

**ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN EN EL PROYECTO  
“FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE UN VEHÍCULO DE  
COMBUSTIÓN A ELÉCTRICO”–AUTOTRÓNICA–**

**DIEGO SEBASTIÁN ACOSTA PABÓN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN**

**2013**

**ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN EN EL PROYECTO  
“FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE UN VEHÍCULO DE  
COMBUSTIÓN A ELÉCTRICO”–AUTOTRÓNICA–**

**DIEGO SEBASTIÁN ACOSTA PABÓN**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**Director  
Juan Miguel Vásquez Cifuentes  
Magíster en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2013**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Firma  
Nombre:  
Presidente del jurado

---

Firma  
Nombre:  
Jurado

---

Firma  
Nombre:  
Jurado

Medellín, Agosto 1 de 2013

A mi familia y a mis amigos.



## **AGRADECIMIENTOS**

Se dan los agradecimientos al personal de los laboratorios de la UPB, de los grupos de Automática y Diseño (A+D), Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica (T&D) y demás personas que de una u otra forma aportaron información valiosa para el buen desarrollo de este trabajo de grado.

Un agradecimiento especial a Juan Miguel Vásquez por su dedicación y acompañamiento durante todo el desarrollo de este proyecto de grado.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN . . . . .	1
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN . . . . .	3
1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD . . . . .	3
1.2. MARCO TEÓRICO . . . . .	5
1.2.1. Subsistemas del vehículo con motor de combustión interna . . . . .	5
1.2.2. Subsistemas del vehículo con motor eléctrico . . . . .	7
1.2.3. Proceso de conversión . . . . .	8
1.3. ESTADO DEL ARTE . . . . .	10
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA . . . . .	13
2. AUTOTRÓNICA . . . . .	15
2.1. TECNOLOGÍAS DE MEDICIÓN . . . . .	17
2.1.1. Sensores de presión . . . . .	17
2.1.2. Sensores de temperatura . . . . .	18
2.1.3. Sensores de velocidad . . . . .	18
2.1.4. Sensores de posición . . . . .	19

2.1.5.	Sensores de aceleración . . . . .	20
2.1.6.	Sensores de variables eléctricas . . . . .	20
2.1.7.	Bus de datos . . . . .	22
2.2.	INSTRUMENTACIÓN ORIGINAL DEL RENAULT LOGAN L90 . . . . .	23
2.3.	CAMBIOS EN LA INSTRUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO ASOCIADOS A LA CONVERSIÓN . . . . .	26
2.3.1.	Subsistema del motor de combustión . . . . .	26
2.3.2.	Subsistema de refrigeración del motor eléctrico . . . . .	27
2.3.3.	Subsistema de aire acondicionado . . . . .	30
2.3.4.	Subsistema de frenos . . . . .	32
2.3.5.	Subsistema de baterías . . . . .	35
2.3.6.	Subsistema de dirección hidráulica . . . . .	37
3.	DIARIO DE CAMPO . . . . .	39
3.1.	Descripción del proyecto . . . . .	39
3.1.1.	Modalidad . . . . .	39
3.1.2.	Tema . . . . .	40
3.1.3.	Alcance . . . . .	40
3.2.	Bitácoras . . . . .	40
4.	IMPACTO DE LA ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN . . . . .	82
4.1.	Impacto al desarrollo del proyecto . . . . .	82
4.2.	Impacto a la formación profesional . . . . .	83

5. RECOMENDACIONES . . . . .	85
CONCLUSIONES . . . . .	86
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	87
ANEXOS . . . . .	90
A. CATÁLOGO SENSORES DE PRESIÓN . . . . .	91
B. PROCEDIMIENTO DE DRENADO Y PURGA DEL SISTEMA DE RE- FRIGERACIÓN . . . . .	102
C. ARTÍCULO PUBLICABLE . . . . .	107
D. ANTEPROYECTO . . . . .	112

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Subsistemas del vehículo con motor de combustión interna . . . . .	6
2 Principales componentes de un vehículo eléctrico con algunas opciones . .	7
3 Subsistemas del vehículo con motor eléctrico . . . . .	9
4 Renault Logan durante el proceso de conversión . . . . .	13
5 Sensores básicos en un vehículo . . . . .	16
6 Principio de medición de presión y sensor de alta presión . . . . .	17
7 Sensor de temperatura en el sistema de refrigeración . . . . .	18
8 Sensor magnetostático de velocidad . . . . .	19
9 Sensor micromecánico . . . . .	21
10 Integración de sensores con el bus CAN . . . . .	23
11 <i>Engine control unit</i> (ECU) del Renault Logan. . . . .	26
12 Conexión de sensores en el sistema de propulsión [1]. . . . .	27
13 Diagrama de bloques para el sistema de refrigeración. . . . .	28
14 Banco de pruebas para el sistema de refrigeración. . . . .	28
15 Diseño <i>CAD</i> de un racor para el sistema de refrigeración . . . . .	29
16 Diagrama del sistema de aire acondicionado [2]. . . . .	31

17	Convenciones para el diagrama del sistema de aire acondicionado [2]. . . . .	31
18	Diagrama del subsistema de frenado [3]. . . . .	33
19	Convenciones utilizadas en los diagramas [3]. . . . .	34
20	Diagrama del sistema de la bomba de vacío [3]. . . . .	34
21	Diagrama del subsistema BMS [4]. . . . .	36
22	Diagrama subsistema de dirección hidráulica . . . . .	38
23	Convenciones para el diagrama de dirección hidráulica . . . . .	38

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Vehículos eléctricos comerciales. . . . .	11
2 Conversiones de vehículos eléctricos. . . . .	12
3 Sensores en los subsistemas intervenidos del Renault Logan . . . . .	24
4 Indicadores en el tablero del Renault Logan . . . . .	25
5 Tipos de trabajos a desarrollar en el proyecto. . . . .	39
6 Clasificación de las áreas temáticas a las que pertenece el proyecto . . . . .	40

## GLOSARIO

Autonomía: en vehículos eléctricos hace referencia a la cantidad de kilómetros que éstos pueden recorrer con sus baterías completamente cargadas.

Autotrónica: es una parte de la electrónica que se desarrolló para cubrir la necesidad de los vehículos modernos, enfocada a los sensores de diferente naturaleza usados para captar magnitudes de gran importancia para mejorar la seguridad y la experiencia al conducir.

Batería: elemento con la capacidad de almacenar energía eléctrica.

Bomba de vacío: máquina utilizada en vehículos eléctricos y algunos con motores de combustión interna para proveer al *booster* de aire a presión de vacío.

*Booster*: elemento que aprovecha la succión que genera un motor de combustión para amplificar la presión en el sistema hidráulico de frenado.

Bus CAN: es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del vehículo.

Carrocería: hace referencia a la estructura de un vehículo.

Combustión: proceso termodinámico en el cual una mezcla aire combustible (gasolina, Diesel, etc.) reacciona ante un proceso de ignición.

Frenado regenerativo: sistema utilizado en vehículos híbridos y eléctricos que tiene la capacidad transformar la energía cinética en energía eléctrica durante el frenado para recargar sus baterías.

Habitáculo: parte de la estructura de un vehículo destinada al conductor y a los pasajeros.



Híbrido: vehículo que combina motores de diferente naturaleza para su propulsión.

Potenciómetro: es un elemento electrónico de resistencia variable. Con él se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si es conectado en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie. Se usa, entre otras aplicaciones, como sensor de posición angular.

Punto de carga: hace referencia al lugar donde se puede recargar las baterías de los vehículos eléctricos que se encuentran en estados de descarga total o parcial.

Sensor: elemento interno o externo que convierte cuantitativamente la magnitud a medir en una forma adecuada para la medición.

Sistema antibloqueo de frenos (ABS): este sistema tiene como misión evitar el bloqueo de las ruedas en casos como el de frenado a fondo o en calzadas resbaladizas.

Sistema de administración de las baterías (BMS): se usa en baterías recargables para recolectar datos sobre el estado de carga y otras variables, así como controlar su recarga.

Transmisión: sistema utilizado en vehículos para llevar la potencia mecánica desde el motor hacia las ruedas de tracción.

Vehículo: es un medio de locomoción que permite trasladar personas y objetos de un lugar a otro.

Voltímetro: instrumento utilizado para medir potenciales eléctricos (voltaje).

## RESUMEN

En este trabajo se documentan las tareas ejecutadas en el marco del proyecto de grado “Asistencia a la investigación en el proyecto Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico – Autotrónica”, durante un tiempo de 480 horas. El proyecto macro tiene como objetivo la conversión de un vehículo Renault Logan disponible en los Laboratorios de la Universidad. Durante las tareas ejecutadas se abordaron tres temas: 1) el rediseño y construcción, de la red hidráulica y la plataforma en la que se soporta, un banco de pruebas para el sistema de refrigeración del motor y el controlador del vehículo; 2) el estudio de la pertinencia de los sensores usados en frenos, dirección hidráulica, aire acondicionado, etc. después del proceso de conversión; y 3) la redacción de un capítulo del estado del arte en el tema de Autotrónica. Como resultado de la fase inicial de este trabajo se obtuvo un banco que permite hacer pruebas de refrigeración del motor funcionando en vacío, partiendo de un prototipo realizado por el personal técnico de los laboratorios de electricidad, y posteriormente haciendo mejoras en cuanto a la red hidráulica con acoples diseñados a la medida para la instalación de la instrumentación necesaria para realizar las pruebas. En la fase intermedia, a través del estudio de los sensores se encontró que los relacionados con variables eléctricas son indispensables y que es necesario la medición de nuevas variables p.ej. corriente y voltaje de baterías. También se encontró que variables relacionadas con la combustión se pueden descartar. Finalmente, como resultado de la elaboración del estado del arte en el tema de Autotrónica, se redactó un capítulo que establece la arquitectura de sensores dentro del vehículo convertido y sirve como hoja de ruta para fases posteriores del proyecto. Como respaldo del trabajo de grado en la modalidad de asistencia a la investigación se incluyen bitácoras en las que se detalla la distribución semanal de tareas.

**PALABRAS CLAVE:**

AUTOTRÓNICA, VEHÍCULO ELÉCTRICO, PROCESO DE CONVERSIÓN, SUB-SISTEMA, BANCO DE PRUEBAS, SENSORES.

## INTRODUCCIÓN

La asistencia a la investigación es una modalidad de la Universidad Pontificia Bolivariana para el desarrollo de trabajos de grado. Ésta permite a los estudiantes vincularse a grupos de investigación pertenecientes a la universidad durante un tiempo limitado para brindar asistencia a éstos en el desarrollo de proyectos. Esto contribuye a la formación de los estudiantes dentro de un ambiente académico y laboral. El proyecto dentro del cual se desarrolló este trabajo de grado es el de “Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico” liderado por los Grupos de Automática y Diseño (A+D) y Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica (T&D).

En la revisión del estado del arte se encontró que los combustibles fósiles son los más utilizados en el mundo como fuente de energía para la propulsión de vehículos de combustión interna [5] , generando consecuencias negativas tales como el calentamiento global, aumento de la polución, nubes tóxicas en las ciudades, etc. Con el propósito de solucionar los problemas asociados al consumo de combustibles fósiles por parte del sector automotriz, fabricantes de autos (TOYOTA, NISSAN) [6] han desarrollado vehículos híbridos y eléctricos para su comercialización, pero éstos tienen un precio más elevado con respecto a los vehículos convencionales que son impulsados con gasolina o diésel. Por todo lo anterior, aficionados han optado por cambiar los motores de combustión interna de sus vehículos por motores eléctricos en busca de ahorro energético y económico.

En este trabajo de grado se desarrollaron tres temas: el rediseño y construcción del banco de pruebas para el sistema de refrigeración del motor y el controlador eléctrico, el estudio de los sensores presentes en los vehículos y la redacción de un capítulo basado en autotrónica; que aportan al proyecto macro de la conversión. En el rediseño y construcción del banco de pruebas, se realizaron modelamientos CAD de la estructura que soporta el banco y diferentes elementos pertenecientes a la red de refrigeración, se cotizaron, diseñaron y adquirieron diferentes suministros para contruir la red hidráulica, obteniendo como resultado un banco de pruebas funcional y exento de fugas, pero no

se realizaron las pruebas del sistema de refrigeración. En el estudio de los sensores se tomó como punto de partida la división del vehículo en subsistemas, para definir los cambios en la instrumentación del vehículo asociados a la conversión, estudiando los subsistemas principales tales como el banco de baterías, de propulsión, de frenos, entre otros. Por último se tomó como elemento base la arquitectura de sensores para hacer la redacción del capítulo de autotrónica, en donde se definen generalidades sobre los sensores en vehículos, tecnologías de medición y la arquitectura de los sensores en los subsistemas estudiados, generando así una fuente de consulta sobre autotrónica, la cual se encontraba dispersa.

# 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

Los combustibles fósiles tales como la gasolina y el diésel son los más utilizados en el mundo como fuente de energía para la propulsión de vehículos de combustión interna, lo que implica un consumo masivo del mismo y consecuencias negativas [7] tales como:

- Aumento en el calentamiento global.
- Aumento de polución y nubes tóxicas en las ciudades.
- Disminución de las reservas de petróleo.
- Continuo incremento en los precios del combustible.
- Aumento de enfermedades respiratorias especialmente en los niños.

Además, los vehículos que usan este tipo de combustibles son poco eficientes y requieren más mantenimiento por parte del usuario. Dichos automóviles utilizan repuestos consumibles como filtros, rodamientos, correas, aceites entre otros, lo que los convierte en vehículos costosos no solo por el tipo de combustible que usan, sino también por su sostenibilidad a lo largo de su vida útil [8].

Con el propósito de solucionar los problemas asociados al consumo de petróleo y producción de gases efecto invernadero en el sector automotriz, los grandes fabricantes de autos (por ejemplo NISSAN y TOYOTA) han desarrollado vehículos híbridos y eléctricos, pero éstos tienen un costo inicial mayor que los autos convencionales. Por esto, aficionados han optado por cambiar los motores de combustión interna alojados en sus vehículos por motores eléctricos en busca de ahorro energético y económico.

Buscando incursionar en las nuevas tecnologías que se vienen implementando en países desarrollados para atenuar los problemas referentes al petróleo y el cambio climático, la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) pretende transformar un vehículo con motor

de combustión interna (Renault Logan L90 1.6L donado por SOFASA) en uno con motor eléctrico. Al inicio del presente trabajo de grado, el diseño preliminar del proyecto estaba terminado y el diseño básico presentaba un 70 % de avance. Durante este trabajo de grado se completó el diseño básico, se avanzó en el diseño de detalle de algunos subsistemas, y se ejecutó la construcción y prueba de parte de ellos.

En los vehículos se pueden encontrar varias unidades de control electrónicas (ECU), las cuales para realizar sus cálculos internos y generar señales de control, deben recibir retroalimentación mediante señales captadas por los sensores instalados en los diferentes subsistemas del vehículo. En los autos construidos en el siglo pasado, se encontraban sensores que principalmente tenían que ver con la seguridad de los pasajeros. Por ejemplo: acelerómetros para la activación de los *airbags*, sensor de velocidad del vehículo, etc. En los vehículos modernos se utilizan sensores para mejorar el confort del conductor y los pasajeros, sin dejar a un lado la seguridad, la cual se mejora con los avances tecnológicos.

En el caso de vehículos eléctricos, los sensores son una parte importante debido al control que se debe tener sobre los sistemas eléctricos y electrónicos. Por esto se hace necesario seleccionar instrumentación para medir las variables que se agregan al sistema como consecuencia de la conversión, por ejemplo las del sistema de baterías. Luego se deben integrar estos nuevos elementos, junto con los sensores existentes, al bus de datos del vehículo.

A partir de la de la instrumentación removida por ser parte del sistema de combustión, se hace necesario también retirar del panel de instrumentación los indicadores relacionados con el proceso de combustión interna; A demás de agregar las variables que se relacionan con el sistema de baterías.

Al retirar el motor de combustión interna, varios sistemas dejan de funcionar y es necesario reemplazar la fuente de energía para su operación, lo que lleva a crear nuevas estrategias de control por medio de la modificación o sustitución de los controladores que rigen los subsistema.

## 1.2. MARCO TEÓRICO

Teniendo en cuenta que el proyecto se basa en la transformación de un vehículo de combustión interna (Renault Logan L90 1.6L) a eléctrico, se debe tener primero una visión clara de sus subsistemas. A partir de esto se puede determinar las modificaciones necesarias y establecer los nuevos subsistemas del vehículo eléctrico. Nota: para el análisis de subsistemas sólo se tuvieron en cuenta aquellos que se afectarían directamente en el proceso de conversión.

### 1.2.1. Subsistemas del vehículo con motor de combustión interna

Los subsistemas intervenidos en el vehículo con motor de combustión interna fueron [9]:

- Tanque de combustible: éste es el encargado de almacenar el combustible para el funcionamiento del motor de combustión interna. Está compuesto por: línea de alimentación, tanque de almacenamiento, bomba de gasolina, línea de suministro al motor y sistema de inyección.
- Motor de combustión: es el encargado de transformar la energía obtenida a partir de una reacción química (explosión del combustible) en energía mecánica, que se utiliza para el movimiento del vehículo y la impulsión de otros subsistemas.
- Transmisión: recibe energía mecánica del motor de combustión para transmitir el movimiento a las ruedas de tracción del vehículo. Consta de volante, embrague, caja de engranajes y diferencial.
- Dirección hidráulica asistida: permite cambiar el rumbo del vehículo durante la marcha. El subsistema toma energía mecánica del motor de combustión para mover la bomba que a su vez impulsa aceite a alta presión. Éste se usa para amplificar la fuerza que el conductor aplica al volante de dirección y así mover el mecanismo de dirección de las llantas delanteras.
- Frenos: permite reducir la velocidad o llevar a una detención total el vehículo, mediante la disipación de la energía cinética en forma de calor. El subsistema aprovecha la succión generada por el motor de combustión para alimentar el *booster*. Este elemento amplifica la fuerza que aplica el conductor sobre el pedal del freno para accionar una bomba. Ésta presuriza un aceite que acciona los elementos finales de frenado en las llantas.



- Aire acondicionado: permite disminuir la temperatura en el habitáculo. Para ello toma energía mecánica del motor para poner en marcha el compresor de un circuito de refrigeración. Un ventilador hace pasar el aire del habitáculo por el intercambiador para reducir su temperatura.
- Eléctrico: toma energía mecánica del motor y la transforma en energía eléctrica por medio de un alternador, luego la rectifica y almacena en una batería. A partir de ésta se alimentan los componentes eléctricos del vehículo.
- Refrigeración: es el encargado de controlar la temperatura del motor de combustión y al tiempo brindar calefacción al habitáculo. Para ello toma energía mecánica del motor de combustión para impulsar una bomba de agua. Ésta circula por el bloque del motor, extrae calor y lo disipa a la atmósfera mediante un radiador con ventilador.

En la Figura 1 se esquematiza la división en subsistemas en el Renault Logan con motor de combustión interna.

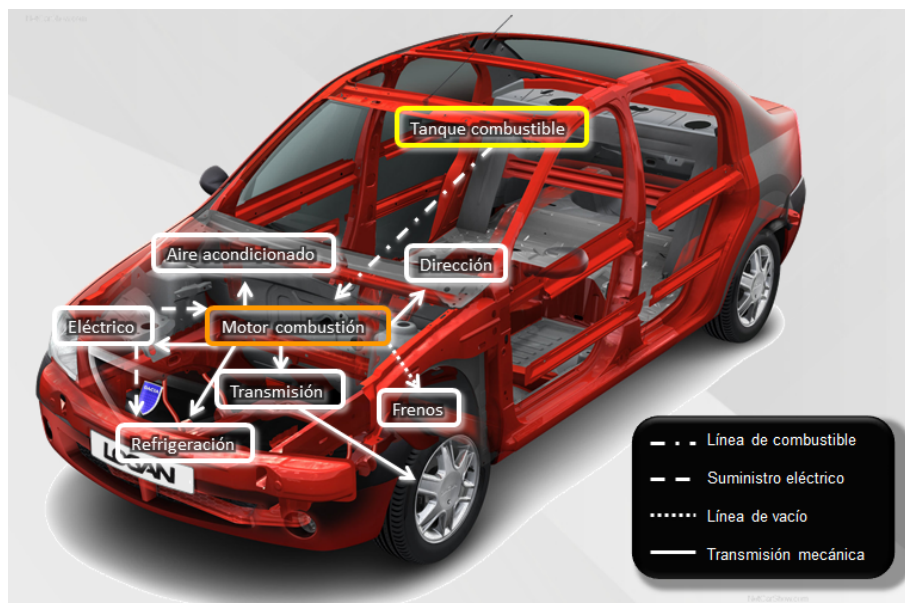


Figura 1. Subsistemas del vehículo con motor de combustión interna [9].

### 1.2.2. Subsistemas del vehículo con motor eléctrico

Un vehículo eléctrico es aquel que utiliza como fuente de propulsión un motor eléctrico. A simple vista no es muy diferente de un automóvil convencional, es en su interior donde se encuentran los componentes que los diferencian físicamente.

En la Figura 2 se puede observar un esquema con una configuración típica de los componentes de un vehículo eléctrico. La figura también muestra algunas opciones típicas para cada componente.

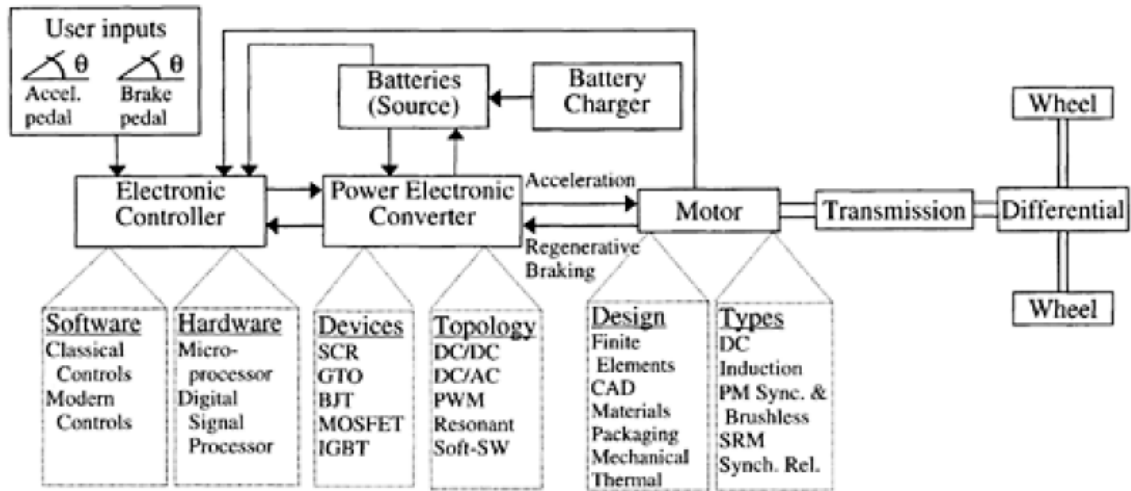


Figura 2. Principales componentes de un vehículo eléctrico con algunas opciones [10].

Los subsistemas que diferencian un vehículo con motor eléctrico de uno con motor de combustión interna son [9]:

- Cargador: es el dispositivo utilizado para conectar el automóvil a una fuente de energía eléctrica externa para recargar el sistema de baterías del auto. Transforma y rectifica el voltaje del punto de carga (110 ó 220 VAC) a valores de tensión a los cuales el sistema de baterías está diseñado para trabajar (48, 96, 144 ó 288 VDC).
- Banco de baterías: es uno de los componentes fundamentales de un automóvil eléctrico ya que almacena la energía eléctrica para su funcionamiento. Además, la autonomía de éste depende directamente de la cantidad de energía que el sistema de baterías sea capaz de almacenar. Por lo general los sistemas de baterías de los vehículos eléctricos están conformados por varias celdas conectadas en serie. Éstas que pueden ser de plomo o litio. Las primeras son más pesadas, tienen menor

capacidad y su tiempo de recarga es más largo que las de litio. Pero son más económicas [11].

- Controlador: es un dispositivo electrónico encargado de regular la energía eléctrica que recibe el motor para su propulsión y la energía generada por el motor para la recarga de las baterías cuando el vehículo cuenta con sistemas de frenado regenerativo. Se debe tener en cuenta de que la selección de este depende directamente de la naturaleza del motor eléctrico. Además, en los autos que utilizan motores de corriente alterna, el controlador transforma la corriente continua obtenida del sistema de baterías en corriente alterna (trifásica) para alimentar el motor [10].
- Motor eléctrico: éste es el encargado de brindar la propulsión necesaria al vehículo. En los vehículos eléctricos se puede utilizar motores de corriente alterna (AC) o corriente directa (DC), preferiblemente invertibles (usados como generador) para implementar sistemas de frenado regenerativo en el vehículo. Actualmente se usan principalmente motores de imán permanente de corriente directa sin escobillas y motores de inducción [12].
- Convertidor DC-DC: permite transformar el nivel de voltaje en circuitos de corriente directa. Es necesario cuando ciertos subsistemas del vehículo eléctrico funcionan a valores de voltaje diferentes al del banco de baterías.

En la Figura 3 se esquematiza la división en subsistemas en el Renault Logan con motor eléctrico.

### *1.2.3. Proceso de conversión*

En teoría todos los tipos de vehículos a gasolina pueden ser transformados en autos eléctricos, pero se debe ser cuidadoso con aspectos como el peso de la carrocería del vehículo, la cantidad de espacio disponible para los nuevos componentes y la autonomía necesaria en el nuevo auto, todo con el fin de seleccionar adecuadamente los nuevos elementos para el auto. En conversiones completadas de autos a eléctricos, como por ejemplo la de Hazen [13], se puede observar que el proceso básico de conversión contempla las siguientes actividades:

- Retirar del auto el motor de combustión junto con las líneas de escape (tuberías, catalizador, silenciador) y el tanque de gasolina.
- Fabricar una placa que permita el acople entre el motor eléctrico y la transmisión

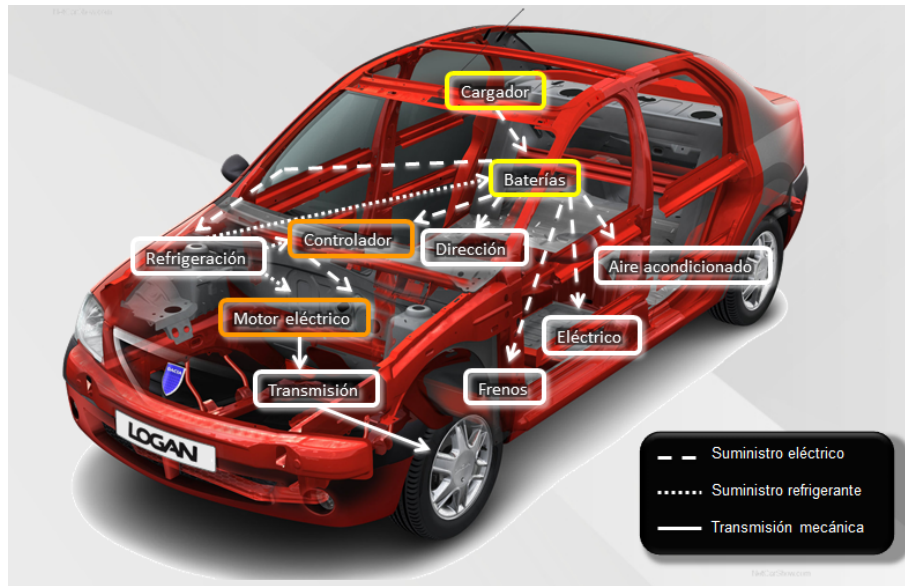


Figura 3. Subsistemas del vehículo con motor eléctrico [9].

del vehículo.

- Acoplar el motor a la transmisión.
- Instalar un banco de baterías.
- Instalar un sistema de carga para el banco de baterías.
- Instalar un controlador eléctrico entre el sistema de baterías y el motor.
- Instalar una bomba de vacío para soportar o reemplazar el *booster* del sistema de freno, ya que éste obtenía el vacío del motor de combustión.
- Instalar motores eléctricos de menor capacidad para suplir los elementos que obtenían su energía del motor de combustión como por ejemplo el compresor del sistema de aire acondicionado, la bomba de vacío para el subsistema de frenado asistido, el motor del subsistema de dirección hidráulica, etc.

En cuanto a autotrónica se refiere, el proceso de conversión implica:

- Remover la instrumentación asociada con los subsistemas eliminados del vehículo.
- Establecer cuales van a ser las nuevas variables importantes, que entregan información del sistema.
- Seleccionar la instrumentación que puedan medir las variables establecidas anteriormente.
- Hacer el tratamiento de las señales enviadas por los sensores, por medio de contro-

ladores.

- Instalar sensores de presión diferencial, para establecer que hay flujo por la diferentes líneas de la red de refrigeración.
- Instalar sensores de temperatura, para tener un registro continuo de esta variable en el motor y en el controlador.
- Instalar sendos potenciómetros en los pedal del acelerador y el freno. De esta forma se capta la intención de aceleración o frenado por parte del conductor y se envía las señales de referencia respectivas al controlador.
- Instalar nuevos instrumentos de medida para variables como el voltaje y la corriente que consume el vehículo, estado de carga de las baterías, etc.
- Integrar las señales obtenidas por los sensores para que sean transmitidas por medio del bus de datos.

Nota: para información más detallada sobre tecnologías de medición en vehículos ver sección 2.1.

### 1.3. ESTADO DEL ARTE

Debido al daño que produce el uso de combustibles fósiles al ambiente y al constante incremento en los precios de éstos, el diseño de nuevos vehículos eléctricos, así como la conversión de autos convencionales a eléctricos, son hechos cada vez más frecuentes en el mundo. A continuación en la tabla 1 se presentan algunos casos de vehículos eléctricos comerciales:

En la tabla 2 se presentan algunos vehículos convertidos a eléctricos por personas aficionadas:

Para hacer parte de esta iniciativa y como se mencionó anteriormente, la UPB a través de los Grupos A+D y T&D, viene desarrollando el proyecto de "Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico". el cual lleva un proceso adelantado donde ya se realizó el proceso diseño preliminar y parte del diseño básico [9] y de detalle. En este proyecto se realizó el diseño y construcción del sistema de refrigeración con sus respectiva instrumentación y procedimientos de purga y de cebado[22], inventario de los

	<p>Citroën C Zero [14]  Potencia: 64 HP  Velocidad máxima: 130 km/h  Autonomía: 130 km</p>
	<p>Renault Fluence ZE [15]  Potencia: 95 HP  Velocidad máxima: 135 km/h  Autonomía: 160 km</p>
	<p>Nissan Leaf [16]  Potencia: 106 HP  Velocidad máxima: 140 km/h  Autonomía: 160 km</p>
	<p>Renault Kangoo [17]  Potencia: 60 HP  Velocidad máxima: 140 km/h  Autonomía: 160 km</p>
	<p>Eco Citi [18]  Potencia: 20 HP  Velocidad máxima: 58 km/h  Autonomía: 45 km</p>

Tabla 1. Vehículos eléctricos comerciales.

