

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DE FALLAS PARA UN
MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA, DE INYECCIÓN
ELECTRÓNICA, CON FINES DIDÁCTICOS**

**DIMAS FELIPE DOMICO QUIROZ
ANTONIO JOSE PALACIO SALDARRIAGA
JAWERD ARBEY VALLEJO CADAVID**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ
MEDELLÍN
2012**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DE FALLAS PARA UN
MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA, DE INYECCIÓN
ELECTRÓNICA, CON FINES DIDÁCTICOS**

**DIMAS FELIPE DOMICO QUIROZ
ANTONIO JOSE PALACIO SALDARRIAGA
JAWERD ARBEY VALLEJO CADAVID**

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz

**Asesor
MAURICIO VELÁSQUEZ MONTOYA
Ingeniero de Control**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ
MEDELLÍN
2012**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. REFERENTES TEÓRICOS	12
4.1 EL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	12
4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	13
4.2.1 Por su aplicación	13
4.2.1.1 Vehicular	13
4.2.1.2 Naval	13
4.2.1.3 Industriales y de construcción	13
4.2.1.4 De uso agrícola	13
4.2.1.5 De uso en equipos estacionarios	13
4.2.2 Por la disposición de los cilindros	13
4.2.2.1 Vertical y en línea	14
4.2.2.2 En "V"	14
4.2.2.3 Horizontal	14
4.2.2.4 De cilindros radiales	15
4.2.2.5 De pistones opuestos	15
4.2.3 Clasificación de los motores por el ciclo de funcionamiento	16

4.2.3.1 Motor de dos tiempos	16
4.2.3.2 Motor de cuatro tiempos	17
4.2.4 Clasificación de los motores de acuerdo con la inyección	19
4.2.4.1 Motores de inyección directa	19
4.2.4.2 Motores de inyección indirecta	20
4.2.5 Clasificación de los motores por la disposición de las válvulas	20
4.2.6 Clasificación por el tipo de combustible utilizado	21
4.2.7 Clasificación por el número de cilindros	21
4.2.8 Clasificación por el sistema de enfriamiento	21
4.2.8.1 Enfriados por agua	21
4.2.8.2 Enfriados por aire	22
4.2.9 Clasificación por sistema de admisión de aire	22
4.2.9.1 Aspiración natural	22
4.2.9.2 Motores sobrealimentados	22
4.3 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL MOTOR	22
4.3.1 Elementos fijos o estáticos	23
4.3.1.1 El cárter	23
4.3.1.2 El Cilindro	24
4.3.1.3 La Culata	25
4.3.2 Elementos móviles o dinámicos	26
4.3.2.1 El Pistón	26
4.3.2.2 Anillos de Pistón	26
4.3.2.3 Pasador o Bulón	27
4.3.2.4 Biela	28
4.3.2.5 Cigüeñal	28
4.3.2.6. Volante Motor	28
4.3.2.7 Damper	29
4.4 EL CONTROL ELECTRÓNICO DEL MOTOR EN LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	29
4.4.1 Función	29

4.4.2 Componentes principales del sistema de inyección electrónica	30
4.4.2.1 Sensores	30
4.4.2.2 Actuadores	32
4.5 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECM)	33
5. METODOLOGÍA	34
6. DESARROLLO DEL TRABAJO	36
6.1 ANÁLISIS DEL MOTOR ENTREGADO	37
6.2 ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE FALLAS Y SU CONEXIÓN AL MOTOR	43
6.3 PLANOS ELÉCTRICOS Y GUÍA DE FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO DE FALLAS	44
6.3.1 Plano eléctrico del motor	44
6.3.1.1 Identificación puntos del plano	46
6.3.2 Guía de funcionamiento del equipo	46
6.3.2.1 Recomendaciones y verificaciones	47
6.3.2.2 Precauciones	47
6.3.2.3 Manual de operación del equipo	48
6.4 GUÍA DE PRÁCTICAS	49
6.5 PRACTICAS IMPLEMENTADAS	50
7. RECURSOS	52
7.1 RECURSOS HUMANOS	52
7.2 RECURSOS TÉCNICOS	52
8. CONCLUSIONES	53
9. RECOMENDACIONES	55

