargadas para que nunca necesiten recargarse. La energía proporcionada por unos 2 litros de gasolina requiere de unos 205 kg de batería. En un motor híbrido, una serie de engranajes conducen a una cadena que conecta a las ruedas del auto. En concreto, se produce una interacción delicada entre los engranajes que determina cuánto combustible quema el coche. Cuando comienza el movimiento, el motor eléctrico gira el engranaje exterior, y esto le da velocidad sin derrochar una gota de gasolina. Cuando se gana velocidad, el motor a gasolina comienza a participar. Los cuatro engranajes del divisor de potencia comienzan a girar y aumentan la potencia del auto (Toyota, 2016).

Hay un engranaje central que también entra en acción; está conectado a un generador que carga las baterías, y envía potencia extra al motor eléctrico. La tecnología de los coches híbridos incluye un monitor interno que indica cuál es el tipo de potencia que está trabajando. El funcionamiento de los autos eléctricos es ideal para el ámbito urbano, pero en carretera, el coche eléctrico necesitará, como mucho, un par de miles de kilómetros para lograr una recarga completa. Los coches híbridos presentan la ventaja de quemar gasolina con la máxima eficacia, y recargar la batería sin comprometer la potencia (Toyota, 2016).

## INVERSORES

El inversor transfiere la energía que proporcionan las baterías en corriente continua al motor, modificando el voltaje y la señal según las necesidades de este, que generalmente requiere de corriente alterna. El inversor se encarga también de transformar la energía obtenida por el freno regenerativo para alimentar las baterías. Los inversores actuales están formados por numerosos transistores que generan un número limitado de voltajes. Son pesados, caros y dan lugar a distorsiones armónicas, que producen el calentamiento de los demás componentes eléctricos y hacen necesario el uso de filtros para reducir sus efectos negativos. El inversor es el componente que se encarga de extraer energía de las baterías y proporcionársela al motor, de acuerdo con las instrucciones indicadas por el conductor (según la presión en el pedal del acelerador). Las baterías entregan una determinada tensión, constante, pero para conseguir que el motor funcione al régimen de revoluciones deseado, tendremos que alimentarlo con los niveles de tensión adecuados a la demanda mecánica exigida (Toyota, 2016).

En muchos casos, el motor funciona con corriente alterna, monofásica o trifásica, algo que no puede ser proporcionado directamente por las baterías. El inversor es el componente encargado de realizar las conversiones necesarias, adaptando voltajes y formas de onda para alimentar al motor convenientemente a partir de la energía almacenada en las baterías, disponible como una fuente de corriente continua con un voltaje determinado. También es el encargado de recuperar energía del motor, en el caso de que esté actuando como mecanismo de frenado y almacenar dicha energía recuperada de nuevo en las baterías.

El inversor es un complejo elemento, y al igual que sucede con las baterías y los motores, los ingenieros de las empresas automovilísticas se afanan por conseguir las máximas prestaciones y rendimientos de estos componentes, fundamentales en la realización de vehículos eléctricos. Con respecto al rendimiento de estos componentes, los fabricantes no suelen indicar estas cifras. Inversores de potencia similar utilizados en el ámbito de la energía solar, pre-

sentan cifras de rendimiento del orden de un 95%, así que mientras no dispongamos de datos más precisos, podemos asumir que los inversores utilizados en los vehículos eléctricos presentan cifras de ese mismo orden (Toyota, 2016).

## **SISTEMA DE VARIABLES**

Una variable es una cualidad susceptible de sufrir cambios. Un sistema de variables consiste, por lo tanto, en una serie de características por estudiar, definidas de manera operacional, es decir, en función de sus indicadores o unidades de medida. Es por ello que, basados en la concepción de este autor, la variable de estudio será la hibridación en un vehículo automotor por la cual esta se determinará, partiendo de las definiciones conceptual y operacional respectivamente (Arias, El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica 6ta Edición, 2012).

### **DEFINICIÓN NOMINAL**

Sistema híbrido para el suministro energético en un vehículo automotor.

### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

Se denomina vehículo o automóvil eléctrico híbrido, a un vehículo en el cual la energía eléctrica que lo impulsa proviene de baterías y, alternativamente, de un motor de combustión interna que mueve un generador. Normalmente, el motor también puede impulsar las ruedas en forma directa. En el diseño de un automóvil híbrido, el motor térmico es la fuente de energía que se utiliza como última opción, y se dispone un sistema electrónico para determinar qué motor usar y cuándo hacerlo. En el caso de híbridos gasolina-eléctricos, cuando el motor de combustión interna funciona, lo hace con su máxima eficiencia. Si se genera más energía de la necesaria, el motor eléctrico se usa como generador y carga las baterías del sistema. En otras situaciones, funciona solo el motor eléctrico, alimentándose de la energía guardada en la batería (Toyota, 2016).

### **DEFINICIÓN OPERACIONAL**

La definición operacional está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente. En la definición operacional se debe tener en cuenta que lo que se intenta es obtener la mayor información posible de la variable seleccionada, de modo que se capte su sentido y se adecue al contexto, y para ello se deberá

hacer una cuidadosa revisión de la literatura disponible sobre el tema de investigación. Para este caso particular la definición operacional se da a través de una variable conocida, unas áreas, sub áreas y elementos que nacen de los objetivos específicos (Sampieri, 2012).

Tabla 1. Operacionalización de la variable

OBJETIVO GENERAL	PROPONER UN SISTEMA HÍBRIDO PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE	ÁREA	SUB ÁREA	ELEMENTOS
Evaluar los tipos de energías renovables para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	Sistemahíbrido para el suministroenergético en unvehículo automotor	Tipos de energías renovables para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	Energías Alternativas convencionales	Energía Eólica Energía Biomásica Energía Solar
Energías Alternativas No convencionales			Energías Híbridas Energía vibroeólica	
Determinar los parámetros y requerimientos para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor		Parámetros y requerimientos para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	Requerimientos Funcionales	Voltaje (V) Corriente (A) Potencia Eléctrica (W)
			Parámetros de Diseño	Velocidad Lineal (Km/h) Aceleración Lineal (Km/h <sup>2</sup> ) Velocidad Angular (RPM) Torque (N.m) Potencia (HP)
Diseñar un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	Diseño de un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	Arquitectura Híbrida	Serie Paralelo	
		Diseño Mecánico	Sistema Motor Sistema de Transmisión	
		Diseño Electrónico	Protocolo de comunicación Diagrama de Flujo Diagrama de bloques	
Seleccionar los equipos e instrumentos de un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor	Selección de equipos e instrumentos de un sistema híbrido para proveer el suministro eléctrico en un vehículo automotor			Unidad de control electrónica Banco de baterías Motor eléctrico Inversor
Validar el sistema propuesto	No operacional			

Fuente: (Pimienta R. , 2017).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

**E**ste segmento detalla el proceso en la implementación y métodos aplicados en la investigación, con el fin de dar respuesta al problema planteado, permitiendo así el desarrollo del proyecto. Alcanzar los objetivos con un margen alto de confiabilidad, precisión y exactitud es la finalidad de todo proceso investigativo; para lograr lo anteriormente planteado se recurre a una serie de herramientas que consisten en una metodología, instrumentos para la recopilación de información aplicado en el estudio y ejecución de las actividades; se realiza un resumen del procedimiento, seguido en el cumplimiento de las fases del sistema a implementar; además se describen las técnicas para el análisis de datos obtenidos durante las pruebas del diseño.

#### TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando la naturaleza del tema a tocar en la presente investigación, además de los objetivos y áreas del saber que permiten detallar las características y comportamientos propios del suministro energético de un automóvil con tecnología híbrida. El grado de profundidad con el que se aborda el tema, objeto o fenómeno, permite establecer el tipo de investigación, empleando para ello el criterio de nivel de investigación para tal fin (Canales, 1996).

Los propósitos del autor y la forma en la que se investigan son factores que pueden diferenciar la investigación. Se debe hacer especial énfasis en el propósito del autor, teniendo presente que la investigación aplicada es el estudio y aplicación de la indagación de problemas concretos, en circunstancias o características definidas, de igual manera, confrontando así la teoría con la realidad. Con el ánimo de alcanzar los objetivos principales de la investigación, se requiere de la recopilación de información, por lo cual se convierte en aspecto de suma importancia para la misma, partiendo de esto, guarda semejanza a los trabajos de campo en los cuales se recopila evidencia (Tamayo M. , El proceso de la Investigación Científica. 4ª, 2003).

Méndez (2008). La investigación de tipo descriptivo recurre a criterios sistémicos que permite poner en evidencia la estructura de los fenómenos en estudio, además acude al manejo de técnicas específicas de recolección de información con el fin de establecer comportamientos concretos. Lo que deja claro este tipo de investigación abarca la descripción, registro, análisis e interpretación de los datos resultantes afines con la naturaleza del proceso. El enfoque se hace sobre las conclusiones emergentes del anterior proceso o sobre como una persona, grupo, institución o cosa funciona en el presente (Tamayo M. T., 2008) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

La aplicabilidad y la posibilidad de recopilar información y analizarlas son características de esta investigación que saltan a la vista, lo cual posibilita el desarrollo y sustentación de la investigación, para este caso la automatización del suministro energético de un vehículo con tecnología híbrida. Delimitar el tema y asegurar la factibilidad del proyecto, para luego presentar una propuesta viable destinada a atender necesidades fijas a partir de un análisis, es propio del tipo de investigación descrito por los autores antes mencionados (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El logro y consecución de los objetivos es la finalidad del diseño de la investigación, para lo cual se siguen pasos, etapas y tácticas que permitan dar un total cumplimiento de estos. Es considerado como el planteamiento de una serie de actividades sucesivas y al mismo tiempo organizadas, adecuadas a las características y particularidades de la investigación, indicando el paso a paso y las pruebas a efectuar, teniendo en cuenta la recolección y análisis de los datos (Tamayo M. , El proceso de la Investigación científica.(5ta. Edic), 2012).

La factibilidad en todo proyecto es un factor que permite determinar con objetividad si debe realizarse o por el contrario requiere de ajustes o un replanteamiento del mismo. Para la ejecución de un proyecto factible, se debe elaborar una propuesta viable destinada a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica. Lo anterior, busca como fin la solución de problemas, requerimientos de organizaciones o grupos sociales, cuya temática a formular pueda ser de ámbito político, tecnológico, procesos, métodos o programas (Parella & Martin, 2006).

En resumen, se puede resaltar que la actual investigación está basada en un diseño no experimental, para la cual se ha delimitado el proyecto asegurando su factibilidad. El diseño planteado contiene el estudio y análisis de va-

riables que intervienen en el proceso de suministro energético de un vehículo híbrido, lo cual no altera las condiciones naturales del fenómeno de estudio, por lo cual se puede afirmar que se busca observar el fenómeno tal y como es (Parella & Martin, 2006) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

## UNIDAD DE ANÁLISIS

Puede considerarse la muestra como una unidad de análisis o un grupo de personas, contextos, eventos, sucesos, comunidades, sobre la cual se habrá de recolectar datos (Hernández, Fernández, & otros, 2003).

*La población o universo como al conjunto para el cual serán validadas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas), involucradas en la investigación. Así mismo se refiere a la muestra como “un subconjunto representativo de un universo o población” (Arias, El proyecto de investigación, 1999).*

Hernández, Fernández, & otros (2003, expresan que el primer paso para seleccionar una muestra es definir la unidad de análisis, es decir, sobre “qué o quiénes” se recolectaran los datos, algo que depende del planteamiento de la investigación. Basado en la anterior consideración, la unidad de análisis en esta investigación es el vehículo como tal que funcione bajo el principio de combustión interna, base para la implementación del diseño y propuesta bajo el concepto de tecnología híbrida automatizando el suministro energético. Al ser el parque automotor una población tan numerosa, es necesario de una muestra que simplifique el proceso investigativo; dada la naturaleza de la investigación y de los datos que se obtienen de la misma, se realiza la automatización del suministro energético para un vehículo de combustión interna, proceso del cual se espera recopilar todos los datos y variables necesarios para dar cumplimiento a los objetivos planteados (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

## TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR DATOS

La recolección de datos es una etapa crucial en el proceso investigativo, ya que permite una posterior interpretación y análisis de los mismos, dando así cumplimiento a los objetivos planteados. La recolección de datos se debe realizar de manera eficaz, eficiente y precisa, minimizando el margen de error, el cual es inevitable en todo proceso. Las técnicas de recolección de datos conducen a la verificación del problema planteado (Bavaresco, 2006). La observación es fundamental en todos los campos de la ciencia, y consiste en estar a la

expectativa frente al fenómeno, del cual se toma y se registra información para su posterior análisis (Parella & Martin, 2006).

(Hernández, Fernández, & otros, 2003), afirman que las herramientas de medición adecuadas son aquellas orientadas a registrar datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador necesita. Para recolectar adecuadamente los datos requeridos para esta investigación se requiere de la observación directa, pues el investigador se pone en contacto personalmente con el fenómeno que trata de investigar.

Teniendo en cuenta lo anterior, en esta investigación se utilizó la observación directa como técnica de recolección de datos, dado que todo el sistema a implementar estará al alcance del investigador, y sensores que harán parte del sistema podrán suministrar dicha información. Los datos tomados fueron procesados y analizados mediante herramientas informáticas operadas por el autor.

Para lograr un análisis profundo se utilizó la técnica observación documental-bibliográfica, la cual es el punto de inicio pues permite profundizar el conocimiento sobre la situación a investigar. La revisión documental consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación (Arias, El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica, 2006). Se define como “la técnica que tiene su apoyo en todo tipo de notas de contenido”, en particular la investigación se apoyó en libros, revistas, entrevistas personales, foros, seminarios, relacionados con las áreas pertinentes de la investigación (Bavaresco, 2006).

Por otra parte, un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico, al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados (Sabino, 1992). Por otro lado, Se definen los instrumentos como, “*cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información*” (Arias, El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica, 2006). El cuaderno de notas representa un instrumento en esta investigación la cual es definida como una libreta que el observador lleva consigo donde anota todo, en lo que se incluye el conjunto de informaciones, datos, expresiones, opiniones, hechos, croquis, que pueden constituir una valiosa información para la investigación (Cerdas, 1993).

## PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En los siguientes ítems se ilustra el procedimiento dispuesto para el desarrollo de esta investigación, desglosando los objetivos en fases de trabajo. Se tiene como objetivo general del proyecto automatizar el suministro energético de un automóvil adaptado a tecnología híbrida, mediante un control de velocidad, para lo cual se realizaron los procedimientos de la siguiente manera:

### **FASE I: EVALUAR LOS TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

En esta fase primeramente se evaluaron a través de matrices de comparación y de manera cuantitativa por pesos los tipos de energías renovables e híbridas que pueden ser adaptables a un vehículo común a fin de convertirlo en un automóvil híbrido sostenible. Para esto se recurrió a la técnica de observación documental para estudiar los sistemas actuales instalados por otras casas fabricantes, y se evaluaron las energías más económicas y versátiles del mercado a fin de diseñar un sistema híbrido de bajo costo y accesible a la población colombiana.

### **FASE II DETERMINAR LOS PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

En esta fase intermedia de la investigación se tienen la determinación de los parámetros y requerimientos mínimos necesarios para poder diseñar un sistema híbrido para el vehículo, por lo que fue necesario tomar la observación documental para estimar los parámetros necesarios a través de cálculos y estimaciones numéricas que determinaron el voltaje, la potencia, entre otros, que resultaron fundamentales para el diseño del mismo.

### **FASE III. DISEÑAR UN SISTEMA HÍBRIDO PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

En esta fase se llevó a cabo el diseño del sistema híbrido primeramente ubicando las arquitecturas físicas y de localización de los componentes en vehículos convencionales. Seguidamente se establecieron los componentes mecánicos necesarios y de comunicaciones/control, para precisar las conexiones con el usuario y que el mismo pueda apreciar lo que se está llevando a cabo en el vehículo híbrido y qué tecnología (eléctrica/combustible), está usando en el momento.

#### **FASE IV. SELECCIONAR LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE UN SISTEMA HÍBRIDO PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

En esta fase de selección de equipos se realizaron matrices de selección de los componentes tomando en cuenta su disponibilidad en el mercado colombiano e internacional, los costos, los parámetros técnicos, entre otros ítems, con la finalidad de garantizar un vehículo híbrido adaptado que sea seguro para el conductor, de bajo costos y versátil a la hora de interpretar los datos arrojados por el sistema de monitoreo hacia el conductor.

#### **FASE V. VALIDAR EL SISTEMA PROPUESTO**

Finalmente, se validó el sistema propuesto a través de la modelación en tiempo real con diversas herramientas que garantizaran el funcionamiento mecánico, eléctrico y electrónico de control de la adaptación híbrida propuesta para el vehículo. Estas simulaciones se llevaron cabo en programas como Labview y Proteus, los cuales fueron de utilidad para simular los posibles entornos positivos y alarmas del sistema previendo cualquier falla o nodo de intercomunicación errado, manteniendo así al conductor en alerta.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

**E**n esta sección se presentan los resultados de la investigación obtenidos mediante el procesamiento, análisis, interpretación y discusión de los datos adquiridos durante el curso de la investigación, a través de las diferentes técnicas e instrumentos de recolección de datos de acuerdo a los objetivos específicos propuestos y a la teoría utilizada. A continuación, se presenta el desarrollo de los resultados de cada una de las fases descritas en el capítulo anterior.