	<p>Subaru Impreza 1995 [19]  Motor: dos motores Siemens de corriente alterna (1/eje)  Potencia: 270 HP  Velocidad máxima: 193 km/h  Baterías: 88 12V, Lithium-Polymer 70 Ah  Controlador: Siemens 6SV1</p>
	<p>Geo Metro 1991 Convertible [20]  Motor: D&amp;D Systems Motor, Inc. ES-31B  Potencia: 180 HP  Velocidad máxima: 104 km/h  Baterías: 10 Everstart 27VDC-6  Controlador: Curtis 1221C 120V 400A</p>
	<p>Chevi s10 [13]  Motor: Advanced DC, 9.1 inch B  Carga total: 102V  Velocidad máxima: 97 km/h  Baterías: 16 baterías de carro de golf en serie de 6V y 220 Ah  Controlador: Curtis 1231C-8601</p>
	<p>Volkswagen Vocho 72 [21]  Baterías: 9 baterías de carro de golf. 72V  Velocidad máxima: 66 km/h  Transmisión: manual de 5 velocidades</p>

Tabla 2. Conversiones de vehículos eléctricos.

sensores presentes en el vehículo sobre el que se está trabajando; También se realizó un capítulo en el cual se trata el tema de autotrónica; donde se tuvo en cuenta los diferentes requerimientos y restricciones de la conversión, tales como espacio, peso, confiabilidad de la tecnología, seguridad de los pasajeros, rangos de trabajo para los instrumentos, entre otros. En el capítulo 2.1 se explican las diferentes tecnologías para la medición de variables en vehículos.



Figura 4. Renault Logan durante el proceso de conversión

#### 1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se pretende continuar la conversión de un Renault Logan L90 1.6L con motor de combustión interna a motor eléctrico teniendo en cuenta los siguientes aspectos generales:

- Conservación del desempeño mecánico y características funcionales como aire acondicionado, frenado asistido (o amplificado), dirección asistida, entre otras.
- Preferencia por alternativas simples y económicas y comercialmente disponibles en el país.
- Rango de autonomía entre 60 y 100 kilómetros o de una a dos horas.
- Velocidad máxima para el vehículo de 80 km/h, ya que es el valor máximo permitido



por la ley en Colombia para vías rurales [23].

En cuanto a autotrónica se refiere, el proceso de conversión debe abarcar:

- Remoción de la instrumentación asociada a los subsistemas eliminados. Por ejemplo, se deben eliminar los sensores conectados al calculador de inyección electrónica.
- Selección, instalación y prueba de la instrumentación necesaria para monitorear las variables que son nuevas en el vehículo. Por ejemplo, se debe instrumentar las variables eléctricas asociadas al banco de baterías, motor y controlador.
- Modificación del bus de datos, controladores y elementos de registro y diagnóstico del vehículo.

## 2. AUTOTRÓNICA

En el desarrollo del proyecto es indispensable conocer sobre los sensores más comunes que se instalan en un vehículo. Dichos sensores son elementos que están en contacto directo o indirecto con la variable de interés. Al detectar el valor de la variable la envía en forma de una señal útil, según su principio de funcionamiento, a un transmisor. Éste se encarga posteriormente de enviarla en forma de señal estándar a un indicador, o bien a un controlador para que se efectúe alguna acción sobre el sistema [24].

Los sensores en un automóvil se pueden clasificar en tres categorías [24]:

- Sensores funcionales, destinados principalmente a tareas de mando y regulación.
- Sensores para fines de seguridad de los pasajeros.
- Sensores para monitoreo y diagnóstico del vehículo (diagnóstico de abordaje, magnitudes de consumo y desgaste) y para la información del conductor y los pasajeros.

Algunos de los sensores instalados en un automóvil se presentan en la Figura 5.

Los sensores utilizados en el sector automotriz se encuentran sometidos a altas exigencias debido al principio de funcionamiento y condiciones de operación de los vehículos. Se tiene en cuenta factores tales como: alta confiabilidad buscando una técnica robusta y lo suficientemente probada; bajos costos de fabricación llegando a esto por medio de la estandarización y la producción en masa; ambientes hostiles que demandan un encapsulamiento muy resistente; deben ser muy compactos ya que los sitios en los cuales se instalan disponen de poco espacio; y por último, se debe tener alta precisión lograda a partir de la compensación de los errores *in situ* [24].

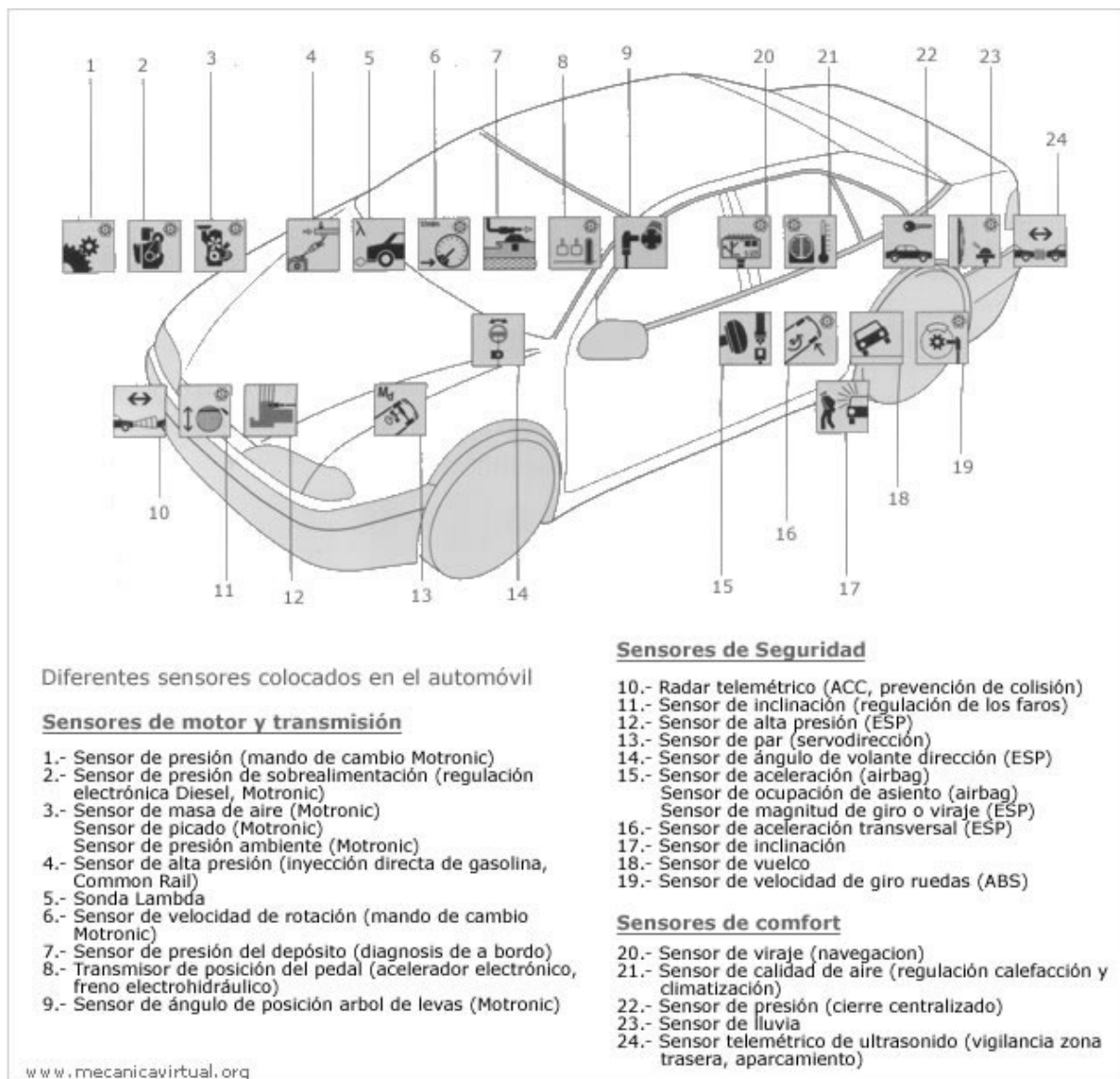


Figura 5. Sensores básicos en un vehículo [24].

## 2.1. TECNOLOGÍAS DE MEDICIÓN

### 2.1.1. Sensores de presión

Dentro de las variables más importantes para sensar en un automóvil se encuentra la presión. En todo vehículo de combustión se debe medir la presión de: el combustible en subsistema de inyección; el aceite del subsistema de frenado; el aceite de la dirección asistida; el refrigerante para el subsistema de aire acondicionado; el aire en el múltiple de admisión (vacío) [24]. Los principios de funcionamiento de los sensores de presión se pueden apreciar en la Figura 6:

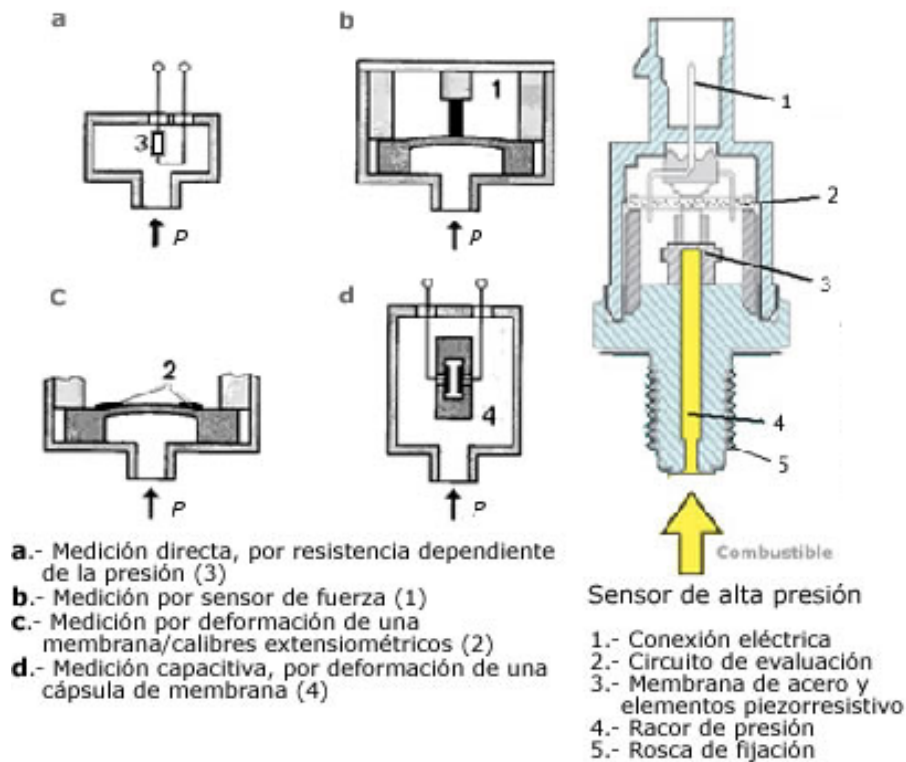


Figura 6. Principio de medición de presión y sensor de alta presión [24].

En el caso de los vehículos eléctricos, los sensores de presión asociados a los subsistemas de alimentación del motor desaparecen.

### 2.1.2. Sensores de temperatura

Otra de las variables que son importantes para medir en el automóvil es la temperatura. Tal medición se realiza en diferentes sistemas tales como la batería, el aceite de motor, los gases de escape, pinza de freno, refrigerante, aire de admisión, entre otros. El principio de funcionamiento más común en estos sensores es el resistivo (Figura 7) que al variar la temperatura se ve afectado el valor de resistencia en un material semiconductor y esta señal resistiva se traduce en un convertidor para luego darle tratamiento al valor sentido en la unidad de control.

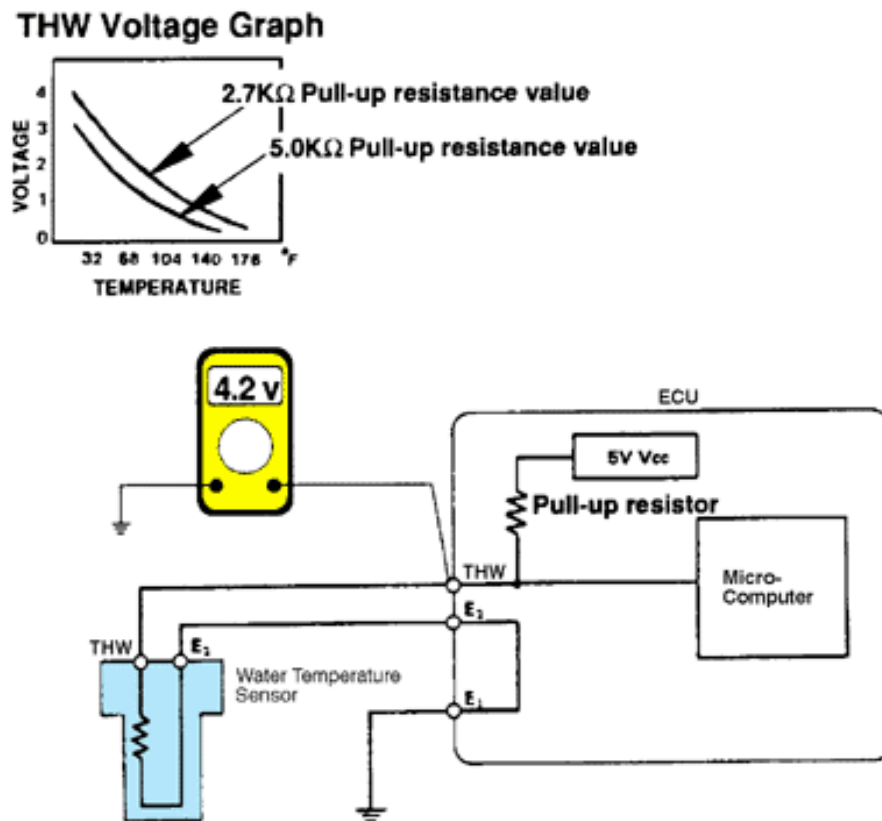


Figura 7. Sensor de temperatura en el sistema de refrigeración [25].

### 2.1.3. Sensores de velocidad

La velocidad es otra de las variables que se miden comúnmente en un automóvil. Las medidas proporcionadas por estos sensores comúnmente son velocidades relativas entre

dos piezas por ejemplo entre en automóvil y la calzada. También hay medidas absolutas que son el giro sobre sí mismo o el vuelco del vehículo [26]. Principalmente se encuentran sensores inductivos que constan de una espiga polar de hierro dulce que soporta la bobina de inducción de dos conexiones [26]. Cuando gira una corona dentada ferromagnética u otro rotor de estructura similar por delante de este detector, se induce en la bobina una tensión proporcional a la variación del flujo magnético en función del tiempo. También se pueden encontrar sensores magnetostáticos que basan su funcionamiento en el efecto Hall que consiste en un imán permanente y en piezas polares Figura 8. El sensado se consigue cuando el rotor que tiene unas pantallas que al penetrar por el entrehierro cortocircuitan el flujo magnético y al abandonarlo deja que el flujo pase sin ningún obstáculo el sensor.

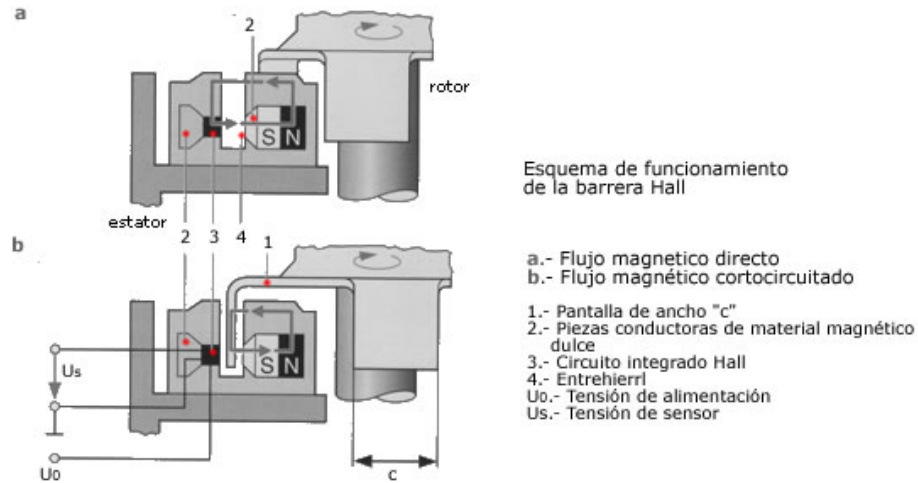


Figura 8. Sensor magnetostático de velocidad [24].

#### 2.1.4. Sensores de posición

Los sensores de posición son los más utilizados en los vehículos y sirven para detectar recorridos y posiciones angulares. Los principios de medición de estos sensores son:

- Sensores de potenciómetro.
- Sensores inductivos.
- Sensores magnetostáticos (efecto Hall).
- Sensores de propagación de ondas.

Anteriormente se explicó el funcionamiento de los sensores inductivos y de los magnetostáticos. Los sensores de potenciómetro basan su funcionamiento en una resistencia a través de la cual hay una determinada diferencia de potencial que se utiliza como señal para acondicionarla y luego realizar control. Estos sensores se componen de un contacto conocido como wiper que se desliza sobre una resistencia. El wiper se conecta físicamente al elemento cuyo movimiento se va a medir. Cuando este elemento se mueva el wiper se ira moviendo por la resistencia y la tensión de salida en él irá cambiando. Si medimos esta tensión de salida, se puede determinar cuánto se ha desplazado el elemento que se desea controlar. Los de propagación de ondas pueden utilizar métodos acústicos que se basan en la emisión y recepción de impulsos ultrasónicos (frecuencia de 40 KHz) para medir el tiempo de propagación con un rango de 0.5 - 5 m y los ópticos que miden el tiempo de propagación mediante la luz del campo infrarrojo inmediato con un alcance de hasta 50 m, estos sensores son utilizados para la prevención de colisiones.

#### *2.1.5. Sensores de aceleración*

La aceleración es una variable apropiada para el accionamiento de sistemas de protección para los pasajeros y para detectar variaciones de velocidad en vehículos equipados con sistemas ABS que utilizan sensores de efecto Hall. Los sensores de aceleración micro mecánicos (Figura 6) son destinados para los sistemas de protección de pasajeros tales como los sensores de cinturón, el disparo de los airbag y la actuación del arco antivuelco. Su estructura es como la de dos peines entrelazados y sobre los cuales hay una masa sísmica que varía la distancia de los electrodos (peines) produciendo una variación de la capacidad de los condensadores conectados a éstos. De ello resulta una variación de la señal eléctrica que es tratada para posteriormente ser enviada a la unidad de control.

#### *2.1.6. Sensores de variables eléctricas*

En un vehículo eléctrico se deben medir y controlar diferentes variables eléctricas para el debido funcionamiento y protección de las baterías, motor y controlador. Por ejemplo se tiene un sistema de gestión de las baterías (BMS por sus siglas en inglés), que por medio de diferentes sensores y cálculos internos mantiene protegida la batería de las fluctuaciones abruptas del consumo por parte del motor, o de una inapropiada recarga

Esquema de sensor de aceleración realizado por micromecánica de superficie, de detección capacitiva

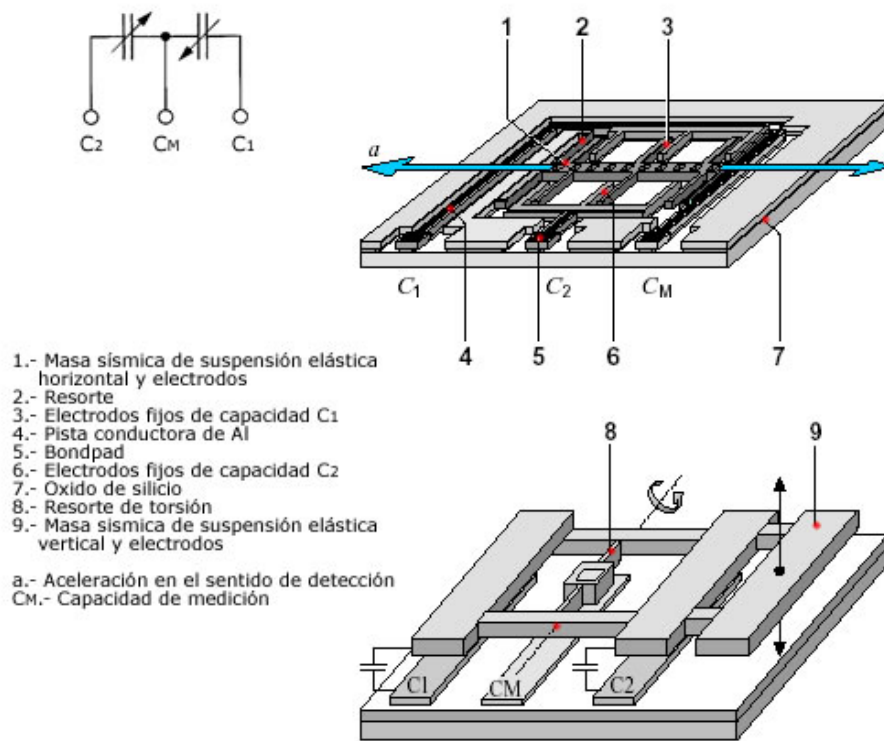


Figura 9. Sensor micromecánico de aceleración [24].



por parte del cargador y alarga su vida útil debido a la gestión que se hace con los datos obtenidos.

El BMS está a cargo de los siguientes elementos en el sistema de baterías:

- Voltaje: voltaje total, voltaje de las celdas individuales, voltaje de los arreglos de celdas.
- Temperatura: temperatura en cada arreglo de celdas y la temperatura media del sistema.
- Estado de carga (SOC): se refiere al nivel de carga de la batería.
- Estado de desgaste: es una medición de la condición general de el sistema de baterías, presentando el porcentaje de desgaste.
- Flujo: se mide el flujo del refrigerante que circula por el sistema.
- Corriente: sensa el estado de corriente en la batería.

#### *2.1.7. Bus de datos*

Todas estas señales que se deben transmitir a la unidad de control se llevan por medio del bus Controller Area Network (CAN) que es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del automóvil. Este sistema permite compartir información entre las unidades de control lo que conlleva que se reduzca el número de sensores y la cantidad de cables en el sistema. La información circula por dos cables trenzados (para anular campos magnéticos) que se unen a todas las unidades de control del sistema y se transmite desde cada sensor por diferencia de tensión en código binario. Luego, esta información llevada por el bus CAN se almacena en el On Board Diagnostics (OBD) que es un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos. Actualmente se emplean los estándares OBD-II (Estados Unidos), EOBD (Europa) y JOBD (Japón) que aportan un monitoreo y control completo del motor y otros dispositivos del vehículo [27].

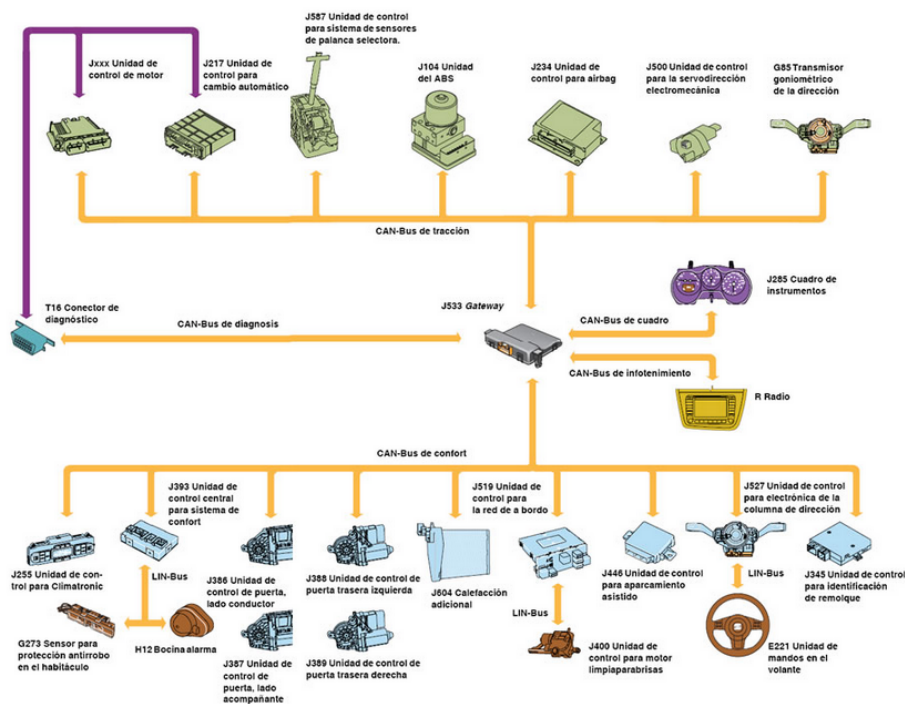


Figura 10. Integración de sensores con el bus CAN [27].

## 2.2. INSTRUMENTACIÓN ORIGINAL DEL RENAULT LOGAN L90

Como trabajo previo se realizó un proceso de inventario de los sensores que se encuentran en el Renault Logan L90. Hay que anotar que Renault y SOFASA mantienen reservada la mayor parte de la información técnica, por lo que se tuvo que recurrir a otras fuentes. Se consultó en Internet foros dedicados a dicho vehículo. De esa forma se pudo encontrar el manual de taller del modelo Dacia Logan L90 [28], que identifica sensores en algunos subsistemas. Además, se inspeccionó el vehículo disponible en los laboratorios de la UPB para localizar los sensores correspondientes a los subsistemas que se están interviniendo durante la conversión. La tabla 3 muestra un resumen del trabajo realizado. También indica cuáles de dichos sensores fueron eliminados del vehículo, reemplazados o conservados.

La tabla 4 muestra un listado de indicadores presentes en el tablero de instrumentos del vehículo. Se indica además cuáles de ellos han sido eliminados, reemplazados o conservados durante la conversión.

Tabla 3. Sensores en los subsistemas intervenidos del Renault Logan

<b>Subsistema</b>	<b>Variable</b>	<b>Estado</b>
Motor de combustión	Nivel de combustible	Eliminado
	Posición del cigüeñal	Conservado
	Posición válvula mariposa	Eliminado
	Flujo másico de aire	Eliminado
	Autoencendido de mezcla	Eliminado
	Temperatura de aceite	Eliminado
	Oxígeno en el escape	Eliminado
Refrigeración	Temperatura del agua	Reemplazado
Frenos	Nivel del aceite	Conservado
	Presión del aceite	Conservado
	Revoluciones de la rueda	Conservado
	Presión aire de admisión	Conservado
	Accionamiento pedal de freno	Conservado
	Accionamiento palanca de freno	Conservado
Dirección hidráulica	Presión de aceite	Conservado
Aire acondicionado	Presión refrigerante	Conservado
Baterías	Carga de la batería	Reemplazado

Tabla 4. Indicadores en el tablero del Renault Logan

<b>Variable</b>	<b>Estado</b>
Testigo de recalentamiento e inyeccion	Eliminado
Testigo de luces de estacionamiento	Conservado
Testigo de luces direccionales	Conservado
Testigo de luces de carretera	Conservado
Testigo de luces de cruce	Conservado
Testigo de luces antiniebla	Conservado
Testigo calculador del airbag	Conservado
Testigo de deshabilitamiento del airbag del pasajero	Conservado
Testigo luneta térmica	Conservado
Testigo de fallo ABS	Conservado
Testigo antiarranque	Conservado
Testigo uso de cinturon de seguridad	Conservado
Testigo de cierre de puertas	Conservado
Testigo de sobrecalentamiento del agua	Reemplazado
Nivel de combustible	Eliminado
Revoluciones del motor	Reemplazado
Velocidad del vehículo	Reemplazado

## 2.3. CAMBIOS EN LA INSTRUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO ASOCIADOS A LA CONVERSIÓN

### 2.3.1. Subsistema del motor de combustión

Para la realización de la conversión es necesario retirar el motor de combustión K7M 710 y algunos de los elementos relacionados con el mismo. Esto incluye el tanque, las líneas, la bomba, el *canister* y el filtro de combustible; el subsistema de inyección con su calculador *engine control unit* (ECU) mostrado en la Figura 11 el cual ya fue removido; el filtro de aire; el motor de arranque; el tubo de escape y el catalizador; así como algunos componentes del sistema de refrigeración. Toda la instrumentación asociada a estos elementos fue removida, y aparece relacionada en la tabla anterior. También es necesario retirar del panel de instrumentación los indicadores sobre el nivel de combustible, temperatura de aceite y demás variables involucradas con el proceso de combustión interna.



Figura 11. *Engine control unit* (ECU) del Renault Logan.

El motor de combustión fue reemplazado por un motor eléctrico marca Guangdong M&C, modelo GLMP25L0, que viene acompañado por un controlador GLCP4024L0. Para el control de velocidad se cuenta con un transmisor de tipo óptico que mide la posición angular del eje y que se encuentra integrado al motor [29]. Dicho transmisor entrega una señal de retroalimentación que es procesada para estimar la velocidad angular. Como señal de referencia el controlador usa la salida de un potenciómetro que mide la posición del pedal de acelerador. Para el frenado se utiliza el contactor para detección de frenado, en la Figura 12 se muestra la disposición de los elementos con los cuales se hace control sobre el motor eléctrico. En una fase posterior se desea implementar el

frenado regenerativo para lo cual se requiere generar la señal de referencia como función de la posición del pedal del freno con otro potenciómetro. Los dos potenciómetros mencionados están en proceso de selección [30].

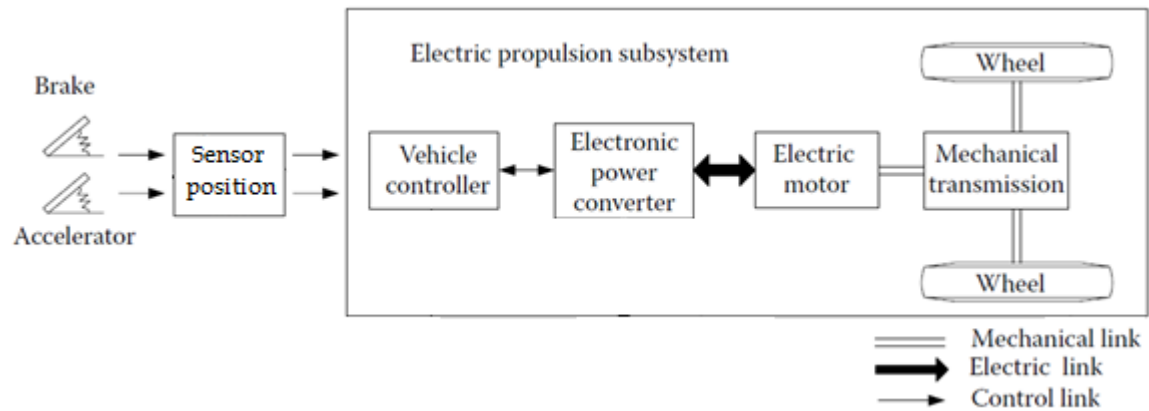


Figura 12. Conexión de sensores en el sistema de propulsión [1].

### 2.3.2. Subsistema de refrigeración del motor eléctrico

Tanto el motor como el controlador requieren refrigeración con agua. Esto implicó el diseño de un nuevo sistema de refrigeración como se muestra en la Figura 14. No se usó la bomba de refrigeración original del Logan pues ésta obtenía su potencia del motor de combustión. En su remplazo se adquirieron dos bombas marca Guangdong M&C, modelo WP12 [31]. Las dos bombas alimentan sendos circuitos de refrigeración independientes para el motor y el controlador. En la Figura 13 se expone la configuración de los sensores propuestos para el sistema de refrigeración, contando con sensores de presión diferencial para dar información sobre el sentido del flujo que va por la tubería y de temperatura para registrar a la salida del motor, controlador y radiador, para hacer control del sistema mediante los datos registrados.

Se usó el radiador y el ventilador originales para disipar el calor. Se instalaron mangueras y válvulas, así como accesorios nuevos que facilitan el cebado y purga del sistema, mediante procedimientos documentados en el anexo B.. Se diseñaron racores especiales para instalación de la instrumentación requerida para las pruebas, en la figura 15 se muestra el diseño *CAD* de uno de los racores que se instalaron en el banco de pruebas, y el posterior monitoreo del sistema.