10. ANEXOS	56
10.1. MODULO DE CONTROL ELECTRÓNICO	56
10.2 PLANO ELÉCTRICO DEL ECM	57
BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Motor vertical y en línea	14
Figura 2. Motor en V	14
Figura 3. Motor Horizontal	15
Figura 4. Motor Radial	15
Figura 5. Motor de pistones opuestos	16
Figura 6. Motor de dos tiempos	16
Figura 7. Motor de cuatro tiempos	17
Figura 8. Inyección directa	20
Figura 9. Inyección indirecta	20
Figura 10. Modulo de control electronico	33
Figura 11. Plano eléctrico del ECM	44

INTRODUCCIÓN

Una de las formas más eficientes de aprender, es aquella en la cual se nos brinda la oportunidad de poner en práctica la formación teórica adquirida. La posibilidad de dar forma y función a un mecanismo a partir de unos conocimientos previos es siempre gratificante para quienes consideramos la mecánica como una de las de las ciencias que más ha aportado en el avance de la humanidad.

Es debido a su importancia que se procedió a la ejecución de un mecanismo que permitiese la demostración de cuan sincronizado y perfecto es el funcionamiento de un motor a gasolina cuya inyección se hace electrónicamente, en este equipo se puede identificar e individualizar el trabajo que realizan cada uno de los sensores y actuadores con que el motor viene dotado y de esta forma se entenderá mucho mejor el equipo en su conjunto.

La herramienta que nos hemos propuesto diseñar e implementar posibilitará a alumnos y profesores obtener de primera mano información valiosa, pues permitirá visualizar el efecto que se suscita en el motor una vez generada una falla en su sistema electrónico por medio de los controles ubicados en el tablero que para tal efecto ha sido diseñado.

El beneficio que este mecanismo nos proporciona es de incalculable valor ya que nos permite interactuar directamente con él, lo que redundará en una comprensión detallada del funcionamiento del sistema electrónico en un motor de combustión interna a gasolina. Su funcionabilidad como material didáctico está garantizada, una vez que las posibilidades de simular diferentes fallas en el motor permiten obtener información que tanto alumnos como docentes podrán analizar e interpretar de una manera más precisa y oportuna.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Es de general conocimiento que las ayudas didácticas son una herramienta valiosa al momento de llevar a la práctica una teoría que se ha impartido respecto a un tema en particular, pues permite que los alumnos visualicen, experimenten y saquen sus propias conclusiones acerca de la práctica realizada.

En la mecánica como en otras áreas, una teoría que no se lleve a la práctica y afiance con una demostración tangible y funcional corre el riesgo de caer en el olvido o desuso, por tanto es imprescindible la implementación de estos equipos en laboratorios y aulas con el fin de optimizar la educación impartida.

Un beneficio adicional que nos reporta la posibilidad de hacer prácticas es que dinamiza la clase, permite interactuar al alumno directamente con el mecanismo en mención haciendo que sea una experiencia productiva y amena.

La falta de material didáctico adecuado genera deficiencia e imprecisión situaciones estas que obstaculizan el correcto desempeño tanto a los docentes como a los alumnos para el cumplimiento de los logros propuestos.

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo está encaminado a hacer un aporte significativo en la búsqueda de la solución a la problemática generada por la falta de dichas herramientas didácticas.

Con el diseño e implementación de un tablero de fallas adosado a un motor de combustión interna a gasolina de inyección electrónica, se pretende dotar el taller de autotronica con una herramienta útil, versátil y funcional al momento de hacer demostraciones prácticas a los estudiantes, facilitando así el proceso de aprendizaje.