#### **FASE I: EVALUAR LOS TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

En esta fase de la investigación se realizó una evaluación cuantitativa de las alternativas disponibles en el mercado para poder proponer un vehículo híbrido con la finalidad de disminuir las emisiones de dióxido y monóxido de carbono u otros gases expelidos a la atmósfera por estos vehículos automotores. Es por ello, que esta evaluación se efectuó a través de matrices de selección de tecnología mostrada en la tabla 2, acorde a las tendencias del mercado nacional colombiano, así como de un panorama mundial al momento de la selección tecnología (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

**Tabla 2. Matriz de evaluación para el sistema híbrido mediante energías alternativas de un vehículo automotor**

	MINI TURBINAS EÓLICA		PUNTAJE	SISTEMA FOTOVOLTAICO		PUNTAJE
	HORIZONTALES	VERTICALES		PANEL SOLAR	ESPEJO SOLAR	
FUENTE DE ENERGÍA EN %	30	10	8/10	50	50	7/10
POTENCIA	100w	50W	9/10	10 W	10 W	10/10
VELOCIDADES	1-10 m/s	2-5m/s	4/10			
GENERADOR	Imanes permanentes	Imanes permanentes	10/10	Estos parámetros no aplican para esta tecnología		
CONFIABILIDAD	90%	91%	9/10			
COSTO	Moderado	Económico	6/10	Bajo	Moderado	7.5/10
MANTENIBILIDAD	SI	SI	10/10	SI	SI	10/10
DISPONIBILIDAD	SI	SI	10/10	SI	SI	10/10
VELOCIDAD ANGULAR	200RPM	80RPM		Este parámetro no aplica para esta tecnología		
VOLTAJE DEL SISTEMA	14/24/48V	14/24/48V	10/10	14/24/48V	14/24/48V	10/10
PESO			N/A	0,5 Kg	0,1 Kg	10/10
VOLTAJE MÁXIMO A LA POTENCIA NOMINAL	Estos parámetros no aplican para esta tecnología		2,13 V-4V	8/10		
CORRIENTE MÁXIMA A LA POTENCIA NOMINAL	5 V-12V		2,15A – 4A	8/10		
VOLTAJE A CIRCUITO ABIERTO	0,67 A-1.56 A		6,56 V-8V	8/10		
CORRIENTE A CIRCUITO ABIERTO	12,5 V-20.2V		2,21 A-4.45A	8/100		
EFICIENCIA	80%	70%	7/10	70%	50%	6/10
ERGONOMÍA	NO	SI	5/10	SI	SI	10/10

Fuente: (Pimienta R. , 2017) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Debido al análisis en la matriz presentada, se obtuvo como resultado que la tecnología con paneles solares policristalinos es la más acertada y utilizada en el mercado mundial, aprobada y certificada por la comunidad solar colombiana y los ministerios de transporte, para un vehículo automotor híbrido. Este puede conseguir autonomía de hasta siete u ocho días aproximadamente con un promedio de cinco horas diarias efectivas de sol aproximadamente, por otro lado, los costos de implementación son más bajos, la tecnología es comercial, robusta y de fácil adaptabilidad al vehículo por lo que en este caso los mismos serán empleados para la alimentación primaria “Motor(es)” del vehículo (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Partiendo del anterior basamento teórico-técnico sobre las cargas primarias, es necesaria la hibridación y la energía vibroeólica-biomasa para realizar



la selección del tipo de tecnología más adecuado a las condiciones del sitio objeto de las condiciones en función a la cantidad de basura o desechos promedio en los actuales parques que se vierten, así como la mínima cantidad de movimiento inercial registrado puede ser objeto para la adecuación de volantes de inercia productores y almacenadores de energía emergente para los sistemas de sensores u otros complementos del automóvil. A continuación, se presenta la matriz generada a partir de la Tabla 3 de la investigación con el estudio correspondiente a las energías no convencionales (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

**Tabla 3. Matriz de evaluación para el sistema híbrido mediante energías alternativas no convencionales para un vehículo automotor**

	BIOMASA		PUNTAJE	SISTEMA VIBROEÓLICO		PUNTAJE
	BIODIGESTORES CHINOS	BIODIGESTORES BATCH		TURBINAS VIBROEÓLICAS DE BAJA POTENCIA	VOLANTES DE INERCIA	
Fuente de energía en %	40	50	7/10	55	70	7/10
Potencia	1L—2.2kw/h	1L-2kw/h	7/10	20w	60w	5/10
Vida Útil	>20 años	>15 años	10/10	>2 años	>7 años	10/10
Fugas	Moderada	Nula	9/10	Estos parámetros no aplican para esta tecnología		
Capacidad de producción	Desechos	Desechos	10/10	Estos parámetros no aplican para esta tecnología		
Tiempo de Retención	15d	20d	6/10			
Confiabilidad	70%	80%	8.5/10	95%		10/10
Costo	Moderado	Moderado	6/10	Moderado	Bajo	8.5/10
Mantenibilidad	SI	SI	10/10	SI	SI	9/10
Disponibilidad	SI	SI	10/10	SI	SI	10/10
Peso	Estos parámetros no aplican para esta tecnología 0-400mV		N/A 0-1500mV	10-12kg	2-5kg	8/10
Voltaje Máximo a la potencia nominal				8/10		
Eficiencia	70%	72%	7/10	70%	90%	8/10

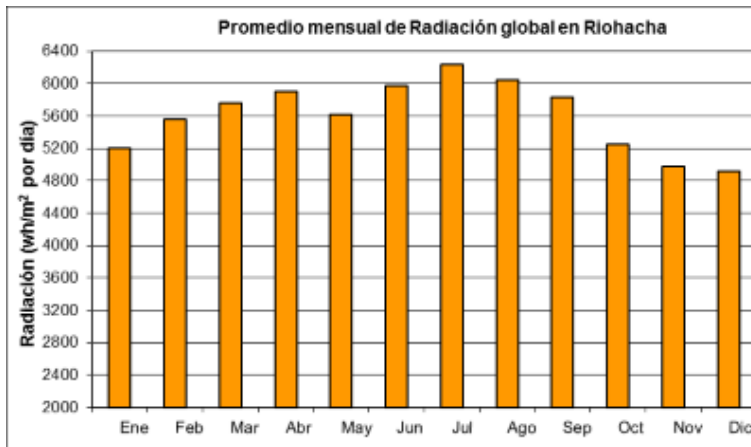
Fuente: (Pimienta R. , 2017) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Debido al análisis en la matriz presentada, se obtuvo como resultado que ambas energías contienen múltiples ventajas para ser acopladas en un vehículo automotor. Existen precedentes sobre la energía de la biomasa, la cual es una energía que requiere un tiempo de procesamiento entre 15 y 20 días acorde al reactor utilizado, para ello se emplean biodigestores tipo reactores (Batch), los cuales estarán bajo superficie interconectados a un sistema de recolección

de los desechos en dichas cavidades y brindar compartimientos de producción de biogás para mover el motor de manera híbrida. Por otra parte, en cuanto al volante de inercia, el cual es una tecnología que en años anteriores poco se exploró, pero con este dispositivo se aprovecha la energía cinética del movimiento del motor para el almacenamiento energético, para ello se elige esta alternativa ya que puede ser acoplada de manera directa sin alterar el centro de gravedad o peso del vehículo.

En función de las alternativas seleccionadas, es necesario realizar los cálculos necesarios establecidos en la caracterización estática y dinámica de un vehículo automotor, por lo que se tienen parámetros para el sistema solar del vehículo, así como también para el cinético a través del diseño de un volante de inercia el cual servirá de respaldo en la carga del banco de baterías del automóvil, y así poder darle una autonomía mayor a ocho horas de trabajo sin algún mecanismo de carga directa u hibridación a modelos de gasolina respectivamente. Primeramente, se estudian los factores climatológicos de la zona colombiana para establecer un sistema de paneles solares para el vehículo. En la figura 21 se presentan los niveles de radiación solar en el Municipio de Riohacha, información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, presentados en promedios mensuales para el año 2015 (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

**Figura 21. Promedio mensual de radiación global en Riohacha**



Fuente: (IDEAM, 2015).

Del resumen climatológico, se muestra que la irradiación promedio máxima en el mes de julio con 6,30 kW/m<sup>2</sup>día aproximadamente, mientras que el

peor mes, o irradiación mínima corresponde al mes de diciembre con 5,00 kW/m<sup>2</sup>día, siendo este categorizado como el mes más desfavorable. De forma que se dimensionará la instalación para esta última condición, con el fin de asegurar cubrir la demanda durante todo el año. De acuerdo a estas estimaciones, se pueden determinar las horas solares pico o efectivas de Sol (HES) por el método del peor mes, mediante la ecuación 1 (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018). Sustituyendo se tiene lo siguiente:

$$HES = \frac{5000 \frac{W}{m^2 \text{ día}}}{1000 W/m^2} = 5 \text{ Horas al día} \quad (1)$$

Para el diseño del sistema de sustentación se debe considerar la estimación del consumo de los equipos necesarios utilizando la ecuación, sumando los diferentes consumos parciales, para obtener el consumo total estimado, con el fin de cubrir las necesidades energéticas de la instalación de manera autosustentable. Se muestra el estudio de carga de los equipos considerando el número de los mismos, la potencia eléctrica, el consumo diario y total respectivamente.

Una vez identificadas las características técnicas de los equipos que consumen electricidad específicamente la energía que consume cada unidad. Se muestra en la tabla 4 el cálculo de la energía diaria teórica a abastecer por el sistema de sustentación, mediante la suma del producto de la potencia por hora y cada elemento de carga en el sistema por el tiempo promedio de funcionamiento de cada uno, el cual equivale a suponer el valor de la carga diaria en kWh o Wh.

**Tabla 4. Consumo de carga de un vehículo híbrido**

DESCRIPCIÓN DE CARGA	NO. DE CARGAS	POTENCI ELÉCTRICA (W)	CONSUMO DIARIO (HORAS)	CONSUMO (kWh)
Accesorios	1	50	5	250
Carga eléctrica	1	350	5	1750
Carga electrónica	1	100	5	500
		500		2.5 kWh

Fuente:(Pimienta R. , 2017)

Una vez determinado este consumo de los equipos a suplir con el sistema de generación fotovoltaico, fue necesario determinar la carga real, ya que existen factores que ocasionan en el sistema eléctrico, ciertas pérdidas en el sistema eléctrico fotovoltaico, es por eso que en el diseño se debe tener en consideración las diferentes pérdidas por los subsistemas de inversión, acumulación y regulación (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

## SISTEMA DE GENERACIÓN

En el cálculo del sistema de generación eléctrico se deben considerar las pérdidas de energía de manera anticipada en el sistema, las cuales ocurren en el cableado, en el regulador de carga y acumuladores o baterías, asumidas y mostradas en la Tabla 5, de manera tal que se compensen manteniendo un suministro óptimo hacia los equipos de la estación de servicio, garantizando el buen funcionamiento de los mismos (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

**Tabla 5. Parámetros de pérdidas**

$K_b$	$K_c$	$K_v$	$K_a$	$N$	$P_d$
0,1	0,05	0,05	0,012	3 Días	0,5

Fuente: (Pimienta R. , 2017)(Pimienta, Botello, & Cordero, 2018)

Para las pérdidas por reacciones químicas en la batería ( $K_b$ ) se selecciona 0,05, porque es una instalación que no demanda cargas intensas. Adicionalmente, en acumuladores de alta descarga la pérdida por ( $K_a$ ) se asume 0.012 ya que es el índice para baterías de este tipo. Y por último el coeficiente de pérdidas misceláneas ( $K_v$ ), valor sujeto en el orden de 0,05 y 0,15 se asume 0,05 asumiendo un bajo índice en esta categoría (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Por otro lado, se tiene N, el cual se asume tres días de autonomía sustentada por el sistema. Finalmente, ya teniendo los parámetros de pérdida, se muestra la eficiencia del sistema (R) la cual se obtiene a partir de la ecuación 4, sustituyendo en ella los parámetros asumidos en la Tabla 4, se visualiza de la siguiente manera:

$$R = (1 - 0,05 - 0,05 - 0,05) \left( 1 - \frac{0,012 \times 3}{0,8} \right) \quad (4)$$

$$R = 0,8118$$

Una vez obtenida la eficiencia del sistema fotovoltaico, y teniendo en cuenta la eficiencia de la misma, se sustituye el valor de R (la eficiencia), donde indirectamente representa las diferentes categorías de pérdidas antes mencionadas de los subsistemas de inversión, acumulación y regulación, en la ecuación, para obtener la carga real mediante como se muestra:

$$E_{CargaReal} = \frac{2500 Wh}{0,8118} = 3100 Wh \quad (5)$$

Teniendo en cuenta las características técnicas de paneles solares comerciales, para la instalación, se procede a calcular las relaciones en serie-paralelo de aplicar para dicho sistema, por lo que se determina primeramente mediante la ecuación 6, los paneles totales necesarios para suplir la carga real de los equipos antes mencionados en el vehículo (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

$$Paneles\ totales = \frac{3100\ W}{0,9(200W \times 5.22H)} = 3.2\ paneles \rightarrow 3\ Paneles \quad (6)$$

Teniendo la cantidad de paneles fotovoltaicos totales, se busca definir mediante el cálculo el sistema de acumulación de energía a través de una batería necesaria, para poder suministrar al menos por cinco horas la carga eléctrica necesaria para su óptimo funcionamiento. Así mismo este será híbridamente acoplado a un volante de inercia el cual suministrará de manera continua el apoyo energético necesario para su respaldo. Teniendo los paneles totales se calcula la configuración de paneles en serie mediante la ecuación 7. Donde una vez obtenido los paneles en serie, este valor se sustituye en la ecuación 8 para obtener los ramales de paneles en paralelo (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

$$Paneles\ totales\ en\ serie = \frac{12\ V}{21.7\ V} = 0.5 \quad (7)$$

$$Paneles\ totales\ en\ serie = 1$$

$$Paneles\ totales\ en\ paralelo = \frac{3}{1} = 3 \quad (8)$$

## SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Determinar la configuración de baterías bien sea en serie-paralelo, necesaria, es requerido para suplir la carga real y poder lograr de esta manera la autonomía de la estación de servicio, donde gran parte de la demanda en el vehículo eléctrico viene dado por los elementos a los cuales el sistema fotovoltaico suplirá principalmente. Para ello se debe determinar la demanda de la batería mediante la ecuación 9. (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018)

$$E_{Ah} = \frac{2500\ Wh}{12V} = 208.33\ Ah \quad (9)$$

$$E_{Ah} = 209\ Ah$$

Al convertir el voltaje hay pérdidas de energía y las baterías nunca llegan a su capacidad nominal del 100%, es por ello que se deben considerar distintas categorías de pérdidas bien sea por temperatura, envejecimiento, así como crecimiento, adicionalmente la eficiencia del acumulador es importante incluirla, por lo cual se presenta la ecuación 10, la cual se sustituye en la ecuación 11, para el cálculo de la capacidad que entrega el sistema de acumulación. (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018)

$$F_d = 1 \times 1.25 \times 1.15 = 1.4375 \quad (10)$$

$$C_B = \frac{1,4375 \times 209ah \times 2}{0,8} \quad (11)$$

$$C_B = 751.09 Ah$$

Una vez determinada la carga de acumulación en amperios-horas del acumulador estimando una eficiencia de 80%, se puede seleccionar mediante este valor resultante ( $C_B$ ), el modelo del acumulador para lo cual será especificado, por lo que se requiere del mercado actual el acumulador a instalar en el sistema fotovoltaico de referencia, es necesario calcular las relaciones o configuración serie-paralelo en el subsistema de acumuladores, por lo cual se da la ecuación 12, se evalúa primero el número de baterías a emplear en este vehículo a partir de una especificación requerida de mínimo 200ah (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

$$total\ de\ baterias = \frac{751.09Ah}{240 Ah} = 3.1 \sim 3 \quad (12)$$

$$total\ de\ baterias = 3\ Baterias$$

$$Configuracion\ de\ baterias = Paralelo$$

## SISTEMA DE REGULACIÓN

Para determinar el número de reguladores, que son necesarios para administrar la carga requerida, asegurando al sistema de acumulación en la producción de electricidad para el sistema sostenible al vehículo híbrido. A continuación, se sustituyen los valores en la ecuación 13, para determinar la corriente teórica de diseño requerida para la selección del regulador (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

$$I_{cc} = 3\ paneles \times 6.10A \quad (13)$$

$$I_{cc} = 18.3 A$$

Adicionalmente, por efectos de deficiencia en cuanto al suministro eléctrico en la región de Riohacha, por seguridad se asume un 25% más de corriente que la obtenida en diseño teórico () del bloque de generación, ya que se busca garantizar cualquier sobre voltaje dentro de la instalación posible. Para ello se multiplica la corriente teórica de diseño por el 1.25% como se muestra en la siguiente expresión (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

$$I_R = 18.3 A \times 1.25$$

$$I_R = 22.875 A$$

Mediante la carga de regulación en amperios, se puede seleccionar el modelo del regulador para lo cual será el especificado en el anexo 3, con lo cual este posee las siguientes características básicas presentadas en el siguiente cuadro, en vista que la corriente real es 7.625A se utiliza entonces con base en la capacidad del regulador que maneje hasta 30A por seguridad (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

### TECNOLOGÍA DE VOLANTE DE INERCIA PARA EL ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO

En ese sentido, una de las tecnologías de almacenamiento de energía más prometedoras y que ya están comercialmente establecidas son los volantes de inercia. Proporcionan valores altos de potencia con una larga vida, la cual está limitada principalmente por la fatiga de los rodamientos y de los materiales que conforman el cuerpo en rotación. Esto hace que los costes específicos sean comparativamente inferiores con respecto a las baterías u otros almacenamientos de energía a largo plazo. Teniendo en cuenta la diferente vida útil de los sistemas de almacenamiento y los costes específicos relacionados con el número de ciclos disponibles, los cálculos muestran que, desde el punto de vista de coste de la energía, los volantes de inercia son incluso mejores que las baterías. (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018)

Este elemento acumulador de energía cinética (volante de inercia), irá acoplado al eje del cigüeñal. En esta zona no suele haber demasiado espacio y por esta razón se considerarán dimensiones aceptables y lógicas para montar en cualquier tipo de vehículo. La energía acumulada durante la frenada es después utilizada en las recuperaciones; pero a diferencia de otros sistemas híbridos, al utilizar un volante de inercia la energía almacenada se disipa rápidamente, por lo que el sistema solo ofrece ventajas en lo que a ahorro de combustible se refiere en situaciones de frecuentes aceleraciones y frenadas, como puede ser el tráfico urbano en cualquier ciudad de Colombia. El elemento acumulador de energía cinética (volante de inercia), irá acoplado al eje del

cigüeñal. En esta zona no suele haber demasiado espacio y por esta razón se considerarán dimensiones aceptables y lógicas para montar en cualquier tipo de vehículo (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Longitud = 60mm  
 Diámetro = 180mm

Los materiales más comunes para la fabricación de volantes de inercia, son fundiciones de hierro grises (hierro colado), con las características relacionados en la tabla 6:

**Tabla 6. Composición y propiedades mecánicas de fundiciones de hierro seleccionadas**

Tipo	Composición Típica					Resistencia a la Tensión	
	Fe	C	Si	Mn	Otros <sup>a</sup>	MPa	Elongación %
<b>Fundiciones grises</b>							
Clase 20	93.0	3.5	2.5	0.65		138	0.6
Clase 30	93.6	3.2	2.1	0.75		207	0.6
Clase 40	93.8	3.1	1.9	0.85		276	0.6
Clase 50	93.5	3.0	1.6	1.0	0.67 Mo	345	0.6
<b>Fundiciones dúctiles</b>							
ASTM A395	94.4	3.0	2.5			414	18
ASTM A476	93.8	3.0	3.0			552	3
<b>Fundiciones blancas</b>							
Bajo-C	92.5	2.5	1.3	0.4	1.5 Ni, 1 Cr, 0.5 Mo	276	0
<b>Fundiciones maleables</b>							
Feríticas	95.3	2.6	1.4	0.4		345	10
Perlíticas	95.1	2.4	1.4	0.8		414	10

Fuente: (MechanicalHandbook, 2012).