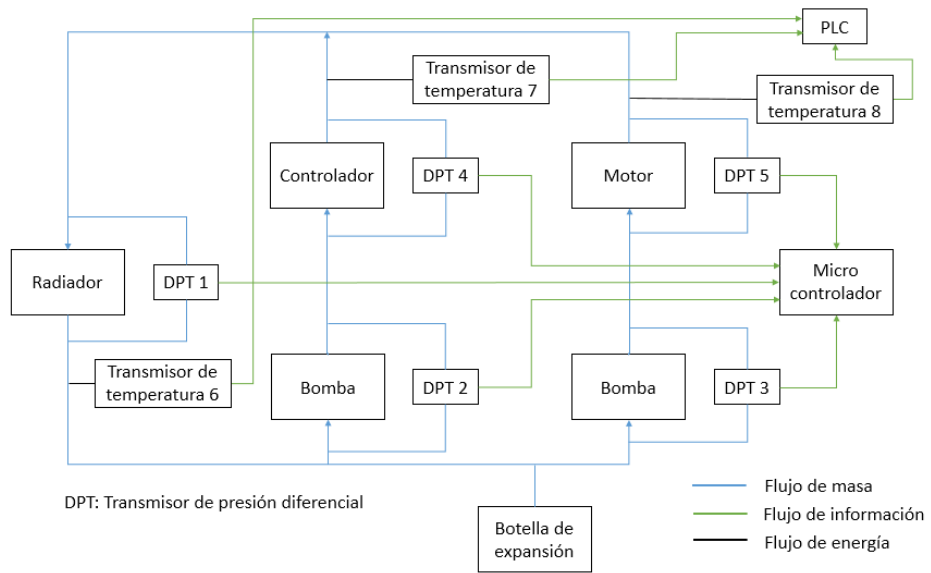


Figura 13. Diagrama de bloques para el sistema de refrigeración.

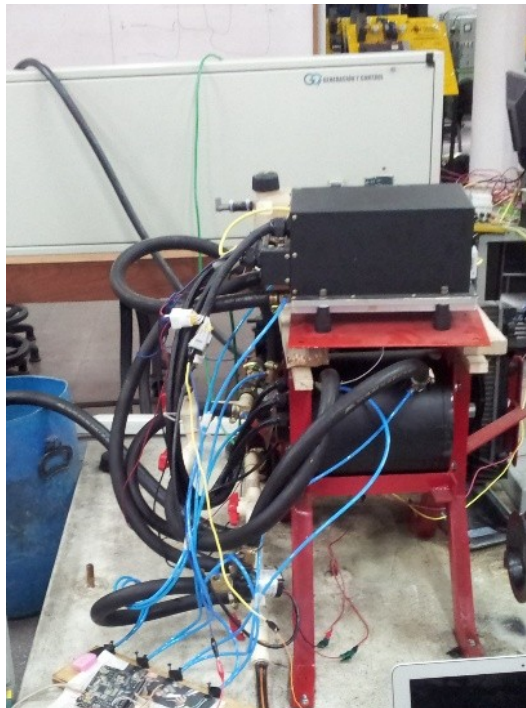


Figura 14. Banco de pruebas para el sistema de refrigeración.

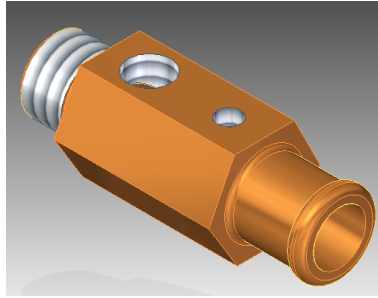


Figura 15. Diseño *CAD* de un racor para el sistema de refrigeración

Para evitar una falla por sobrecalentamiento en el controlador y el motor se debe garantizar el flujo mínimo de agua a través de cada uno de ellos y monitorear permanentemente la temperatura. Para ello se seleccionó y compró instrumentación nueva, ya que el sistema original de refrigeración del motor de combustión empleaba únicamente un sensor de temperatura que no fue posible adaptar al nuevo sistema.

En el caso de flujo no es necesario conocer su valor instantáneo, solamente se requiere verificar que esté por encima de un valor mínimo y que tenga el sentido correcto. Para ello basta inferir el flujo a partir de una medición de la diferencia de presión en los equipos. El procedimiento de calibración quedará para una etapa posterior a cargo del grupo de investigación T&D.

Se seleccionó y compró tres transmisores de presión diferencial, marca *Freescall*, modelo MPX2102DP, con rango 0-100 KPa, alimentación a 10 VDC (ver anexo A.). Éstos se instalaron en el banco de pruebas, asociados al sistema de refrigeración como ya se explicó anteriormente. La señal de los transmisores es recibida por un micro controlador que es capaz de percibir pequeñas variaciones de voltaje generadas por el sensor y luego es enviada a un controlador PIC18F25K80, el cual se encarga de mejorar una situación de ruido que se presenta en la señal.

En el caso de la temperatura se seleccionó y compró tres sensores de temperatura tipo termorresistencia de platino de 100 Ohm a 25°C (RTD PT-100), con termopozo en acero inoxidable de tipo tornillo, hecho a la medida. Los estudiantes de Ingeniería Electrónica que trabajan en el proyecto diseñaron un puente de *Wheatstone*, para amplificar la salida de las RTD. Luego, la señal de voltaje se lleva a un módulo análogo en un PLC, el cual interpreta la señal de voltaje y muestra la temperatura en un *display*.



El funcionamiento deseado de la autotrónica para el subsistema de refrigeración es el siguiente.

- La temperatura del controlador y el motor se registra de forma continua. Su valor instantáneo se muestra en el panel de instrumentos, por medio de un PLC que trata la señal y la envía a un *display*.
- Se debe generar una alarma cuando en el circuito de refrigeración del motor y/o del controlador no haya flujo. Siempre se debe cumplir que la presión diferencial registrada en los puntos de medida 4 y 5 (ver figura 13) sea mayor que cierto valor mínimo que aún está por establecerse mediante pruebas.
- Se debe generar una alarma cuando la temperatura en los puntos de medida 7 (controlador) y 8 (motor) sea mayor de 70°C [29].

En el banco de pruebas se instalaron sensores adicionales a los mencionados, que no harán parte del vehículo. La presión diferencial en el punto 1 indica el flujo que pasa por el radiador. La RTD en el punto 6 mide temperatura del agua a la salida del radiador. Con estas medidas se pretende hacer un balance de energía para definir si se utiliza el ventilador y radiador actuales o se cambia por uno de menor tamaño con el fin de disminuir el consumo eléctrico.

### 2.3.3. Subsistema de aire acondicionado

Cuando se elimina el motor de combustión, todo el subsistema de aire acondicionado deja de operar, debido a que el compresor pierde la única fuente de energía para su operación. A partir del trabajo realizado sobre este subsistema [2] se define como mejor solución a este problema la utilización de un compresor con motor integral, el cual reemplaza al compresor que compone el sistema original del vehículo. El resto de los componentes del sistema de aire acondicionado son conservados durante la conversión.

En el momento de encender el aire acondicionado se debe enviar una señal al tablero para indicar que está en funcionamiento. Se presenta falla en el caso de que la presión sobrepase el valor establecido en el presóstato.

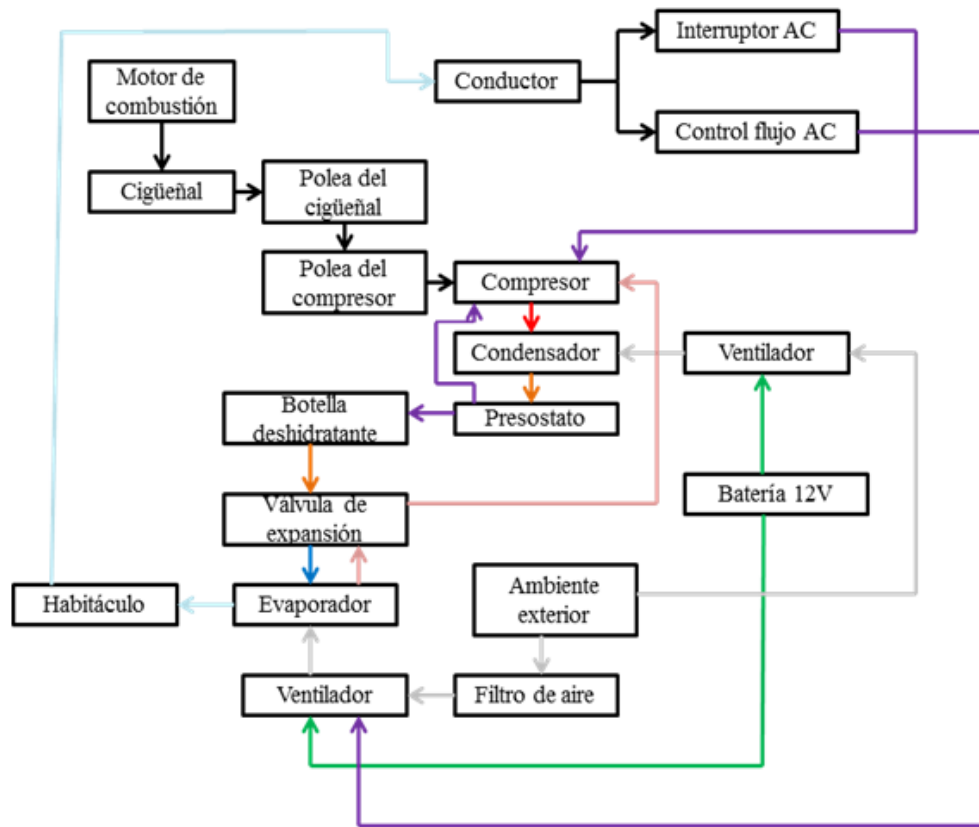


Figura 16. Diagrama del sistema de aire acondicionado [2].

Descripción	Convención
Acople o unión mecánica	→
Refrigerante a alta presión, alta temperatura y en estado líquido o mezcla.	→
Refrigerante a baja presión, baja temperatura y en estado gaseoso	→
Refrigerante a alta presión, alta temperatura y en estado líquido o mezcla	→
Alimentación eléctrica	→
Flujo de aire	→
Aire tratado o acondicionado	→
Refrigerante a baja presión, temperatura ambiente y en estado gaseoso	→
Señal eléctrica	→

Figura 17. Convenciones para el diagrama del sistema de aire acondicionado [2].

#### 2.3.4. Subsistema de frenos

Hay que tener en cuenta, que aunque se removió el motor de combustión del automóvil, aún quedan elementos asociados que pueden servir para realizar modificaciones nuevas, o que se deben eliminar y agregar nuevos elementos en el sistema de frenado. En el diseño básico del sistema de frenado desarrollado por Betancur y Giraldo [3], se definió como solución al problema presentado por la remoción del motor de combustión, la implementación de una bomba de vacío para alimentar el *booster* y así brindar la asistencia en la acción de frenado. El resto del subsistema de frenado original del Logan se dejó intacto.

En la figura 18 se muestra el funcionamiento del subsistema de frenos y en la figura 20 se presenta el diagrama del sistema de bomba de vacío que hace parte del subsistema de frenos. Cuando el conductor acciona el pedal del freno, el cual está conectado al *booster*, la bomba presuriza el líquido hidráulico que desplaza los elementos de fricción de cada rueda y así disminuye la velocidad del vehículo. Simultáneamente a este proceso se generan registros sobre la velocidad de cada rueda que son procesados por el calculador del ABS, por medio de sensores de velocidad inductivos que posee el vehículo desde fábrica. También está el sensor de presión de vacío que se encarga de mantener los niveles necesarios de vacío en el depósito para el funcionamiento normal del sistema. En el depósito del líquido de frenos se encuentra un sensor de nivel por flotador que muestra en el cuadro de instrumentos la falta de éste líquido.

Cuando se acciona el pedal del freno se debe enviar una señal a las luces de *stop* para que se iluminen, lo cual se consigue con un contactor instalado en el pedal; Esta es una señal binaria que debe ir al controlador del motor y al ABS, para informar que se está frenando y se debe cambiar el motor a estado de frenado, el controlador debe ignorar la señal del acelerador e invertir el flujo de corriente y empezar a regenerar.

La señal enviada al ABS es tomada como información de que el conductor desea frenar el vehículo y empezar a modular la presión.

En una etapa futura del proyecto se pretende implementar el frenado regenerativo, que una de sus señales de entrada debe ser la posición del pedal del freno, conseguida por medio de un potenciómetro, esta señal análoga es enviada al controlador del motor eléctrico.

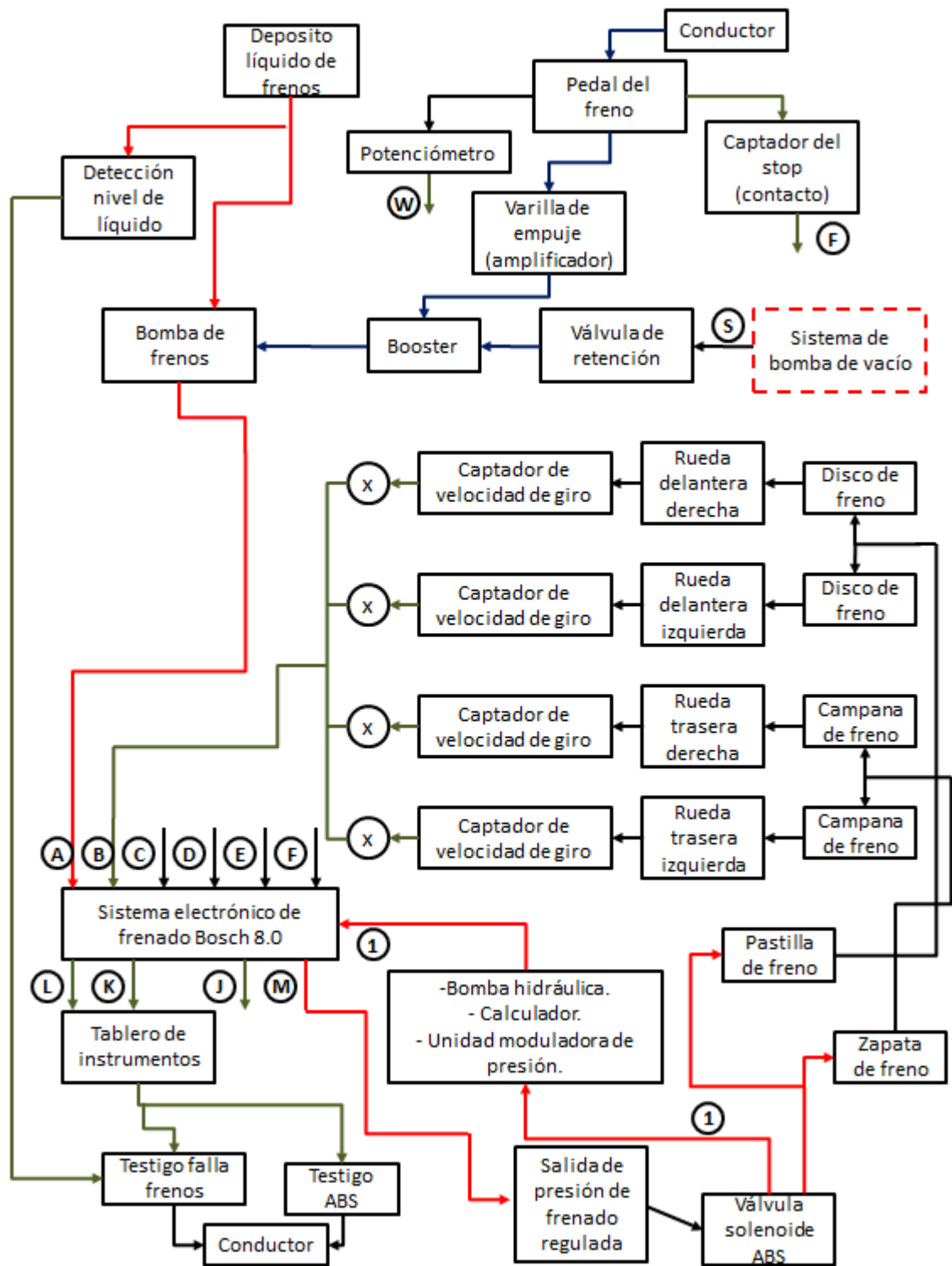


Figura 18. Diagrama del subsistema de frenado [3].



A: presión de frenado procedente de la bomba de frenos.

B: información de los captadores de velocidad de las ruedas.

C: toma de diagnóstico. Varios sensores realizan una comprobación de que todos los componentes del sistema de frenos estén funcionando correctamente.

D: alimentación (+ antes de contacto).

E: alimentación (+ después de contacto).

F: información del captador de las luces de *stop*. Informa a la ECU si el conductor está pisando o no el freno, como condición para determinar el funcionamiento del ABS.

J: toma de diagnóstico. De esta salida se conecta un *scanner*, el cual reporta el código de falla o hace destellar varias veces la luz de falla ubicada en el tablero. Con este código se puede ver en una tabla suministrada por el fabricante cuál es el componente que presenta malfuncionamiento.

K: testigo de falla de frenos. Se activa cuando el detector de “Detector de nivel de líquido” sensa que el líquido está por debajo del mínimo lo que indica que las pastas están muy desgastadas o se está presentando una fuga en el sistema hidráulico.

L: testigo de falla ABS. Cuando se presenta un mal funcionamiento en el sistema, este testigo se enciende en el tablero de instrumentos y suspende el funcionamiento del anti bloqueo hasta que se repare la falla.

M: presión de frenado regulada en o las ruedas concernidas.

W: señal análoga de la posición del pedal del freno hacia el controlador del motor.

X: amplificador de entrada.

### 2.3.5. *Subsistema de baterías*

El banco de baterías está compuesto por celdas de litio, hierro y fosfato (LiFePO<sub>4</sub>) para almacenar la energía eléctrica necesaria para alimentar el motor eléctrico y todos los demás subsistemas. El *Battery Management System* (BMS) hace una gestión sobre

la batería por medio de sensores integrados en el sistema, de los cuales se obtienen datos, con los que se realizan cálculos internos, para proteger la batería de fluctuaciones abruptas del consumo por parte del motor o de una recarga inapropiada por parte del cargador. Este sistema tiene una unidad central llamada *Battery Cluster-management Unit* (BCU) al cual se le pueden conectar varios módulos llamados *Battery Monitor Unit* (BMU). Cada BMU puede monitorear el voltaje de hasta 12 celdas. Se sabe que cada celda trabaja nominalmente a 3 VDC y que el motor trabaja a 288 V. Esto implica que el banco debe estar compuesto por 96 celdas. Por tanto, se requieren 8 BMU para monitorear todo el banco.

El BMS cuenta con un sensor de corriente de efecto *Hall* por bucle abierto con rango de 50 a 1000 A. Además, hay 3 sensores de temperatura por cada BMU, para un total de 24. Finalmente, hay un detector de aislamiento (LDM).

Para efectos de indicación se cuenta con un LCD en el cual se presentan los resultados de los cálculos y el estado de las variables sensadas [4] [32].

El siguiente diagrama muestra la disposición de todos los elementos del BMS.

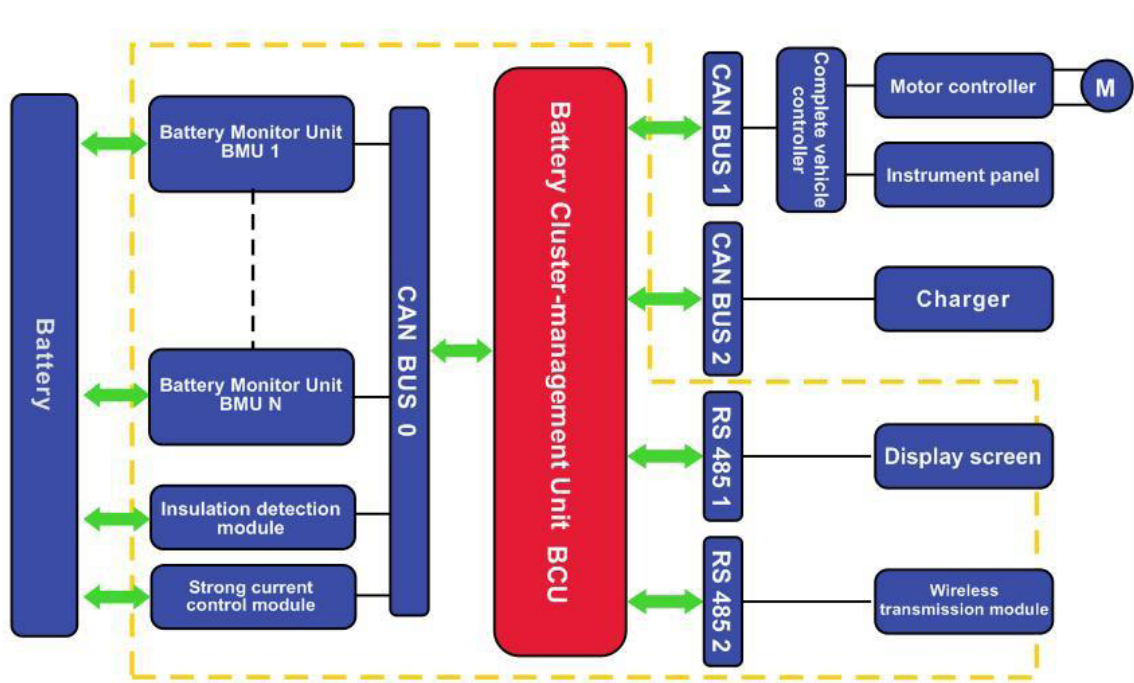


Figura 21. Diagrama del subsistema BMS [4].

El BMS tiene su programación propia, que genera los estados de alerta y falla a medida que se da la lectura y procesamiento de los datos tomados de los sensores instalados en el sistema de baterías. Este sistema (BMS) se integra por la conversión, por tanto los sensores de éste sistema son nuevos.

### *2.3.6. Subsistema de dirección hidráulica*

El sistema de dirección asistida utiliza energía hidráulica para generar la asistencia por medio de la bomba hidráulica que se encuentra conectada al motor de combustión por medio de una correa. Al retirar el motor de combustión se genera el problema para la impulsión de la bomba. La solución a este problema es hacer funcionar la bomba de la dirección hidráulica por medio de un motor eléctrico el cual hace trabajar la bomba para que esta genere la presión necesaria para hacer la dirección lo más suave posible [33].

La configuración del sistema es *on-off*, que toma la señal del transmisor de presión para prender o apagar la bomba hidráulica según el estado de presión en la red.



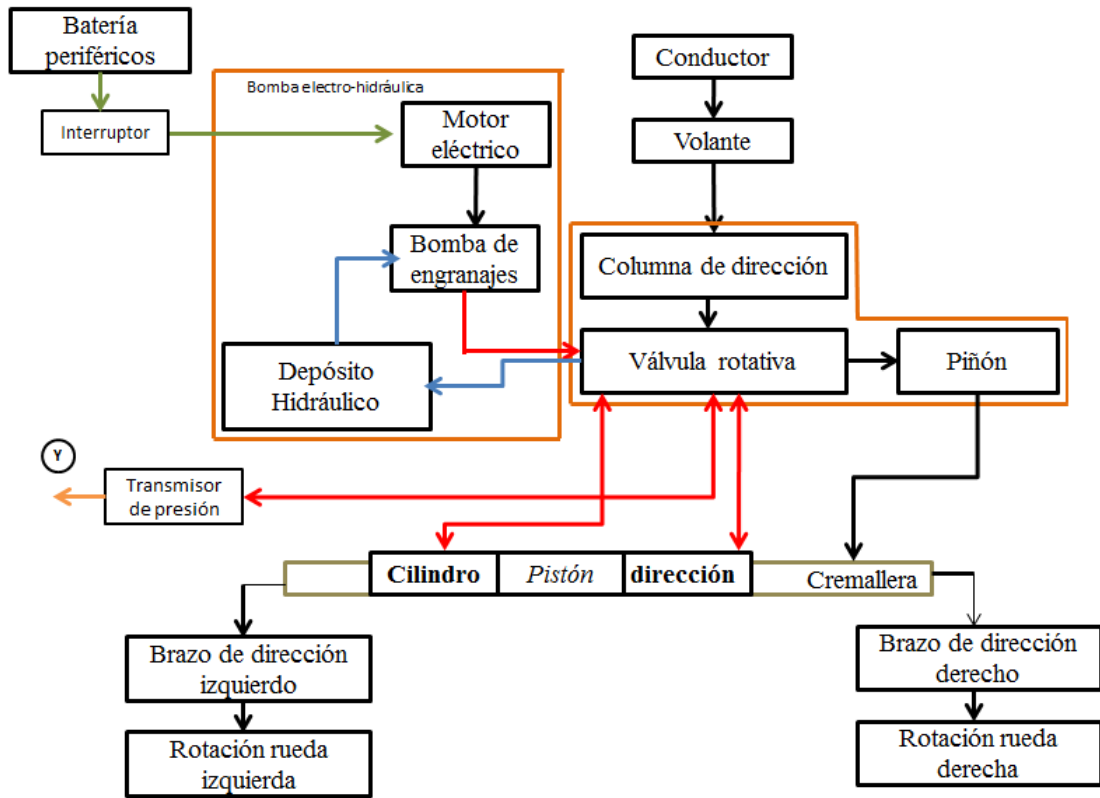


Figura 22. Diagrama subsistema de dirección hidráulica

Descripción	Convención
Acople o unión mecánica	→
Ensamble (Conjunto)	→
Fluido a baja presión	→
Fluido a alta presión	→
Alimentación eléctrica	→
Señal eléctrica	→

Figura 23. Convenciones para el diagrama de dirección hidráulica

### 3. DIARIO DE CAMPO

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

##### 3.1.1. Modalidad

El proyecto de investigación “Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico” es desarrollado por el Grupo de Automática y Diseño A+D y el Grupo de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica T&D de la UPB. En este proyecto el estudiante participó como asistente de investigación en las etapas de diseño preliminar, básico y de detalle. Las etapas posteriores a la fase de diseño del proyecto los realizarán los grupos A+D y T&D. La participación de los Grupos de Investigación fue debidamente reconocida en todos los productos generados dentro del trabajo de grado. Así mismo, los grupos reconocerán la autoría intelectual de los estudiantes en las publicaciones y otros productos del proyecto de investigación donde hayan realizado aportes significativos. La modalidad desarrollada fue de asistencia a la investigación. La distribución porcentual de las actividades se discrimina en la Tabla 5.

Tipo		%
Teórico	Búsqueda	20
	Desarrollo	20
Experimental		10
Aplicado	Prototipo	50
Total		100

Tabla 5. Tipos de trabajos a desarrollar en el proyecto.

### 3.1.2. Tema

En la Tabla 6. Se presenta una clasificación de las áreas a las que pertenece esta temática del proyecto.

Área	%
Diseño mecánico	60
Energía y fluidos	30
Materiales y procesos de manufactura	10
Total	100

Tabla 6. Clasificación de las áreas temáticas a las que pertenece el proyecto

### 3.1.3. Alcance

El alcance está definido por la cantidad de horas de trabajo. Se dio por concluido al cumplirse 480 horas de trabajo, documentado en las bitácoras y refrendado por el director del trabajo de grado.

## 3.2. BITÁCORAS

A continuación se presentan las bitácoras de trabajo, las cuales contienen una descripción del trabajo semanal realizado y el número de horas dedicado a cada actividad.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	1
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón.

Fecha: Febrero 06 al 10 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	2	3	0	0	0	0	5


**Descripción de actividades por día:**

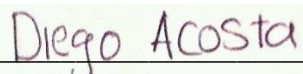
**Martes:**

**04:00-06:00pm** Se explora el reto propuesto y se inicia con el ensamble en Solid Edge de las piezas proporcionadas por el docente.

**Miércoles:**

**09:00pm-12:00am** Se realiza la pieza propuesta para el acople entre el motor y la transmisión y se procede a terminar el ensamble y ajustar detalles.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	2
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón.

Fecha: Febrero 13 al 17 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 9**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	3	2	4	0	0	9

**Descripción de actividades por día:**

**Miércoles:**

**10:00am-01:00pm** Se revisa y se organiza la información proporcionada por el docente para comenzar a hacer las modificaciones en el anteproyecto.

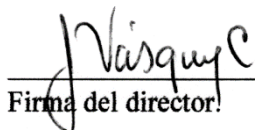
**Jueves:**

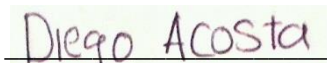
**06:00-08:00am** Se revisa y se organiza la información proporcionada por el docente y se inician las modificaciones en el anteproyecto.

**Viernes:**

**10:00-12:00am** Se lee bibliografía relacionada con vehículos eléctricos para plasmar información en el anteproyecto.

**04:00-06:00pm** Se realiza reunión con el director de trabajo de grado para acordar el horario de reuniones semanales de seguimiento y para resolver algunas dudas. Además se observa el motor que va a ser utilizado para al propulsión del automóvil.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	3
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Febrero 20 al 26 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 16**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	2	2	2	6	0	2	16

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-12:00m** Reunión con el director de trabajo de grado y el Grupo de Investigación en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica.

**Martes:**

**04:00-06:00pm** Lectura de correos electrónicos y búsqueda de sobre autotrónica.

**Miércoles:**

**10:00-12:00am** Búsqueda de información en bases de datos acerca de mecatrónica automotriz.

**Jueves:**

**04:00-06:00pm** Búsqueda de información sobre mecatrónica automotriz en foros de internet y revistas de vehículos publicadas en la red.

**Viernes:**

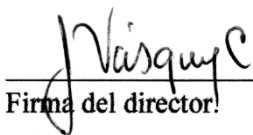
**08:00-01:00pm** Recolección de la información de interés y se inicia la redacción del artículo.

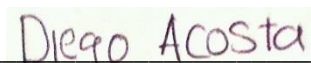
**04:00-05:00pm** Reunión semanal con el director de trabajo de grado, Sebastián Sierra y Sebastián Saldarriaga.

**Sábado:**

**Domingo:**

**10:00-12:00am** Se continua con la redacción y la compilación de información para el artículo y la presentación.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	4
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Febrero 27 a Marzo 04 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 14**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
4	1	4	0	3	0	1	13

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-12:00m** Búsqueda bibliográfica sobre autotrónica y ajustes sobre el artículo.

**09:00-11:00pm** Se realiza la presentación en Power Point para la exposición en el curso de trabajo de grado.

**Martes:**

**01:00-02:00pm** Exposición sobre autotrónica en el curso de trabajo de grado.

**Miércoles:**

**09:30-11:00am** Se termina la redacción del artículo.

**03:00-04:00pm** Se realiza el ajuste del artículo en el formato propuesto en el curso de trabajo de grado.

**09:30-11:00pm** Se termina el ajuste del artículo de acuerdo con el formato propuesto en el curso de trabajo de grado.

**Jueves:**

**Viernes:**

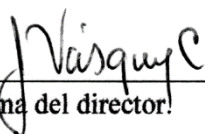
**01:00-02:00pm** Lectura de correos y realización de acta de reunión realizada el 20 de febrero.

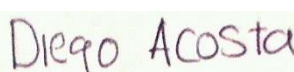
**04:00-06:00pm** Reunión semanal con el director de trabajo de grado, Sebastián Sierra y Sebastián Saldarriaga.

**Sábado:**

**Domingo:**

**01:00-02:00pm** Se realiza el boceto de la red hidráulica del banco de pruebas.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	5
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Marzo 05 al 11 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 14**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
6	1	4	0	3	0	0	14

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-12:00m** Reunión del grupo de trabajo de eléctrica y electrónica y los integrantes del grupo de trabajo de mecánica en torno al proyecto. Se analizan posibles sensores para el sistema de refrigeración. Se corrigen las bitácoras anteriores en presencia del director de trabajo de grado. Se analiza y corrige el boceto del diagrama de flujo referente al sistema de refrigeración.