Esta herramienta permitirá al docente ilustrar a los estudiantes a cerca de algunas de las posibles fallas que en un motor se puedan presentar, ejercicio este que dará como resultado una comprensión detallada del asunto en cuestión.

Asumimos este compromiso pensando en la comunidad estudiantil venidera, en el beneficio que este equipo les proporcionara al momento de hacer las prácticas de laboratorio.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un tablero de fallas para un motor de combustión interna a gasolina de inyección electrónica, mediante el salvamento de un motor ya existente en el laboratorio de la institución, al cual se le adicionara el dispositivo mencionado, todo esto con fines didácticos

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el estado del equipo entregado por el Tecnológico Pascual Bravo I.U. y su pertinencia para el diseño del tablero de fallas.
- Seleccionar los elementos necesarios para el diseño y construcción del tablero de fallas y su conexión al motor.
- Elaborar los planos eléctricos y diseñar una guía de funcionamiento del tablero de fallas.
- Elaborar una guía de prácticas.
- Implementar las prácticas.

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1 EL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

El motor de combustión interna es el encargado de transformar la energía térmica que le proporciona un combustible (gas-oil, gasolina, etc.), en energía mecánica que posteriormente utilizara para realizar un trabajo (desplazarse, generar energía, etc.), y por la transformación del movimiento rectilíneo alternativo del pistón en movimiento circular del cigüeñal.

Estos motores se llaman de combustión interna por que realizan su trabajo en el interior de una cámara cerrada mediante la aportación de calor producido al quemarse el combustible. En este caso, la presión de los gases de la combustión y el calor generado en su interior, provocan el movimiento de un mecanismo que se aprovechara como fuente de energía.

Este principio utilizado desde ya hace muchos años, continua siendo el mismo en la actualidad, aunque lógicamente mucho más avanzado en cuanto a diseño y tecnología.

El motor de un automóvil está constituido por varios cilindros, dentro de los cuales se realiza la explosión de la mezcla de aire y gasolina que proporciona el carburador, o un sistema de inyección electromecánica y cuya enorme fuerza expansiva se convierte en energía mecánica por el mecanismo clásico de biela y manivela.

4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

4.2.1 Por su aplicación

4.2.1.1 Vehicular

Son los motores que se encuentran instalados en vehículos automotores.

4.2.1.2 Naval.

Son aquellos utilizados para dar impulso a embarcaciones de mar y de río.

4.2.1.3 Industriales y de construcción

Son aquellos instalados en montacargas, dragas, tractores de oruga, motoniveladoras, volquetas de gran capacidad y cargadores.

4.2.1.4 De uso agrícola

Son aquellos que se instalan en tractores.

4.2.1.5 De uso en equipos estacionarios

Como grupos electrógenos para generación de corriente, motobombas para impulsar agua, petróleo u otro líquido, equipos de soldadura, compresores de aire para la utilización de equipos neumáticos.

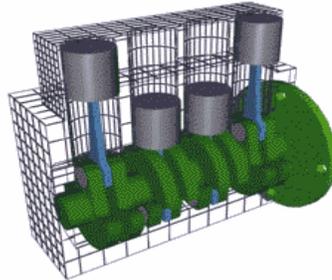
4.2.2 Por la disposición de los cilindros

Otra forma de clasificar los motores para su identificación es por la disposición de los cilindros.

4.2.2.1 Vertical y en línea

La más popular es la colocación de los cilindros verticalmente y en línea ubicados uno detrás del otro.

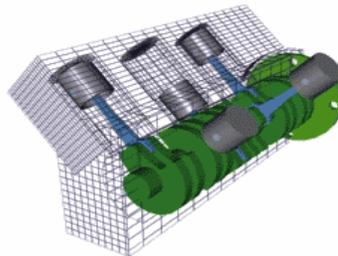
Figura 1. Motor vertical y en línea



4.2.2.2 En "V"

En estos los cilindros están dispuestos en un bloque formando un determinado ángulo, con esta disposición se logra disminuir la disposición del motor.