Este tipo de material es una aleación común en la ingeniería debido a su relativo bajo costo y buena maquinabilidad. La fundición gris posee una rotura frágil, es decir, no es dúctil, por lo que no presenta deformaciones permanentes importantes antes de llevarla a su tensión de rotura: no es tenaz. Su densidad media es de 7850 kg/m<sup>3</sup>. El tipo seleccionado para el volante acumulador será “Fundición gris Clase 40”.

Hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora del cálculo de los parámetros del volante de inercia, ya que hay limitaciones y restricciones que se deben respetar para que el diseño sea válido:

- a. Como se dijo anteriormente, el volante de inercia tendrá unas medidas lógicas respecto a las dimensiones que se dispone en la zona donde irá montado el equipo acumulador de energía cinética, ya que no se dispone



- de espacio ilimitado en el sistema de transmisión de un vehículo convencional.
- b. También se ha demostrado en esta investigación que las pérdidas generadas en el embrague que actúa a la hora de realizar el arranque del motor térmico son del 50%, por lo que la energía que debe almacenar el volante debe ser, al menos, el doble de la energía que demanda el motor térmico para ser accionado.
  - c. Las revoluciones máximas del volante de inercia serán 6000 rpm ya que hay una relación de transmisión 1:1 con el propio eje del cigüeñal y este no superará nunca estas revoluciones (asumiendo un vehículo convencional, no para la práctica de deporte de carreras).
  - d. Las revoluciones medias consideradas a las que estará el volante de inercia en situaciones de paradas serán 3000 rpm ya que un coche de estas características suele trabajar a este régimen de giro (si el volante se encuentra girando por encima de este régimen de giro, habrá energía sobrante para realizar el arranque del motor térmico, pero esto no supone ningún riesgo para la mecánica del mismo).
  - e. Se debe comprobar que el régimen máximo de giro al que puede llegar el volante diseñado (6000 rpm), no supera la resistencia mecánica máxima del propio volante.
  - f. La energía necesaria para el arranque del motor térmico de un vehículo tipo ligero es de 0,8kJ. Esta energía es la que debe ser transferida al eje del cigüeñal ( $W_u$ ), por lo que hay que tener en cuenta que entre el volante acumulador de energía cinética y el cigüeñal se encuentra el embrague actuador del arranque con una pérdida de energía del 50% ( $n = 0,5$ ). Por lo tanto:

$$W_a = A \frac{W_u}{n} = 1.5 \frac{0.8kJ}{0.5} = 2.4kJ$$

Esta energía la debe tener el volante acumulador de energía cinética para el arranque del motor térmico, teniendo en cuenta las pérdidas de energía originadas en el embrague actuador. Se impone por condiciones de diseño mecánico que el radio del volante es de 9 cm ya que es una medida aceptable teniendo en cuenta el espacio que hay en la zona dónde irá montado el equipo acumulador. Por lo tanto, sabiendo cuál es la energía cinética que debe almacenar el volante acumulador (2,4kJ), su radio (0,09m) y su régimen de giro medio (3000 rpm), se puede saber cuál es la masa y, a la vez, la longitud del volante a diseñar:

$$2.4kJ = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} M \times 0.09m^2 \right) \left( 3000 \frac{2\pi}{60} rad/s \right)^2 \rightarrow M = 12Kg$$

Esta es la masa que debe tener el volante. Sabiendo que la densidad media del acero con el que se fabrica el volante acumulador es 7850 kg/m<sup>3</sup>, según su longitud será:

$$7850 \text{ kg} \rightarrow 1m^3$$

$$12kg \rightarrow X m^3$$

$$\text{Volumen del volante} = 0.00153m^3$$

Partiendo de esto, la longitud será:

$$V_c = \pi L R^2 \rightarrow L = \frac{V_c}{\pi R^2} = \frac{0.00153m^3}{\pi(0.09m^2)^2} = 0.06m$$

Entonces los requerimientos del volante serán.

- a. Longitud: 0.06m
- b. Radio: 0.09m
- c. Masa: 12 Kilogramos

La resistencia mecánica máxima para un disco se produce en su eje de giro y su expresión es:

$$\sigma_{max} = \frac{(3 + \mu)\delta\omega^2 R^2}{8}$$

Siendo  $\delta$  la densidad del material del disco,  $\mu$  el coeficiente de Poisson ( $\mu = 0,25$ ) y  $\sigma_{max}$  la resistencia mecánica máxima del material del volante, que en este caso es 276MPa. Por lo tanto, se debe comprobar que a 6000 rpm (máximo régimen de giro):

$$\sigma_{max} = \frac{(3 + \mu)\delta\omega^2 R^2}{8} \leq 276MPa$$

$$\sigma_{max} = \frac{(3 + 0.25)(7850 \times 10^{-9}) \left( 6000 \frac{rev}{min} \frac{2\pi rad}{60s} \right)^2 (90mm^2)}{8} = 162Mpa$$

$$\sigma_{max} = 162MPa \leq 276MPa \text{ (Diseño OK)}$$

Se cumple que la sollicitud mecánica a la que será sometido el volante acumulador a máximo régimen de giro, es inferior a la resistencia mecánica máxima que es capaz de soportar. Una vez definidas las dimensiones del volante de

inercia, se tiene que dimensionar el eje que soportará al volante de inercia y que transmitirá el par al mismo. Para realizar el diseño del eje se deberán calcular los diámetros mínimos según el tipo de sollicitación (torsión únicamente ya que la sollicitación a flexión es mínima), y que será el punto de partida para realizar el dimensionado final del eje. El eje estará sometido a fuertes sollicitaciones de desaceleración y será necesario disponer de un material resistente y a la vez dúctil. El material seleccionado es el acero de bonificación F-1250. Es un acero de buena resistencia y tenacidad, muy usado y, en consecuencia, muy fácil de encontrar en el mercado.

Se considera un eje de un solo diámetro sin entalla alguna, con lo cual no se aplicará ningún tipo de coeficiente corrector, salvo el coeficiente de seguridad de 1,5 que minorará la resistencia del material. Las sollicitaciones a torsión que deberá soportar el eje serán las originadas por el par máximo que es capaz de transmitir el embrague actuador en el arranque del motor térmico ( $T_{Fmax} = 100N.m$ ). Será, por tanto, la única sollicitación a torsión del eje. Los valores de resistencia minorados del material se muestran en la tabla 7:

**Tabla 7. Resistencia minorados del material**

Material Eje-Volante	F-1250	
Tensión de rotura (D100mm)	750Mpa	
Coeficientes de corrección de diseño	Coeficiente de seguridad	1.50
	Coeficiente de carga (Torsión)	0.58
	Límite de fatiga	0.5
Tensión admisible del eje	145Mpa	

Fuente: Elaboración Propia (2017).

El cálculo del diámetro mínimo vendrá determinado por la ecuación y sustituyendo los valores de  $T_{Fmax} = 100N.m$  y Tensión admisible del eje de 145Mpa en la ecuación 12 se obtiene:

$$D_{torsion\ min} = 0.012m = 12mm \quad (14)$$

Aplicando el coeficiente de seguridad ( $Cs = 1,5$ ) seleccionaremos un diámetro de:

$$D_{torsion\ min} = 0.012m = 12mm \times 1.5 = 18mm$$

**FASE II. DETERMINAR LOS PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR**

Una vez determinados los parámetros por la evaluación, se procede a la determinación de estos requerimientos operativos del sistema híbrido acorde a las tecnologías anteriormente computadas. En la tabla 8, en un primer momento, se establecen los requerimientos mínimos para poder establecerlas en un carro convencional en modelos desde los años 80 hasta la actualidad con la finalidad de proveerle al parque automotor colombiano el cubrimiento de las necesidades a un bajo y accesible costo en el mercado (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Cabe destacar que estos parámetros fueron obtenidos para un margen de error del 2% acorde a la sección II del reglamento ASME en cuanto al dimensionamiento de volantes de inercia. Por otra parte, se tiene que, para el sistema fotovoltaico, solo se consideraron un sobre dimensionamiento de un 20% para futuras adecuaciones al vehículo por parte de los usuarios acorde a sus necesidades (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

**Tabla 8. Requerimientos mínimos para el vehículo híbrido**

REQUERIMIENTO	MÍNIMAS	ÓPTIMAS	MÁXIMA
<b>SISTEMA SOLAR</b>			
Horas de sol	3.5 horas	5 horas	9 horas
Número de paneles	2	3	4
Número de baterías	2	3	4
Número de reguladores	1	1	2
<b>SISTEMA DE VOLANTE DE INERCIA</b>			
Diámetro de torsión	17.8mm	18mm	18.2mm
Tensión admisible del eje	140MPa	145MPa	150MPa
Longitud	58mm	60mm	62mm
Radio	88mm	90mm	92mm
Masa	10kg	12kg	15kg

Fuente: (Pimienta R. , 2017) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

De igual manera se pueden evidenciar las condiciones óptimas de diseño para el cual este sistema está concebido destacando que con cinco horas efectivas de sol son suficientes para que el vehículo pueda iniciar el proceso de carga de baterías mientras el volante de inercia suministra toda la energía necesaria al mismo.

Estos requerimientos mecánicos son necesarios cumplirlos ya que de no llevarlos al pie de la letra se podrían ocasionar desviaciones en el eje del motor, lo cual llevaría al dámper de los vehículos a salir de la alineación y poder perder la compresión en los mismos. A continuación, se muestran los parámetros de control que se conciben para este modelo híbrido en la tabla 9 (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

**Tabla 9. Parámetros para el vehículo híbrido**

REQUERIMIENTO	MÍNIMAS	ÓPTIMAS	MÁXIMA
<b>SISTEMA SOLAR</b>			
Irradiación Solar	4400wh/m <sup>2</sup> día	5000 wh/m <sup>2</sup> día	7000 wh/m <sup>2</sup> día
Voltaje del Sistema	11V	13V	14V
Corriente del Regulador	20 <sup>a</sup>	23A	30A
Potencia Eléctrica Consumida	220W	299W	420W
<b>SISTEMA DE VOLANTE DE INERCIA</b>			
Energía del Volante	2kJ	2.4kJ	3kJ
Torque	90N.m	100N.m	120N.m
Velocidad Angular	3000RPM	5000RPM	6000RPM

Fuente: (Pimienta R. , 2017) (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018)

Partiendo de los parámetros seleccionados para establecer el sistema de control, se dice que cada variable en función de mantener el sistema estable se tendrá un lazo de control asociado a la programación respectiva. Cabe destacar que el voltaje del sistema es crítico, ya que para el vehículo se tiene un elemento denominado el alternador, el cual no es más que un generador de energía el cual necesita un valor nominal de 13V para poder tener una operación normal. Partiendo de esto el sistema fotovoltaico será capaz de suministrar esta cantidad de energía sin necesidad de una batería de plomo ácido para evitar la contaminación ambiental; a cambio de esto se proponen baterías de bajo consumo y con la capacitancia de recargarse a partir de la luz solar en función de la carga que reciben en las horas efectivas de sol a las que se expone el vehículo día a día (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

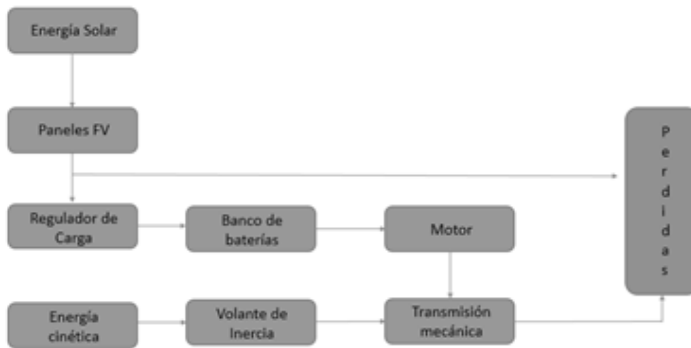
Ahora bien, por otra parte se tiene el volante de inercia dentro del cual el parámetro de control predominante es la velocidad que gobernará este volante a partir del torque que se genere una vez iniciado el proceso de movimiento, para lo cual se establecerán una serie de reguladores de velocidad con la garantía que el sistema se debe de mantener en su valor más bajo durante la

instrucción “paro” y mientras se mueve, teniendo una velocidad de carrera de 5000 RPM no se llegará a un máximo respectivamente (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

### FASE III. DISEÑAR UN SISTEMA HÍBRIDO PARA PROVEER EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR

En la figura 22 se muestra el diseño de un sistema híbrido, que sea automatizado es muy importante para el establecimiento de actividades energéticas que requiera el vehículo.

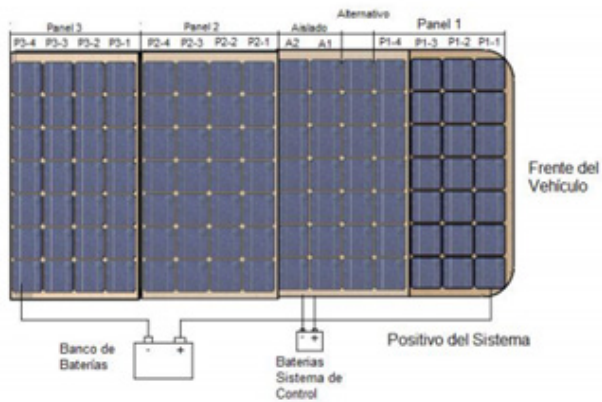
Figura 22. Esquema general del vehículo híbrido



Fuente: (Pimienta R. , 2017).

El diseño se compone de elementos físicos que serán adaptables al parque automotor colombiano y por otra parte elementos lógicos pertenecientes al sistema de control, el cual gobernará sus funciones energéticas. En una primera instancia se establece la configuración del sistema a partir del siguiente esquema modular. Así mismo, el sistema híbrido propuesto para el vehículo donde el mismo se conectará con el panel solar hasta el regulador de carga y posteriormente hacia el banco de baterías de respaldo para el funcionamiento óptimo del sistema. Por otra parte, el volante de inercia se conectará a un convertidor de potencia para poder transmitir la electricidad a partir de la potencia generada en la conversión de la transmisión mecánica del eje del vehículo que lo conecta al motor.

**En la figura 23, se presenta el esquema de instalación de los paneles solares en el automóvil**

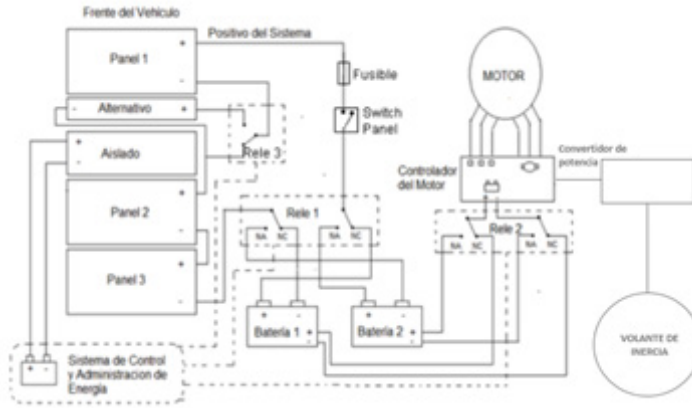


Fuente: (Pimienta R., 2017).

De la figura anterior se puede observar la manera de instalación de los tres paneles solares más el alternativo, el cual permitirá abastecer de manera preventiva al vehículo en cuanto a su suministro eléctrico. En cuanto a la conexión anteriormente mostrada, se denota que todos están en paralelo con una conexión desde el positivo hasta la batería y la puesta a tierra en común para todos los módulos fotovoltaicos. Estas líneas llegan al regulador de carga y él se encargará de repartirlos hasta las diferentes baterías (tres propuestas), que almacenarán la carga y la distribuirán adecuadamente.

En la figura 24, se presenta el esquema de conexiones eléctricas del sistema híbrido, se denota una serie de relés que se encaran de bloquear los diferentes pasos de la corriente en función de un sistema automático que puede o no controlar el usuario en función de sus requerimientos. Se tiene que en una primera fase los paneles se comunican con las baterías a partir de los reguladores de carga por un relé que esta normalmente cerrado hasta tener las condiciones propicias ambientalmente hablando para comenzar la carga del sistema y poder alimentar el motor de arranque.