**1:00pm-5:00pm** Se trabaja en el banco de pruebas haciendo diagramas de instrumentación y tubería, tomando medidas y consultando sobre el tema.

**Martes:**

**04:00-05:00pm** Se leen los correos enviados por el director de trabajo de grado, los cuales contienen información sobre mangueras EPDM, tubería CPVC y accesorios de estos materiales.

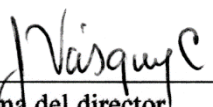
**Miércoles:**

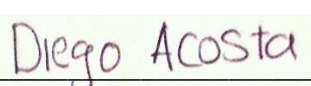
**1:00pm-2:00pm** Se hacen cotizaciones de accesorios CPVC en *Homecenter* y de mangueras EPDM en cauchos Malaca.

**2:00pm-5:00pm** Se lleva la información conseguida al director de trabajo de grado y se analizan las posibles opciones para el nuevo diseño del sistema de refrigeración.

**Viernes:**

**1:00pm-4:00pm** Se comienza con el nuevo diseño del sistema de refrigeración y se hacen las cotizaciones de los accesorios necesarios con diferentes proveedores.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.



**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	6
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Marzo 12 al 18 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 14**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	0	4	0	4	0	4	14

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00am-12:00m** Reunión con los integrantes del grupo de trabajo de eléctrica y electrónica, y del grupo de mecánica. Se analizan los avances realizados durante la semana anterior por cada grupo. Se definen qué tipo de sensores de presión se van a utilizar en el sistema de refrigeración. Se enciende el motor y se hacen pruebas por parte de los integrantes del grupo de trabajo de eléctrica y electrónica.

**Miércoles:**

**08:00-10:00am** Se continúa con la corrección del anteproyecto, se leen correos enviados por el director de trabajo de grado. Se corrigen las bitácoras de las semanas anteriores y se termina el plano de tubería e instrumentación del sistema de refrigeración.

**02:00-04:00pm** Se hace una reunión con el director de trabajo de grado y con Sebastián Sierra para hacer revisión del plano de tubería e instrumentación del sistema de refrigeración. También se definen las tomas de presión y el modo de ubicar los sensores en el sistema.

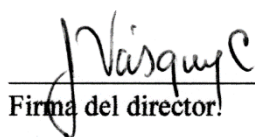
**Viernes:**

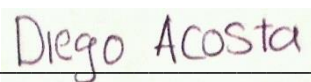
**08:00-10:00am** Se continúa con la edición del anteproyecto.

**02:00-04:00pm** Se cotizan los acoples para las mangueras que se conectan a los sensores de presión.

**Domingo:**

**08:00am-12:00m** Se finaliza la edición del anteproyecto para que sea revisado por el director de trabajo de grado. Se complementa el marco teórico con la información acerca de autotrónica.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	7
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Marzo 19 al 25 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 12**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	1	8	0	0	0	1	12

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**09:00-11:00pm** Revisión y ajustes sobre el anteproyecto para que el director de trabajo de grado lo revise.

**Martes:**

**08:00-09:00pm** Se inician las correcciones del anteproyecto a partir de los comentarios hechos por el director de trabajo de grado.

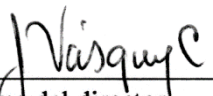
**Miércoles:**

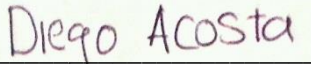
**08:00am-02:00pm** Se continua con las correcciones del anteproyecto.

**04:00-06:00pm** Se realiza el ajuste del anteproyecto en el formato propuesto en el curso de trabajo de grado y se finalizan las correcciones.

**Domingo:**

**01:00-02:00pm** Se lee el capítulo del libro de la norma ISO para acotados, para comprender los acotados que se muestran en los planos del sensor de presión que se escogió.

  
Firma del director:

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	8
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Marzo 26 a Abril 1 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 12.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	5	4.5	0	1	0	0	12.5

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-12:00m** Reunión en el laboratorio de máquinas eléctricas con los integrantes del grupo de trabajo de eléctrica y electrónica, y del grupo de mecánica. Se muestran los avances de cada grupo de trabajo. Aparte se revisan los planos de los sensores de presión. Se toma la decisión bajar el banco de pruebas del sistema de refrigeración.

**Martes:**

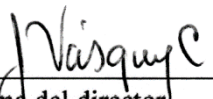
**08:30-01:30pm** Se piden las herramientas necesarias en el laboratorio de máquinas herramientas. Se comienza con el desmonte del banco de pruebas del sistema de refrigeración. Se pesa el motor y controlador.

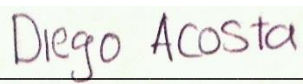
**Miércoles:**

**08:00-12:30pm** Se termina el desmontaje del banco de pruebas del sistema de refrigeración. Se pesa el ventilador y el radiador. Luego se arma el banco de pruebas del sistema de refrigeración de nuevo. Se realizan los dibujos en CAD de los accesorios de CPVC.

**Viernes:**

**02:00-03:00pm** Se hacen llamadas a diferentes proveedores de accesorios para mangueras para averiguar alternativas para los acoples de mangueras para los sensores de presión.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	9
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Abril 9 al 15 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 9**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2.5	5.5	0	1	0	0	0	9

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-11:30am** Reunión en el laboratorio de máquinas eléctricas con el director de trabajo de grado. Se revisan los avances del proyecto. Se habla sobre el anteproyecto y se propone dedicar la semana para terminarlo.

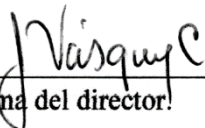
**11:30am-12-30pm** Se trabaja sobre el anteproyecto y se redacta la bitácora de la semana anterior.

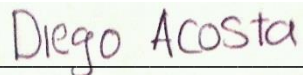
**Martes**

**09:00am-02:30pm** Se realizan correcciones sobre el anteproyecto. Se redacta el nuevo objetivo específico, se realizan los cálculos del tiempo estimado para desarrollar el trabajo de grado y se modifica el cronograma. Se deja listo el anteproyecto para ser revisado por el director de trabajo de grado.

**Jueves**

**12:00-01:00pm** Reunión con los docentes de trabajo de grado para hacer correcciones sobre el cronograma y sobre el presupuesto.

  
Firma del director:

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	10
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Abril 16 al 21 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 6**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
3	1	0	0	2	0	0	6

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00am-12:00m** Se hace la corrección del anteproyecto de acuerdo con las observaciones realizadas por parte del docente de trabajo de grado 1.

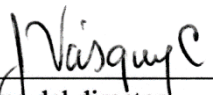
**10:00-11:00pm** Se realiza la presentación para la exposición del anteproyecto de trabajo de grado.

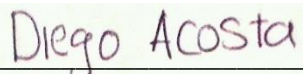
**Martes:**

**11:00am-12:30m** Se hacen algunas correcciones en las diapositivas de la presentación del anteproyecto de trabajo de grado

**Viernes**

**04:00-06:00pm** Se leen correos enviado por el director de trabajo de grado, además se lee el artículo sugerido sobre el *RENAULT FLUENCE Z.E.*

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	11
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: Abril 23 al 29 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 19**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	0	7	3	5	0	2	19

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-12:00m** Reunión con el director en el laboratorio de máquinas eléctricas, se habla de las actividades de la semana. Se solucionan dudas entre los integrantes del grupo de trabajo de mecánica. Se habla acerca de como van los procesos de cada integrante para unificar los avances de cada integrante.

**Miércoles:**

**08:00am-12:00m** Diseño del racor para el controlador en CAD y la propuesta 1 para la toma de presión y la conexión del termopozo.

**12:00-03:00pm** Diseño de la propuesta 2 y lectura del artículo referido por el director de trabajo de grado sobre el *Renault Fluence Z.E.* divulgado en el foro Km77.com.

**Jueves:**

**04:00-07:00pm** lectura del artículo “El Chevrolet Volt inicia pruebas en Colombia” referido por el director de trabajo de grado. Además se hace una investigación de la disposición de los sensores en un automóvil para proceder al diseño de los soportes de los mismos en el banco de pruebas y el montaje definitivo.

**Viernes:**

**08:00am-12:00m** Diseño del racor para el motor y la propuesta para la conexión de los sensores de presión y temperatura. Búsqueda de racores comerciales para asegurarse de que alguno sirva como base para el maquinado del nuevo diseño.

**01:00-02:00pm** Revisión de las fotografías referidas por el director de trabajo de grado en el marco de la muestra automovilística de Beijing.

**Domingo:**

**02:00-04:00pm** Búsqueda de información y dibujo de bocetos para los soportes de los sensores de presión.

J. Vasquez  
Firma del director.

Diego Acosta  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	12
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: abril 30 a mayo 6 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 15**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
1.5	0	1.5	0	8	4	0	15

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**04:00-04:45pm** Reunión con el director en laboratorio de máquinas eléctricas. Se habla de las actividades que se realizarán en el transcurso de la semana.

**04:45-5:30pm** Se habla con los integrantes del grupo sobre qué accesorios se van a cotizar para la red hidráulica del sistema de refrigeración.

**Miércoles**

**10:00-10:30am** Se habla con la docente de trabajo de grado 1 acerca del cronograma y del curso trabajo de grado 2.

**10:00-11:00pm** Se redacta la bitácora de la semana anterior.

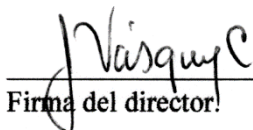
**Viernes**

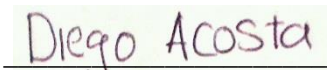
**09:00-01:00pm** Se realiza el boceto de la red hidráulica del sistema de refrigeración con los accesorios para el cebado. En el laboratorio de máquinas eléctricas se toman medidas que se necesitan para los accesorios y se ultiman detalles acerca de éstos.

**02:00-06:00pm** Se visita el centro de la ciudad para cotizar y comprar algunos de los accesorios para hacer pruebas en el sistema de refrigeración. Se reúne con los integrantes del grupo de trabajo de ingeniería eléctrica en el laboratorio de máquinas eléctricas, con el fin de presenciar el arranque del motor.

**Sábado**

**2:00-6:00pm** Se realizan correcciones sobre los accesorios diseñados para la salida (racores) para el motor y el controlador, y se realizan nuevos diseños que son los racores de entrada del motor y del controlador.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.



**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	13
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: mayo 7 al 13 de 2012.

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 14**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
4	0	5	1	4	0	0	14

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-02:00pm** Reunión con el director de trabajo de grado en el laboratorio de máquinas eléctricas. Se asignan las tareas para la semana y se comienza con el desarrollo de éstas.

**Miércoles:**

**09:00-10:00am** Se corrige el anteproyecto, la presentación de éste y el cronograma.

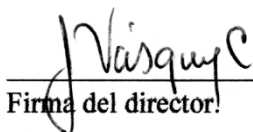
**01:00-05:00pm** Se realiza el modelado en *CAD* de la base del banco de pruebas.

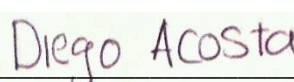
**Jueves:**

**02:00-03:00pm** Se visita el centro de la ciudad para buscar la cotización de los accesorios en polipropileno para el sistema de refrigeración.

**Viernes:**

**02:00-06:00pm** Se visita *Home Center* y se cotizan los accesorios en CPVC necesarios para montar la red hidráulica para el sistema de refrigeración.

  
Firma del director!

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	14
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: mayo 14 al 20 de 2012.

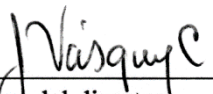
**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 5**

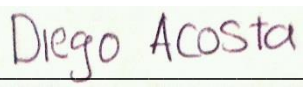
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
5	0	0	0	0	0	0	5

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-03:00pm** Reunión con el director en el laboratorio de máquinas eléctricas. Se modela en *Solid Edge* el radiador del *Renault Logan* montado actualmente en el banco de pruebas y se ajustan las medidas del sitio dispuesto para éste en el banco.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	15
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: mayo 21 al 27 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 11.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	4	3.5	4	0	0	0	11.5

**Descripción de actividades por día:**

**Martes:**

**09:00-11:00am** Se realiza ajustan detalles del CAD de la estructura del banco de pruebas.

**11:00-12:00m** Se revisa el compromiso de confidencialidad y se diligencia con los datos personales correspondientes.

**06:00-07:00pm** En conjunto con Sebastián Saldarriaga se realiza en CAD las platinas que sirven como soporte para las bombas.

**Miércoles:**

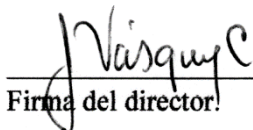
**02:00-03:00pm** Se visita la oficina del director para solucionar dudas sobre lo que se lleva y lo que falta en el banco de pruebas del sistema de refrigeración.

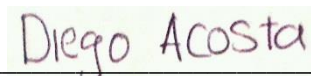
**03:00-05:30pm** Se trabaja en el laboratorio de máquinas eléctricas, se modifican y corrigen algunas piezas del banco de pruebas del sistema de refrigeración, de acuerdo con las observaciones previas hechas por el director.

**Jueves:**

**09:00-11:00am** Se modelan en CAD las patas de apoyo de la estructura que soporta el banco de pruebas del sistema de refrigeración.

**03:00-05:00pm** Se verifican las medidas del motor y se corrigen.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	16
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: mayo 28 a junio 3 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 6.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	2.5	4	0	0	0	0	6.5

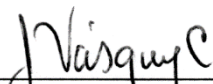
**Descripción de actividades por día:**

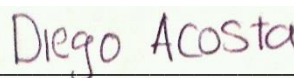
**Martes:**

**09:00-11:30pm** Se trabaja en el diseño de los racores para el radiador y para los de las bombas.

**Miércoles**

**08:00am-12:00m** Se completan los diseños y se generan los planos de taller para proceder a hacer las cotizaciones a cargo de Sebastián Saldarriaga.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	17
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: julio 23 a 29 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 11.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	0	6	1.5	2	0	0	11.5

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00am-12:00m** Reunión con el director del trabajo de grado para establecer prioridades y asignar tareas para la semana.

**Miércoles**

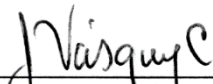
**12:00m-06:00pm** Se realiza cotización en diferentes puntos de la ciudad de los racores para acoplar las mangueras que van conectadas a los sensores de presión. Se modela la base del controlador para que no interfiera con las mangueras que salen del motor. Se conversa con el director sobre las cotizaciones y corrección de protocolo de cebado.

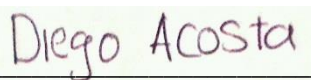
**Jueves**

**02:00pm-03:30pm** Se realizan las bitácoras faltantes y se plasma el horario disponible para el desarrollo de las actividades.

**Viernes**

**12:00m-02:00pm** Se realizan los bocetos de algunas ideas para el soporte del sensor de presión y se inicia el protocolo de pruebas y caracterización.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	18
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: julio 30 a agosto 5 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 9**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
4	0	5	0	0	0	0	9

**Descripción de actividades por día:**

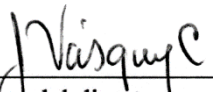
**Lunes:**

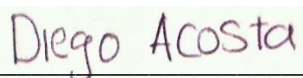
**10:00am-12:00m** Reunión con el director del trabajo de grado, presentación de los nuevos integrantes del grupo de mecánica y asignación tareas para la semana.

**12:00m-02:00pm** Inicio del desarrollo de las tareas asignadas, tales como corrección de los planos de tubería e instrumentación que se habían generado anteriormente y la creación de modelo CAD para aquellos elementos que aún no tenían planos. Se trabaja sobre el ensamble del banco de pruebas para eliminar las interferencias.

**Miércoles**

**01:00pm-06:00pm** Se continúa con la corrección de las interferencias existentes en el CAD del banco de pruebas. Se inicia la redacción del protocolo de pruebas y se corrige el protocolo de cebado y purga.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	19
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: agosto 6 al 12 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 10**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	0	6	0	2	0	0	10

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

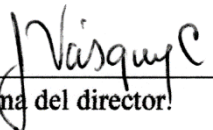
**10:00-12:00 am** Se realiza una reunión en el laboratorio de máquinas eléctricas, donde se habla del trabajo realizado durante la semana anterior y sobre las tareas a desarrollar en el transcurso de la semana.

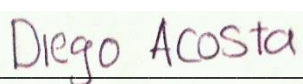
**Miércoles:**

**12:00m-06:00pm** Se realizan las correcciones sobre el banco de pruebas relacionadas con la interferencia entre el motor y la estructura, y entre la base del controlador y la estructura. Se hace la corrección de los archivos revisados por el director de trabajo de grado relacionado con el procedimiento de cebado y purga del sistema de refrigeración y el protocolo de pruebas, adicionándole a este último las sugerencias hechas por dicho director. Se hace una búsqueda bibliográfica sobre perfiles en C para plantearlo como propuesta para la base de los sensores de presión y se genera la pieza *CAD*.

**Viernes:**

**10:00am-12:00m** Se generan los tornillos, tuercas y arandelas que sostienen la base del controlador y se integran al ensamble.

  
Firma del director:

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	20
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: agosto 13 al 19 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 7.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	2	0	0	3.5	0	0	7.5

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am-12:00 m** Se realiza una reunión en el laboratorio de máquinas eléctricas, donde se habla sobre los avances del proyecto y se revisan una por una las tareas pendientes y se asignan a cada integrante.

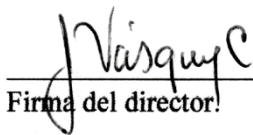
**Martes:**

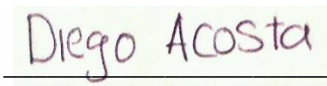
**08:00-10:00 pm** Se realiza el modelo *CAD* del racor para las conexiones de los sensores de presión a la línea y se introduce en el ensamble del banco de pruebas.

**Viernes:**

**08:30-10:00 am** Se visita *PIEZHA METALICAS S.A.* para entregar y revisar los planos de los racores que se van a fabricar en este sitio.

**12:00-2:00 pm** Se revisa la estructura del banco de pruebas y se corrigen algunas medidas.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.



**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	21
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: agosto 20 al 26 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 11.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	6	0.5	2	0	3	11.5

**Descripción de actividades por día:**

**Miércoles:**

**10:00 am-02:00 pm** Se realizan las correcciones del banco de pruebas y se eliminan las interferencias que existían y se revisa nuevamente si existen interferencias.

**07:00-09:00 pm** Se revisa el tema de las interferencias generadas por las roscas, generando piezas modelo para asegurarse de que no se van a presentar problemas con las roscas del banco de pruebas. Adicionalmente se analiza la posibilidad de los topes para la base del controlador.

**Jueves:**

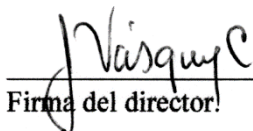
**09:00-09:30 am** Se visita Cauchos Malaca para averiguar sobre los soportes de los sensores de presión, se definen dos opciones y se hace la compra de los dos para discutirlo con el director de trabajo de grado.

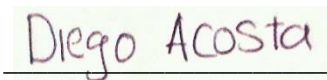
**Viernes:**

**10:00 am-12:00 m** Se realiza una reunión con el director de trabajo de grado para ultimar detalles sobre el banco de pruebas y para discutir las dos opciones de los soportes para los sensores de presión. Además se discute sobre las pruebas que se van a realizar en el banco, determinando que se debe definir un método para adicionarle carga al motor para desarrollar las pruebas a plena carga.

**Domingo:**

**12:00-03:00 pm** Se genera la pieza CAD de los soportes para los sensores de presión definidos en la reunión con el director de trabajo de grado, se adicionan al ensamble y se fija el motor para que no quede sub-restringido.

  
Firma del director:

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	22
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: agosto 27 a septiembre 2 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 12.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	0	2.5	3	2	3	0	12.5

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am – 12:00 m** Reunión con el director de trabajo de grado para revisar los avances de la semana anterior y proponer las tareas de la nueva semana.

**Miércoles:**

**01:00-01:30 pm** Se realiza la cotización de los tornillos que van a sostener la base del controlador.

**07:00-09:00 pm** Se realiza una búsqueda bibliográfica para definir el diseño de la fijación de la tubería de la red de refrigeración.

**Jueves:**

**07:00-09:00 am** Realización de bocetos de las opciones propuestas para la fijación de la tubería.

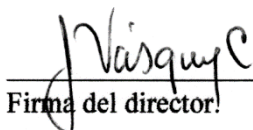
**02:00-03:00 pm** Se visita *Homecenter* para comprar la U roscada necesaria para el diseño seleccionado para la fijación de la tubería.

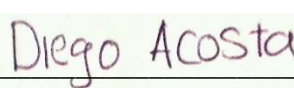
**Viernes:**

**08:00-10:00 am** Se realiza el diseño *CAD* de la U roscada para su posterior ensamble en la propuesta seleccionada.

**Sábado:**

**02:00-05:00 pm** Se genera la pieza *CAD* de los soportes para la tubería y se hace el ensamble de las piezas.

  
Firma del director!

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	23
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: septiembre 3 al 9 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 6**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	4	0	1	1	0	6

**Descripción de actividades por día:**

**Miércoles:**

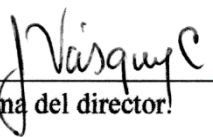
**08:00 am-12:00 m** Se leen las tareas asignadas por el director de trabajo de grado, se envía un correo electrónico a Javier Arismendy, estudiante de T&G para acordar una reunión para hablar sobre el tema de los sensores. Se comienza con la búsqueda de los sensores en el manual de servicio del Logan.

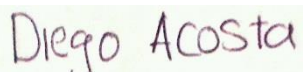
**Viernes:**

**08:00-09:00 am** Se realiza la reunión con Javier Arismendy y se habla sobre el ejercicio que él había realizado con anterioridad sobre la búsqueda de los sensores en el auto.

**Sábado:**

**08:00-09:00 am** Se continua con la lectura del manual para buscar los sensores.

  
Firma del director:

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	24
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: septiembre 10 al 16 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 9**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	0	4	1	0	2	0	9

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am – 12:00 m** Reunión con el director de trabajo de grado para revisar los avances de la semana anterior y proponer las tareas de la nueva semana.

**Miércoles:**

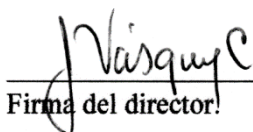
**08:00 am-12:00 m** Se realiza una revisión de los documentos generados por los integrantes del grupo T&G sobre sensores, además se continua con la búsqueda de los sensores en el manual de servicio del Logan.

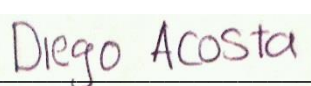
**Jueves:**

**07:00-08:00 am** Se realiza la cotización de los tornillos de fijación de los sensores de presión.

**Sábado:**

**02:00-04:00 pm** Se continúa con la lectura del manual para la búsqueda de los sensores presentes en el auto. Se verifica que en la versión que está en francés son más específicos con los sensores que existen.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	25
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: septiembre 17 al 23 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 10.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
1	1	8	0	0.5	0	0	10.5

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**04:00-05:00 pm** Realización de las bitácoras de semanas pasadas.

**Martes:**

**08:00-09:00 am** Se inicia con la redacción de la tabla donde se van a registrar los sensores encontrados durante la revisión del manual de servicio del Logan.

**Miércoles:**

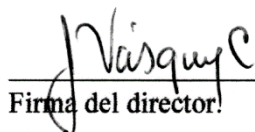
**07:00-08:00 am** Se generan los planos de la base del controlador con sus modificaciones.

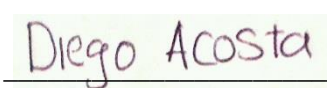
**10:00am-01:00 pm** Se corrigen los errores de diseño en las platinas que sostiene la red de refrigeración y se generan los planos de las mismas, se revisan los planos de la volante y de la cara posterior del motor eléctrico con Sebastián Sierra.

**02:00-06:00 pm** Se realizan diferentes cotizaciones de torquímetros en diferentes lugares de la ciudad. Se toman fotos de los sensores de fácil acceso en el Logan.

**Viernes:**

**01:30-02:00 pm** Se realiza una reunión con el director de trabajo de grado para solucionar unas dudas y dialogar sobre el trabajo que se lleva hecho en la semana.

  
Firma del director:

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	26
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: septiembre 24 al 30 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 16**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
3	5	3.5	2	0.5	1	1	16

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00-11:30 am** Reunión con el grupo de trabajo y el director de trabajo de grado para asignar las tareas de la semana.

**09:00-10:30 pm** Se continua con la búsqueda y la tabulación de los sensores que se encuentran registrados en el manual del Logan.

**Martes:**

**08:00-08:30 am** Se realiza la bitácora de la semana anterior.

**02:00-05:30 pm** Se revisan los racores que hacen parte del sistema de refrigeración y se compran algunos suministros para el mismo.

**08:30-09:30 pm** Se continua con la búsqueda y la tabulación de los sensores que se encuentran registrados en el manual del Logan.

**Miércoles:**

**08:30 am-12:00 m** Se corrigen los planos de la base del controlador, las platinas que van a sostener la red de refrigeración y las placas que sostienen las bombas.

**Jueves:**

**01:00-03:00 pm** Se visitan diferentes lugares de la ciudad para realizar las cotizaciones de los tornillos y las U roscadas que hacen parte del banco de pruebas.

**Viernes:**

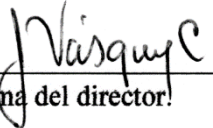
**03:30-04:00 pm** Se realiza una reunión con los integrantes del grupo T&D que hacen parte del proyecto para revisar las prioridades que se tienen en el momento debido a la adquisición de algunas partes importantes para el trabajo de ellos que involucra el desarrollo de partes mecánicas.

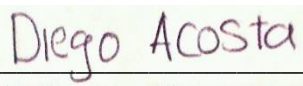
**Sábado:**

**10:00-11:00 am** Se visitan diferentes lugares de la ciudad para realizar las cotizaciones de los tornillos y las U roscadas.

**Domingo:**

**04:00-05:00 pm** Se hacen las últimas correcciones en los planos de las piezas que se modificaron para el banco de prueba, para que sean revisados por el director de trabajo de grado.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	27
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: octubre 01 al 07 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 9**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
1.5	0	7.5	0	0	0	0	9

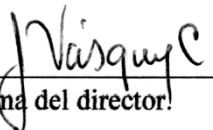
**Descripción de actividades por día:**

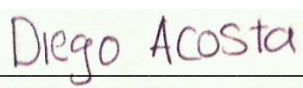
**Lunes:**

**10:00 – 11:30 am** Reunión con el director de trabajo de grado para revisar los avances de la semana anterior y programar las actividades a desarrollar.

**Miércoles:**

**08:00 am – 03:30 pm** Se compran los tornillos y los herrajes en ‘U’ roscados. Se buscan los machuelos de ¼” UNF y 1/8” NPT para repasar las roscas de los racores pero solo se logra hacer las de ¼” UNF. Se desconectan las mangueras del banco de pruebas y se adicionan los tramos que hacían falta de CPVC a la red de refrigeración.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.



**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	28
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: octubre 08 al 14 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 11.5**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
2	4	5.5	0	0	0	0	11.5

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am – 12:00 m** Reunión con el director de trabajo de grado para revisar los avances de la semana anterior y programar las actividades a desarrollar en la semana que inicia.

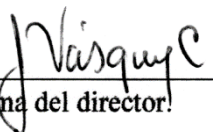
**Martes:**

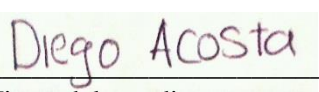
**2:00 – 3:00 pm** Redacción de las bitácoras de las semanas anteriores.

**8:00 – 11:00 pm** Búsqueda sobre la codificación para los planos que se están generando en el proyecto, también se revisan las normas de acotación para los planos de taller.

**Miércoles:**

**12:30 – 06:00 pm** Se corrigen los planos de acuerdo con las normas consultadas el día anterior. Se corrige el modelo *CAD* de la base del controlador y se actualiza algunas de las actividades en el archivo de actividades pendientes.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	29
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: octubre 15 al 21 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 7**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	5	0	0	2	0	7

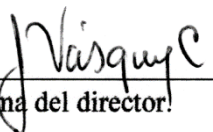
**Descripción de actividades por día:**

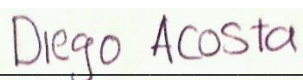
**Miércoles:**

**08:00 am – 01:00 pm** Se revisa información, se clasifica y se dispone para iniciar la redacción de la monografía.

**Sábado:**

**02:00 –04:00 pm** Se recopila nueva información que ayudará en la creación de la monografía.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	30
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: octubre 22 al 28 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 16**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
5	2	7	0	2	0	0	16

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am – 12:00 m** Reunión con el director de trabajo de grado para revisar los avances de la semana anterior y proponer las tareas de la nueva semana.

**01:00 – 04:00 pm** Se repasan las roscas de los racores diseñados para el nuevo sistema de refrigeración y se ensamblan en los lugares que están dispuestos para ellos. Se desmontan las bombas y algunas partes del antiguo sistema de refrigeración para empezar a armar el nuevo. Y se prueba el plano de la cara posterior del motor.

**Martes:**

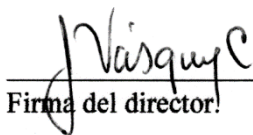
**07:00 – 09:00 pm** Búsqueda de la norma establecida por *Renault* para la codificación de sus planos. No se tiene éxito en la búsqueda, debido a que es un sistema interno de la empresa.

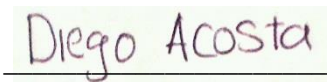
**Miércoles:**

**10:00 am – 05:00 pm** Se realiza la conexión preliminar de los elementos del sistema de refrigeración, incluidas mangueras y racores. Cuando se tenga la estructura lista se hará una rápida conexión del sistema.

**Viernes:**

**10:30 am – 12:30 pm** Se realiza la impresión del segundo plano con la corrección de la cara posterior del motor eléctrico y se logra una mejor aproximación para generar el plano final.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	31
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: octubre 29 a noviembre 4 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 21**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
3	4	4	8	2	0	0	21

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am – 12:00 m** Reunión con el director de trabajo de grado para revisar los avances de la semana anterior y proponer las tareas de la nueva semana.

**12:00 m – 01:00 pm** Revisión del pedal del acelerador en el automóvil verde y evaluación de estrategias para medir el ángulo de recorrido del mismo.

**Martes:**

**01:00 – 05:00 pm** Se visita el laboratorio de *Rinho* para hacer el corte de la plantilla del motor en madera. Se hace la comparación y se llega a la conclusión de que en papel no se aprecia bien los detalles que se necesitan. Se corrige las medidas y se genera el nuevo archivo.

**Miércoles:**

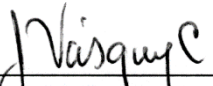
**12:00 m – 04:00 pm** Se corta la nueva plantilla de la cara del motor eléctrico y se hace la respectiva medición. Se nota que la precisión se mejoró y se decide hacer una última plantilla en metal para general total seguridad sobre este plano.

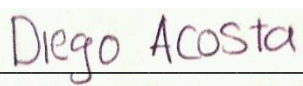
**Jueves:**

**10:00 am – 06:00 pm** Se desmonta la transmisión del automóvil blanco y se dispone para la medición. Se compran los materiales para calcar la cara a medir para que quede en una superficie plana. Se hacen las mediciones y se genera el archivo *CAD*.

**Viernes:**

**10:00 am – 01:00 pm** Se compran los materiales para los cortes de las plantillas de la cara de la transmisión. Se hacen unas correcciones al plano generado el día anterior y se separa cita en la máquina del laboratorio de maderas para el próximo martes en la mañana.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

## DIARIO DE ACTIVIDADES

### Reporte Semanal

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	32
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: noviembre 5 al 11 de 2012

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 22

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	5	6	5	6	0	0	22

#### Descripción de actividades por día:

##### Martes:

**08:00 – 11:00 am** Se visita el laboratorio de *Rinho* para hacer el corte de la plantilla del motor en madera. Se hace la comparación y se hacen ajustes para generar un nuevo corte y verificar que queden los agujeros centrados. Además se habla con el director de trabajo de grado sobre los avances y las tareas planteadas para la presente semana.

**06:00 – 08:00 pm** Se realizan las bitácoras de semanas anteriores.

##### Miércoles:

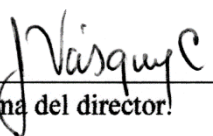
**12:00 m – 06:00 pm** Se corta la nueva plantilla de la transmisión y se hace la respectiva medición, se hace la corrección de algunas medidas. Se consulta una nueva alternativa que consiste en sacar una nueva plantilla en cartón paja y escanearlo y luego hacer la modelación en *CAD*.

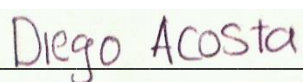
##### Jueves:

**10:00 am – 03:00 pm** A partir del archivo que se obtuvo de escanear la plantilla se genera el archivo *CAD* para generar el corte en madera.

##### Viernes:

**09:00 am – 03:00 pm** Se realizan ajuste en la plantilla que se cortó el día anterior y se vuelve a generar otro corte, también se trata de modificar el archivo *CAD* que se obtuvo a partir de escanear la plantilla en cartón paja y se compara con la anterior en el programa. Se programa con el técnico del laboratorio la visita para la siguiente semana.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	33
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: noviembre 12 al 18 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 15**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	6	3	6	0	0	0	15

**Descripción de actividades por día:**

**Martes:**


**11:00am–05:00 pm** Se visita *Fablab* para hacer el nuevo corte de la plantilla para hacer su respectiva comparación con la cara de la transmisión. Se hace un intento sin éxito de desprender la cara de la transmisión que se necesita medir del resto del conjunto, para obtener mejor comodidad a la hora de hacer la digitalización.

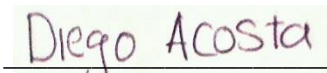
**Miércoles:**

**08:00–011:00 am** Se realiza una búsqueda bibliográfica de textos que puedan servir para la redacción de la monografía.

**Jueves:**

**09:00am–03:00 pm** Se realizan las conexiones de las mangueras del banco de prueba para así dejar por terminada esa tarea y estar pendientes de las pruebas que se van a realizar con las bombas.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

## DIARIO DE ACTIVIDADES

### Reporte Semanal

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	34
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: noviembre 19 al 25 de 2012

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 21**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	4	6	7	4	0	0	21

#### Descripción de actividades por día:

##### Martes:

**10:00am–02:00 pm** Se visita *Fablab* para hacer la digitalización de los agujeros de la transmisión. Se presenta un problema con el palpador ya que no es posible ubicar los centros de los agujeros debido a la diferencia de tamaño entre el palpador y éstos). Se evalúan soluciones como maquinarse tornillos o un acople.

##### Miércoles:

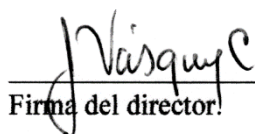
**11:00am–05:00 pm** Se visita el laboratorio de máquinas y herramientas, se pide material y se maquina un acople para solucionar el problemas del palpador.

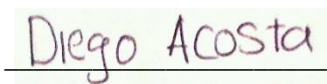
##### Jueves:

**10:00am–05:00 pm** Se baja la transmisión al laboratorio de *Fablab*, se organiza el palpador y se comienza con la digitalización, pero se presenta un problema. Se pide ayuda a los técnicos, se soluciona el problema, se vuelve digitalizar y se cortan en cartón paja. Se plantea una mejora al acople maquinado anteriormente para obtener un mejor resultado.

##### Viernes:

**09:00am–01:00 pm** Se visita el laboratorio de máquinas y herramientas, se pide material y se maquina un nuevo acople.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

## DIARIO DE ACTIVIDADES

### Reporte Semanal

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	35
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: noviembre 26 a diciembre 2 de 2012

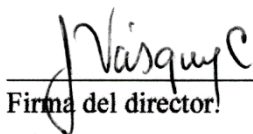
**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 6**

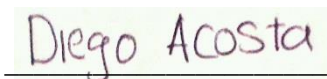
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
6	0	0	0	0	0	0	6

#### Descripción de actividades por día:

##### Lunes:

**08:00 am – 02:00 pm** Se visita *Fablab* para hacer la digitalización de los agujeros de la transmisión con el acople maquinado anteriormente, después se corta y se compara.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.



**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	36
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: enero 14 al 20 de 2013

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 20**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
4	4	4	4	0	4	0	20

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am – 12:00 m** Se retoma con la escritura de los capítulos que hacen parte del informe final del trabajo de grado.

**2:00 – 04:00 pm** Se buscan algunas referencias sobre generalidades de los vehículos eléctricos para ampliar el planteamiento del problema.

**Martes:**

**08:00 am – 12:00 m** Se realizan las lecturas de las referencias, se amplía el tema del planteamiento del problema, además se continua con la redacción del documento final.

**Miércoles:**

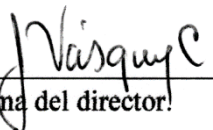
**12:00 m – 04:00 pm** Se continúa con la redacción del documento final.

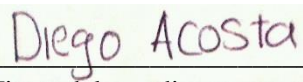
**Jueves:**

**04:00 pm – 08:00 pm** Se hace una revisión de la bibliografía para complementar el tema de los sensores.

**Sábado:**

**10:00 am – 02:00 pm** Se continúa con la redacción del documento final del trabajo de grado.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	37
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: enero 21 al 27 de 2013

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 21**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
4	6	4	3	4	0	0	21

**Descripción de actividades por día:**

**Lunes:**

**10:00 am – 12:00 m** Se continúa con la escritura de los capítulos que hacen parte del informe final del trabajo de grado.

**01:00 – 03:00 pm** Se empieza la redacción de los complementarios para informe final del trabajo de grado.

**Martes:**

**08:00 am – 03:00 pm** Se continúa con la redacción de los complementarios para informe final del trabajo de grado y se hacen correcciones sobre la plantilla para compilar el informe final.

**Miércoles:**

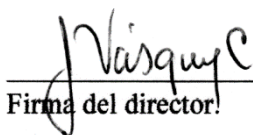
**12:00 m – 04:00 pm** Se realiza una búsqueda bibliográfica sobre potenciómetros para posteriormente proponer una solución.


**Jueves:**

**04:00 pm – 08:00 pm** Se realiza un boceto de la solución propuesta para la conexión del potenciómetro al pedal del freno.

**Viernes:**

**10:00 am – 02:00 pm** Se continúa con la redacción del documento final del trabajo de grado.

  
Firma del director:

  
Firma del estudiante.

**DIARIO DE ACTIVIDADES**  
**Reporte Semanal**

Proyecto	Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico.
Reporte número	38
Estudiante	Diego Sebastián Acosta Pabón

Fecha: febrero 4 al 10 de 2013

**Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 6**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	1	0	3	2	0	0	6

**Descripción de actividades por día:**

**Martes:**

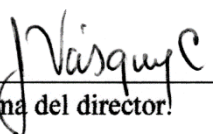
**12:00 m – 01:00 pm** Se realiza la migración del documento final a LaTeX.

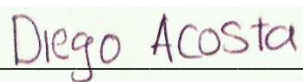
**Jueves:**

**06:00 pm – 09:00 pm** Se continua la migración del documento final a LaTeX.

**Viernes:**

**07:00 pm – 09:00 pm** Se continua la migración del documento final a LaTeX.

  
Firma del director.

  
Firma del estudiante.

**Reporte consolidado bitácoras Diego Sebastián Acosta Pabón**

<b>Semana</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	<b>Horas semana</b>	<b>Horas acumuladas</b>
1	06/02/2012	12/02/2012	5.00	5.00
2	13/02/2012	19/02/2012	9.00	14.00
3	20/02/2012	26/02/2012	16.00	30.00
4	27/02/2012	04/03/2012	13.00	43.00
5	05/03/2012	11/03/2012	14.00	57.00
6	12/03/2012	18/03/2012	14.00	71.00
7	19/03/2012	25/03/2012	12.00	83.00
8	26/03/2012	01/04/2012	12.50	95.50
9	09/04/2012	15/04/2012	9.00	104.50
10	16/04/2012	22/04/2012	6.00	110.50
11	23/04/2012	29/04/2012	19.00	129.50
12	30/04/2012	06/05/2012	15.00	144.50
13	07/05/2012	13/05/2012	14.00	158.50
14	14/05/2012	20/05/2012	5.00	163.50
15	21/05/2012	27/05/2012	11.50	175.00
16	28/05/2012	03/06/2012	6.50	181.50
17	23/07/2012	29/07/2012	11.50	193.00
18	30/07/2012	05/08/2012	9.00	202.00
19	06/08/2012	12/08/2012	10.00	212.00
20	13/08/2012	19/08/2012	7.50	219.50
21	20/08/2012	26/08/2012	11.50	231.00
22	27/08/2012	02/09/2012	12.50	243.50
23	03/09/2012	09/09/2012	6.00	249.50
24	10/09/2012	16/09/2012	9.00	258.50
25	17/09/2012	23/09/2012	10.50	269.00
26	24/09/2012	30/09/2012	16.00	285.00
27	01/10/2012	07/10/2012	9.00	294.00
28	08/10/2012	14/10/2012	11.50	305.50
29	15/10/2012	21/10/2012	7.00	312.50
30	22/10/2012	28/10/2012	16.00	328.50
31	29/10/2012	04/11/2012	21.00	349.50
32	05/11/2012	11/11/2012	22.00	371.50
33	12/11/2012	18/11/2012	15.00	386.50
34	19/11/2012	25/11/2012	21.00	407.50
35	26/11/2012	02/12/2012	6.00	413.50
36	14/01/2013	20/01/2013	20.00	433.50
37	21/01/2013	27/01/2013	21.00	454.50
38	04/02/2013	10/02/2013	6.00	460.50
39	18/02/2013	24/02/2013	20.00	480.50

## 4. IMPACTO DE LA ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN

Las actividades realizadas durante el proceso de asistencia a la investigación sirvieron de apoyo a las labores de los grupos A+D y T&D implicados en el trabajo e impactaron de manera directa el desarrollo del proyecto y la formación del estudiante asociado a éste.

### 4.1. IMPACTO AL DESARROLLO DEL PROYECTO

Durante la asistencia a la investigación de Diego Sebastián Acosta Pabón al proyecto se logró:

- Se generó un anteproyecto relacionado con la conversión de un vehículo de combustión interna a eléctrico y en el que se desarrolló el tema específico de Autotrónica.
- Durante la elaboración de este trabajo de grado se adquirió información técnica del motor eléctrico y el controlador previamente seleccionados para la conversión, enfocada al sistema de refrigeración como punto de partida en el diseño y construcción del banco de pruebas del sistema de refrigeración que se va a implementar en la conversión.
- Por medio de la información obtenida se realizó la modificación y rediseño del banco de pruebas para el sistema de refrigeración del motor eléctrico y del controlador.
- Se apoyó el trabajo de desmantelamiento necesario en el vehículo original tanto para retirar piezas innecesarias en el vehículo eléctrico como para dimensionar espacios disponibles en el vehículo, para ser aprovechados con futura ubicación de nuevos elementos.
- En el desarrollo del trabajo de grado se hizo el modelamiento CAD de los componentes del banco de pruebas (racores, mangueras, bombas, tornillería, la propia

estructura del banco, tubería CPVC y demás accesorios que están integrados), para tener una visión general del espacio utilizado por cada uno de los componentes y la forma en que éstos se acoplan.

- Se contactaron y visitaron diferentes proveedores para cotizar, seleccionar y comprar elementos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- A partir de los diseños realizados se elaboraron planos de instrumentación y tuberías relacionados con el sistema de refrigeración.
- Se crearon tablas en la que se reportaron los sensores existentes en el vehículo, para ser clasificados como útiles para la conversión o no. Además reportaron los sensores que se van a agregar por cuenta de la conversión como es el caso de los sensores para las variables eléctricas.
- Como aporte al proyecto se hizo una aproximación para la arquitectura de sensores para ser implementado en la conversión.

## **4.2. IMPACTO A LA FORMACIÓN PROFESIONAL**

Durante el proceso de asistencia a la investigación se obtuvo un impacto a nivel profesional en el estudiante, de tal forma que este logró:

- Se logró Desarrollar un sentido práctico para solucionar problemas basados en un buen soporte escrito.
- Se propusieron diferentes propuestas para dar solución a los múltiples problemas y situaciones que se presentaron durante la realización de este trabajo de grado.
- Con la participación en el proyecto se interactuó con proveedores a nivel local, para conseguir información técnica, que permitió la selección y compra de elementos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- En el desarrollo del trabajo de grado se estuvo en un ambiente similar al laboral, en el que existe un superior que asigna tareas que integran los conocimientos adquiridos en el pregrado, preparando al estudiante para el ambiente laboral.
- Se Realizó una distribución adecuada del tiempo para realizar las actividades asignadas durante el desarrollo del trabajo de grado.
- Durante la elaboración del Trabajo de grado se Trabajó con un equipo interdisciplinario, que es necesario para intervenir los diferentes sistemas en los que se

divide el vehículo para lograr el correcto desarrollo del proyecto.

- Se mantuvo un orden preestablecido para la ejecución de tareas y documentación de las mismas en torno al proyecto.

## 5. RECOMENDACIONES

La selección de diferentes piezas debe estar sustentada en una base teórica además de haber pasado por una selección rigurosa a partir de criterios coherentes con el desempeño de cada pieza y el conjunto en el que va a operar. Como lo fue el caso de la selección de las mangueras usadas en la red de refrigeración, tomando como base una investigación de los materiales comunmente usados en redes de refrigeración, luego la selección se basó en el material y en las terminales de los elementos en los cuales se iban a acoplar dichas mangueras.

En el momento de diseñar un elemento se debe tener en cuenta qué debe ser lo más simple posible en cuanto a maquinados y si es posible utilizar la mayor parte de piezas comerciales, cumpliendo con su función y sin descuidar la seguridad del usuario. Para el diseño de los racores usados en la red hidráulica del banco de refrigeración, se tuvo en cuenta que tuvieran un diseño simple para los maquinados, además de que se pudieran integrar con elementos comerciales tales como las mangueras y los conectores rápidos para los sensores de presión.

A la hora de realizar cotizaciones con proveedores, es necesario manejar conceptos básicos del tema para el cual se está trabajando, como es el caso de los suministros para la red hidráulica, debido a que se pueden presentar diferentes opciones (diferentes tamaños, tipos de roscas y materiales) en los puntos de venta y basados en estos conceptos poder hacer una buena elección.

La seguridad y el confort deben ser las principales variables de diseño a la hora de trabajar en proyectos en los que la vida de los usuarios está en juego, como en el caso de un vehículo. Por esto se debe tener rigurosidad a la hora de definir cuales variables van a ser medidas y comparadas para generar seguridad y estados de alerta temprana.



## CONCLUSIONES

El trabajo se desarrolló en la modalidad de asistencia a la investigación y se completaron 480 horas de trabajo, refrendadas en bitácoras que contienen la descripción del trabajo realizado semanalmente.

Se realizó una búsqueda completa de información relacionada con el sistema de sensores, con el fin de presentar una propuesta de la arquitectura de la instrumentación que se debe instalar en el producto final.

En la fase inicial de este proyecto se trabajó en el diseño y construcción de la red de refrigeración del banco de pruebas, la cual tuvo como criterios de diseño los procedimientos de purga y drenado del líquido refrigerante, en este caso agua.

Se escribió un capítulo sobre autotrónica donde se definen los sensores que deben estar presentes en el producto final de la conversión, igualmente se definió el papel que desempeñan estos sensores en cada uno de los subsistemas.

Como producto final se recopiló la información obtenida en la investigación preliminar sobre el marco teórico y el estado del arte de los vehículos eléctricos, además de las bitácoras y el capítulo de autotrónica para crear la monografía de éste trabajo de grado.

El proceso de conversión de un vehículo de combustión interna a eléctrico requiere varias etapas. La primera de ellas es fundamental para obtener una solución exitosa, y consiste en una exploración y definición de subsistemas que componen el vehículo. Esta etapa permite seleccionar los componentes que deben ser eliminados, reemplazados o conservados para realizar una conversión que permita una futura operación adecuada.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, *Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles Fundamentals, Theory and Desing.* CRC PRESS, 2010.
- [2] S. Betancur and J. Giraldo, “Diseño básico subsistema de aire acondicionado,” Universidad Pontificia Bolivariana, Tech. Rep., 2012.
- [3] —, “Diseño básico subsistema de frenos,” Universidad Pontificia Bolivariana, Tech. Rep., 2012.
- [4] LIGOO, *User Manual Battery Management System*, LIGOO, 2011.
- [5] G. Osorio and R. Vigano, “Propuesta de solución bimodal al problema de la contaminación vehicular urbana,” *Revista Ingeniería e Investigación*, vol. 27, pp. 143 – 148, 2007. [Online]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v27n3/v27n3a16.pdf>
- [6] S. Soria. (2013, abril) El vehículo eléctrico en españa. coches.com. [Online]. Available: <http://www.coches.net/noticias/el-vehiculo-electrico-en-espana>
- [7] D. C. M., A. Sergio, B. Gerardo, D. Jordi, M. Carlos, P. B. Mercedes, R. A. F, S. Rafel, and V. Fernando, *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra.* CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas, 2006. [Online]. Available: [http://e-archivo.uc3m.es:8080/bitstream/10016/8520/1/cambio\\_pardo\\_2006.pdf](http://e-archivo.uc3m.es:8080/bitstream/10016/8520/1/cambio_pardo_2006.pdf)
- [8] J. Gould and T. F. Golob, “Clean air forever? a longitudinal analysis of opinions about air pollution and electric vehicles,” *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 3, no. 3, pp. 157 – 169, 1998. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920997000187>
- [9] C. Álvarez and S. Álvarez, “Factibilidad de la conversión de un vehículo de com-

bustión a eléctrico,” Universidad Pontificia bolivariana, Tech. Rep., 2011.

- [10] I. Husain, *Electric and hybrid vehicles design fundamentals*. CRC PRESS, 2005.
- [11] B. Kampman, C. Leguijt, D. Bennink, L. Wielders, X. Rijke, A. de Buck, and W. Braat, *Green Power for Electric Cars: Development of policy recommendations to harvest the potential of electric vehicles*. CE Delft, 2010.
- [12] Lancoste. (2010) Partes de un coche eléctrico. [Online]. Available: <http://www.motorspain.com/31-05-2010/uncategorized/partes-de-un-coche-electrico>
- [13] M. E. Hazen. (2007, december) A rising wave in transportation electric vehicle conversion. [Online]. Available: [http://www.altenergymag.com/emagazine.php?issue\\_number=07.12.01&article=evconversion](http://www.altenergymag.com/emagazine.php?issue_number=07.12.01&article=evconversion)
- [14] D. Villarreal. (2009, noviembre) Citroën c zero. [Online]. Available: <http://www.diariomotor.com/2009/11/10/citroen-c-zero/>
- [15] E. García. (2010, abril) Más detalles del renault fluence z.e. [Online]. Available: <http://es.autoblog.com/2010/04/15/mas-detalles-del-renault-fluence-z-e/>
- [16] Nissan. (2012) Nissan leaf. [Online]. Available: <http://www.nissan.es/ES/es/vehicles/electric-vehicles/leaf/discover/3D/specifications.html>
- [17] Ruben. (2011, abril) Renault kangoo eléctrico: características técnicas. [Online]. Available: <http://www.motorzoom.es/coches-ecologicos/articulo/renault-kangoo-electrico-caracteristicas-tecnicas-fotos/13325/>
- [18] Gensol, *Eco Citi: ficha técnica*, 2011. [Online]. Available: <http://www.eco-citi.com/pdf/ficha-tecnica-eco.pdf>
- [19] ProEV inc. Electric imp project. [Online]. Available: <http://www.proev.com/index.htm>
- [20] K. Barbour. 1991 geo metro convertible. [Online]. Available: <http://www.ddmotorsystems.com/ElectricVehicles.php>
- [21] D. Villareal. (2010, agosto) Un volkswagen beetle del 72 eléctrico, adaptado por un chico. [Online]. Available: <http://www.excelenciasdelmotor.com/noticia/>

un-volkswagen-beetle-del-72-electrico-adaptado-por-un-chico

- [22] S. S. Restrepo, “Procedimiento de drenado y purga de la red de refrigeración,” Universidad Pontificia Bolivariana, Tech. Rep., 2012.
- [23] Ministerio del Transporte de la República de Colombia. (2011, Enero) Decreto 15 de 2011. [Online]. Available: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto/2011/decreto\\_0015\\_2011.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto/2011/decreto_0015_2011.html)
- [24] E. Zabler, *Los sensores en el automóvil*. BOSCH, 2002.
- [25] K. Sullivan. (2012) A-6 electrical ase test preparation. [Online]. Available: <http://www.autoshop101.com/asetest/asetest12.html>
- [26] R. P. Areny, *Sensores y acondicionadores de señal*. Marcombo, 2004, vol. 2. [Online]. Available: [http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=Eevyk28\\_fVkc&oi=fnd&pg=PR11&dq=sensor+de+velocidad&ots](http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=Eevyk28_fVkc&oi=fnd&pg=PR11&dq=sensor+de+velocidad&ots)
- [27] M. Concepcion, *Estrategias de Sistemas OBD-II (Serie Automotriz de OBD-II)*. Automotive, Diagnostics and Publishing, 2010.
- [28] Renault, *Dacia Logan Manual de Servicio*, Renault, 2004.
- [29] L. GUANGDONG M&C ELECTRIC POWER CO., *Electric Vehicle Motor*, GUANGDONG M&C ELECTRIC POWER CO.,LTD, 3/f Dizhi Building No.739 Dongfeng Rd.E Guangzhou China, 2011.
- [30] S. S. Raigosa, “Acople potenciómetro,” Universidad Pontificia Bolivariana, Tech. Rep., 2013.
- [31] L. GUANGDONG M&C ELECTRIC POWER CO., *brushless DC radiator pump for (electric) vehicles*, GUANGDONG M&C ELECTRIC POWER CO.,LTD, 2011.
- [32] S. S. Raigosa, “Diseño del soporte para el conjunto de baterías,” Universidad Pontificia Bolivariana, Tech. Rep., 2013.
- [33] S. Betancur and J. Giraldo, “Diseño básico subsistema de dirección asistida,” Universidad Pontificia Bolivariana, Tech. Rep., 2012.

## ANEXOS

## A. CATÁLOGO SENSORES DE PRESIÓN

## 100 kPa On-Chip Temperature Compensated and Calibrated Silicon Pressure Sensors

The MPX2100 series devices silicon piezoresistive pressure sensors providing a highly accurate and linear voltage output directly proportional to the applied pressure. The sensor is a single, monolithic silicon diaphragm with the strain gauge and a thin-film resistor network integrated on-chip. The chip is laser trimmed for precise span and offset calibration and temperature compensation.

### Features

- Temperature Compensated Over 0°C to +85°C
- Available in Absolute, Differential and Gauge Configurations
- Easy to Use Chip Carrier Package Options
- Ratiometric to Supply Voltage
- $\pm 0.25\%$  Linearity (MPX2100D Series)

## MPX2100 Series

0 to 100 kPa (0 to 14.5 psi)  
40 mV Full Scale Span  
(Typical)

### Application Examples

- Pump/Motor Controllers
- Robotics
- Level Indicators
- Medical Diagnostics
- Pressure Switching
- Barometers

ORDERING INFORMATION									
Device Name	Package Options	Case No.	# of Ports			Pressure Type			Device Marking
			None	Single	Dual	Gauge	Differential	Absolute	
<b>Unibody Package (MPX2100 Series)</b>									
MPX2100A	Tray	344	•					•	MPX2100A
MPX2100D	Tray	344	•				•		MPX2100D
MPX2100AP	Tray	344B		•				•	MPX2100AP
MPX2100GP	Tray	344B		•		•			MPX2100GP
MPX2100DP	Tray	344C			•		•		MPX2100DP
MPX2100GVP	Tray	344D		•		•			MPX2100GVP
MPX2100ASX	Tray	344F		•				•	MPX2100A

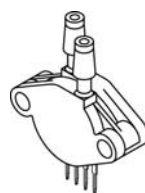
### PACKAGES



MPX2100A/D  
CASE 344-15



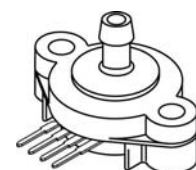
MPX2100AP/GP  
CASE 344B-01



MPX2100DP  
CASE 344C-01



MPX2100GVP  
CASE 344D-01



MPX2100ASX  
CASE 344F-01

Figure 1 shows a block diagram of the internal circuitry on the stand-alone pressure sensor chip.

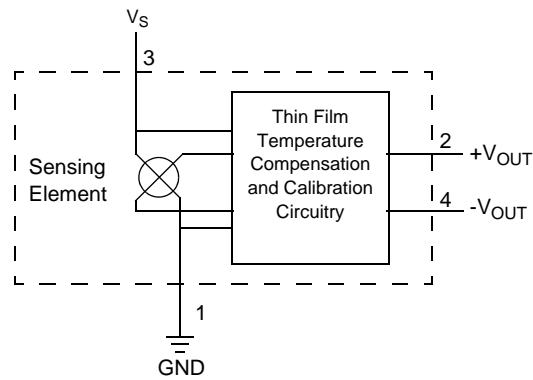


Figure 1. Temperature Compensated Pressure Sensor Schematic

## Voltage Output versus Applied Differential Pressure

The differential voltage output of the sensor is directly proportional to the differential pressure applied.

The absolute sensor has a built-in reference vacuum. The output voltage will decrease as vacuum, relative to ambient, is drawn on the pressure (P1) side.

The output voltage of the differential or gauge sensor increases with increasing pressure applied to the pressure side (P1) relative to the vacuum side (P2). Similarly, output voltage increases as increasing vacuum is applied to the vacuum side (P2) relative to the pressure side (P1).



## Operating Characteristics

**Table 1. Operating Characteristics**
 $(V_S = 10 \text{ Vdc}, T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted,  $P_1 > P_2$ )

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range <sup>(1)</sup>	$P_{OP}$	0	—	100	kPa
Supply Voltage <sup>(2)</sup>	$V_S$	—	10	16	Vdc
Supply Current	$I_o$	—	6.0	—	mAdc
Full Scale Span <sup>(3)</sup>	$V_{FSS}$	38.5	40	41.5	mV
Offset <sup>(4)</sup>	$V_{off}$	-1.0	—	1.0	mV
MPX2100D Series MPX2100A Series		-2.0	—	2.0	
Sensitivity	$\Delta V/\Delta P$	—	0.4	—	mV/kPa
Linearity <sup>(5)</sup>	—	-0.25	—	0.25	% $V_{FSS}$
MPX2100D Series MPX2100A Series		-1.0	—	1.0	
Pressure Hysteresis <sup>(5)</sup> (0 to 100 kPa)	—	—	$\pm 0.1$	—	% $V_{FSS}$
Temperature Hysteresis <sup>(5)</sup> (-40°C to +125°C)	—	—	$\pm 0.5$	—	% $V_{FSS}$
Temperature Effect on Full Scale Span <sup>(5)</sup>	$TCV_{FSS}$	-1.0	—	1.0	% $V_{FSS}$
Temperature Effect on Offset <sup>(5)</sup>	$TCV_{off}$	-1.0	—	1.0	mV
Input Impedance	$Z_{in}$	1000	—	2500	$\Omega$
Output Impedance	$Z_{out}$	1400	—	3000	$\Omega$
Response Time <sup>(6)</sup> (10% to 90%)	$t_R$	—	1.0	—	ms
Warm-Up	—	—	20	—	ms
Offset Stability <sup>(7)</sup>	—	—	$\pm 0.5$	—	% $V_{FSS}$

1. 1.0 kPa (kiloPascal) equals 0.145 psi.

2. Device is ratiometric within this specified excitation range. Operating the device above the specified excitation range may induce additional error due to device self-heating.

3. Full Scale Span ( $V_{FSS}$ ) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.

4. Offset ( $V_{off}$ ) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.

5. Accuracy (error budget) consists of the following:

Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure, using end point method, over the specified pressure range.

Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.

Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure, at 25°C.

TcSpan: Output deviation at full rated pressure over the temperature range of 0 to 85°C, relative to 25°C.

TcOffset: Output deviation with minimum rated pressure applied, over the temperature range of 0 to 85°C, relative to 25°C.

6. Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when subjected to a specified step change in pressure.

7. Offset stability is the product's output deviation when subjected to 1000 hours of Pulsed Pressure, Temperature Cycling with Bias Test.

## Maximum Ratings

**Table 2. Maximum Ratings<sup>(1)</sup>**

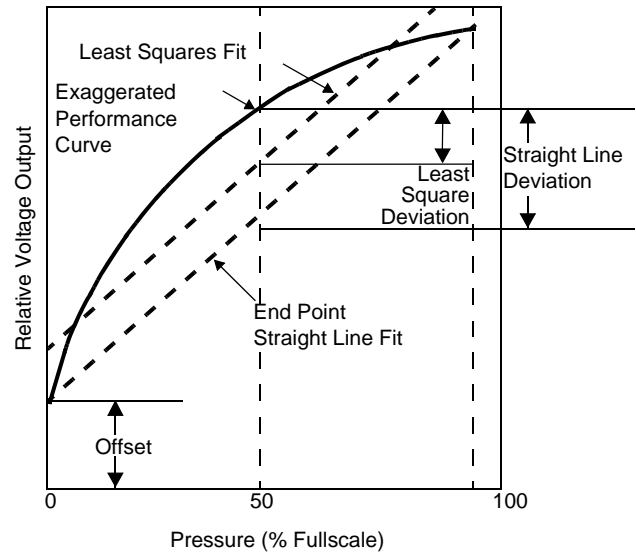
Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Pressure (P1 > P2)	P <sub>max</sub>	400	kPa
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>	-40 to +125	°C
Operating Temperature	T <sub>A</sub>	-40 to +125	°C

1. Exposure beyond the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

### LINEARITY

Linearity refers to how well a transducer's output follows the equation:  $V_{out} = V_{off} + \text{sensitivity} \times P$  over the operating pressure range. There are two basic methods for calculating nonlinearity: (1) end point straight line fit (see Figure 2) or (2) a least squares best line fit. While a least squares fit gives the "best case" linearity error (lower numerical value), the calculations required are burdensome.

Conversely, an end point fit will give the "worst case" error (often more desirable in error budget calculations) and the calculations are more straightforward for the user. Motorola's specified pressure sensor linearities are based on the end point straight line method measured at the midrange pressure.



**Figure 2. Linearity Specification Comparison**

## On-Chip Temperature Compensation and Calibration

Figure 3 shows the output characteristics of the MPX2100 series at 25°C. The output is directly proportional to the differential pressure and is essentially a straight line.

The effects of temperature on Full-Scale Span and Offset are very small and are shown under Operating Characteristics.