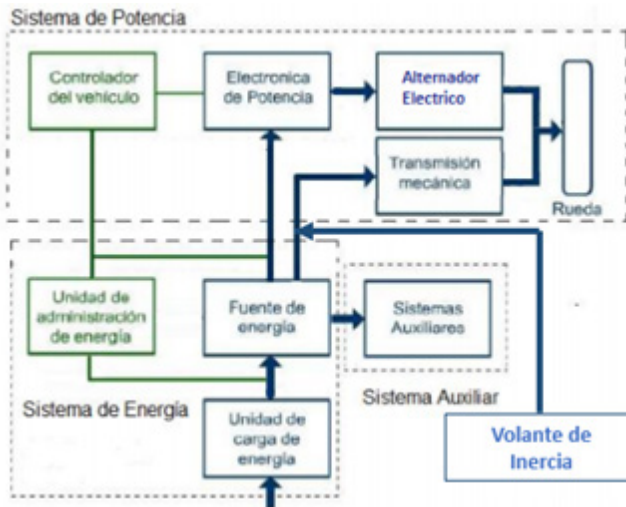
Figura 24. Esquema de conexiones eléctricas del vehículo híbrido



Fuente: (Pimienta R. , 2017).

En la figura 25, se muestra el volante de inercia, una vez que contenga el arranque eléctrico, el mismo suministrará, sin necesidad del apoyo fotovoltaico, la energía necesaria a través de un convertidor de potencia electromecánica que garantizará la electricidad a medida de giro del motor mecánico

Figura 25. Esquema general de control automático del vehículo híbrido

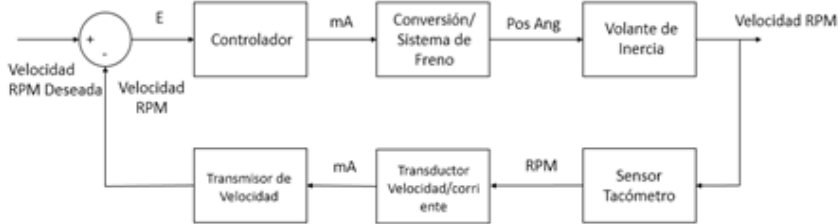


Fuente: (Pimienta R. , 2017).



El sistema de control propuesto será en lazo cerrado mostrado en la figura 26 y tiene la siguiente estructura, la cual todo lo gobierna el regulador a proponer, el cual tendrá como esclavo los diversos reguladores de carga, unidades de administración de energía y toda la electrónica asociada. Una vez que la transmisión mecánica logre conectarse con los requerimientos del sistema y el volante obtenga las revoluciones necesarias, el sistema podrá arrancar con lo que esto será un par de segundos encendido el vehículo aproximadamente. Ahora bien, se tienen los lazos de control del sistema de control con los que se programarán los esquemas automáticos del vehículo:

**Figura 26. Lazo de control de velocidad angular del volante de inercia**



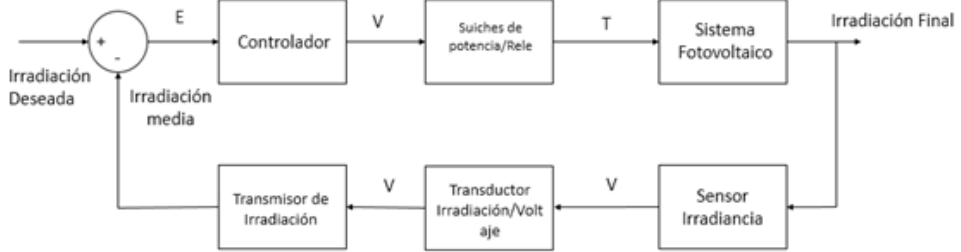
Fuente: (Pimienta R. , 2017).

De acuerdo al lazo de control mostrado, se dice que la velocidad del volante de inercia será gobernada por un freno electrónico de tipo ABS, el cual, a partir de cambios en la corriente-voltaje, este utilizará un convertor y activará un freno cada vez que la velocidad supere los 6000 RPM y sature los reguladores de voltaje pudiendo arrojar fallas en los circuitos operacionales. Esto será censado por un tacómetro con un transductor de velocidad/corriente, que permitirá transmitir todo lo que se está observando en el sistema. Ahora bien, se muestra el lazo de control del sistema solar a manera general.

En la figura 27, se muestran los componentes del lazo de control de irradiación en el panel solar propuesto para el estudio.

De acuerdo al lazo de control mostrado, se dice que la irradiación solar que recibe el panel solar será gobernada por ciertos suiches de potencias (relés), los cuales, a partir de cambios en la corriente/voltaje, este utilizará un convertor y activará el diodo de bloqueo para darle la carga de las baterías sin saturar los reguladores de voltaje pudiendo arrojar fallas en los circuitos operacionales. Esto será censado por una Fococelda con un transductor de irradiancia/corriente/voltaje, que permitirá transmitir todo lo que se está observando en el sistema.

**Figura 27. Lazo de control de irradiación en el panel solar**



Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Ahora bien, es necesario establecer un sistema de comunicación para interconectar las diferentes acciones de los lazos de control que servirán como guía base para los diferentes mecanismos automáticos que se comunicarán a través de los procesos propuestos en esta investigación. En el Tabla 10, se muestran en una primera parte la arquitectura de comunicaciones en función de la topología.

**Tabla 10. Topología de la red a emplear en el vehículo híbrido**

CARACTERÍSTICA	ANILLO	BUS
Disponibilidad	Tiene control descentralizado, el acceso es pasado de dispositivo a Dispositivo	Son posibles tanto un control centralizado o descentralizado
Redundancia	Si la línea falla, la red falla. Se hace necesario colocar interruptores de bypass si la falla del dispositivo no afecta la función de la red	Depende del modo de control de bus que se adopte. Para control centralizado es estrella, para control descentralizado, anillo
Expandibilidad	Ilimitado; sin embargo, el tiempo de rotación token, fija un límite práctico pues gobierna el tiempo de respuesta	Ilimitado, sin embargo, el tiempo de encuesta (polling) de todos los dispositivos es un límite práctico
Requerimiento de cables	La línea debe estar libre de cualquier interferencia; se usa cable coaxial u otro cable confiable	La línea debe estar libre de cualquier interferencia; se usa cable apantallado u otro cable confiable
Requerimientos de interfaz	La interfaz debe proveer una transmisión inmune a las interferencias	La interfaz debe proveer una transmisión inmune a las interferencias

Fuente: (Villajulca, 2010).

Con respecto a las topologías de redes, automovilísticamente, el uso de computadoras aplicadas al control automático evolucionó desde un único computador supervisando algunos controladores analógicos a complejos sistemas que interrelacionan múltiples procesadores en marcas como la BOSH, la cual fue precursora de esta tecnología para automóviles. La tecnología en función a la arquitectura seleccionada fue de tipo bus por las múltiples ventajas que tienen en función de la conexión y energización de los equipos que estén en la línea del bus como tal. También se destaca que esta arquitectura es multipunto, la cantidad de cableado es menor con respecto a la tipología anillo o estrella, ya que utiliza un cable largo que actúa como una red troncal que conecta todos los dispositivos en la red, permitiendo principalmente la facilidad de instalación a nivel de campo, disminuyendo los costos por mano de obra, material y mantenimiento.

Ahora bien, seleccionada la tipología de red y el controlador, se procede a la selección del protocolo de comunicación, cuya matriz de selección es detalla en la tabla 11; con el objetivo de obtener todos los puntos necesarios para realizar el diseño de la arquitectura de red correspondiente al sistema automático que gobernará la alimentación principal de energía del ecoparque y con él, también las conexiones de los respaldos respectivamente dentro de este recinto.

**Tabla 11. Red de comunicaciones a seleccionar en el vehículo híbrido**

NOMBRE	TOPOLOGÍA	SOPORTE	RADIO DE TRANSMISIÓN (BPS)	DISTANCIA MX (KM)	COMUNICACIÓN
LONWORKS	Bus, estrella, lazo y anillo	Par trenzado Fibra óptica Coaxial, radio	500K	2	Maestro/Esclavo Punto a punto
INTERBUS-S	Segmentado		500K	400/segm 12.8 total	Maestro/Esclavo
DEVICENET	Troncal/puntual c/bifurcación	Par trenzado Fibra óptica	500K	0.5 6 c/repetidor	Maestro/Esclavo Punto a punto Multimaestro
AS-I	Bus, anillo, árbol y estrella	Par trenzado	167K	0.1 0.3 c/rep	Maestro/Esclavo
ETHERNET INDUSTRIAL	Bus, estrella, malla	Coaxial Par trenzado Fibra óptica	10,100M	0.1 100 mono c/switch	Maestro/Esclavo Punto a punto
HART		Par trenzado	1.2K		Maestro/Esclavo
CAN	Bus	Paralelo, trenzados/ blindados	10-100m @ 500Kbits/s	120m	Maestro/Esclavo Punto a punto

Fuente: (Pimienta R. , 2017)

Partiendo de la tabla presentada, la topología seleccionada anteriormente se propone la utilización del protocolo de red “CAN” ya que es un protocolo universal ratificado por la marca BOSCH para la industria automovilística por los niveles de voltaje y corrientes en continuo que maneja, sin necesidad de capa física especial para la conexión, además es admitido en la comunicación de cualquier controlador industrial o embebido; dicho protocolo es compatible con la topología tipo bus de campo, permitiendo la mayor distancia de comunicación con respecto a los protocolos comparados.

La ISO 11898 es el estándar internacional para la comunicación de la alta velocidad en vehículo usando el protocolo de bus de Controller Area Network (CAN). El alcance de este estándar esencialmente es especificar la capa de enlaces de datos y la capa física del enlace de comunicación. La capa física se subdivide en tres subcapas: Señalización física: Codificación de bit, temporización y sincronización. Unión del Medio Físico: Características de drenaje y recepción. Interfaz dependiente del medio: Conector de bus. La implementación de la capa de enlace de datos es típicamente ejecutada por un circuito integrado llamado el controlador del protocolo. La conexión al medio de la transmisión se proporciona vía una interfaz dependiente del medio, es decir, un conector usado para unir los nodos del bus a la línea del bus.

El protocolo que define el bus CAN se ajusta a la especificación OSI. CAN define solo las dos capas más bajas: física y de enlace. Otras redes como SDS o Device Net proporcionan especificaciones de la capa de aplicación sobre la base de CAN. El medio físico consiste en un cable de par trenzado y adaptada en los extremos. En la especificación básica de CAN, la velocidad máxima de transmisión es de 250 Kbps, mientras que en la versión ampliada alcanza velocidades de 1 Mbps.

La implementación básica de CAN (versión 1.0) presenta un fuerte acoplamiento entre el controlador CAN y la CPU. Los mensajes son difundidos por toda la red y son comprobados por la CPU de cada una de las estaciones que la forman. Este tipo de funcionamiento disminuye el aprovechamiento de la velocidad de transmisión de la red. Un bus CAN puede tener un máximo de 32 nodos. El número de mensajes por segundo varía entre 2000 y 5000 en un bus de 250 Kbps, según el número de bytes por mensaje. Para CAN existen muchas alternativas de capa física. La mayoría para medianas a altas velocidades de implementación usando dos alambres o un cable de par trenzado. También es posible una implementación con fibra óptica.

El medio físico es una línea de bus de dos hilos con un retorno común que es terminada en ambos extremos por resistencias que representan la impedan-

cia característica de la línea. La longitud máxima es 1 kilómetro. Se permiten utilizar los dispositivos puente o los repetidores para aumentar el número de los nodos del bus que pueden ser conectados, o para aumentar la distancia permitida entre los nodos del bus o para proporcionar el aislamiento galvánico.

Los cables del bus pueden ser paralelos, trenzados y/o blindados, dependiendo de requerimientos de la capacidad electromagnética. La topología del cableado debe estar tan cerca como sea posible a una sola estructura de línea, para reducir al mínimo las reflexiones. Los segmentos del cable para la conexión de los nodos del bus deben ser tan cortos como sea posible, especialmente en tasas altas de bit. La topología es bus con derivaciones de corta longitud. Con pérdida de prestaciones en cuanto a velocidad o longitud máxima se pueden adoptar estructuras en estrella. El bus se cierra en los extremos con impedancias de carga.

En la especificación original de CAN, la capa física no fue definida, permitiendo diferentes opciones para la elección del medio y niveles eléctricos de transmisión. Las características de las señales eléctricas en el bus fueron establecidas más tarde por el estándar ISO 11898. En la tabla 12 se observan los niveles absolutos de las líneas del bus con respecto a tierra, de acuerdo a la ISO 11898.

**Tabla 12. Niveles absolutos de las líneas del bus ISO 11898**

Longitud del bus	Cable del Bus		Resistencia de terminación del bus	Máxima tasa de datos
	Resistencia	Cable c.s.a.		
0 – 40 m	70 mΩ/m	0.25 – 0.34 mm <sup>2</sup> AWG23, AWG22	124 Ω (1 %)	1 Mbits/s en 40m
40 – 300 m	<60 mΩ/m	0.34 – 0.6 mm <sup>2</sup> AWG22, AWG20	127 Ω (1 %)	500 Kbits/s en 100m
300 – 600 m	<40 mΩ/m	0.5 – 0.6 mm <sup>2</sup>	150 Ω a 300 Ω	100 kbits/s en 500m
600 m – 1 km	<26 mΩ/m	0.75 – 0.8 mm <sup>2</sup> AWG18	150 Ω a 300 Ω	50 kbits/s en 1 km

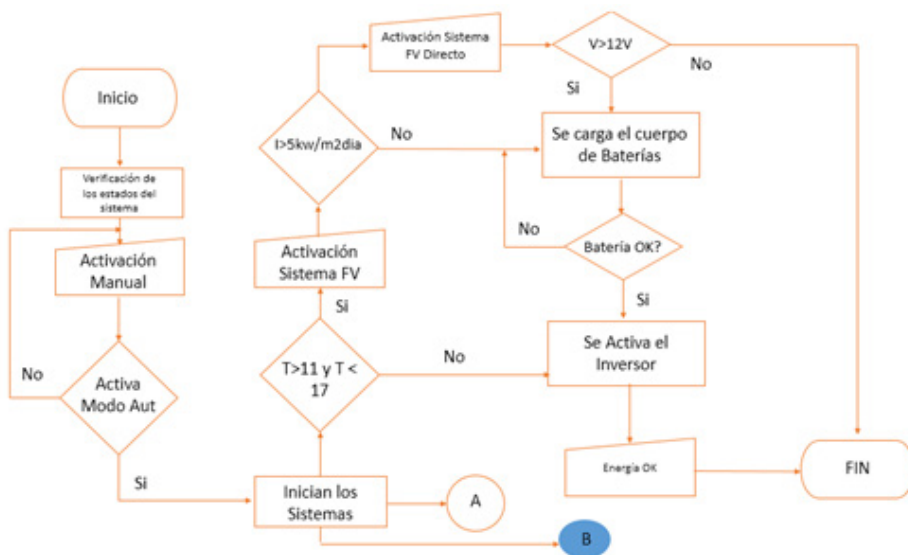
Fuente: (ISO11898-6, 2013).

Varios dispositivos específicos de la capa física se han creado como estándares por muchas industrias. Estas interfaces CAN modificadas cumplen requisitos particulares que se adaptan al ambiente previsto y, en algunos casos, pueden incluir el cable shielding o las conexiones de energía adicionales. Se observa la descripción de transductores CAN, su tasa de transferencia, el tipo de cable, el área de aplicación y el tipo de transceptor.

Generalmente el estándar ISO 11898 de alta velocidad del CAN proporciona una estructura de línea única como la topología de red. La línea de bus es terminada a ambos extremos con un resistor de terminación única. Sin embargo, en la práctica alguna desviación de aquella topología puede ser necesaria para acomodar la longitud de cable apropiada, por ejemplo, unos metros. También una red de terminación modificada puede ser deseable en algunas aplicaciones, por ejemplo, para consideraciones relativas a EMC. Básicamente, es aconsejable especificar un límite superior para la longitud y un límite superior para la longitud supuesta acumulativa. Esta es la suma de toda la longitud de cable (ISO11898-6, 2013).

Ahora bien, en la figura 28, se muestran a continuación los diagramas de flujo de programación de los sistemas fotovoltaico y de volante de inercia. Estos dos dispositivos trabajarán de manera híbrida con la finalidad de proveer toda la energía mínima necesaria para que el automóvil funcione de manera autónoma. Los diagramas de flujo serán objeto de programación del micro controlador que estarán regulando las activaciones automáticas.

**Figura 28. Diagrama de flujo de funcionamiento del sistema fotovoltaico**



Fuente: (Pimienta R. , 2017).

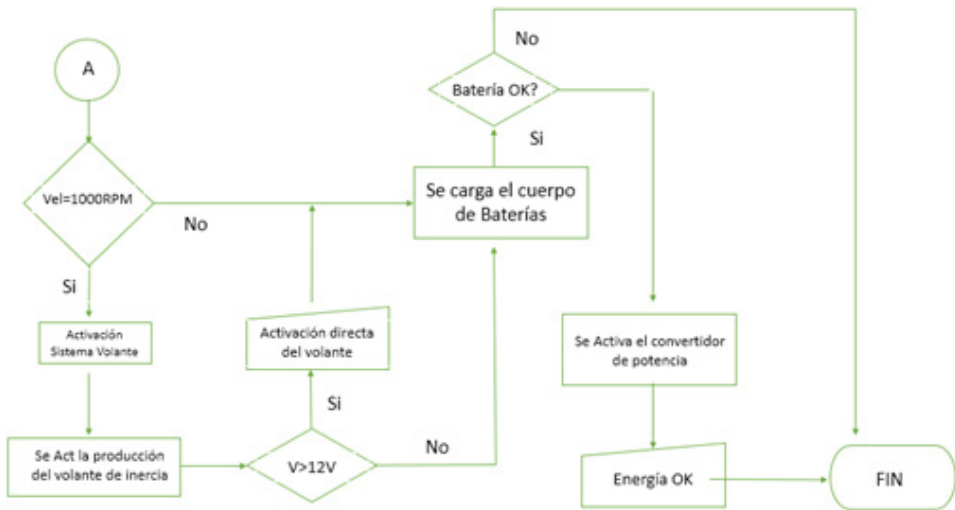
Partiendo de lo anterior, se destaca de este diagrama los barridos iniciales que debe hacer el controlador para verificar los errores en los sistemas de comunicación del sistema automático en el vehículo que le impidan su normal

funcionamiento automático, una vez revisado esto el sistema está listo para la verificación de condiciones.