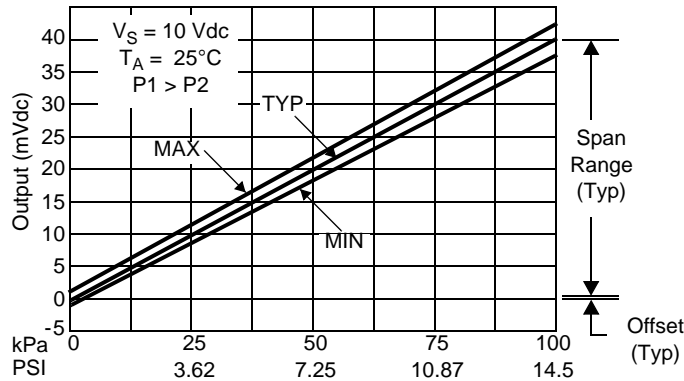


Figure 3. Output versus Pressure Differential

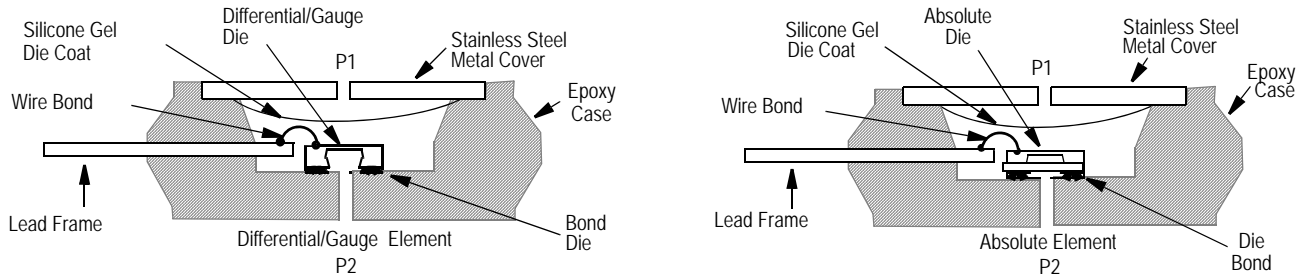


Figure 4. Cross-Sectional Diagram (not to scale)

Figure 4 illustrates the absolute sensing configuration (right) and the differential or gauge configuration in the basic chip carrier (Case 344). A silicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the silicon diaphragm.

The MPX2100 series pressure sensor operating characteristics and internal reliability and qualification tests are based on use of dry air as the pressure media. Media other than dry air may have adverse effects on sensor performance and long term reliability. Contact the factory for information regarding media compatibility in your application.

**PRESSURE (P1)/VACUUM (P2) SIDE IDENTIFICATION TABLE**

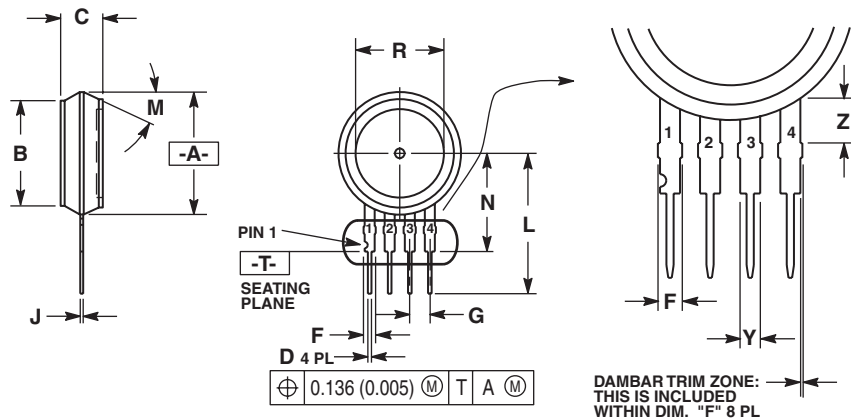
Freescale designates the two sides of the pressure sensor as the Pressure (P1) side and the Vacuum (P2) side. The Pressure (P1) side is the side containing the silicone gel which isolates the die. The differential or gauge sensor is designed to operate with positive differential pressure

applied,  $P1 > P2$ . The absolute sensor is designed for vacuum applied to P1 side.

The Pressure (P1) side may be identified by using the table below:

Part Number	Case Type	Pressure (P1) Side Identifier
MPX2100A, MPX2100D	344	Stainless Steel Cap
MPX2100DP	344C	Side with Part Marking
MPX2100AP, MPX2100GP	344B	Side with Port Attached
MPX2100ASX	344F	Side with Port Attached
MPX2100GVP	344D	Stainless Steel Cap

PACKAGE DIMENSIONS



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION -A- IS INCLUSIVE OF THE MOLD STOP RING. MOLD STOP RING NOT TO EXCEED 16.00 (0.630).

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.595	0.630	15.11	16.00
B	0.514	0.534	13.06	13.56
C	0.200	0.220	5.08	5.59
D	0.016	0.020	0.41	0.51
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.014	0.016	0.36	0.40
L	0.695	0.725	17.65	18.42
M	30° NOM		30° NOM	
N	0.475	0.495	12.07	12.57
R	0.430	0.450	10.92	11.43
Y	0.048	0.052	1.22	1.32
Z	0.106	0.118	2.68	3.00

STYLE 1:

1. GROUND
2. + OUTPUT
3. + SUPPLY
4. - OUTPUT

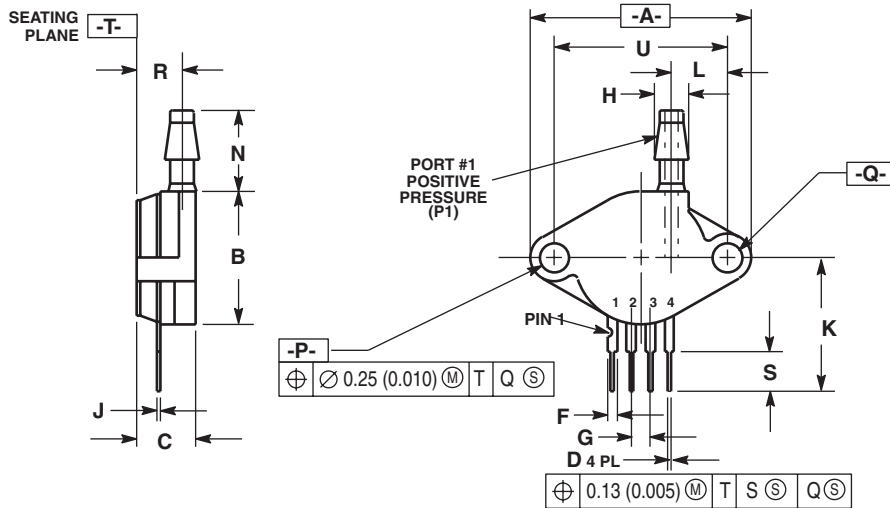
STYLE 2:

1.  $V_{cc}$
2. - SUPPLY
3. + SUPPLY
4. GROUND

STYLE 3:

1. GND
2. -VOUT
3. VS
4. +VOUT

CASE 344-15  
ISSUE AA  
UNIBODY PACKAGE



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

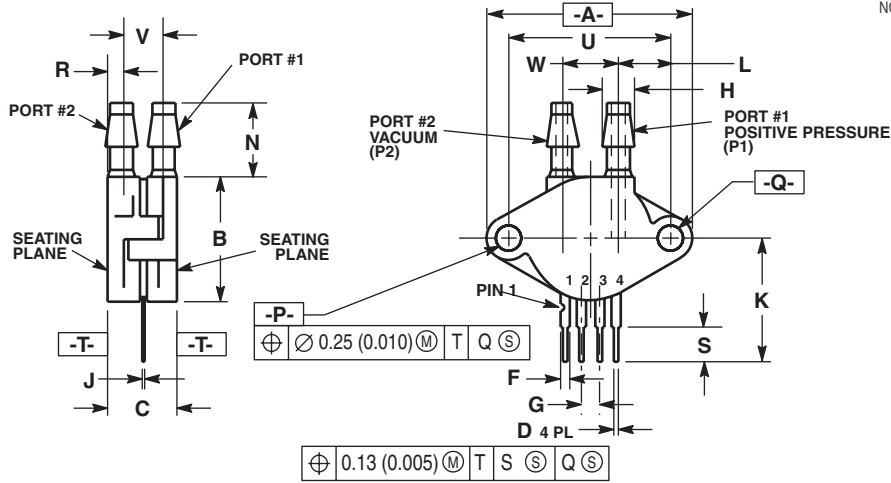
DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.145	1.175	29.08	29.85
B	0.685	0.715	17.40	18.16
C	0.305	0.325	7.75	8.26
D	0.016	0.020	0.41	0.51
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.182	0.194	4.62	4.93
J	0.014	0.016	0.36	0.41
K	0.695	0.725	17.65	18.42
L	0.290	0.300	7.37	7.62
N	0.420	0.440	10.67	11.18
P	0.153	0.159	3.89	4.04
Q	0.153	0.159	3.89	4.04
R	0.230	0.250	5.84	6.35
S	0.220	0.240	5.59	6.10
U	0.910 BSC		23.11 BSC	

STYLE 1:

1. GROUND
2. + OUTPUT
3. + SUPPLY
4. - OUTPUT

CASE 344B-01  
ISSUE B  
UNIBODY PACKAGE

PACKAGE DIMENSIONS

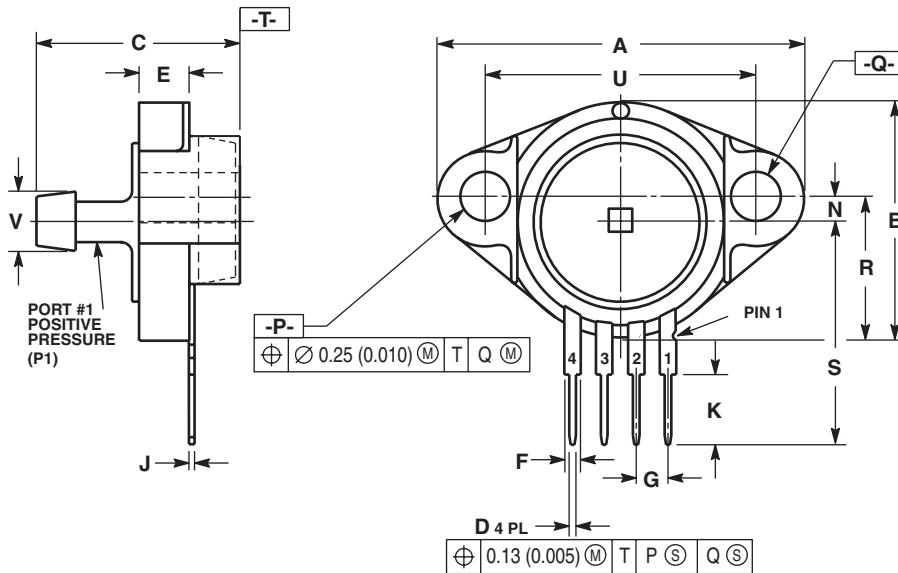


- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.145	1.175	29.08	29.85
B	0.685	0.715	17.40	18.16
C	0.405	0.435	10.29	11.05
D	0.016	0.020	0.41	0.51
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.182	0.194	4.62	4.93
J	0.014	0.016	0.36	0.41
K	0.695	0.725	17.65	18.42
L	0.290	0.300	7.37	7.62
N	0.420	0.440	10.67	11.18
P	0.153	0.159	3.89	4.04
Q	0.153	0.159	3.89	4.04
R	0.063	0.083	1.60	2.11
S	0.220	0.240	5.59	6.10
U	0.910 BSC		23.11 BSC	
V	0.248	0.278	6.30	7.06
W	0.310	0.330	7.87	8.38

- STYLE 1:
1. GROUND
  2. + OUTPUT
  3. + SUPPLY
  4. - OUTPUT

CASE 344C-01  
ISSUE B  
UNIBODY PACKAGE



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.080	1.120	27.43	28.45
B	0.740	0.760	18.80	19.30
C	0.630	0.650	16.00	16.51
D	0.016	0.020	0.41	0.51
E	0.160	0.180	4.06	4.57
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.014	0.016	0.36	0.41
K	0.220	0.240	5.59	6.10
N	0.070	0.080	1.78	2.03
P	0.150	0.160	3.81	4.06
Q	0.150	0.160	3.81	4.06
R	0.440	0.460	11.18	11.68
S	0.695	0.725	17.65	18.42
U	0.840	0.860	21.34	21.84
V	0.182	0.194	4.62	4.92

- STYLE 1:
1. GROUND
  2. V (+) OUT
  3. V SUPPLY
  4. V (-) OUT

CASE 344F-01  
ISSUE B  
UNIBODY PACKAGE



## **How to Reach Us:**

### **Home Page:**

[www.freescale.com](http://www.freescale.com)

### **Web Support:**

<http://www.freescale.com/support>

### **USA/Europe or Locations Not Listed:**

Freescale Semiconductor, Inc.  
Technical Information Center, EL516  
2100 East Elliot Road  
Tempe, Arizona 85284  
1-800-521-6274 or +1-480-768-2130  
[www.freescale.com/support](http://www.freescale.com/support)

### **Europe, Middle East, and Africa:**

Freescale Halbleiter Deutschland GmbH  
Technical Information Center  
Schatzbogen 7  
81829 Muenchen, Germany  
+44 1296 380 456 (English)  
+46 8 52200080 (English)  
+49 89 92103 559 (German)  
+33 1 69 35 48 48 (French)  
[www.freescale.com/support](http://www.freescale.com/support)

### **Japan:**

Freescale Semiconductor Japan Ltd.  
Headquarters  
ARCO Tower 15F  
1-8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,  
Tokyo 153-0064  
Japan  
0120 191014 or +81 3 5437 9125  
[support.japan@freescale.com](mailto:support.japan@freescale.com)

### **Asia/Pacific:**

Freescale Semiconductor China Ltd.  
Exchange Building 23F  
No. 118 Jianguo Road  
Chaoyang District  
Beijing 100022  
China  
+86 010 5879 8000  
[support.asia@freescale.com](mailto:support.asia@freescale.com)

### **For Literature Requests Only:**

Freescale Semiconductor Literature Distribution Center  
P.O. Box 5405  
Denver, Colorado 80217  
1-800-441-2447 or +1-303-675-2140  
Fax: +1-303-675-2150  
[LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com](mailto:LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com)

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use Freescale Semiconductor products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits or integrated circuits based on the information in this document.

Freescale Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Freescale Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Freescale Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in Freescale Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals", must be validated for each customer application by customer's technical experts. Freescale Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Freescale Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Freescale Semiconductor product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Freescale Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Freescale Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Freescale Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part.

Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.

© Freescale Semiconductor, Inc. 2008. All rights reserved.





**B. PROCEDIMIENTO DE DRENADO Y PURGA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

## Proceso de purga del sistema de refrigeración del banco de pruebas.

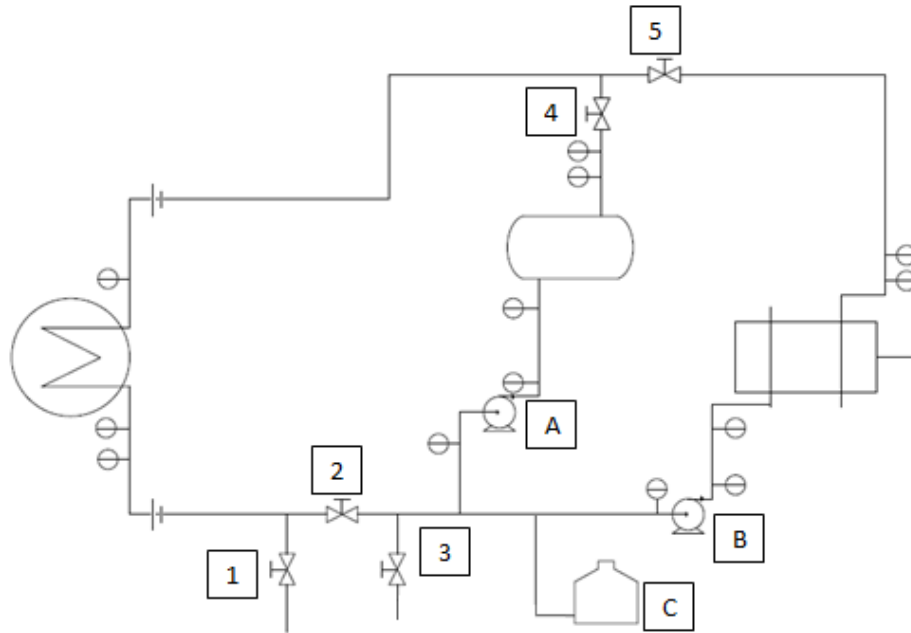









Fig. 1

### Convenciones

	Radiador
	Controlador
	Motor
	Válvula
	Sensor
	Tanque
	Bomba

### **Materiales y herramientas:**

- Manguera de jardín.
- 1 Adaptador macho para manguera de jardín (3/4").
- 2 Baldes.
- 1 Trapeador.
- 1 Trapo.
- 1m Manguera EPDM (3/4").
- 10 Tapones macho (1/8" NPT).
- 3 Tornillos (1/4" UNF).

Luego de tener el montaje armado, se debe proceder a purgar el sistema de refrigeración. Este proceso se debe realizar con el fin de evitar daños en las bombas A y B y asegurar el correcto funcionamiento. El proceso de purga consta en llenar los ductos de agua con el sistema apagado, asegurando que no haya aire dentro del sistema. A continuación se muestra los pasos necesarios para realizar la purga del sistema de refrigeración montado en el banco de pruebas.

El ingreso del agua al sistema es a través de la válvula 3, y la salida se produce por la válvula 1. Las bombas A y B deben permanecer apagadas durante el proceso, se debe trabajar con la presión suministrada por el acueducto. También se debe verificar constantemente que no existan fugas en uniones y accesorios. En caso de detectar fuga, se debe detener el proceso y drenar completamente el sistema.

#### **Pasos para purgar el sistema de refrigeración.**

0. Inicialmente el sistema se encuentra lleno de aire, todas las válvulas cerradas y el tanque C destapado.
1. Se conecta una manguera de jardín en la válvula 3 mediante el accesorio dispuesto para ello. En la válvula 1 se conecta manguera EPDM al tubo de CPVC que se encuentra después de esta. Se coloca un recipiente a la salida de la manguera de la válvula 1 para contener el agua.
2. Se abre la válvula del acueducto (no mostrada en la figura).
3. Se abren las válvulas 1, 3 y 5. Se alimenta agua al sistema hasta que deje de salir el aire. Se debe tener cuidado con el tanque C para que el agua no se rebose.
4. Se cierra la válvula 5 y se abre la 4. Se alimenta agua al sistema hasta deje de salir el aire.
5. Se cierra la válvula 4 y se abre la 2. Se alimenta agua al sistema hasta que deje de salir el aire.
6. Se abre todas las válvulas y se alimenta agua al sistema hasta asegurarse que el agua salga sin nada de aire.
7. Se cierran las válvulas 1, 3 y la del acueducto, se quita la manguera de la válvula 1 y la manguera de ingreso de agua de la válvula 3.
8. Para iniciar el funcionamiento del sistema de refrigeración el tanque C debe contener agua al nivel adecuado. Posteriormente se debe abrir la válvula 2 y finalmente prender las bombas A y B.

**Proceso de drenado del sistema de refrigeración del banco de pruebas.**

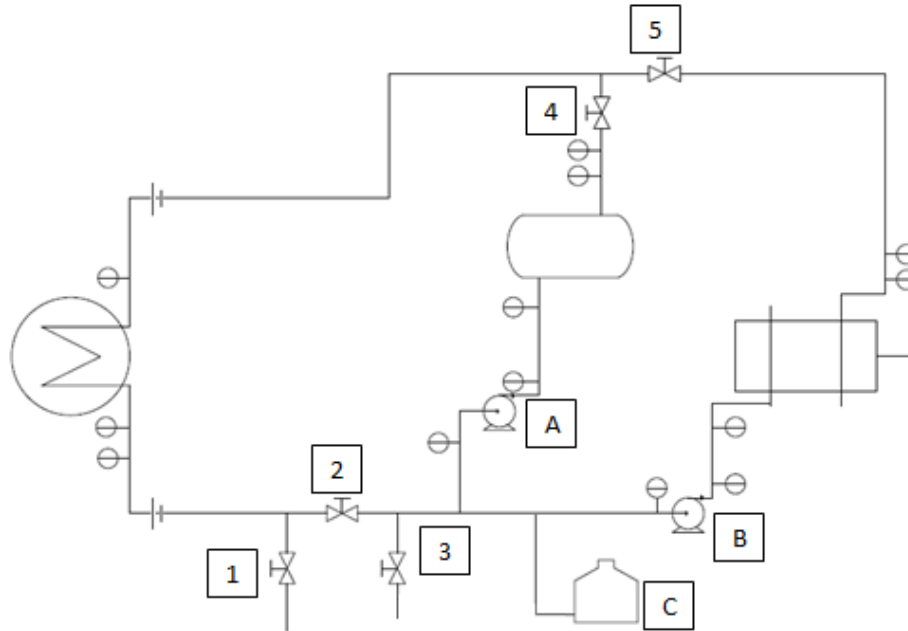









Fig. 1

**Convenciones**

	Radiador
	Controlador
	Motor
	Válvula
	Sensor
	Tanque
	Bomba

### **Materiales y herramientas:**

- Manguera de poliuretano 1/2".
- 1 Adaptador roscado macho de 3/4" para manguera de poliuretano 1/2".
- 2 Baldes.
- 1 Trapeador.
- 1 Trapo.
- 1m Manguera EPDM (3/4").
- 10 Tapones macho (1/8" NPT).
- 3 Tornillos (1/4" UNF).
- Fuente de aire comprimido.
- Acople rápido para manguera de poliuretano de 1/2".

El procedimiento de drenado se hace con el fin de sacar toda el agua del sistema cuando sea necesario. Este proceso se debe realizar cuando se desea o necesita desconectar algún elemento del sistema de refrigeración o cuando se requiere el sistema sin agua.

Se parte de tener el montaje del sistema de refrigeración con agua y preparado para el drenado. A continuación se muestran los pasos necesarios para realizar el drenado del sistema de refrigeración montado en el banco de pruebas.

El procedimiento de drenado se realiza ingresando aire comprimido por el sistema de refrigeración para sacar el agua de éste. El ingreso del aire al sistema es a través de la válvula 3, y la salida se produce por la válvula 1. Las bombas A y B deben permanecer apagadas durante el proceso.

### **Pasos para drenar el sistema de refrigeración.**

0. Inicialmente el sistema se encuentra lleno de agua, todas las válvulas cerradas y el tanque C tapado.
1. Se conecta una manguera de poliuretano en la válvula 3 mediante el accesorio dispuesto para ello. En la válvula 1 se conecta manguera EPDM al tubo de CPVC que se encuentra después de esta. Se coloca un recipiente a la salida de la manguera de la válvula 1 para contener el agua.
2. Se abre la válvula del suministro de aire (no mostrada en la figura).
3. Se abren las válvulas 1, 3 y 5. Se suministra aire al sistema hasta que deje de salir agua. Se debe tener cuidado con la presión máxima que soporta el tanque C.
4. Se cierra la válvula 5 y se abre la 4. Se suministra aire al sistema hasta deje de salir agua.
5. Se cierra la válvula 4 y se abre la 2. Se suministra aire al sistema hasta que deje de salir agua.
6. Se abre todas las válvulas y se suministra aire al sistema para asegurarse que no hay agua, incluso en el tanque C.
7. Se cierran las válvulas 1, 3 y la del suministro de aire, se quita la manguera de la válvula 1 y la manguera de ingreso de aire de la válvula 3.
8. Ahora el sistema de refrigeración no contiene agua.

## C. ARTÍCULO PUBLICABLE

# Autotrónica

Diego S. Acosta., Juan M. Vásquez

Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Mecánica

Febrero de 2012

**Resumen-** El automóvil moderno tiene varios módulos de control, que supervisan y gestionan la mayor parte de los sistemas del vehículo. Los más comunes están en el motor, el control de la suspensión, frenos antibloqueo, control del airbag, alerta de colisión, sistemas de asistencia entre otros, que comienzan a ser introducidos para mejorar el confort y la facilidad de manejo. Todo esto aumenta las exigencias de diagnóstico, dejando claro que se hace necesario una unidad que integre toda la información suministrada por los sensores y los controladores. El OBD es el sistema que facilita el acceso a toda esta información para un posterior procesamiento, detección y solución de problemas.

**Palabras Clave** –Vehículo,modulos de control,OBD .

## I. INTRODUCCIÓN

El automóvil moderno adopta a la electrónica como una parte importante para su buen funcionamiento, utilizando sensores de diferentes naturalezas para captar magnitudes de gran importancia e influencia para mejorar la experiencia al conducir [1].

## II. CONTENIDO

Los sensores son elementos que están en contacto directo o indirecto con la variable de interés y al detectar el valor de la variable la envía en forma de una señal preestablecida según su principio de funcionamiento a un transmisor que posteriormente se encarga de enviarla en forma estándar a un indicador o a un controlador para que se efectúe control sobre el sistema; en la figura 1 se puede apreciar la función básica de un sensor [2].

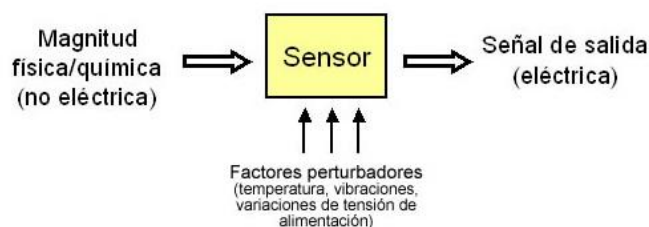


Figura 1 Función básica de un sensor

Los sensores en un automóvil se pueden clasificar en tres categorías [3]:

- Sensores funcionales, destinados principalmente a tareas de mando y regulación.
- Sensores para fines de seguridad y aseguramiento.
- Sensores para vigilancia del vehículo (diagnostico de abordo, magnitudes de consumo y desgaste) y para la información del conductor y los pasajeros.

Algunos de los sensores más importantes instalados en un automóvil se presentan en la figura 2.

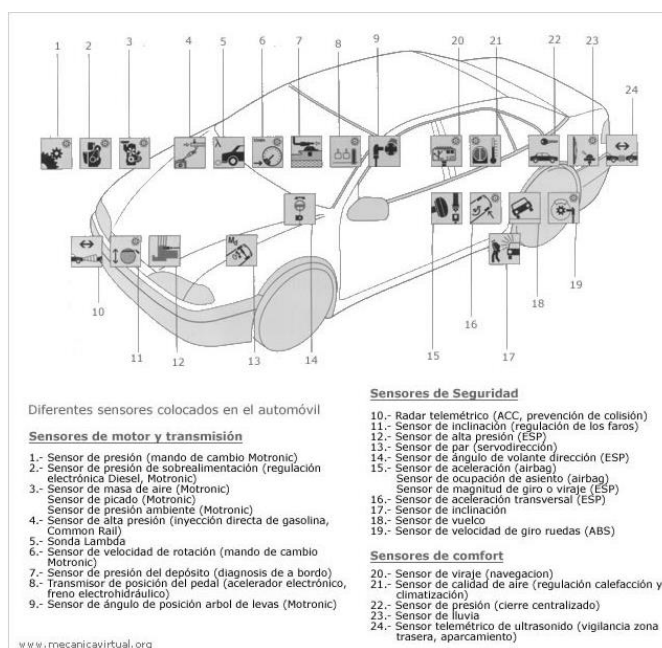


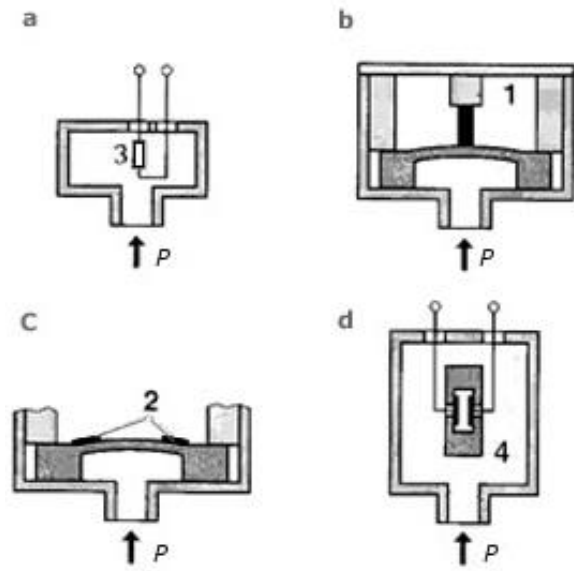
Figura 2 Sensores básicos en un vehículo

En los sensores utilizados en el sector automotriz encontramos altas exigencias debidas al principio de funcionamiento de los vehículos y se tiene en cuenta factores tales como [4]: alta fiabilidad buscando una técnica robusta y lo suficientemente probada, bajos costos de fabricación llegando a esto por medio de la estandarización y la producción en masa, ambientes hostiles que demandan un encapsulamiento muy resistente, deben ser muy compactos ya que los sitios en los cuales se instalan disponen de poco espacio y por ultimo se debe tener alta precisión lograda a partir de la compensación de los errores *in situ*.

Dentro de las variables más importantes para censar en un automóvil se encuentra la presión y las más comunes son [5]:

- Presión de frenado
- Presión de alimentación hidráulica
- Presión del líquido refrigerante para el sistema de aire acondicionado
- Presión en el tubo de admisión

Los principios de funcionamiento de los sensores de presión los podemos apreciar en la siguiente figura:



- a.- Medición directa, por resistencia dependiente de la presión (3)
- b.- Medición por sensor de fuerza (1)
- c.- Medición por deformación de una membrana/calibres extensiométricos (2)
- d.- Medición capacitiva, por deformación de una cápsula de membrana (4)

Figura 3 Principios de medición en presión [6]

Una aplicación especial son los sensores de alta presión (figura 4) que se emplean para el censado de la presión del combustible en el tubo del distribuidor del sistema de inyección y en el líquido de frenos en el grupo hidráulico del sistema de seguridad de marcha; la medición y la vigilancia de estas presiones son activadas por la unidad de control para efectuar una evaluación del sistema[7].

El sensor de presión de frenado (figura 5) se compone por un elemento piezoeléctrico (a), sobre el cual se efectúa la presión del líquido y una parte electrónica de evaluación (b).

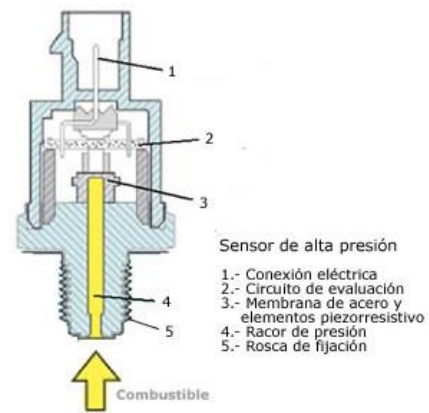


Figura 4 Sensor de alta presión

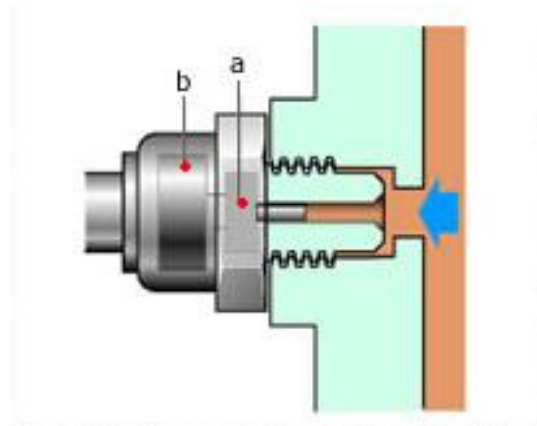


Figura 5 Estructura del sensor de frenado

Otra de las variables que son importantes para medir en el automóvil es la temperatura de diferentes sistemas tales como la batería, el aceite de motor, los gases de escape, pinza de freno, refrigerante, aire de admisión, entre otros. Comúnmente la temperatura se mide como variable auxiliar para compensar sus influencias no deseadas sobre los sistemas del vehículo[8]. El principio de funcionamiento más común en estos sensores es el resistivo que al variar la temperatura se ve afectado un material semiconductor en cuanto a que se le varía su valor de resistencia y esta señal resistiva se traduce en un convertidor para luego darle tratamiento al valor censado en la unidad de control[9].