Este diagrama contiene una secuencia autónoma para el uso directo del sistema fotovoltaico sin necesidad del cuerpo de baterías propuestas. Por otra parte, en las noches el cuerpo de baterías se activará luego de las 17 horas para el Suiche con el sistema de baterías que dé pie a la iluminación interna y externa del vehículo. De llegar a fallar el sistema se activará el volante de inercia para continuar con la generación eléctrica al detectar presencia de voltajes bajos.

En la figura 29, se presenta el diagrama lógico del sistema de inercia, se destaca desde el diagrama inicial (A), una vez revisado esto el sistema está listo para la verificación de condiciones. Este diagrama contiene una secuencia autónoma para el uso directo del sistema de inercia sin necesidad del cuerpo de baterías para los sistemas eléctricos y electrónicos de los vehículos.

**Figura 29. Diagrama de flujo de funcionamiento del sistema de inercia**



Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Por otra parte, en las noches el cuerpo de baterías se activará luego que se pierdan las condiciones de velocidad en el cigüeñal, serán 1000 RPM en la baja mínimo por condiciones de diseño. Una vez superada esta condición se da el Suiche con el sistema de baterías que dé pie a la activación de los sistemas internos y externos del auto. De llegar a fallar el sistema se activará un respaldo en la generación eléctrica por paneles solares al detectar presencia de voltajes bajos.

En el Tabla 13, se presentan los niveles de programación en función del código a emplear para la programación respectiva, acá se toma la decisión de utilizar el código C, debido a sus características, las cuales lo hacen de fácil manipulación ya que es un código universal, versátil y compatible con todos los micro controladores y no depende de tener un conocimiento de electricidad, admite gran cantidad de datos y es compatible con cualquier plataforma de código abierto como Arduino, Labview, entre otros. También es muy importante debido a posibles expansiones del sistema de energía del vehículo en función a nuevos componentes.

Tabla 13. Comparación de lenguajes de programación

LADDER	C	CÓDIGO G
Es un lenguaje de programación gráfico.	Tiene un conjunto completo de instrucciones de control.	Es lenguaje de programación visual gráfico.
Está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.	Permite la agrupación de instrucciones.	Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad.
Necesita de conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.	Incluye el concepto de puntero (variable que contiene la dirección de otra variable).	Se llaman instrumentos virtuales, o VIs,
Es uno de los varios lenguajes de programación para los controladores lógicos programables (PLCs) estandarizados con IEC 61131-3.	Los argumentos de las funciones se transfieren por su valor.	Consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes.
Necesita un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés), que consiste en un software que normalmente corre en una computadora y permite diseñar y transferir la lógica implementada al PLC.	E/S no forma parte del lenguaje, sino que se proporciona a través de una biblioteca de funciones.	Válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales.
	Permite la separación de un programa en módulos que admiten compilación independiente.	Programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas.

Fuente: (Pimienta R. , 2017).



## **FASE IV: SELECCIONAR LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS PARA UN VEHÍCULO HÍBRIDO SUSTENTABLE**

En esta fase se seleccionarán los dispositivos, instrumentos, equipos principales o secundarios, necesarios para la propuesta de un sistema de energía autosustentable híbrido, que se usará en un vehículo automotor, entre los dispositivos que se expondrán se tendrán: los sensores, controladores, así como otros materiales que requiere el sistema de iluminación interna/externa y sistema electrónico. A continuación, se presentan los elementos principales.

### **SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Al hablar de la energía solar como una energía renovable, se hace mención además al hecho de contar con transductores que permitan convertir diversas formas de energías naturales en energías utilizables por el hombre. Para transformar la energía del sol en energía que podamos aplicar a la vida diaria, se necesita una célula fotoeléctrica, que es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa en energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de un proceso llamado efecto fotoeléctrico.

El proceso es que la luz, que llega en forma de fotones, impacta sobre una superficie construida principalmente por silicio (los paneles solares) y que emite electrones que -al ser capturados- producen una corriente eléctrica. En la actualidad se está experimentando con celdas fotovoltaicas de doble cara que con la ayuda de superficies reflectantes puedan duplicar la eficiencia ampliando la superficie expuesta a la luz solar. Estas celdas son lo que se conoce como paneles solares fotovoltaicos y que emplean una tecnología tan avanzada y precisa como compleja. Eso sí, de momento muy pocas son las empresas en el mundo que cuentan con la capacidad y los recursos técnicos necesarios como para poder producirlos.

### **PANELES SOLARES**

Lo paneles solares tienen una serie de ventajas que los convierten en una de las alternativas de futuro más sólidas. En primer lugar, su ventaja más evidente es que son capaces de transformar los rayos solares en energía. Se trata, por tanto, de una energía totalmente renovable e inagotable. La energía del sol no corre el riesgo de desaparecer, por tanto, no hay que preocuparse de que se agote, al menos en muchos millones de años. Estos paneles pueden instalarse a gran escala, para producir energía en grandes cantidades, o en forma de pequeñas instalaciones caseras, para servir de energía de apoyo. También pueden servir para reducir el gasto público en alumbrado, a través de las farolas solares, por ejemplo. Las posibilidades son múltiples.

## PANELES SOLARES FLEXIBLES

Estos paneles flexibles son en la actualidad un nuevo tipo de placa de estructura semiflexible que se diferencia del clásico panel fotovoltaico, ya que no dispone de marco de aluminio ni de cristal de seguridad. En su lugar, tiene un diseño innovador ya que las células se encuentran fijadas en una estructura de plástico y con una capa de protección encima. Se forman mediante células de silicio mono cristalino y ofrecen un alto rendimiento.

Entre sus ventajas cabe destacar que las placas flexibles tienen un peso mucho menor que los paneles convencionales. Por ejemplo, el *panel flexible de 100w* solo pesa 3 kg por 12 del panel convencional. Gracias a su peso ligero se facilita mucho su transporte en cualquier lugar. Los modelos más utilizados tienen una potencia de 50 y 100W respectivamente.

Por otro lado, gracias a su superficie plástica, se pueden flexionar para adaptarse a los tejados de auto caravanas o de viviendas de formas curvadas donde sería muy complicada la sujeción de un panel con marco. Además, las placas flexibles por su poco grosor se adaptarán perfectamente a todo tipo de superficies sin que se aprecie su colocación y adaptándose a cualquier entorno. La caja de conexiones se encuentra en la parte superior para que la base sea completamente plana. De la caja salen los dos cables que se utilizarán la para la conexión posterior al regulador solar.

El principal inconveniente de las placas flexibles es su mayor precio en comparación con los paneles convencionales. Su producción es bastante menor, ya que es un tipo de placa diseñado para usos principalmente en auto caravanas y embarcaciones. Motivo por el cual se fabrican a un voltaje de 12V, el mismo voltaje que el sistema eléctrico de estos vehículos.

Otra ventaja es la facilidad de montaje, ya que si se quiere no es necesario poner tornillos, dado su bajo peso se puede fijar en la cubierta mediante un adhesivo fuerte, con lo cual no hace falta agujerear la carcasa de la caravana o del barco. Aunque habitualmente ya disponen de ojales en cada una de sus esquinas por si se precisan para su instalación.

Estos paneles están totalmente impermeabilizados incluso contra la salada agua del mar, motivo por el cual se utilizan mucho en embarcaciones de poca altura donde su cubierta está en contacto continuo con el agua. Además, a diferencia de otros módulos, se pueden pisar sin riesgo de rotura. Al igual que otras placas, en su caja de conexiones dispone de un diodo de bloqueo para evitar la descarga de la batería durante la noche, mediante el efecto pantalla.

Su uso más habitual es en barcos y yates, auto caravanas y furgonetas, en coches e incluso en carros de golf. Aunque también se puede usar en instalaciones de viviendas o fincas donde por motivos como la forma del tejado no sea posible colocar otro tipo de panel solar. Últimamente también se están popularizando para usar en excursionismo ya que, gracias a su reducido peso y flexibilidad, se pueden llevar sin problemas a cualquier lugar que sea necesario. Ante las dos opciones presentadas, se denota en la tabla 14 con las especificaciones de ambos sistemas fotovoltaicos, el cual, en función a la corriente de operación, voltaje del sistema, así como a la eficiencia que presentan estos en el punto de operación de la curva de carga de estos componentes termoeléctricos.

**Tabla 14. Matriz de selección de sistemas fotovoltaico**

SISTEMA FOTOVOLTAICO	PANEL SOLAR	PANEL SOLAR FLEXIBLE
Peso	2.5 Kg	1.5 Kg
Potencia	100 W	200 W
Voltaje máximo a la potencia nominal	18 V	30 V
Corriente máxima a la potencia nominal	1.67 A	15 A
Voltaje a circuito abierto	22.5 V	32 V
Corriente a circuito abierto	2 A	18.3 A
Eficiencia	80%	80%

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

En función a los parámetros y características estudiadas anteriormente, se elige el sistema fotovoltaico para 12 V con paneles solares flexibles, las cuales permitirán brindar un diseño funcional más adecuado para las alturas que se pretenden ensayar dentro del sistema de iluminación y electrónica del vehículo. Por otra parte, este quipo térmico se puede encontrar fácilmente en el mercado y poseen diversos fabricantes para su comercialización.

## ACUMULADORES PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Las baterías solares o acumuladores, son el dispositivo que sirve para almacenar la energía eléctrica producida por los paneles solares de forma que podamos utilizarla posteriormente y disponer de energía eléctrica después de las horas de luz.

**Baterías AGM:** son baterías para pequeñas aplicaciones, para potencias de hasta 40 Ah en 12 V. Son baterías solares con un buen precio teniendo en cuen-

ta que suelen tener una vida útil de aproximadamente cinco años. Además, tienen la ventaja de que no necesitan mantenimiento.

**Baterías Plomo-Ácido Monoblock:** Como hemos dicho anteriormente, son las baterías solares con mejor precio, por lo que son las más usadas. Estas baterías comprenden un amplio espectro, pues empiezan a partir de 12V/65Ah hasta potencias de 12V/250Ah. Si se requiere más potencia se pueden combinar varias baterías. Tienen una vida útil de aproximadamente siete años.

**Baterías Plomo-Ácido OPzS o tubular:** Son baterías también de plomo-ácido, pero con un diseño tubular, con lo que se alarga la vida útil de la batería hasta los 15 años. Se componen de vasos de 2 V que se pueden ir combinando hasta formar los 12, 24 o 48 V de la batería. El mantenimiento es el mismo que en la anterior: rellenar el electrolito con agua destilada.

**Baterías de Gel:** Estas baterías pueden ser de placa plana o de placa tubular. Las potencias son prácticamente las mismas que las de plomo-ácido. La diferencia está sobretodo en que tienen una vida útil larga y ningún mantenimiento, por lo que es la más adecuada para instalaciones que requieran una duración larga de las baterías.

En función de los acumuladores utilizados para el almacenamiento de carga y presentados anteriormente, a continuación, se muestra en la tabla 15 con la evaluación a nivel de matriz de selección del equipo a utilizar en el sistema fotovoltaico elegido respectivamente. Partiendo en lo anterior se tiene la siguiente información de comparación de dos baterías comerciales y que suelen emplearse para vehículos solares híbridos.

**Tabla 15. Selección del acumulador**

ACUMULADOR	BATERÍA DE PLOMO-ÁCIDO CONVENCIONAL	BATERÍA DE GEL
Voltaje	12 V	12 V
Peso	57 Kg	30 Kg
Corriente	250 Ah	240 Ah
Garantía	1 año	1 años
Confiabilidad	99%	99%
Años de servicio	10 años	15 años

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

En función a los parámetros y características estudiadas anteriormente se elige la batería de Gel de ciclo profundo, la cual posee una mayor cantidad de ciclos de carga y descarga, en función de los niveles cambiantes en la electrónica o eléctrica que tiene un vehículo. También se garantiza que, ante la variación de parámetros de irradiación, la misma pueda contener el efecto memoria intacto. A continuación, se presentan los controladores que serán opción para la elección en el sistema vehicular híbrido.

## **CONTROLADORES DEL SISTEMA HÍBRIDO**

Para la selección de controladores, es necesario evaluar el mercado nacional e internacional sobre este tipo de dispositivos, que se encargarán de realizar las conversiones automáticas del sistema fotovoltaico hacia el de inercia en el vehículo y viceversa. A continuación, se presentarán las opciones en función de los fabricantes, costos, mantenibilidad, disponibilidad, entre otros parámetros a evaluar dentro de la categoría micros controladores respectivamente.

### **CONTROLADOR PLC SIEMENS LOGO 230RL**

El microcontrolador de la marca Arduino el modelo MEGA 2560, el cual cubre las necesidades del sistema, con 53 entradas digitales y 15 análogas, teniendo a su vez disponible tres pares de entradas seriales TX y RX, las cuales serán utilizadas para los sensores de CE y pH. Además, cabe destacar su bajo costo tanto de instalación, configuración y mantenimiento. Fácil programación dando un valor agregado en el momento de implementación; en conclusión, este microcontrolador también cubre todas las necesidades del sistema propuesto.

### **MICROCONTROLADOR 16F877**

Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos. Los microcontroladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

Los microcontroladores se programan en Assembler y cada microcontrolador varía su conjunto de instrucciones de acuerdo a su fabricante y modelo. De acuerdo al número de instrucciones que el microcontrolador maneja se le de-

nomina de arquitectura RISC (reducido) o CISC (complejo). Los microcontroladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógica Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/o salida). La ALU, es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten (ADD, OR, AND), mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control específico.

El PIC16F877, es un microcontrolador de Microchip Technology fabricado en tecnología CMOS, su consumo de potencia es muy bajo y además es completamente estático, esto quiere decir que el reloj puede detenerse y los datos de la memoria no se pierden. El encapsulado más común para este microcontrolador es el DIP (Dual In-line Pin) de 40 pines, propio para usarlo en experimentación. La referencia completa es PIC16F877-04, para el dispositivo que utiliza cristal oscilador de hasta 4 MHz, PIC16F877-20, para el dispositivo que utiliza cristal oscilador de hasta 20 MHz, o PIC16F877A-I para el dispositivo tipo industrial que puede trabajar hasta a 20 MHz.

En la tabla 16, se muestra un comparativo entre los controladores estudiados. En función a los parámetros y características estudiadas anteriormente se elige el controlador PIC16F877, el cual permitirá brindar un diseño automatizado funcional y robusto más adecuado para las alturas que se pretenden ensayar dentro del sistema de iluminación externo/interno y/u otros componentes. Adicional a esto se presenta como un regulador económico y fácil de programar y mantener que puede ser manipulado por cualquier persona que domine el lenguaje C.

**Tabla 16. Matriz de selección de controladores**

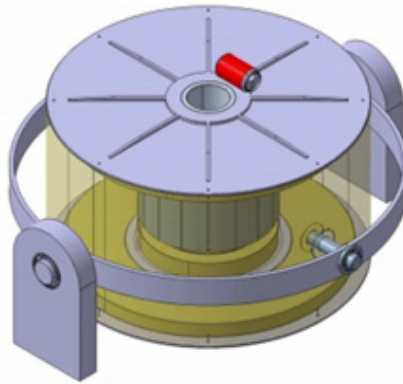
CONTROLADOR	ARDUINO MEGA 2560	PIC16F877
Entradas analog/dig	53	8
Salidas analog/dig	15	8
Voltaje de alimentación	12 V	12 V
Confiabilidad	99%	98%
Costo	Moderado	Bajo
Mantenibilidad	SI	SI
Disponibilidad	SI	SI

Fuente: (Pimienta R. , 2017)

## VOLANTE DE INERCIA

Finalmente, el volante de inercia mostrado en la figura 30, es un dispositivo mecánico que se encargara de convertir a partir de la rotación del mismo en energía eléctrica útil para ser almacenada en las baterías de gel propuestas. Esta volante ira acoplada en el eje cigüeñal del vehículo, por lo cual a continuación se presenta un diseño referencial propuesto por (Navarro, Torres, & Moreno, 2009), para vehículos livianos y de circulación normal.

**Figura 30. Volante de inercia**



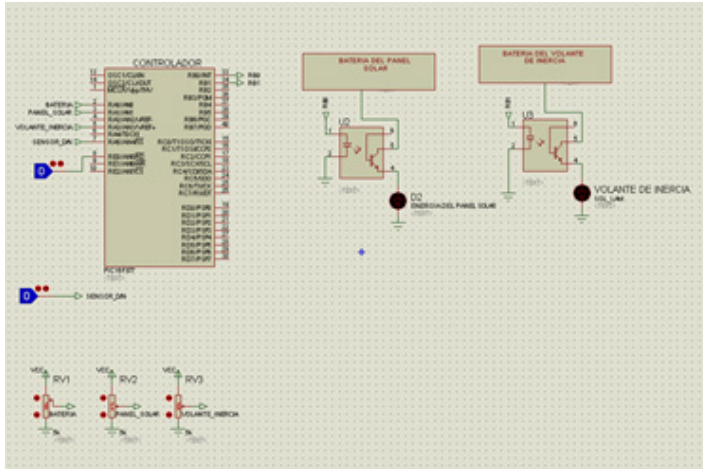
Fuente: (Navarro, Torres, & Moreno, 2009).

Cabe destacar que, para este dispositivo, no se precisa una matriz de selección frente a múltiples diseños existentes en el mercado, puesto que el diseño será personalizado y adecuado a las dimensiones proporcionadas en esta investigación, por lo cual la estructura y materiales deben ser elaborados a través de procesos de fabricación especializados, con lo cual es necesario ya que estos dispositivos se adaptarán dependiendo del motor, espacios y características de los vehículos.

## FASE V: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO DEL VEHÍCULO HÍBRIDO

En la evaluación del funcionamiento es imprescindible que se ejecuten todas las acciones mínimas requeridas y parametrizadas en la Fase II de esta investigación, por lo que en líneas generales se empleará el uso de un simulador comercial como lo es el Proteus® ilustrado en la figura 31, empleando un controlador embebido PIC16F877, el cual contendrá el cofre del vehículo, se podrá esquematizar la automatización de este sistema híbrido para comprobar su funcionamiento. Primeramente, al iniciar el sistema esta a la espera del encendido el automovil.

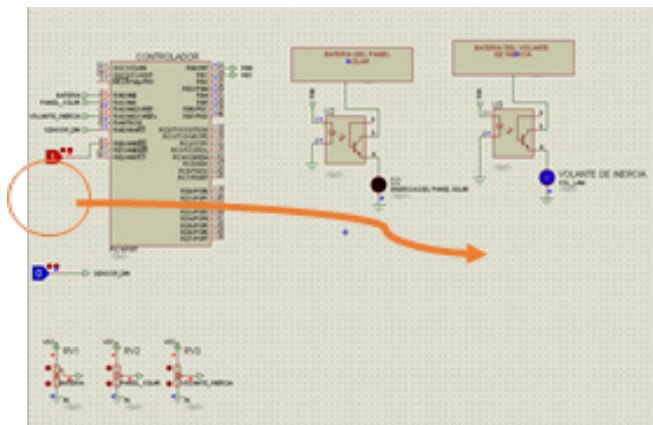
**Figura 31. Proceso de arranque del vehículo. Adecuación de carga del volante de inercia**



Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Cuando este enciende se chequea inicialmente el volante de inercia y su banco de baterías, con la finalidad de comprobar si a través del giro efectivo se está cargando a su voltaje nominal, posteriormente el sensor detecta si es de día o de noche, por estar activado el volante de inercia (banco de baterías del volante), se sobreentiende que es de noche para poder iniciar la transferencia energética en el vehículo, todo esto se puede apreciar en la figura 32

**Figura 32. Funcionamiento del vehículo por el volante de inercia**

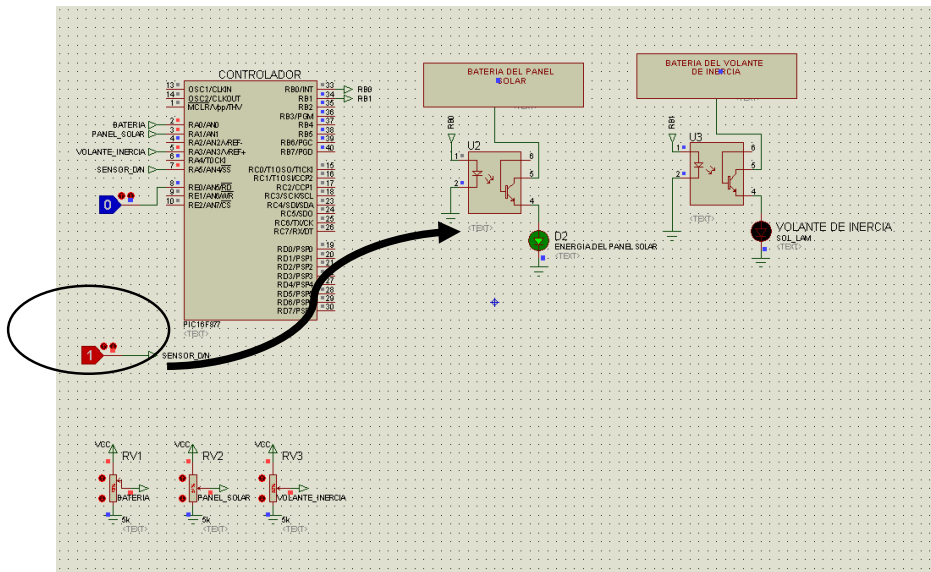


Fuente: (Pimienta R. , 2017).



Tal como se ilustra en la figura 33, para la condición de día (el sensor día noche está activo como se aprecia en la simulación), entonces se suministra energía al vehículo por el banco de baterías del panel solar siempre que esta cumpla con la demanda de energía de no ser así se espera a que el panel cargue eficientemente las baterías. De no corresponder con esta instrucción, entonces el sistema automáticamente utilizará las baterías del volante de inercia, ya que el mismo cargará el acumulador en un par de horas en función de su rotación efectiva.

Figura 33. Funcionamiento del vehículo por el panel solar



Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Partiendo de la figura anterior, se puede decir que el vehículo por sí solo es sostenible recordando que el volante de inercia está acoplado al dámper (polea principal del motor), donde al iniciar la rotación en la mínima revolución del motor (1000 RPM), este comenzará su proceso de carga en las baterías y con él su suministro de energía de manera sostenible. Por otra parte, una serie de sensores en el techo del vehículo determinarán si el mismo está en condiciones de buena o mala irradiación para poder realizar la transferencia con el mecanismo energético suministrado por el módulo fotovoltaico y poder tener energía sostenible.

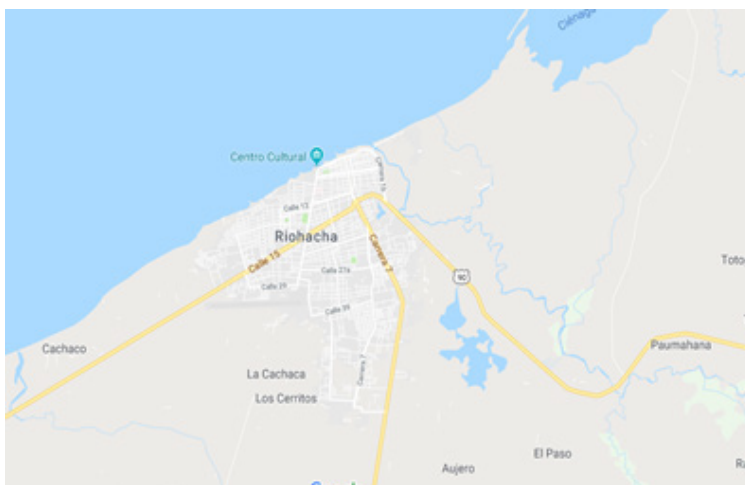
## PROPUESTA

Para dar cumplimiento con la última fase de este trabajo de investigación, se muestran los resultados obtenidos al realizar el estudio de factibilidad del sistema sustentable para un vehículo híbrido, estos resultados muestran información acerca del valor principal de un plan de negocios y la creación de un proyecto escrito que evalúe aspectos de la factibilidad económica y de su iniciativa comercial con una descripción y análisis de sus perspectivas empresariales. Todo esto se hace con la finalidad de constituir una empresa de ensamblaje de vehículos para adaptarlos a esta nueva modalidad ecológica.

### LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa se ubicará en la ciudad de Riohacha, Departamento de La Guajira, ilustrada en la figura 34, donde se destaca que en el sector central de la ciudad, uno de los motivos por el cual se ha elegido esa ubicación, esta localidad en los últimos años ha pasado de ser una comunidad turística a una comercial, donde se ubican los proveedores de la materia prima y los insumos necesarios para la construcción del sistema, otro de los motivos es que los clientes potenciales son las empresas contratistas que pertenecen al gobierno municipal, entonces con una ubicación en el centro, las vías de comunicación y transporte serán excelentes para comunicar a Colombia desde el norte, sur, este y oeste hasta la ciudad de Bogotá, capital de la República.

**Figura 34. Mapa de Riohacha ubicación de la planta ensambladora**



Fuente: Google Earth, editado por (Pimienta R. , 2017).

Se puede observar en el mapa satelital de la ciudad de Riohacha, el área demarcada por el círculo rojo indica la ubicación de la ensambladora para vehículos híbridos, además, se puede apreciar que el sector está vinculado por vías de acceso en el norte, el noroeste, el sudoeste, el sur y el oeste de la ciudad, los vecindarios constituyen una parte importante de la población conjunta de la ciudad y su zona de influencia, en los anexos se puede observar el mapa satelital completo del Departamento de La Guajira colombo-venezolana respectivamente.

#### CUANTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS

Se refiere a la conjunción de una serie de elementos que debidamente coordinados impulsarán el logro de los objetivos planteados en una organización o proyecto, el éxito de cualquier organización depende de la adecuada elección, combinación y armonización de los recursos, de darles el mejor empleo y la más adecuada distribución, entre ellos, se tienen recursos materiales, insumos, recursos humanos, entre otros, dependiendo del producto que se va a desarrollar en este caso una empresa de ensamblaje de vehículos híbridos.

#### MATERIA PRIMA

Como se puede observar en las tablas 17, 18 y 19, se describe la materia prima e insumos necesarios para la construcción a posterior de un sistema energético autosustentable e híbrido de un vehículo en la ciudad de Riohacha, y proyectados a tres años con un incremento estimado del 12% anual, hay que tener en cuenta que para la comercialización del producto hay que contar con la licencia original del software Proteus®, y con todo el sistema energético, dejando claro que esto aumenta considerablemente los costos del producto, es importante resaltar que el desarrollo del prototipo fue elaborado en la versión de prueba del software.

**Tabla 17. Materia prima: Año 1**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL ANUAL
Licencia del software Proteus®	1	\$400	\$400
Computadora	1	\$700	\$700
PIC/Componentes electrónicos	1	\$400	\$400
Sistemas energéticos (solar, volante de inercia)	Todos	Cada uno posee su valor	\$1000
Total	Todos		\$2500

**Tabla 18. Materia prima: Año 2**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL ANUAL
Licencia del software Proteus®	1	\$480	\$480
Computadora	1	\$784	\$784
PIC/Componentes electrónicos	1	\$480	\$480
Sistemas energéticos (solar, volante de inercia)	Todos	Cada uno posee su valor	\$1.120
Total	Todos		\$2864

**Tabla 19. Materia prima: Año 3**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL ANUAL
Licencia del software Proteus®	1	\$537.6	\$806.4
Computadora	1	\$878.0	\$2.160
PIC/Componentes electrónicos	1	\$537.6	\$576
Sistemas energéticos (solar, volante de inercia)	Todos		\$1.254.4
Total	Todos		\$3207.6

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

## SUMINISTROS

En la tabla 20, se presenta una relación completa de los suministros, es decir, los consumibles que se hacen necesarios para la consolidación del proceso, los cuales han sido establecidos según lo pautado para el mismo.

Esta categoría agrupa las asignaciones destinadas a la adquisición de toda clase de insumos y suministros requeridos para la prestación de bienes y servicios, además para el desempeño de las actividades administrativas, entre ellos, se tienen los materiales de administración, emisión de documentos, artículos oficiales, materiales, útiles y equipos menores de oficina.

**Tabla 20. Suministros (consumibles)**

			AÑO 1	AÑO 2 (+6%)	AÑO 3 (+6%)
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
Resma de papel bond	2	\$10	\$20	21.2	22.472
Bolígrafo	2	\$30	\$60	63.6	67.416

			AÑO 1	AÑO 2 (+6%)	AÑO 3 (+6%)
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
Lápiz mongol	2	\$25	\$50	53	56.18
Tijeras	2	\$15	\$30	31.8	33.708
Resaltador	1	\$27	\$54	57.24	60.6744
Perforadora	1	\$35	\$35	37.1	39.326
Marcadores	1	\$20	\$20	21.2	22.472
Corrector	1	\$23	\$23	24.38	25.8428
Block de notas	4	\$20	\$80	84.8	89.888
Chinche	2	\$25	\$50	53	56.18
Grapas (caja x 100)	6	\$20	\$80	84.8	89.888
Total	24	250	502	532.12	564.0468

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Se puede apreciar en la tabla de los suministros consumibles, estimando los gastos de operación proyectados a tres años, es importante resaltar que los precios pueden variar dependiendo de la marca de algunos productos, el analista para este proceso estima un incremento anual a cada producto, teniendo en cuenta el precio actual en el mercado y los índices de inflación, en el año actual se encuentra en 6%.

### MOBILIARIO Y EQUIPOS

Se precisan en la tabla 21, el mobiliario y equipo necesarios, se trata del conjunto de máquinas y dispositivos que se necesitan para llevar a cabo tareas propias de una oficina, en la actualidad, el equipo de oficina suele estar compuesto de ordenadores, teléfonos, equipos de fax, impresoras con escáner, escritorios y sillas. A simple vista, muchos de dichos elementos parecen haber formado parte del ecosistema de las oficinas por varias décadas; sin embargo, es necesario tomar en cuenta la evolución que han atravesado muchos de ellos, a pesar de haber conservado el nombre original.

**Tabla 21. Mobiliario y equipos**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Computadores de escritorio	5	\$1.000	\$5.000
Sillas de oficina	5	\$100	\$500

Escritorios para oficina	5	\$120	\$600
Impresora multifuncional	2	\$350	\$700
Teléfono y equipo de fax	1	\$250	\$250
Sillas uso general	8	\$180	\$1.440
Mesas	4	\$150	\$600
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>\$2.150</b>	<b>\$9.090</b>

Fuente: (Pimienta R. , 2017)

Se puede apreciar en la tabla anterior, la lista del mobiliario y equipos requeridos tanto para la producción, como para la operatividad de las diversas áreas de la empresa, por lo cual pueden ser considerados como los instrumentos más importantes para cumplir el objetivo de la organización. Algunos de estos equipos pueden estar sujetos a depreciación, por ejemplo, la computadora, la fórmula de depreciación emplea el método de línea recta igual, este se calcula teniendo en cuenta el costo de adquisición dividido entre la vida útil probable (se estima razonable una vida útil de cinco años para los equipos y diez años para el mobiliario).

### RRHH (RECURSOS HUMANOS)

En la tabla 22, se muestra el listado del personal necesario en la empresa, es importante resaltar que los recursos humanos son las personas con las que una organización cuenta para desarrollar y ejecutar de manera correcta las acciones, actividades, labores y tareas que deben realizarse y que han sido solicitadas a dichas personas. Las personas son la parte fundamental de una organización, y junto con los recursos materiales y económicos conforman el “todo” que dicha organización necesita.

**Tabla 22. RRHH (Nómina de personal)**

PERSONAL	CANTIDAD	SUELDO	COSTO ANUAL NOMINA	AÑO 1	AÑO 2 (+ 7%)	AÑO 3 (+ 7%)
Programador	1	\$1.000	\$12.000	\$12.000	\$12.840	\$13.738.8
Electrónica	4	\$800	\$38.400	\$38.400	\$41.088	\$43.364.16
Esp en Aut y Control	1	\$1.500	\$18.000	\$18.000	\$19.260	\$20.608.2
Mecánicos	2	\$800	\$19.200	\$19.200	\$20.544	\$219.82.08
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>\$4.100</b>	<b>\$87.600</b>	<b>\$87.600</b>	<b>\$93.732</b>	<b>99.693.24</b>

Fuente: (Pimienta R. , 2017)

Se evidencia detalladamente la lista del personal necesario para ejecutar las acciones y labores de la empresa, se realiza una proyección del costo total de la nómina a tres años teniendo en cuenta el incremento del salario mínimo mensual legal vigente (smmlv), estipulado por el gobierno nacional del 7%, hay que tener en cuenta que este puede sufrir modificaciones en los años venideros, de la misma manera el aumento puede ser mayor a ese porcentaje, queda a disposición de la empresa pero se debe garantizar el mínimo porcentaje de aumento estipulado por el gobierno colombiano y la ley de trabajo.

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

El estudio económico o análisis económico dentro de la metodología de evaluación de proyectos, consiste en expresar en términos monetarios todas las determinaciones hechas en el estudio técnico. Las decisiones que se hayan tomado en el estudio técnico en términos de cantidad de materia prima necesaria y cantidad de desechos del proceso, cantidad de mano de obra directa e indirecta, cantidad de personal administrativo, número y capacidad de equipo y maquinaria, necesarios para el proceso, entre otros. Ahora deberán aparecer en forma de inversiones y gastos, la esencia del estudio económico es el análisis de cientos de cifras monetarias, que a su vez son la base para el cálculo de la rentabilidad de la inversión, sin duda la primera competencia necesaria es el análisis de datos.

### **INVERSIÓN INICIAL**

Se entiende por inversión la cantidad de recursos necesarios para la puesta en marcha y posterior funcionamiento de un proyecto. La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos e intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa. En la tabla 23, se presenta el plan de inversiones que debe llevar a cabo la empresa ensambladora.

Se puede observar en la tabla anterior el plan de inversión de la empresa, el proyecto estará financiado en un 70% por aportes realizados por los socios, alcaldía del Estado, entre otros, y un 30% utilizando un financiamiento bancario, se puede observar que la inversión tangible sería el mobiliario y equipos, además de la materia prima, para el inventario de la mercancía.

**Tabla 23. Plan de inversión**

INVERSIONES	APORTE PROPIO	FINANCIAMIENTO BANCARIO	TOTAL
<b>INVERSIÓN TANGIBLE</b>			
Mobiliario y equipo	\$9.090	\$50.000	\$59.090
Suministros/POP	\$502		\$502
MP Ensamblador	\$2.500		\$2.500
Sub Total	\$12.092	\$50.000	\$62.092
<b>INVERSIÓN INTANGIBLE (APORTES SOCIOS Y GASTOS DE CONSTITUCIÓN)</b>			
Cámara de Comercio	\$5.000	0,00	\$5.000
Aporte capital de socios	\$10.000	0,00	\$10.000
Alcaldía de Riohacha	\$5.000	0,00	\$5.000
Sub Total	\$20.000	0,00	\$20.000
Total	\$32.092	\$50.000	\$82.092
% Participación	70%	30%	100%

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

El activo fijo se deprecia mediante el método de línea recta, con una vida útil estimada de cinco años para los equipos y diez años para el mobiliario.