La velocidad es una de las variables que se miden comúnmente en un automóvil; se trata de magnitudes de medición relativas que se generan entre dos piezas o entre la calzada y el vehículo (velocidad de rotación del cigüeñal, velocidad de giro de las ruedas), pero también aparecen medidas absolutas que son el giro sobre si mismo y el vuelco [10].

Principalmente se encuentran sensores inductivos [11] que constan de una espiga polar de hierro dulce que soporta la bobina de inducción de dos conexiones. Cuando gira una corona dentada ferromagnética u otro rotor de estructura similar por delante de este detector, se induce en la bobina una tensión proporcional a la variación del flujo magnético en función del tiempo (figura 6).



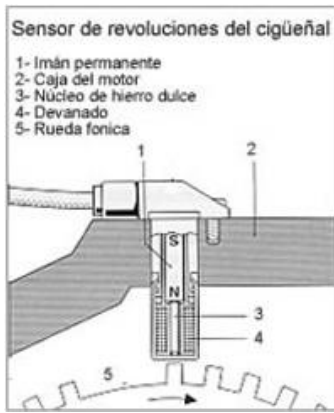


Figura 6 Sensor inductivo

También se pueden encontrar sensores magnetostáticos que basan su funcionamiento en el efecto Hall [12] y consiste en un imán permanente y en piezas polares, el censado se consigue cuando el rotor que tiene unas pantallas que al penetrar por el entre hierro cortocircuitan el flujo magnético y al abandonarlo deja que el flujo pase sin ningún obstáculo el sensor (figura 6).

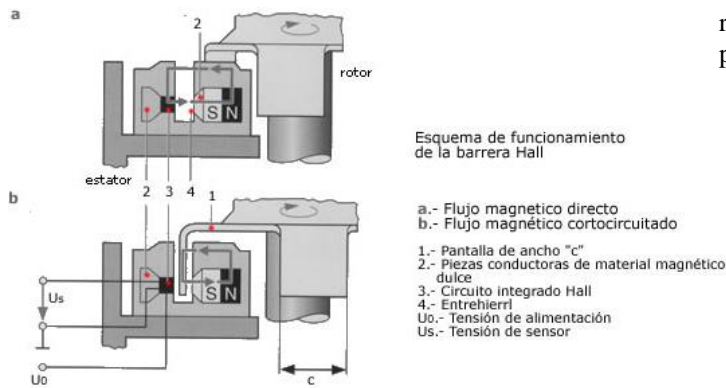


Figura 7 Sensor magnetostático

Los sensores de posición son los más utilizados en los vehículos y sirven para detectar recorridos y posiciones angulares; los principios de medición de estos sensores son [13]:

- Sensores de potenciómetro
- Sensores inductivos
- Sensores magnetostáticos (efecto Hall)
- Sensores de propagación de ondas

Anteriormente se explicó el funcionamiento de los sensores inductivos y de los magnetostáticos, por otra parte los de potenciómetro que consta de una resistencia a través de la cual hay una determinada diferencia de potencial. Además hay un contacto unido a la resistencia pero que se puede deslizar a su alrededor; este elemento es conocido como wiper. El wiper se conecta físicamente al elemento cuyo movimiento se va a medir. Cuando este elemento se mueva el wiper se ira moviendo por la resistencia y la tensión de salida en él irá

cambiando. Si medimos está tensión de salida, podremos determinar cuanto se ha desplazado el wiper, y por lo tanto cuanto se ha desplazado el elemento [14].

Los de propagación de ondas pueden utilizar métodos acústicos que se basan en la emisión y recepción de impulsos ultrasónicos (frecuencia de 40 KHz) para medir el tiempo de propagación con un rango de 0.5 - 5 m y los ópticos que miden el tiempo de propagación mediante la luz del campo infrarrojo inmediato con un alcance de hasta 50 m.

La aceleración es una variable apropiada para el accionamiento de sistemas de protección para los pasajeros y para detectar variaciones de velocidad en vehículos equipados con sistemas ABS. Los sensores de aceleración de efecto Hall son equipados en el sistema ABS y posee el mismo funcionamiento expuesto anteriormente; Los sensores de aceleración micromecánicos (figura 8) son destinados para los sistemas de protección de pasajeros tales como los sensores de cinturón, el disparo de los airbag y la actuación del arco antivuelco, su estructura es como la de dos peines entrelazados y sobre los cuales hay una masa sísmica que varía la distancia de los electrodos (peines) produciendo una variación de la capacidad de los condensadores conectados a estos, de ello resulta una variación de la señal eléctrica que es tratada para posteriormente ser enviada a la unidad de control [15].

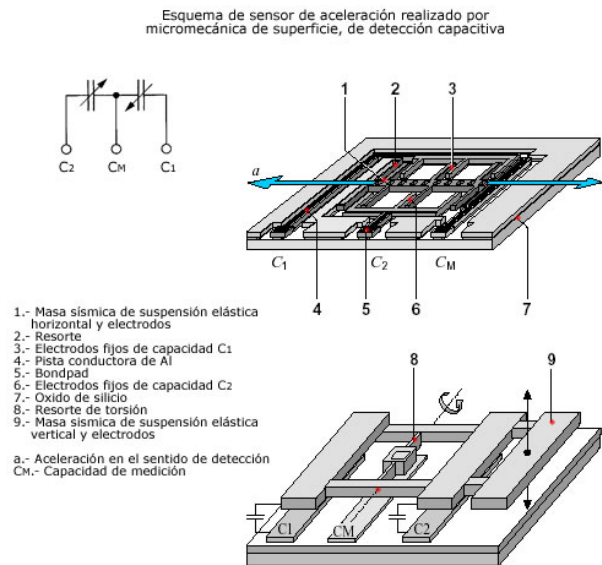


Figura 8 Sensor micromecánico

Las mediciones de caudal en un vehículo tienen dos sectores principales: la medición de la cantidad de combustible suministrado y la cantidad de aire aspirado para la combustión. El medidor de masa de película caliente (figura 9) es un "sensor térmico" y consiste en una resistencia calefactora dispuesta en el centro sobre la célula de medición caliente una membrana sensible micromecánica y la mantiene a una temperatura constante. Fuera de esta zona de calefacción regulada disminuye la temperatura a ambos lados; luego dos resistencias dependientes de la temperatura montadas simétricamente respecto a la resistencia calefactora flujo arriba y flujo abajo sobre la membrana detectan la distribución de la

temperatura sobre ésta. Cuando no pasa aire, el perfil de temperaturas es igual en ambos lados.

La sonda volumétrica de aire de presión dinámica LMM (figura 10) funciona a partir del movimiento de un plato sonda que esta soportado por un resorte y al haber flujo de aire este plato se mueve y un potenciometrotoma la posición angular de este y la convierte en una señal de salida que es transmitida a la unidad de control [16].

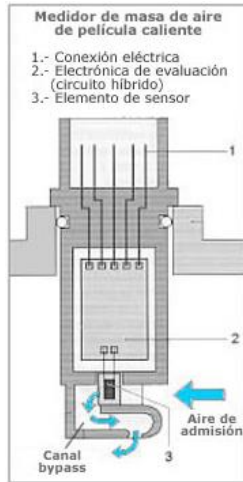


Figura 9 Medidor de masa de aire por película caliente

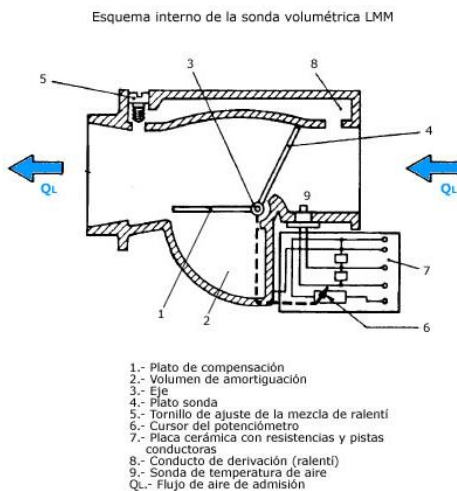


Figura 10 Sonda volumétrica LMM

Todas esta señales que se deben transmitir a la unidad de control se llevan por medio del bus CAN que es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del automóvil; este sistema permite compartir información entre las unidades de control lo que conlleva que se reduzca el numero de sensores y la cantidad de cables en el sistema[17].

La información circula por dos cables trenzados (para anular campos magnéticos) que se unen a todas las unidades de control del sistema y se transmite desde cada sensor por diferencia de tensión en código binario.

Esta información llevada por el bus CAN se almacena en el OBD (On Board Diagnostics) que es un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos. Actualmente se emplean los estándares OBD-II (Estados Unidos), EOBD (Europa) y JOBD (Japón) que aportan un monitoreo y control completo del motor y otros dispositivos del vehículo [18].

### Conclusion

En general los sensores son en este momento una parte esencial de los vehículos que se fabrican actualmente para dar confort y seguridad al conducir. De las variables expuestas en el artículo se observa que la variable de caudal no es necesario medirla en un vehiculo que utilice electricidad para su propulsión, pero se puede apreciar que la temperatura es una de las variables mas importantes para medir y compensar sus efectos pues es la principal causa del mal funcionamiento de los sistemas electricos.

El trabajo se desarrolló en la modalidad de asistencia a la investigación y se completaron 480 horas de trabajo, refrendadas en bitácoras que contienen la descripción del trabajo realizado semanalmente.

Se realizó una búsqueda completa de información relacionada con el sistema de sensores, con el fin de presentar una propuesta de la arquitectura de la instrumentación que se debe instalar en el producto final.

En la fase inicial de este proyecto se trabajó en el diseño y construcción de la red de refrigeración del banco de pruebas, la cual tuvo como criterios de diseño los procesos de purga y drenado del líquido refrigerante, en este caso agua.

Se escribió un capítulo sobre autotrónica donde se definen los sensores que deben estar presentes en el producto final de la conversión, igualmente se definió el papel que desempeñan estos sensores en cada uno de los subsistemas.

Como producto final se recopiló la información obtenida en la investigación preliminar sobre el marco teórico y el estado del arte de los vehículos eléctricos, además de las bitácoras y el capítulo de autotrónica para crear la monografía de éste trabajo de grado.

El proceso de conversión de un vehículo de combustión interna a eléctrico requiere varias etapas. La primera de ellas es fundamental para obtener una solución exitosa, y consiste en una exploración y definición de subsistemas que componen el vehículo. Esta etapa permite seleccionar los componentes que deben ser eliminados, reemplazados o conservados para realizar una conversión que permita una futura operación adecuada.

### III. REFERENCIAS

[1] Draganov V; Vasileva T. "Autotronics course – an inovative approach in automotive mechatronics education"

## D. ANTEPROYECTO

**ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO**  
**ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN EN EL PROYECTO**  
**“FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE UN VEHÍCULO DE**  
**COMBUSTIÓN A ELÉCTRICO”-AUTOTRÓNICA-**

Estudiante: Diego Sebastián Acosta P.  
Teléfono(s): 2867047 - 3017760851  
E-mail: diegoacopa@hotmail.com

Cédula: 1.128.437.393 de Medellín.  
ID: 000116133  
Programa: Ingeniería Mecánica

Director: Juan Miguel Vásquez  
Teléfono(s): 4488388 ext. 14096  
E-mail: juan.vasquez@upb.edu.co

Cédula: 71.774.767 de Medellín.  
ID: 000008520  
Empresa: Universidad Pontificia Bolivariana

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2012



**ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO  
ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN EN EL PROYECTO  
“FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE UN VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN  
A ELÉCTRICO” AUTOTRÓNICA**

**1. PARTICIPANTES**

**1.1 DATOS DEL ESTUDIANTE**

**Nombre:** Diego Sebastián Acosta Pabón.

**Facultad:** Ingeniería Mecánica.

**Fecha terminación de cursos:** noviembre de 2012.

**1.2 DATOS DEL DIRECTOR**

**Nombre:** Juan Miguel Vásquez Cifuentes.

**Facultad/Institución/Empresa:** Facultad de Ingeniería Mecánica, UPB, Medellín.

**Título(s):** Ingeniero Mecánico.

**Fecha terminación Pregrado:** 2000.

**Fecha terminación Maestría:** 2007.

**1.3 DATOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN**

**Nombre:** Grupo de Automática y Diseño (A+D).

**Facultad:** Ingeniería Mecánica.

**Información general:** el Grupo de Automática y Diseño (A+D) de la Universidad Pontificia Bolivariana realiza actividades de investigación, docencia y extensión dentro de los campos de la Automática y el Diseño Mecánico, buscando la aplicación de la tecnología al servicio del hombre para contribuir al progreso de la industria y la sociedad. Todo esto enmarcado en la excelencia académica, investigativa y de servicio, para alcanzar no sólo la formación integral de sus integrantes, sino también el desarrollo tecnológico y socioeconómico de nuestro país.

## 2. GLOSARIO

Vehículo: máquina diseñada para transformar energía en movimiento, de tal manera, que permite su desplazamiento de un lugar a otro.

Frenado regenerativo: sistema de frenado utilizado en vehículos híbridos y eléctricos que tienen la capacidad de recuperar la energía potencial disipada durante el detenimiento del auto para recargar sus baterías.

Sistema ABS: el sistema antibloqueo de frenos tiene como misión evitar el bloqueo de las ruedas en casos como el de frenado a fondo o en calzadas resbaladizas.

Combustión: proceso termodinámico en el cual una mezcla aire combustible (gasolina, ACPM, etc.) reacciona ante un proceso de ignición.

Batería: elemento con la capacidad de almacenar energía eléctrica.

Híbrido: vehículo que combina motores de diferente naturaleza para su propulsión.

Potenciómetro: resistencia variable utilizada en autos eléctricos para controlar su velocidad y aceleración.

Booster: elemento que aprovecha la succión que genera un motor de combustión para amplificar la presión en el sistema hidráulico de frenado.

Bomba de vacío: máquina utilizada en automóviles convertidos a eléctricos para proveer al *booster* el vacío que antes le suministraba el motor de combustión.

Transmisión: sistema utilizado en los automóviles para llevar la potencia del motor hacia las ruedas del auto, para que éste inicie la marcha.

Autonomía: en automóviles eléctricos hace referencia a la cantidad de kilómetros que éstos pueden recorrer con sus baterías completamente cargadas.

## 3. MODALIDAD

El proyecto de investigación “Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico” es desarrollado por el Grupo de Automática y Diseño A+D y el Grupo de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica T&D de la UPB. En este proyecto el estudiante participará como asistente de investigación en las etapas de diseño de detalle, construcción, pruebas y comunicación del diseño. La participación de los Grupos de Investigación será debidamente reconocida en todos los productos generados dentro del trabajo de grado. Así mismo, los Grupos reconocerán la autoría intelectual del estudiante en las publicaciones y otros productos del proyecto de investigación donde hayan realizado aportes significativos. La modalidad a desarrollar es de asistencia a la investigación. La distribución porcentual de las actividades se discrimina en la Tabla 1.

**Tabla 1. Tipos de trabajos a desarrollar en el proyecto.**

Tipo		%
Teórico	Búsqueda	20
	Desarrollo	20
Experimental		10
Aplicado	Prototipo	50
Total		100

#### 4. TEMA

En la Tabla 2. Se presenta una clasificación de las áreas a las que pertenece esta temática del proyecto.

**Tabla 2. Clasificación de las áreas a las que pertenece el área temática.**

Área	%
Diseño mecánico	60
Energía y fluidos	30
Materiales y procesos de manufactura	10
Total	100

#### 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los combustibles fósiles tales como la gasolina y el diesel son los más utilizados en el mundo como fuente de energía para la propulsión de vehículos de combustión interna, lo que implica un consumo masivo del mismo y consecuencias negativas (Gutiérrez, 2010) tales como: aumento en el calentamiento global; aumento de polución y nubes tóxicas en las ciudades; disminución de las reservas de petróleo; continuo incremento en los precios del combustible.

Con el propósito de solucionar los problemas asociados al consumo de petróleo en el sector automotriz, los grandes fabricantes de autos (por ejemplo HONDA y TOYOTA) han desarrollado vehículos híbridos y eléctricos, pero éstos son más costosos que los autos convencionales. Por esto, personas aficionadas han optado por cambiar los motores de combustión interna alojados en sus vehículos por motores eléctricos en busca de ahorro energético y económico.

Buscando incursionar en las nuevas tecnologías que se vienen implementando en países desarrollados para atenuar los problemas referentes al petróleo y el cambio climático, la UPB pretende transformar un vehículo con motor de combustión interna (Renault Logan) en uno con motor eléctrico. En la etapa actual del proyecto ya se posee todo el diseño preliminar terminado y el diseño básico en un 75% de avance. Durante este trabajo de grado se culminará el diseño básico y se desarrollará el diseño de detalle, la construcción y prueba del prototipo. Para ello se hace necesario seleccionar instrumentación para medir las variables que se agregan al sistema como consecuencia de la conversión. Luego se deben integrar estos nuevos elementos a los sensores existentes y al bus de datos del vehículo.

#### 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

##### 6.1 MARCO TEÓRICO

Un vehículo eléctrico es aquel que utiliza como fuente de propulsión un motor eléctrico. A simple vista no es muy diferente de un automóvil convencional, es en su interior donde se encuentran los componentes que los diferencian físicamente. En el caso de los



automóviles eléctricos se encuentra que sus componentes principales y sus opciones son (Lancoste, 2010):

Motor eléctrico: éste es el encargado de brindar la propulsión necesaria al vehículo para que pueda iniciar y sostener el desplazamiento sobre la vía. En los vehículos eléctricos se puede utilizar motores de corriente alterna (AC) o corriente directa (DC), preferiblemente invertibles (usados como generador) para implementar sistemas de frenado regenerativo en el vehículo (Lancoste, 2010).

Controlador: es un dispositivo electrónico encargado de regular la energía eléctrica que recibe el motor para su propulsión y la energía generada por el motor para la recarga de las baterías cuando el vehículo cuenta con sistemas de frenado regenerativo. Además, en los autos que utilizan motores de corriente alterna, el controlador transforma la corriente continua obtenida del sistema de baterías en corriente alterna (trifásica) para alimentar el motor.

Transformador: es el encargado de convertir la electricidad del punto de carga (110 ó 220 VAC) a valores de tensión a los cuales el sistema de recarga está diseñado para trabajar, que por lo general es 12 VDC.

Sistema de baterías: proporciona la energía eléctrica para el funcionamiento del vehículo. Además, de la cantidad de energía que el sistema de baterías sea capaz de almacenar dependen la autonomía y el tiempo de carga.

Toma: la toma o puerto es el dispositivo utilizado para conectar el automóvil a una fuente de energía para recargar el sistema de baterías del auto.

En la Figura 1 se puede observar un esquema con una configuración típica de los componentes de un vehículo eléctrico.

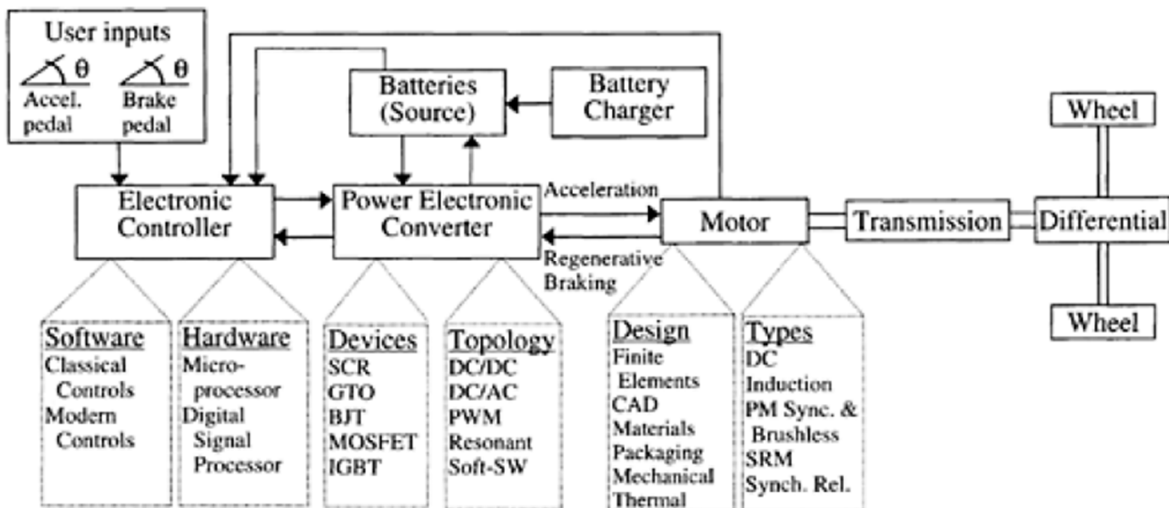


Figura 1. Principales componentes eléctricos y las opciones para un sistema de EV (Husain, 2005).

## 6.2 AUTOTRÓNICA

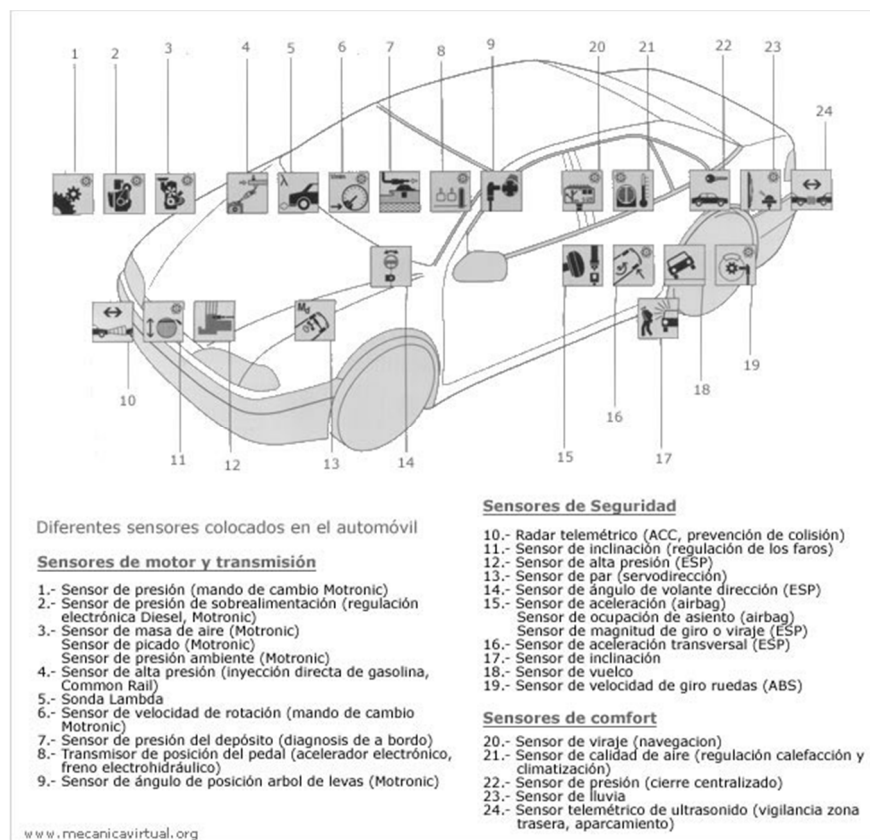
En la presente etapa del desarrollo del proyecto es indispensable conocer sobre los sensores más comunes que se instalan en un vehículo. Dichos sensores son elementos que

están en contacto directo o indirecto con la variable de interés. Al detectar el valor de la variable la envía en forma de una señal útil, según su principio de funcionamiento, a un transmisor. Éste se encarga posteriormente de enviarla en forma de señal estándar a un indicador, o bien a un controlador para que se efectúe alguna acción sobre el sistema (Zabler, 2002).

Los sensores en un automóvil se pueden clasificar en tres categorías (Zabler, 2002):

- Sensores funcionales, destinados principalmente a tareas de mando y regulación.
- Sensores para fines de seguridad y aseguramiento.
- Sensores para vigilancia del vehículo (diagnóstico de abordó, magnitudes de consumo y desgaste) y para la información del conductor y los pasajeros.

Algunos de los sensores más importantes instalados en un automóvil se presentan en la figura 2.



**Figura 2. Sensores básicos en un vehículo (Zabler, 2002).**

Los sensores utilizados en el sector automotriz se encuentran sometidos a altas exigencias debido al principio de funcionamiento de los vehículos. Se tiene en cuenta factores tales como: alta fiabilidad buscando una técnica robusta y lo suficientemente probada; bajos costos de fabricación llegando a esto por medio de la estandarización y la producción en masa; ambientes hostiles que demandan un encapsulamiento muy resistente; deben ser muy compactos ya que los sitios en los cuales se instalan disponen de poco espacio; y por último, se debe tener alta precisión lograda a partir de la compensación de los errores *in situ*.

## 6.2.1 SENSORES DE PRESIÓN

Dentro de las variables más importantes para sensar en un automóvil se encuentra la presión. En todo vehículo de combustión se debe medir la presión de: el combustible en subsistema de inyección; el aceite del subsistema de frenado; el aceite de la dirección asistida; el refrigerante para el subsistema de aire acondicionado; el aire en el múltiple de admisión (vacío).

Los principios de funcionamiento de los sensores de presión se pueden apreciar en la Figura 3:

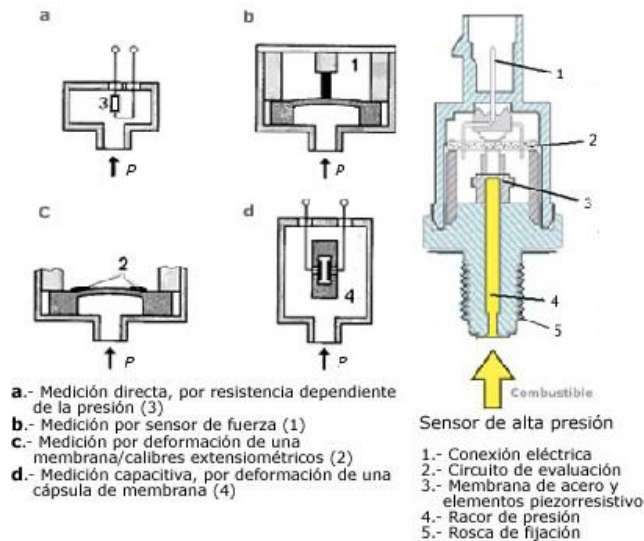


Figura 3. Principios de medición en presión y sensor de alta presión (Zabler, 2002).

En el caso de los vehículos eléctricos, los sensores de presión asociados a los subsistemas de alimentación del motor desaparecen.

## 6.2.2 SENSORES DE TEMPERATURA

Otra de las variables que son importantes para medir en el automóvil es la temperatura. Tal medición se realiza en diferentes sistemas tales como la batería, el aceite de motor, los gases de escape, pinza de freno, refrigerante, aire de admisión, entre otros. El principio de funcionamiento más común en estos sensores es el resistivo que al variar la temperatura se ve afectado el valor de resistencia en un material semiconductor y esta señal resistiva se traduce en un convertidor para luego darle tratamiento al valor sensado en la unidad de control.

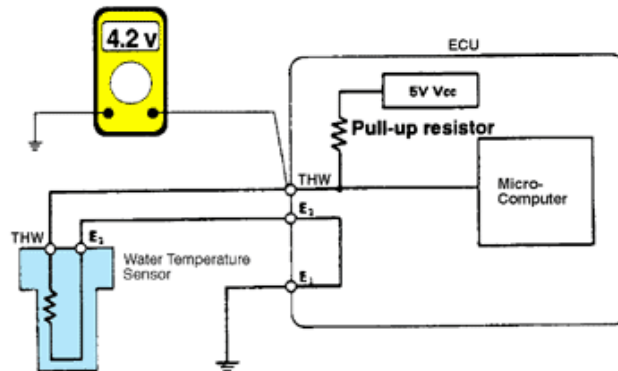


Figura 4. Sensor de temperatura en el sistema de refrigeración (Sullivan, 2012).

### 6.2.3 SENSORES DE VELOCIDAD

La velocidad es otra de las variables que se miden comúnmente en un automóvil. Las medidas proporcionadas por estos sensores comúnmente son velocidades relativas entre dos piezas por ejemplo entre el automóvil y la calzada. También hay medidas absolutas que son el giro sobre sí mismo o el vuelco del vehículo (Valbuena, 2003).

Principalmente se encuentran sensores inductivos que constan de una espiga polar de hierro dulce que soporta la bobina de inducción de dos conexiones (Valbuena, 2003). Cuando gira una corona dentada ferromagnética u otro rotor de estructura similar por delante de este detector, se induce en la bobina una tensión proporcional a la variación del flujo magnético en función del tiempo.

También se pueden encontrar sensores magnetostáticos que basan su funcionamiento en el efecto *Hall* y consiste en un imán permanente y en piezas polares. El sensado se consigue cuando el rotor que tiene unas pantallas que al penetrar por el entre hierro cortocircuitan el flujo magnético y al abandonarlo deja que el flujo pase sin ningún obstáculo el sensor.

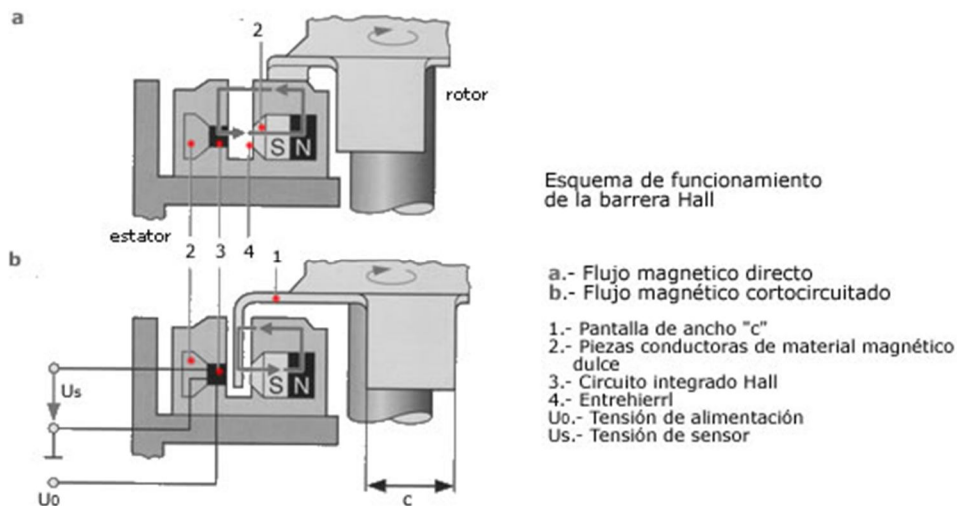


Figura 5. Sensor magnetostático (Zabler, 2002).

## 6.2.4 SENSORES DE POSICIÓN

Los sensores de posición son los más utilizados en los vehículos y sirven para detectar recorridos y posiciones angulares. Los principios de medición de estos sensores son:

- Sensores de potenciómetro.
- Sensores inductivos.
- Sensores magnetostáticos (efecto *Hall*).
- Sensores de propagación de ondas.

Anteriormente se explicó el funcionamiento de los sensores inductivos y de los magnetostáticos. Los sensores de potenciómetro basan su funcionamiento en una resistencia a través de la cual hay una determinada diferencia de potencial que se utiliza como señal para acondicionarla y luego realizar control. Estos sensores se componen de un contacto conocido como *wiper* que se desliza sobre una resistencia. El *wiper* se conecta físicamente al elemento cuyo movimiento se va a medir. Cuando este elemento se mueva el *wiper* se ira moviendo por la resistencia y la tensión de salida en él irá cambiando. Si medimos esta tensión de salida, se puede determinar cuánto se ha desplazado el elemento que se desea controlar.