#### **SISTEMA DE FINANCIAMIENTO**

El financiamiento es el monto inicial que se invierte para arrancar el proyecto, el mismo será dividido en dos productores, el 70% de la inversión inicial será aportes de los socios y el 30% se buscarán acudiendo a entidades bancarias con la finalidad de solicitar un préstamo. Hay que tener en cuenta que los créditos de financiamiento bancarios tienen algunas ventajas, y es que los préstamos suelen adaptarse a las necesidades de la entidad y además las ayuda a estabilizarse en relación al capital en un corto lapso de tiempo, la desventaja es que la empresa debe ir cancelando tasas pasivas y que los bancos resultan ser demasiados estrictos, por lo que pueden limitar todo aquello que vaya en contra de sus propios intereses.

#### **ESTADOS DE RESULTADOS PROYECTADOS**

El estado de resultados, también conocido como cuenta de resultados o estado (o cuenta) de ganancias y pérdidas, es un documento o informe financiero que muestra los ingresos, los gastos y el beneficio o pérdida que ha obtenido una empresa durante un periodo de tiempo determinado. La diferencia entre



los ingresos y los gastos se conoce como beneficio (cuando los ingresos son mayores que los gastos), o como pérdida (cuando los gastos son mayores que los ingresos). En la tabla 24, se muestra el registro de los ingresos proyectados.

**Tabla 24. Ingresos proyectados**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Precio Total	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.800.000	\$2.160.000
Total Ingreso	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.800.000	\$2.160.000

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Se evidencia que los ingresos proyectados por la empresa producto híbrido instalado de las ventas, en este caso se estima la venta de 1000 unidades del sistema construido en un año, la estimación fue proyectada a tres años, para el segundo año se proyectó un incremento del 20% por las ventas al momento de realizarlas, por este motivo para calcular los valores se multiplica el valor de las ventas por 1.20, debido al incremento anual estimado.

Se puede observar en la tabla 25, cada uno de los egresos proyectados teniendo en cuenta que en la mano de obra se incluye todo el personal necesario para el funcionamiento de la empresa, en los servicios públicos se proyectó el porcentaje de aumento de acuerdo a la inflación actual equivalente a 5.75%, para el alquiler del local se calculó con base en un aumento del 10% anual, se estima un impuesto local al 12% por valor de 2000 dólares incluyendo servicios de internet, telefonía y suministro de agua.

**Tabla 25. Egresos proyectados**

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Mano de obra RRHH	\$8.7600	\$93.732	\$99.693.24
Materia Prima	\$2.500	\$2.864	\$3.207.6
Suministros	\$502	\$532.12	\$564.0468
Servicios públicos	\$1.200	\$1.269	\$1.1341
Impuestos	\$2.000	\$2.240	\$2.508.8
Total Egresos	\$93.802	\$100.637.12	\$107.314.68

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Se puede apreciar en la tabla 26, el estado de los resultados proyectados, la proyección se realizó a tres años teniendo en cuenta los ingresos y egresos anuales, permitiendo obtener la utilidad bruta para cada año, es importante mencionar que se maneja un impuesto sobre la renta nacional (I.S.L.R) igual

al 25% de la utilidad bruta, la utilidad neta se obtiene restándole a la utilidad bruta el valor del I.S.L.R en cada año.

**Tabla 26. Estados de resultados proyectados**

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Ingresos	\$1.500.000	\$1.800.000	\$2.160.000
Egresos	\$93802	\$100637.12	\$107314.68
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$1.406.198</b>	<b>\$1.699.362,88</b>	<b>\$2.052.685,32</b>
I.S.L.R (25%)	\$351549.5	\$424840.72	\$513171.33
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$1054648.5</b>	<b>\$1274522.16</b>	<b>\$1539513.99</b>

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

#### FLUJOS DE EFECTIVO PROYECTADO

El estado de flujo de efectivo proyectado, mostrada en la tabla 27, presenta el plan de ingresos, egresos y saldos de efectivo proyectados. Este es una herramienta básica para la administración financiera, con ello se planifica el uso eficiente de efectivo, manteniendo saldos razonablemente cercanos a las permanentes necesidades de efectivo. Generalmente estos flujos ayudan a evitar cambios arriesgados en la situación de efectivo, que pueden poner en peligro el crédito de la empresa hacia sus acreedores o excesos de capital durmiente en efectivo.

**Tabla 27. Flujos de caja proyectada**

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2 (+2%)	AÑO 3(+2%)
Saldo inicial	\$50000	\$51000	\$52020
Ingresos	\$1.500.000	\$1.800.000	\$2.160.000
Egresos	\$93802	\$100637.12	\$107314.68
Utilidad bruta	\$1.406.198	\$1.699.362,88	\$2.052.685,32
Utilidad neta (flujo de caja neto)	\$1054648.5	\$1274522.16	\$1539513.99
<b>Saldo final</b>	<b>\$1104648.5</b>	<b>\$1325522.16</b>	<b>\$1591533.99</b>

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

Se puede apreciar en la tabla anterior, cómo se evidencia el flujo de efectivo proyectado, realizado con una proyección de tres años, por lo general no se proyecta a más de tres años, en él se observa el saldo inicial, producto del financiamiento bancario, los ingreso por ventas anuales, los egresos anuales, la

utilidad bruta y la utilidad neta, el saldo final se calcula sumando el valor del saldo inicial con la utilidad neta.

**INDICADORES DE EVALUACIÓN**

El VAN y el TIR, son dos herramientas financieras procedentes de las matemáticas financieras que nos permiten evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que podemos hacer en un negocio en marcha, tales como el desarrollo de un nuevo producto, la adquisición de nueva maquinaria, el ingreso en un nuevo rubro de negocio. En la tabla 28, se muestra la descripción de los flujos netos de caja.

**Tabla 28. Descripción de los flujos netos de caja**

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Flujo de caja neto	\$1054648.5	\$1274522.16	\$1539513.99
Beneficio Neto Nominal (año1 + año2 + año3)			\$3868684.65

Fuente: (Pimienta R. , 2017).

El beneficio neto nominal sería de \$3868684.65, resultado de sumar el flujo de caja neto en los tres años, y la utilidad lógica sería \$3818684.65 resultado de restarle al beneficio neto nominal en valor del desembolso por concepto de préstamo bancario, pero este beneficio o ganancia no sería real (solo nominal), porque no se estaría considerando el valor del dinero en el tiempo, por lo que cada periodo debe actualizarse a través de una tasa de descuento (tasa de rentabilidad mínima que se espera ganar). El VAN se calcula utilizando la siguiente expresión:  $VAN = BNA - Inversión$ . Ahora para calcular el beneficio neto nominal (BNA) teniendo en cuenta el tiempo se realiza de la siguiente manera:

$$BNA = \frac{\$1054648.5}{(1 + 0.14)^1} + \frac{\$1274522.16}{(1 + 0.14)^2} + \frac{\$1539513.99}{(1 + 0.14)^3} = 2944961.772$$

$$VAN = BNA - In v = 2944961.772 - 50000 = 2894961.772$$

Como el resultado del VAN mayor a cero el negocio es rentable, los cálculos se realizaron con una tasa de descuento del 14%. La TIR, es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el BNA sea igual a la inversión (VAN igual a 0). La TIR, es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VAN menor que 0). Para hallar la TIR hacemos uso

de la fórmula del VAN, solo que en vez de hallar el VAN (el cual reemplazamos por 0), se estaría hallando la tasa de descuento:

$$0 = \frac{\$1054648.5}{(1+k)^1} + \frac{\$1274522.16}{(1+k)^2} + \frac{\$1539513.99}{(1+k)^3}$$

$$k = 5.5\%$$

La solución del problema, consiste en despejar a la variable  $i$  siendo algo complejo debido al grado de la ecuación, para resolver este inconveniente se utiliza una aplicación en línea que permite ingresar los valores y obtener el resultado de  $k$ , en este caso fue de 5.5%. Si esta tasa fuera mayor, el proyecto empezaría a no ser rentable, pues el BNA empezaría a ser menor que la inversión. Y si la tasa fuera menor (como en el caso donde la tasa es de 14%), a menor tasa, el proyecto es cada vez más rentable.

El periodo de recuperación (PR) de la inversión, es el tiempo requerido para que la empresa recupere su inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo, la fórmula es la siguiente:  $PR = a + [(b - c)/d]$ . Dónde:  $a$  = Año anterior inmediato a que se recupera la inversión.  $b$  = Inversión inicial.  $c$  = Suma de los flujos de efectivo anteriores.  $d$  = FNE del año en que se satisface la inversión.

$$PR = 2 + \left[ \frac{50000 - 2329170.66}{\$1539513.99} \right]$$

$$PR = 0.5195 \approx 6 \text{ meses}$$

## BASE LEGAL: LEY ORGÁNICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Entre otras leyes del contexto jurídico colombiano en el artículo 17 el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTI-. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación tendrá los siguientes objetivos:

Propiciar la generación y uso del conocimiento, a través del desarrollo científico, tecnológico y la innovación, como actividades esenciales para darle valor agregado a nuestros recursos, crear nuevas empresas basadas en investigación, desarrollo tecnológico e innovación, alcanzar mayores y sostenidas tasas de crecimiento económico, acumulación y distribución de riqueza, con el objeto de mejorar los niveles de calidad de vida de los ciudadanos.

Fomentar y consolidar, con visión de largo plazo, los centros y grupos de investigación particulares y de las Instituciones de Educación Superior, sean públicas o privadas, los centros de desarrollo tecnológico, los parques tecno-

lógicos, los centros de productividad, las instituciones dedicadas a la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación, las entidades de gestión, administración y promoción del conocimiento, las incubadoras de empresas de base tecnológica y el desarrollo del talento humano, las academias y sociedades científicas, tecnológicas y de innovación, y las diferentes redes, iniciativas de organizaciones e individuos tendientes al fortalecimiento del sistema.

## CONCLUSIONES

Una vez concluida la investigación, pueden destacar aspectos de suma importancia los cuales deben ser descritos por fases de la investigación. Iniciando con la primera fase es posible afirmar que el sistema actual soporta a la hibridación con energías alternativas, puesto que las conexiones de un vehículo sean de modelo nuevo o antiguo, son de fácil adecuación para esta propuesta en el presente estudio por lo que la descripción del sistema fue fundamental para conocer las posibles conexiones, todo esto fue soportado para ambos estilos energéticos que pueden suministrar energía sin interrupciones (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Una vez descrito en la segunda fase en cuanto a los parámetros y requerimientos es de notar que esto será dependiente teniendo en cuenta la luz solar para la generación efectiva eléctrica por lo cual para sostener un sistema autónomo es de vital garantía que los parámetros de irradiación por horas efectivas de sol se mantengan mayores a lo exigido por los módulos seleccionados. Esto garantizará que el sistema de control pueda accionar múltiples opciones para no dejar sin energía al vehículo. También el volante de inercia suministrará la energía de manera continua una vez este el carro en movimiento (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Para el diseño del sistema sustentable se dice que la instalación solar y de inercia son las más apropiadas en el vehículo híbrido sobre otras tecnologías como la eólica u biomasa, puesto que el aprovechamiento y fuentes de irradiación de la zona suelen ser directas permitiendo un acumulamiento de la energía de manera eficaz. Por otra parte, la tecnología de comunicaciones para el sistema de control automático garantiza a su vez el transporte de paquetes de datos de manera rápida, teniendo acciones híbridas con respecto a un respaldo que actualmente se tiene en cualquier vehículo automotor, alterando su diseño y reemplazando el alternador por otra fuente de energía, como lo es el volante de inercia que con tan solo 1000 RPM puede funcionar de manera continua y cargar los bancos de batería en dos horas aproximadamente.

En cuanto a la selección de los componentes, equipos y piezas del sistema energético sustentable se dice, que la misma fue de manera óptima seleccionarla a través de matrices, las cuales permiten a las autoridades gubernamentales, municipales y regionales colombianas discernir entre cualquier opción más económica, frente a una opción también funcional. Esto, a su vez, garantiza la homogeneidad en la selección, y licitación de cualquier empresa, puesto que se eligieron los más comerciales del mercado (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

Para finalizar, en cuanto a las simulaciones, las mismas representan cualquier eventualidad positiva o negativa del sistema, pudiendo obtener de esto un hardware in the loop manejable por el usuario y una programación abierta para cualquier técnico experto en el área, poder alterar las condiciones u parámetros en función de los cambios climatológicos observados o registrados. Por otra parte, en función de la factibilidad económica era de esperarse la alta rentabilidad de esta proyección debido al presupuesto de la nación a través de la ley de ciencia y tecnología colombiana, por lo que el retorno se espera en un periodo no mayor de ocho meses bajo ingresos continuos (Pimienta, Botello, & Cordero, 2018).

## RECOMENDACIONES

A manera de recomendaciones, las mismas fueron generalizadas y presentadas a diversos entes gubernamentales, empresarios y especialistas del área energética:

Proponer un proceso de licitación a partir de un nuevo cálculo económico con múltiples beneficios dados por el gobierno a través de la inversión privada y de cualquier ente o ministerio público, con la finalidad de llevar a cabo este proyecto. Tomando en consideración mejores tiempos de recuperación para esta inversión.

Ubicar expertos en el área de control y automatización de procesos, instrumentistas e ingenieros expertos en el área de electricidad para que lleven a cabo la propuesta una vez licitada tomando en cuenta sistemas de cableados, circuitería y protocolo de comunicación CAN, entre otros factores, que sean necesarios en los vehículos automotores nuevos, antiguos para poner en marcha este sistema energético y desconectar del alternador estos medios de transporte.

Evaluar procedimientos y nuevas maneras de programación para el regulador, puesto que a pesar de ser versátil el código ensamblador es soportado por

una plataforma que no es código abierto, y puede traer problemas a nivel de licencias lo que equivale un gasto adicional, que puede ser disminuido anualmente en el proyecto.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M., & Finn, E. (1873). *Fundamental university physics*. Addison-Wesley.
- APER. (23 de Octubre de 2017). *Asociacion Paragaya de Energia Renovable*. Obtenido de <https://aper.org.py/noticias/las-ventajas-de-las-energias-renovables/>
- Ardila, A. (28 de Marzo de 2016). *Comparamejor.com*. Obtenido de ¿VEHÍCULOS HÍBRIDOS EN LAS CALLES DE COLOMBIA? TOMARÁ SU TIEMPO: <https://comparamejor.com/co/blog/page/8/>
- Arias, F. (1999). *El proyecto de investigación*. Caracas: Episteme.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica 6ta Edición*. Caracas: Episteme.
- Bavaresco, A. (2006). *Proceso Metodológico en la Investigación*. Maracaibo: EDILUZ.
- Beer, F. (2013). *Mecánica de materiales*. México: Mc Graw - Hill.
- Bosch, R. (2012). *CAN Specification Version 2.0*. Stuttgart: Bosch.
- Canales, M. (1996). *Metodología de la investigación*. Santiago de Chile: LOM.
- Cerdas, H. (1993). *Los Elementos de la Investigación. como reconocerlos, diseñarlos y construirlos*. Quito: Abya Yala.
- Chang, Z. (2010). *Nikel-Metal Hibride Battery Electrode Burr Punching Machine*. China.
- Costas, J. (18 de Octubre de 2011). *Motor Pasión*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/que-es-un-coche-hibrido>
- ERENOVABLE. (Junio de 2018). *ERENOVABLE by TENDENZIAS*. Obtenido de <https://erenovable.com/tipos-de-energias-renovables-no-convencionales/>

- FITSA. (Febrero de 2007). *Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad en el Automóvil*. Obtenido de <http://fundacionfitsa.org/>
- Ford. (2010). Manual básico acerca de Automoviles Ford. *Ford Company*.
- Ford-Company. (2015). *Ford.com.co*. Obtenido de Tecnología Híbrida: <https://www.ford.com.co/tecnologia-hibrida/>
- Gehisy. (6 de Junio de 2017). *Diagrama de flujo o flujograma*. Obtenido de <https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-flujo-o-flujograma/>
- Harper, E. (2015). *Tecnologías de Generación Eléctrica*. México: Limusa.
- Hernández, S., Fernández, C., & otros. (2003). *Metodología de la Investigación, 4ª ed.* Mexico: McGraw-Hill.
- IDEAM. (2015). *Informe Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Bogotá: IDEAM.
- Inforegión. (7 de septiembre de 2011). *Inforegion.pe*. Obtenido de <http://www.inforegion.pe/115191/energias-renovables-alternativa-para-cuidar-el-medio-ambiente/>
- ISO11898-6. (2013). Road vehicles — Controller area network. (CAN).
- Jaramillo, Y., Jaramillo, V., Perez, M., Llano, T., & Gomez, L. (31 de Octubre de 2013). *Tecnología 2013*. Obtenido de Energía Alternativa y Renovable: <http://tecnologia11c2013.blogspot.com/>
- León, R. (2014). La información y la comunicación en. *Biblioteca Anales de Investigación*, 13.
- MechanicalHandbook. (Junio de 2012). *Curtin University*. Obtenido de <http://archive.handbook.curtin.edu.au/october2012/courses/31/313585.html>
- Morón, C. (2009). *Taller de Electricidad*. Sevilla: Copy-Rex.
- Nava, F T. (2001). *Proceso y Metodología de la Investigación Holística*. Bogotá: Sypal.
- Navarro, G., Torres, J., & Moreno, P. (2009). Technology description and characterization of a low-cost flywheel for energy management in microgrids. *CIEMAT*.
- Obil, A. (5 de Marzo de 2010). *Sistemas Operativos de Red*. Obtenido de <http://sistemasoperativosderedadahi.blogspot.com/2010/03/recursos-que-se-comparten-nic-y.html>
- OEI. (14 de Junio de 2007). *Organizacion de estados ibero-americanos*. Obtenido de [oei.es: https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article452](https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article452)
- Ogata, K. (2008). *Ingeniería de Control Moderno*. Madrid: Prentice Hall.
- ONU. (2016). Programa de Naciones Unidas para el Ambiente. *PNUMA*, 64.

- Parella, S., & Martín, F. (2006). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: La Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Pérez, B. (2013). *02 Redes*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/eso1de-mayobeatriz/40a-e-s-o/02-redes>
- Pérez, J. A. (2008). *Técnicas del automóvil*. Madrid: Paraninfo.
- Pérez, M. A. (20 de Septiembre de 2014). *Blogthinkbig.com*. Obtenido de <https://blogthinkbig.com/funcionamiento-del-motor-hibrido>
- Pimienta, R. (2017). *Sistema Híbrido Para el Suministro Energético de un Vehículo Automotor*. Maracaibo: Universidad Privada Rafael Belloso Chacín.
- Pimienta, R. D., Botello, A., & Cordero, H. (2018). Parámetros y Requerimientos para el Suministro Energético Híbrido en un Vehículo Automotor. En C. S. Martelo, & H. A. Delgado, *La empresa en la Era Digital: Innovación a través de las TIC* (págs. 47-52). Bogotá: Universidad Manuela Beltrán.
- Research, B., & Ricardo. (2016). Global autos don't believe the hype – analyzing the costs & potential of fuel-efficient technology. *Global autos* .
- Sabino, C. (1992). *proceso de Investigación*. Caracas: Panapo.
- Sampieri, H. (2012). *Metodología de la investigación*. Valencia: Mc Graw Hill.
- Serway, R. (2013). *Fundamentos de física*. México: Cengage Learning.
- Shigley, J. (2011). *Mechanical engineering*. Mc Graw-Hill Education.
- Sorókina, T. (2009). Territorios de la escritoralidad Tiempos y géneros en el discurso hipertextual. *Universidad Autónoma Metropolitana*, 22.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la Investigación Científica*. 4ª. México: Limusa.
- Tamayo, M. (2012). *El proceso de la Investigación científica*. (5ta. Edic). México: Limusa.
- Tamayo, M. T. (2008). *Investigacion para jovenes*. México: Limusa.
- Toyota. (2016). Artículos de Toyota Motor, USA, Inc. en Autoshop 101. *Autoshop*.
- Tuteorica. (14 de Octubre de 2017). *Tuteorica.com*. Obtenido de <https://www.tuteorica.com/material-complementario/vehiculos/vehiculos-hibridos>
- Villajulca, J. (2010). *Curso Completo de Instrumentación Industrial*. Obtenido de <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/instrumentacion/curso-completo-instrumentacion-industrial.html>
- Zambrano, A. (2009). *Análisis de diversas fuentes de energías renovables* . Andalucía: Federacion de enseñanza de CC.OO.



# ANEXOS

## ANEXO 1. PANEL SOLAR ISOFOTON/ISF-260W – ESPECIFICACIONES

We are proud to offer US-Made Solar Panels by Isofoton.

**Features:**

- Microstructured Glass
- Monocrystalline Silicon
- 60 Solar Cells (156mm)
- Available in White, Black or Transparent backsheet
- 100% US Made
- 30 Year Linear Power Warranty
- 10 Year Product Warranty

**Dimensions:**  
85.63 in x 39.13 in x 1.77 in  
1667mm x 994mm x 45mm

**250 WATT SOLAR PANEL**

**250 WATT SOLAR PANEL**  
DIMENSIONS **39.1" x 65.63" x 1.77"**

The technical drawing shows a 250W solar panel with the following dimensions and features:

- Overall width: 994.82 (25.21)
- Overall height: 1667.13 (41.91)
- Mounting hole spacing (top): 933.9 (23.54)
- Mounting hole spacing (bottom): 933.9 (23.54)
- Mounting hole diameter: 100.0 (2.54)
- Mounting hole offset: 50.0 (1.27)
- Mounting hole offset (bottom): 50.0 (1.27)
- Panel thickness: 45.0 (1.12)

getlithium.com

## ANEXO 2. ACUMULADOR S-605 – ESPECIFICACIONES



### S-605



CONTAINER:	High Density Polypropylene
COVER:	High Density Polypropylene
TERMINALS:	Flag M
HANDLES:	Rope



PLATE HEIGHT:	293 mm	11.530 inches
PLATE WIDTH:	143 mm	5.625 inches
THICKNESS (POSITIVE):	4.32 mm	0.170 inches
THICKNESS (NEGATIVE):	3.05 mm	0.120 inches

COLD CRANK AMPS (CCA):	377 / -17.8°C	1475
WARM CRANK AMPS (CA):	327 / 0°C	1245
RESERVE CAPACITY (RC @ 25A):		979 Minutes

**CAPACITY 468 AH**

HOUR RATE	SPECIFIC GRAVITY	CAPACITY / AMP HOUR	CURRENT / AMPS
100 HOUR RATE	1.280	805	6.05
72 HOUR RATE	1.280	573	7.36
50 HOUR RATE	1.280	547	10.93
24 HOUR RATE	1.280	482	20.09
<b>20 HOUR RATE</b>	<b>1.280</b>	<b>468</b>	<b>23.40</b>
15 HOUR RATE	1.280	439	29.27
12 HOUR RATE	1.280	417	34.71
10 HOUR RATE	1.280	398	39.78
8 HOUR RATE	1.280	374	46.80
6 HOUR RATE	1.280	346	57.72
5 HOUR RATE	1.280	328	65.52
4 HOUR RATE	1.280	304	76.05
3 HOUR RATE	1.280	276	92.04
2 HOUR RATE	1.280	239	119.34
1 HOUR RATE	1.280	166	168.48

Amper-hour capacity ratings based on specific gravities of 1.280. Reserve capacities 5% for 1.280 specific gravity and 10% for specific gravities of 1.270.

www.rollsbattery.com

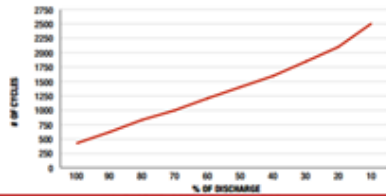
<b>6 VOLTS</b>	
WEIGHT DRY:	45 kg 99 Lbs.
WEIGHT WET:	57 kg 125 Lbs.
LENGTH:	318 mm 12 1/2 inches
WIDTH:	181 mm 7 1/8 inches
HEIGHT:	425 mm 16 3/4 inches

CELLS:	18 Plates/Cell	3 Cell
SEPARATOR THICKNESS:	2 mm	0.081 inches
GLASS MAT INSULATION:	1 mm	0.02 inches
ELECTROLYTE RESERVE ABOVE PLATES:	57 mm	2.25 inches

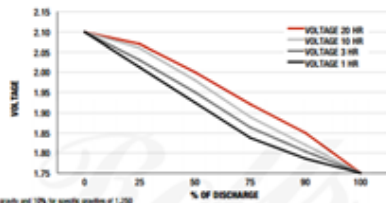


ISO 9001 Quality

#### CYCLE LIFE VS. DEPTH OF DISCHARGE



#### VOLTAGE VS. DEPTH OF DISCHARGE

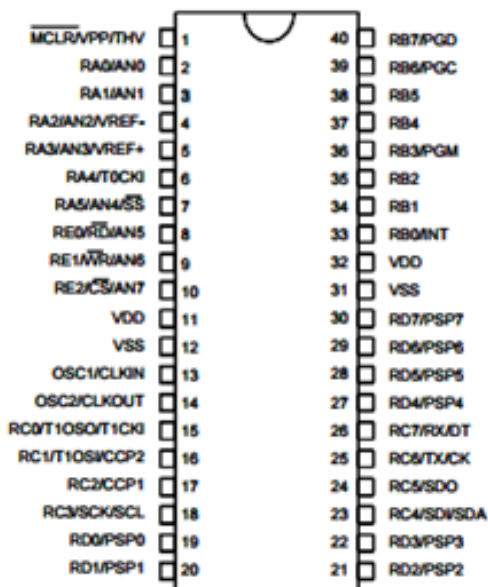


13-13-01

ROLLS BATTERY COMPANY 1 STATION RD. SPRINGHILL, TN 37081 USA

13-13-01 468 1

## ANEXO 3. PIC PIC16F877 – ESPECIFICACIONES



El PIC16F877 es un microcontrolador de Microchip Technology fabricado en tecnología CMOS, su consumo de potencia es muy bajo y además es completamente estático, esto quiere decir que el reloj puede detenerse y los datos de la memoria no se pierden. El encapsulado más común para este microcontrolador es el DIP (Dual In-line Pin) de 40 pines, propio para usarlo en experimentación. La referencia completa es PIC16F877-04 para el dispositivo que utiliza cristal oscilador de hasta 4 MHz, PIC16F877-20 para el dispositivo que utiliza cristal oscilador de hasta 20 MHz o PIC16F877A-I para el dispositivo tipo industrial que puede trabajar hasta a 20 MHz.

Sin embargo, hay otros tipos de encapsulado que se pueden utilizar según el diseño y la aplicación que se quiere realizar. Por ejemplo, el encapsulado tipo surface mount (montaje superficial) tiene un reducido tamaño y bajo costo, que lo hace propio para producciones en serie o para utilizarlo en lugares de espacio muy reducido. Los pines de entrada/salida de este microcontrolador están organizados en cinco puertos, el puerto A con 6 líneas, el puerto B con 8 líneas, el puerto C con 8 líneas, el puerto D con 8 líneas y el puerto E con 3 líneas.

Cada pin de esos puertos se puede configurar como entrada o como salida independiente programando un par de registros diseñados para tal fin. En ese

registro un bit en “0” configura el pin del puerto correspondiente como salida y un bit en “1” lo configura como entrada. Dichos pines del microcontrolador también pueden cumplir otras funciones especiales, siempre y cuando se configuren para ello, según se verá más adelante.

Ante las 2 opciones presentadas, se denota el cuadro 16 con las especificaciones de ambos sistemas regulatorios el cual en función a la corriente de operación, voltaje del sistema así como la eficiencia que presentan estos en función de las entradas y salidas que manejan así como también de su confiabilidad, disponibilidad en el mercado y la robustez ante climas altamente variantes.



#### ANEXO 4. CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN.

##### CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

LIST P=16F877

INCLUDE "P16F877.INC"

ORG 0X20

CONT1 EQU 21

CONT2 EQU 22

CONT3 EQU 23

CONT4 EQU 24

CONT5 EQU 25

CONT6 EQU 26

TIEMPO1 EQU 27

DATO EQU 28

VAL1 EQU 29

VAL2 EQU 30

VAL3 EQU 31

CONTE EQU 32

PILA1 EQU 33

PILA2 EQU 34

V\_INE EQU 35

TSOL EQU 36

;XX

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX PUERTO A XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

;XX

BATERI EQU 0 ; BATERIA

S\_SOL EQU 1 ;SENSOR DE PANEL SOLAR

```
S_VI    EQU    3    ;SENSOR DEL VOLANTE DE INERCIA
DI_NO   EQU    5    ;SENSOR DE DIA/NOCHE
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX PUERTO B XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
A_S_F   EQU    0    ;ACTIVACION DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

A_VI    EQU    1    ;ACTIVACION DE VOLANTE DE INERCIA

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXX CONFIGURACION DE REGISTROS
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
ORG 0X00
GOTO INICIO
```

```
INICIO  BSF     STATUS,RP0      ;CAMBIO AL BANCO 1 PARA
LA CONFIGURACION DEL PIC

        MOVLW   B'10000100'

        MOVWF   ADCON1          ;CONFIGURACION DE LOS
CANALES ANALOGICO Y DIGITALES, (AN0, AN1 y AN3 ANALOGICOS)
LOS DEMAS PINES SON DIGITALES

        MOVLW   B'00101011'

        MOVWF   TRISA           ;CONFIGURACION DEL PUER-
TO A, (AN0, AN1 y AN3 ANALOGICOS), AN5 ENTRADA DIGITAL

        MOVLW   B'00000111'

        MOVWF   TRISE

        CLRF   TRISB            ;CONFIGURACION DEL PUERTO B
COMO SALIDA
```

BCF STATUS,RP0 ;CAMBIO AL BANCO 0 PARA INICIAR  
LA PROGRAMACION

MOVLW B'00110001' ; 49 EN DECIMAL

MOVWF T1CON ;PRE-ESCALADOR 1:8

MOVLW B'000000111' ; 49 EN DECIMAL

MOVWF T2CON ;PRE-ESCALADOR 1:8

;LIMPIEZA DE LOS REGISTROS ESPECIALES Y LOS PUERTOS DEL PIC

BORRA CLRF CONT1

CLRF CONT2

CLRF CONT3

CLRF CONT4

CLRF PILA1

CLRF PILA2

CLRF TSOL

CLRF V\_INE

CLRF TIEMPO1

CLRF DATO

CLRF PORTA

CLRF PORTB

CLRF PORTC

CLRF VAL1

CLRF VAL2

CLRF VAL3

CLRWF

;XX

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX PROGRAMA PRINCIPAL XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
PRU      BTFSS PORTE,0  
        GOTO PRU  
        MOVLW B'00111111' ;VALOR OPTIMO DE LA BATERIA  
        MOVWF     VAL1  
        MOVLW B'00111111' ;VALOR OPTIMO DEL PANEL SOLAR  
        MOVWF     VAL2  
        MOVLW B'00111100' ;VALOR OPTIMO DEL VOLANTE DE INERCIA  
        MOVWF     VAL3  
EE CALL  CONV3;CHEQUEO DEL ESTADO DEL VOLANTE DE INERCIA  
        MOVF  VAL3,W  
        SUBWFV_INE,W  
        BTFSC STATUS,0  
        GOTO  EE  
  
PT BTFSS PORTA,DI_NO  
        GOTO NOCHE  
FF CALL  CONV1 ;CHEQUE DE LA PILA PARA EL PANEL SOLAR  
        MOVF  VAL1,W  
        SUBWFPILA1,W  
        BTFSC STATUS,0  
        GOTO  FF  
        BSF      PORTB,A_S_F ;ACTIVACION DEL SISTEMA DE ENER-  
GIA MEDIANTE EL PANEL SOLAR  
        CALL  T_5SEG  
        BCF      PORTB,A_S_F
```

```
GOTO PT

NOCHE          CALL  CONV3
               MOVF  VAL3,W
               SUBWFV_INE,W
               BTFSC STATUS,0
               GOTO  NOCHE

HHCALL  CONV2 ;CHEQUE DE LA PILA PARA VOLANTE DE INERCIA
        MOVF  VAL2,W
        SUBWFPILA2,W
        BTFSC STATUS,0
        GOTO  HH
        BSF   PORTB,A_VI ;ACTIVACION DEL SISTEMA DE ENER-
GIA MEDIANTE EL PANEL SOLAR
        CALL  T_5SEG
        BCF   PORTB,A_VI
        GOTO  PT

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXX ETAPA DE CONVERSION DEL ANALOGICO-DIGITAL XXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

CONV1  CLRF  PILA1
```

```
MOVLW      B'11000001' ;CONVERTIDOR DE SEÑAL DE BATE-  
RIA  
MOVWF      ADCON0  
CALL       ESPERA  
BSF        ADCON0,GO  
PREG       BTFSC ADCON0,GO  
GOTO       PREG  
BSF        STATUS,RP0  
MOVF       ADRESL,W  
BCF        STATUS,RP0  
MOVWF      PILA1  
CALL       ESPERA  
RETURN
```

```
CONV2  MOVLW      B'11001001' ; CONVERTIR LA SEÑAL DE  
PANEL SOLAR  
MOVWF      ADCON0  
CALL       ESPERA  
BSF        ADCON0,GO  
PREG2     BTFSC ADCON0,GO  
GOTO       PREG2  
BSF        STATUS,RP0  
MOVF       ADRESL,W  
BCF        STATUS,RP0  
MOVWF      PILA2  
CALL       ESPERA  
RETURN
```

CONV3 MOVLW B'11011001' ;CONVERTIR LA SEÑAL DE SISTEMA EOLICO

```

MOVWF ADCON0
CALL ESPERA
BSF ADCON0,GO
PREG3 BTFSC ADCON0,GO
GOTO PREG3
BSF STATUS,RP0
MOVF ADRESL,W
BCF STATUS,RP0
;MOVWF PORTB
MOVWF V_INE
CALL ESPERA
;goto $-1
RETURN
    
```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX ETAPA DE CONTADORES XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
    
```

```

T_4M MOVLW 0XFE
MOVWF TMR1H
MOVLW 0X0C
MOVWF TMR1L
BTFSS PIR1,TMR1IF
GOTO $-1
BCF PIR1,TMR1IF
RETURN
    
```

```
T_1SEG      MOVLW      .250
             MOVWF      CONT1
QW          CALL      T_4M
             DECFSZ     CONT1,F
             GOTO      QW
             RETURN

T_3SEG      MOVLW      .3
             MOVWF      CONT2
             CALL      T_1SEG
             DECFSZ     CONT2,F
             GOTO      $-2
             RETURN

T_5SEG      MOVLW      .5
             MOVWF      CONT3
             CALL      T_1SEG
             DECFSZ     CONT3,F
             GOTO      $-2
             NOP
             RETURN

MIN_1       MOVLW      .60
             MOVWF      CONT4
             CALL      T_1SEG
             DECFSZ     CONT4,F
             GOTO      $-2
             RETURN

ESPERA      MOVLW      D'7'
```



```
MOVWF    TIEMPO1
DECFSZ   TIEMPO1,1    ;7*(3US)+1US=22US
GOTO    $-1
RETURN
```

;TIEMPO DE ESPERA DE 13 MICRO SEGUNDOS.

```
ESPERA2      MOVLW    D'4'
MOVWF    TIEMPO1
DECFSZ   TIEMPO1,1    ;4*(3US)+1US=13US
GOTO    $-1
RETURN
END
```

ISBN 978-958-5178-53-3



9 789585 178533