Los de propagación de ondas pueden utilizar métodos acústicos que se basan en la emisión y recepción de impulsos ultrasónicos (frecuencia de 40 KHz) para medir el tiempo de propagación con un rango de 0.5 - 5 m y los ópticos que miden el tiempo de propagación mediante la luz del campo infrarrojo inmediato con un alcance de hasta 50 m, estos sensores son utilizados para la prevención de colisiones.

## 6.2.5 SENSORES DE ACELERACIÓN

La aceleración es una variable apropiada para el accionamiento de sistemas de protección para los pasajeros y para detectar variaciones de velocidad en vehículos equipados con sistemas ABS que utilizan sensores de efecto *Hall*. Los sensores de aceleración micro mecánicos (Figura 6) son destinados para los sistemas de protección de pasajeros tales como los tensores de cinturón, el disparo de los airbag y la actuación del arco antivuelco. Su estructura es como la de dos peines entrelazados y sobre los cuales hay una masa sísmica que varía la distancia de los electrodos (peines) produciendo una variación de la capacidad de los condensadores conectados a éstos. De ello resulta una variación de la señal eléctrica que es tratada para posteriormente ser enviada a la unidad de control.

Esquema de sensor de aceleración realizado por micromecánica de superficie, de detección capacitiva

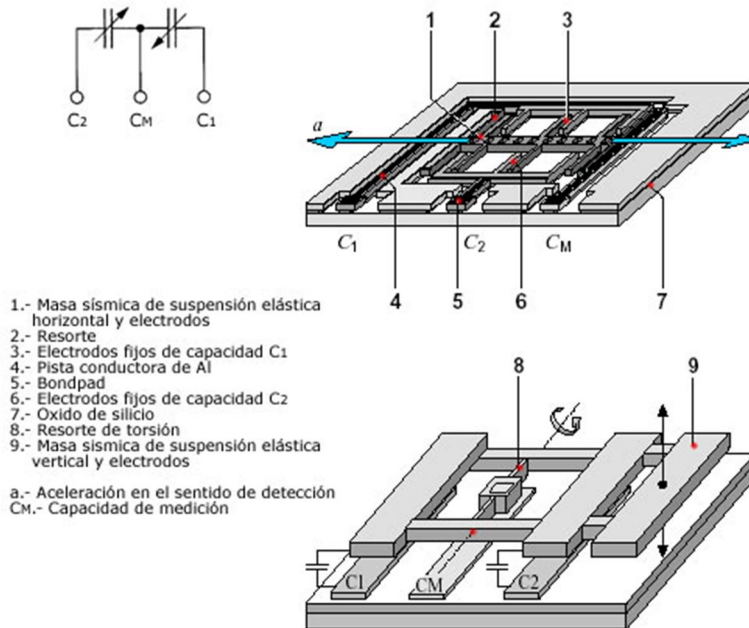


Figura 6. Sensor micromecánico (Zabler, 2002).

## 6.2.6 BUS DE DATOS

Todas estas señales que se deben transmitir a la unidad de control se llevan por medio del bus *Controller Area Network* (CAN) que es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del automóvil. Este sistema permite compartir información entre las unidades de control lo que conlleva que se reduzca el número de sensores y la cantidad de cables en el sistema.

La información circula por dos cables trenzados (para anular campos magnéticos) que se unen a todas las unidades de control del sistema y se transmite desde cada sensor por diferencia de tensión en código binario. Luego, esta información llevada por el bus CAN se almacena en el *On Board Diagnostics* (OBD) que es un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos. Actualmente se emplean los estándares OBD-II (Estados Unidos), EOBD (Europa) y JOBD (Japón) que aportan un monitoreo y control completo del motor y otros dispositivos del vehículo (Conception, 2010).

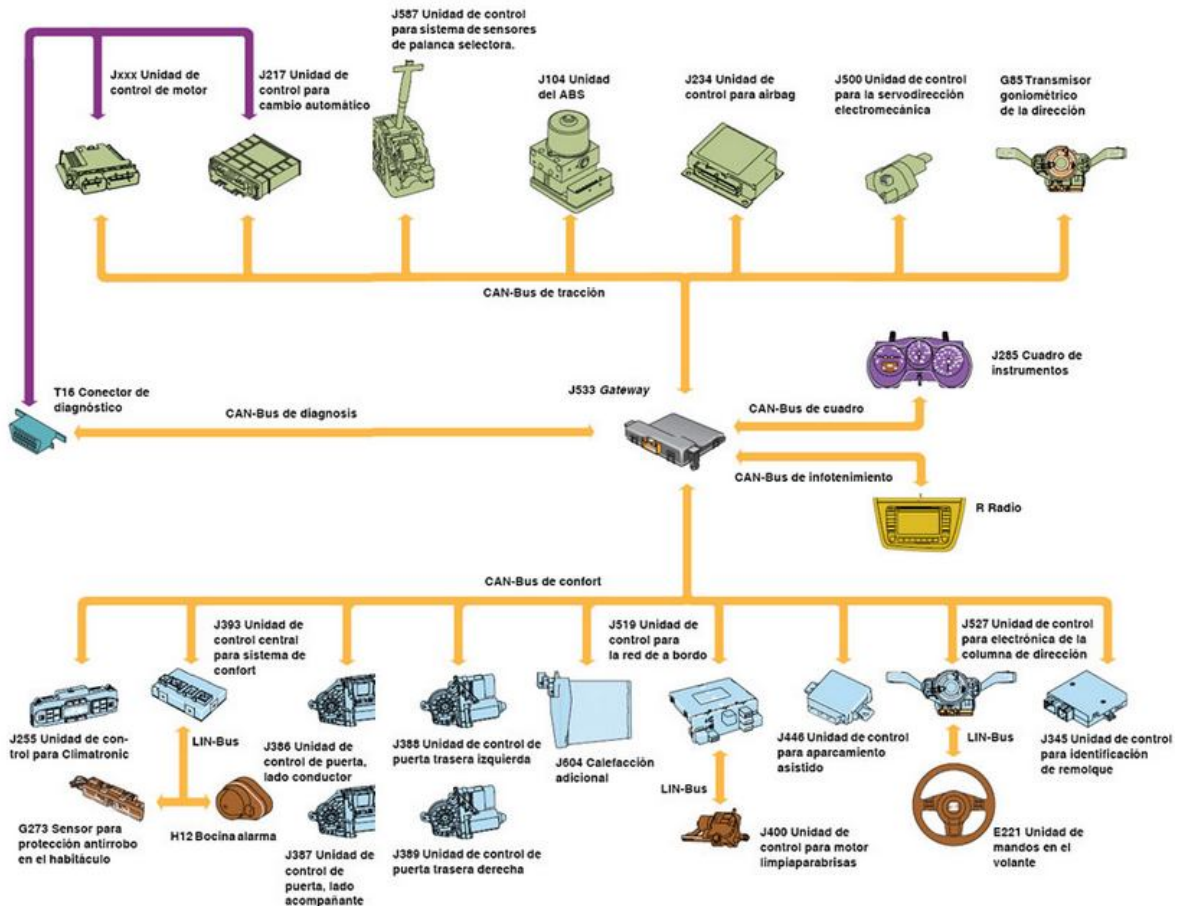


Figura 7. Integración de sensores con el bus CAN (Zabler, 2002).

### 6.3 ESTADO DEL ARTE.

Debido al daño que produce el uso de combustibles fósiles al ambiente y al constante incremento en los precios de estos, el diseño de nuevos vehículos eléctricos, así como la conversión de autos convencionales a eléctricos, son hechos cada vez más frecuentes en el mundo. Tanto así que con el apoyo de la Universidad Pontificia Bolivariana, el grupo A+D y T&D, se comenzó el proyecto de “*Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico*” el cual lleva un proceso de 8 meses donde ya se realizó el proceso diseño preliminar y parte del diseño básico y de detalle.






En dicho proyecto quedó lista la selección de las baterías (plomo gel), el motor eléctrico (imán permanente sin escobillas), su respectivo controlador y el sistema de refrigeración. El motor eléctrico se seleccionó mediante comparación de curvas de torque en el eje de tracción contra de velocidad del vehículo, buscando equiparar el desempeño del motor de combustión y la transmisión originales. Además, en este proyecto se hizo el desmonte total del motor de combustión, las líneas de escape del mismo y el tanque de combustible. Todo lo anterior fue realizado por estudiantes de Ingeniería Mecánica (Álvarez & Álvarez, 2011).



A continuación se presentan algunos casos de vehículos eléctricos comerciales y vehículos convertidos a eléctricos por personas aficionadas:

**Tabla 3. Muestra de algunos vehículos comerciales y sus especificaciones.**

---

<b>Vehículos eléctricos comerciales</b>	
	Citroën C Zero (Villa, 2009) Potencia: 64 HP Velocidad máxima: 130 km/h Autonomía: 130 km
	Renault Fluence ZE (García, 2010) Potencia: 95 HP Velocidad máxima: 135 km/h Autonomía: 160 km
	Nissan Leaf (Nissan, 2012) Potencia: 106 HP Velocidad máxima: 140 km /h Autonomía: 160 km
	Renault Kangoo (Rubén, 2011) Potencia: 60 HP Velocidad máxima: 135 Km/h Autonomía: 160 Km
	Eco Citi (Gensol, 2012) Potencia: 20 HP Velocidad máxima: 58 Km/h Autonomía: 45 Km

---



**Tabla 4. Ejemplo de vehículos transformados a eléctricos y sus nuevas especificaciones.**

---

**Vehículos convencionales transformados a eléctricos**

---



Subaru Impreza 1995 (Chancey, 2012)  
Motor: dos motores siemens de corriente alterna (1/eje)  
Potencia: 270 HP  
Baterías: 88 12V, Lithium-Polymer 70 Ah  
Controlador: Siemens 6SV1  
Velocidad máxima: 193 Km/h



Geo Metro 1991 Convertible (D&D Motor systems, Inc., 2010)  
Motor: D & D Systems Motor, Inc. ES-31B  
Potencia: 18 Hp  
Controlador: Curtis 1221C 120 voltios 400 amperios  
Baterías: 10 Everstart 27VDC-6  
Velocidad máxima: 104 km/h



Chevy s10 (Mark, 2007)  
Motor: Advanced DC, 9.1 inch  
Controlador: Curtis 1231C-8601  
Banco de baterías: 16 baterías de carro de golf conectadas en serie de 6V y 220 AH  
Carga total: 102V  
Transmisión: manual de 5 velocidades  
Velocidad máxima: 60 mph



Volkswagen Vocho 72 (David, 2012)  
Banco de baterías: 9 baterías de carro de golf. 72 voltios.  
Transmisión: manual de 5 velocidades  
Velocidad máxima: 66 Km/h

---

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO GENERAL**

Asistir al Grupo de Automática y Diseño (A+D) en la investigación para transformar un vehículo de combustión interna en eléctrico, durante un tiempo mínimo de 480 horas.

### **7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar las actividades encomendadas por el director del proyecto para contribuir así con el desarrollo del mismo.
- Elaborar bitácoras individuales con las actividades desarrolladas en el proyecto para mantener un informe detallado de las horas cumplidas por estudiante.
- Realizar un documento escrito como trabajo de grado donde se recopile la información de las bitácoras y que además contenga la descripción de las actividades realizadas y los logros obtenidos durante el tiempo de la investigación.
- Elaborar un capítulo que desarrolle detalladamente el tema de autotrónica que se relaciona con el proyecto, para ser anexado en el informe final del trabajo de grado.

## **8. METODOLOGÍA**

La metodología para llevar a cabo este proyecto consta básicamente de cinco fases: diseño básico que está en un 75%, de detalle, construcción, pruebas y comunicación del diseño. El diseño preliminar constituye la primera fase, la cual consistió en una revisión del estado del arte, evaluación y caracterización del vehículo a combustión interna del cual se dispone, con el fin de definir la solución del problema. Luego se pasó a la segunda fase, la cual hace referencia al diseño básico de la conversión, donde se partió de una división del problema en subsistemas; posteriormente se tuvo en cuenta el planteamiento de las diferentes alternativas de solución con el fin de realizar un análisis de viabilidad que permitió seleccionar la alternativa más adecuada para el proyecto; luego se hizo una integración de las soluciones de los subsistemas.

A partir de esta etapa de diseño se va a trabajar durante 480 horas para avanzar en la tercera fase, diseño de detalle, se realizan los cálculos pertinentes, la selección de equipos y elementos comerciales, planos de ensamble y de taller. En la cuarta fase se realizará la construcción, donde lo esencial es la compra de equipos, materiales e insumos, luego se hará el ensamble de los mismos, las pruebas y el ajuste de subsistemas, acto seguido, se hará el acople de todo el vehículo, sus respectivas pruebas y sus ajustes, con todo listo se tendrá el diseño definitivo. En la quinta fase se harán tanto las evaluaciones económicas, como técnicas de la conversión, y un informe final del proyecto. En la sexta fase, se dará a conocer el diseño. Esta metodología de trabajo correspondiente a este trabajo de grado se presenta esquemáticamente en el diagrama de flujo de la Figura 8.



**Figura 8. Metodología de trabajo.**

## 9. ALCANCE

El alcance está definido por la cantidad de horas de trabajo: se dará por concluido cuando se cumplan 480 horas de trabajo individual, documentado en las bitácoras y refrendado por el director del trabajo de grado.

## 10. JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIOS

Las actividades realizadas servirán de apoyo a las labores de los grupos de investigación implicados en el trabajo e impactarán de manera directa el desarrollo del proyecto. El presente trabajo genera la interacción entre diferentes facultades de la Universidad Pontificia Bolivariana: sus pregrados (ingeniería mecánica, eléctrica y electrónica) y sus grupos de investigación (A+D, T&D).

Una vez culminado el proyecto en su totalidad se pueden generar grandes beneficios a nivel técnico, económico y ambiental en la sociedad, especialmente en el medio local, ya que este trabajo podría servir como base para la formación de nuevas empresas dedicadas a la transformación de este tipo de vehículos o a fabricantes que deseen incursionar en este mercado. Adicionalmente servirá de ente impulsador para la implementación de autos eléctricos en el entorno, lo que implicaría una mejora en la calidad del aire, puesto que al utilizar estos vehículos no se liberan gases contaminantes al ambiente.

## **11. CONTENIDO**

**GLOSARIO.**

**RESUMEN.**

**INTRODUCCIÓN.**

**CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN.** En este capítulo se hace una contextualización de la asistencia a la investigación dentro del proyecto en que se desarrolló.

**CAPÍTULO 2: AUTOTRÓNICA**

**CAPÍTULO 3: DIARIO DE CAMPO.** Éste incluye las bitácoras o reportes semanales de tareas asignadas y cumplidas, así como el tiempo efectivo dedicado.

**CAPÍTULO 4: IMPACTO DE LA ASISTENCIA A LA INVESTIGACIÓN.** Es una breve reflexión sobre el aporte realizado por el estudiante al Grupo de Investigación y el proyecto, así como el aporte de la asistencia al proceso formativo del estudiante.

**CONCLUSIONES.**

**RECOMENDACIONES.**

**BIBLIOGRAFÍA.**

**ANEXO: ARTÍCULO PUBLICABLE.**

## 12. RECURSOS

Tabla 5. Presupuesto del proyecto.

Recursos				
Rubros	Participación		Implica desembolso	
	Estudiantes	UPB	Si	No
Bibliografía		250.000		x
Papelería	200.000		x	
Servicios técnicos		5.000.000	x	
Software		10.000.000		x
Transporte	600.000		x	
Renault Logan 1.6		25.000.000		x
Equipos de computo	1.000.000	2.000.000		x
Equipos, materiales e insumos		80.000.000	x	
Personal*	9.600.000	20.500.000		x
Subtotal				154.150.000
Imprevistos (10%)				15.415.000
Costo total del proyecto				<b>169.565.000</b>

\*El precio con el que se calcula el total para los Estudiantes es de 20.000\$/h para cada uno, durante 480 horas.

## 13. CRONOGRAMA

Tabla 6. Cronograma de actividades del proyecto e intensidad horaria.

DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LAS ACTIVIDADES													
ACTIVIDADES	feb	mar	abr	may	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	OCUPACIÓN [h]
Diseño de detalle	X	X	X	X	X	X							170
Construcción y pruebas de subsistemas			X	X	X	X	X	X	X	X			205
Evaluación de los costos de la conversión										X			35
Elaboración documento final											X	X	70
Total de horas	43	52	34	55	37	37	37	37	37	37	37	37	480

Se inicia en la semana del 06 al 12 de febrero de 2012 y se finaliza en la última semana de Febrero del año 2013 con un receso en el mes de junio.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C., & Álvarez, S. (2011). *Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Chancey, M. (2012). Professional racing of electric vehicles. *ProEV*.
- Conception, M. (2010). *Estrategias de sistemas automotrices, OBD*.
- D&D Motor systems, Inc. (2010). Popular vehicles for EV conversion. *Ddmotorsystems*.
- David, V. (12 de Abril de 2012). *Excelencias del motor*. Obtenido de <http://www.excelenciasdelmotor.com/noticia/un-volkswagen-beetle-del-72-electrico-adaptado-por-un-chico>
- García, E. (2010). Más detalles del Renault fluence-ze. *Autoblog*.
- Gensol, G. (11 de Abril de 2012). *Eco citi*. Obtenido de <http://www.eco-citi.com/auto-electrico/ficha-tecnica.html>
- Green, H. (2008). Mitsubishi going with i-Miev electric car. *Ecogeek*.
- Gutierrez, R. (2010). *El motor de combustión interna y su impacto ambiental*.
- Husain, I. (2005). *Electric and hybrid vehicles: desing fundamentals*. CRC PRESS.
- Kampman, B. (2010). Green power for electric cars. *Friend of the earth europe*.
- Kampman, B., & Leguijt, C. (2010). *Green Power for Electric Cars*. CE Delft.
- Lancoste. (2010). Partes de un coche eléctrico. *Motorspain*.
- Mark, H. (2007). A rising wave in transportation electric vehicle conversion. *Altemegymag*.
- Nissan. (11 de Abril de 2012). *NISSAN LEAF*. Obtenido de <http://www.nissan.es/ES/es/vehiculos/electric-vehiculos/electric-leaf/leaf/discover/3D/specifications.html#vehiculos/electric-vehiculos/electric-leaf/leaf/discover/3D/specifications>
- Rubén. (12 de Abril de 2011). *MOTORZOOM*. Obtenido de <http://www.motorzoom.es/coches-ecologicos/articulo/renault-kangoo-electrico-caracteristicas-tecnicas-fotos/13325/>
- Sullivan, K. (22 de Mar de 2012). *A-6 Electrical ASE Test Preparation*. Obtenido de Autosshop 101: <http://www.autosshop101.com/asetest/asetest12.html>
- Valbuena, J. (2003). *Instrumentacion real y virtual para procesos*. Medellin: UPB.
- Villa, D. (2009). Citroén C-Zero. *Diariomotor*.
- Zabler, E. (2002). Los sensores en el automovil. Reverte.

Medellín, 17 de Abril de 2012

Señores  
Comité Académico  
Facultad de Ingeniería Mecánica

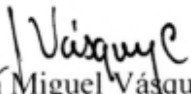
Asunto: Dirección de Trabajo de Grado

Cordial saludo.

La presente tiene como objetivo confirmar mi intención de participar como Director en el desarrollo del Proyecto de Grado, *Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico*, bajo la modalidad de asistencia a la investigación que será desarrollado por el estudiante Diego Sebastián Acosta Pabón ID:000116133.

Declaro además que conozco el manual de Proyecto de Grado de la Escuela de Ingenierías de la UPB y los deberes y derechos que como Director esto implica. El desarrollo del proyecto se hará de conformidad con lo estipulado en dicho manual.

Atentamente

  
Juan Miguel Vásquez  
CC. 71.774.767  
Docente e investigador  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Universidad Pontificia Bolivariana

Medellín, 17 de Abril de 2012

Señores  
Comité Académico  
Facultad de Ingeniería Mecánica

Asunto: Proyecto de Grado

Cordial saludo.

La presente tiene como objetivo presentar para su estudio por parte de Consejo de Facultad, el Proyecto de Grado titulado: *Factibilidad de la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico*.

Manifiesto además que conozco el manual de Proyecto de Grado de la Escuela de Ingenierías de la UPB y los deberes y derechos que como Estudiante esto implica. El desarrollo del proyecto se hará de conformidad con lo estipulado en dicho manual.

Atentamente

Diego Acosta P.  
Diego Sebastián Acosta Pabón  
CC. 1.128.437.393  
Aspirante a pregrado IM.  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Universidad Pontificia Bolivariana



## COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

Yo DIEGO SEBASTIÁN ACOSTA PABÓN, mayor de edad identificado con cédula de ciudadanía número 1128437393 y con domicilio en Medellín, en mi calidad de auxiliar de investigación, quien para efectos de la presente declaración me llamaré el INVESTIGADOR, que me encuentro actualmente o en el pasado adscrito al proyecto “FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE UN VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN A ELÉCTRICO”, desarrollado por el GRUPO DE AUTOMÁTICA Y DISEÑO A+D DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, en adelante LA UNIVERSIDAD, declaro que me obligo voluntaria y libremente a cumplir el presente compromiso de confidencialidad y de no reproducción, divulgación, comercialización o distribución de la información a la que legítimamente he tenido, tengo y tendré acceso con motivo de mi participación en el proyecto pero con obligación de confidencialidad, reserva, o secreto de acuerdo con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA. INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.** A efectos del compromiso contenido en el presente documento se tendrá por confidencial o reservada cualquier información que LA UNIVERSIDAD, a través de sus docentes, investigadores, representantes, subordinados, contratistas o contratantes y asociados declara poseer legítimamente relativa al proyecto “FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE UN VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN A ELÉCTRICO”, en adelante EL PROYECTO, e inclusive la concerniente a proyectos relacionados desarrollados conjuntamente, y que pueda usarse en alguna actividad investigativa, productiva, industrial o comercial, incluyendo aquella que pueda ser considerada como secreto INDUSTRIAL Y EMPRESARIAL de conformidad con lo dispuesto por el artículo 260 de la Decisión Andina 486 de 2000, así como la información que el yo desarrolle con motivo de mi participación en EL PROYECTO.

**Parágrafo.** La información de que se trata consiste de manera enunciativa en:

Lo relativo a creaciones objeto de derecho de autor, patentes, modelos, invenciones, know-how, procesos, información sobre actividades de investigación y desarrollo, detalles de diseño, detalles de materiales, mecanismos de búsqueda de documentos, manuales operativos o de funcionamiento, fórmulas, ingredientes y recetas, procesos, técnicas y conocimientos especializados en materia de fabricación y reparación, prototipos, productos terminados, información financiera, lista de clientes, inversionistas, empleados, relaciones de negocios y contractuales, pronósticos de negocios, planes de mercadeo y cualquier información revelada sobre terceras personas, aquella que como conjunto o por la configuración o estructuración exacta de sus componentes, no sea generalmente conocida entre los expertos en los campos correspondientes y la que no sea de fácil acceso. La información a la que se hace mención en la presente cláusula puede constar por escrito o ser expresada por cualquier medio conocido o por conocer.

**SEGUNDA. OBJETO.** El presente compromiso tiene por objeto mi reserva, confidencialidad y secreto sobre la Información que LA UNIVERSIDAD declara que tiene y posee, de carácter confidencial o reservada considerada como tal en la cláusula primera del presente compromiso que compartirán y la que el INVESTIGADOR desarrolle o la que surja con motivo de su participación en EL PROYECTO.

**TERCERA. OBLIGACIONES.** Mediante el presente acto declaro que me obligo **incondicionalmente** a mantener la reserva y a no enajenar, arrendar, prestar, grabar, negociar, revelar, publicar, enseñar, dar a conocer, transmitir o de alguna otra forma divulgar o proporcionar a cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, pública o privada, independiente de la forma en que sea transmitida, discutida o entregada, bien sea de manera oral, documental, en medios magnéticos, audiovisuales o bajo cualquier otra forma de expresión conocida o por conocer, aún cuando se trate de incluir o entregar en otros documentos como estudios, reportes, propuestas u ofertas, ni en todo ni en parte, por ningún motivo a terceras personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas o privadas, presentes o futuras, ni para provecho propio, independiente de la finalidad que se persiga; la información confidencial o reservada, inclusive secreto empresarial que me haya sido compartida en el pasado, presente o futuro, o del cual hubiere tenido conocimiento con ocasión de mi participación en EL PROYECTO , siempre que no haya sido autorizada previamente y por escrito por LA UNIVERSIDAD o su delegado.

Igualmente me obligo a proteger dicha **Información Confidencial** para evitar que sea conocida su existencia o contenido o que sea divulgada sin autorización de la parte a la que pertenece, comprometiéndome a adoptar las medidas necesarias para garantizar su confidencialidad.

Sin embargo, entiendo y acepto como confidenciales y por lo tanto sujetos a la presente obligación de reserva sin necesidad de ser advertido sobre su confidencialidad los siguientes tipos de documentos:

- 1) Planos esquemáticos desarrollados al interior del proyecto o de proyectos relacionados.
- 2) Diagramas de flujo desarrollados al interior del proyecto o de proyectos relacionados.
- 3) Software desarrollado al interior del proyecto o de proyectos relacionados.
- 4) Esquemas de trazado de circuito (PCB).
- 5) Los resultados de mi participación en el proyecto aun cuando LA UNIVERSIDAD los integre en otros documentos, propuestas, proyectos, etc,
- 6) Los documentos, sin importar su formato, que contengan planos, diagramas de flujo, esquemas, instrucciones de diseño, instrucciones de construcción, fórmulas, diseño de partes, diseño de estructuras y en general cualquier documento que contenga indicaciones sobre los componentes y construcción de prototipos.
- 7) Los ajustes, sugerencias, modificaciones o cambios que se hagan a estos resultados.
- 8) La existencia y el contenido del presente compromiso de confidencialidad.
- 9) El contenido de los convenios específicos que suscriba LA UNIVERSIDAD con terceros para vincularlos a este proyecto o a proyectos relacionados.
- 10) Los resultados de los proyectos que se realicen en desarrollo de los convenios específicos entre LA UPB y terceros relacionados con EL PROYECTO.
- 11) Información entregada por terceros bajo acuerdo, compromiso o advertencia de confidencialidad.
- 12) Información entregada por terceros bajo reserva por constituir secreto de Estado.
- 13) La información resultante del análisis de muestras de sustancias químicas, prototipos, artefactos y objetos en general desarrolladas al interior de LA UPB o proporcionadas por TERCEROS.

**PARÁGRAFO 1.** La reproducción de la que habla la presente cláusula comprende: escritura, sonido, almacenamiento en dispositivos de almacenamiento de datos, carga a internet, y en general todas las formas conocidas o por conocer de reproducción de la información.

**PARAGRAFO 2.** . En cumplimiento de la obligación de reserva me obligo a:

1. Utilizar la información suministrada por LA UNIVERSIDAD, SUS CONTRATISTAS O LOS TERCEROS CON QUIEN SE ASOCIE PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO para fines estrictamente relacionados con el desarrollo de mi participación en EL PROYECTO; me obligo además, a utilizar todos los medios a mi alcance, para garantizar la más estricta confidencialidad respecto de dicha información, y a advertir de dicho deber de confidencialidad y reserva a cualquier persona que por su relación conmigo, deba tener acceso a dicha información para el correcto cumplimiento de sus obligaciones dentro del PROYECTO.
2. En caso de que deba revelar la información a terceros autorizados por LA UNIVERSIDAD, SUS CONTRATISTAS O LOS TERCEROS CON QUIEN SE ASOCIE PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO, me obligo a revelar SOLAMENTE la parte de la información que requieran para el desarrollo de su actividad.
3. Abstenerme de reproducir, modificar, hacer pública o divulgar a terceros **la información confidencial, reservada o secreta objeto del presente acto** presente compromiso, sin previa autorización escrita y expresa del DIRECTOR DEL PROYECTO nombrado por la UNIVERSIDAD.
4. Devolver al LA UNIVERSIDAD, al finalizar mis actividades dentro del proyecto, toda la información que haga parte del presente compromiso, sin importar el tipo de soporte en que se encuentre, y que tenga en mi poder. Igualmente me obligo a abstenerme de almacenar dicha información en dispositivos de almacenamiento de datos o cualquier forma de reproducción para mi uso personal o profesional por fuera de LA UNIVERSIDAD o la sede que esta determine para el desarrollo del proyecto una vez terminada mi vinculación con el(los) proyecto(s).
5. Manifiestarle inmediatamente al director del PROYECTO, mediante comunicación escrita, cuando tenga conocimiento de que la información que se me entrega o desarrollo con carácter confidencial y reservado se identifica como de dominio público o tengo conocimiento previo de esta.

**PARÁGRAFO 3.** Excepciones. Se exceptúa del presente compromiso la información confidencial o reservada que haya de divulgarse por orden de autoridad competente. En caso tal me obligo a avisarle al director del PROYECTO o su delegado de dicha situación de forma escrita y a advertir a dicha autoridad el carácter reservado, secreto, confidencial y sensible de la información solicitada.

**CUARTA: SANCIÓN POR INCUMPLIMIENTO.** Entiendo y acepto que la información objeto de este compromiso constituye secreto empresarial de la UNIVERSIDAD O SUS ASOCIADOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO porque constituye en conocimiento que versa sobre cosas, procedimientos, hechos o actividades y cuestiones similares, tiene carácter reservado o privado porque LA UNIVERSIDAD ha optado por no hacerlo accesible a terceros, recae sobre procedimientos y experiencias comerciales, industriales, investigativas, productivas y está relacionado con la actividad de LA UNIVERSIDAD O SUS CONTRATISTAS O ASOCIADOS o su parte organizativa, además LA UNIVERSIDAD tiene la voluntad y el interés consciente de mantenerlo secreto ya que la información tiene un valor comercial efectivo o potencial y en todo caso se trata de información confidencial de carácter sensible por su valor estratégico; y que para LA UNIVERSIDAD, sus contratistas o contratantes y asociados se presenta un riesgo de detrimento patrimonial con el uso, la divulgación o comercialización que yo pueda realizar indebidamente, es por esto que desde ahora me obligo resarcir plenamente los perjuicios por daño emergente y lucro cesante que llegare a ocasionar la violación de cualquiera de las obligaciones

contenidas en el presente acto, ya sea de forma dolosa o por mera negligencia. En caso de incumplimiento de alguna de las obligaciones adquiridas por medio del presente compromiso de confidencialidad, me obligo a pagar LA UNIVERSIDAD la suma de treinta (30) smlmv, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones adquiridas y del pago de los perjuicios que llegaren a demostrarse ante la jurisdicción civil, penal y administrativa. Lo estipulado aquí presta mérito ejecutivo y podrá ser cobrado por LA UNIVERSIDAD, sus cesionarios o sucesores.

Igualmente admito que el pago de la suma establecida en esta cláusula no extingue la obligación principal de mantener la reserva sobre la información.

**QUINTA. DURACIÓN.** Las obligaciones derivadas del presente acto tendrán vigencia mientras la información objeto del mismo permanezca como secreta, confidencial o reservada.

**SEXTA.** Declaro que me obligo de forma libre y espontánea y que por lo tanto el presente acto no constituye en ningún momento una manifestación de subordinación.

**SÉPTIMA. PERFECCIONAMIENTO Y VIGENCIA.** Este acto se entiende perfeccionado con la firma del mismo y en consecuencia, la obligación de guardar reserva y confidencialidad se mantendrá mientras la información conserve el carácter tal carácter con independencia de la relación tenga o pueda tener con la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA Y/O SUS ASOCIADOS O COMPETIDORES.

En señal de expreso compromiso y aceptación de los términos recogidos en el presente documento, lo firma EL INVESTIGADOR, en la ciudad de Medellín, a los 22 días del mes de mayo del año 2012.

  
DIEGO SEBASTIÁN ACOSTA PABÓN  
C.C. 1128437393  
INVESTIGADOR