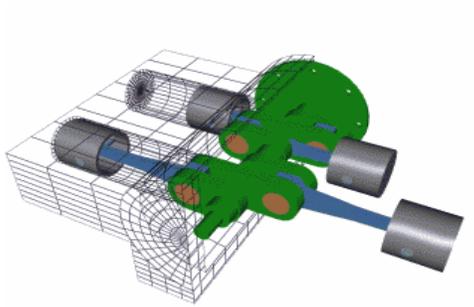
Figura 2. Motor en V



4.2.2.3 Horizontal

Cuando el movimiento de los pistones se hace en sentido horizontal.

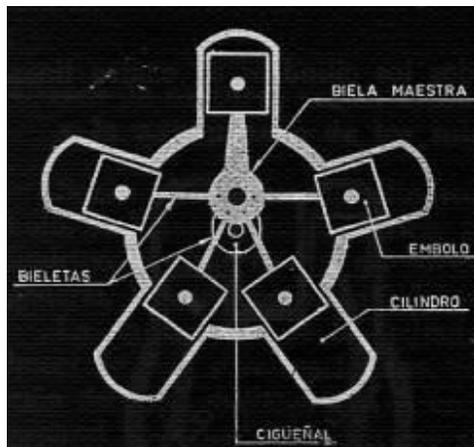
Figura 3. Motor Horizontal



4.2.2.4 De cilindros radiales

Son aquellos motores en los cuales los cilindros están dispuestos en forma de estrella.

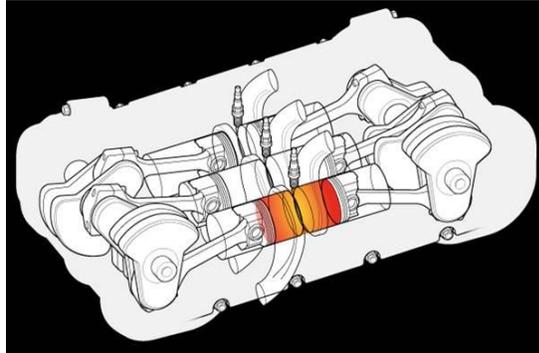
Figura 4. Motor Radial



4.2.2.5 De pistones opuestos

Es el que tiene dos pistones opuestos uno al otro en el mismo cilindro y conectados a un cigüeñal diferente cada biela del pistón.

Figura 5. Motor de pistones opuestos



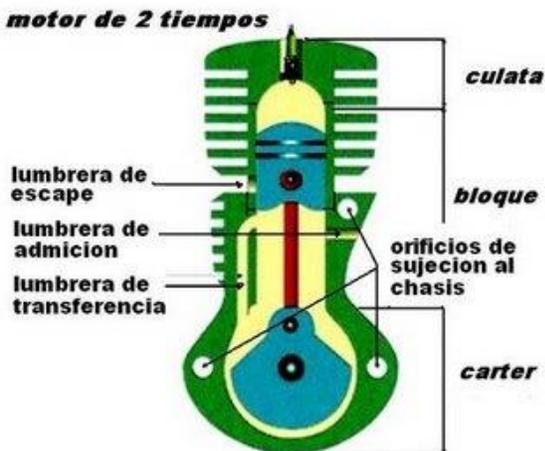
4.2.3 Clasificación de los motores por el ciclo de funcionamiento

Otra forma de clasificar los motores es por el ciclo de funcionamiento del motor.

4.2.3.1 Motor de dos tiempos

En los motores de dos tiempos a gasolina no hay válvulas de admisión si no lumbreras en la parte media del cilindro. Otros la admisión la hacen por lumbreras en el cilindro y el escape por válvulas en la culata.

Figura 6. Motor de dos tiempos

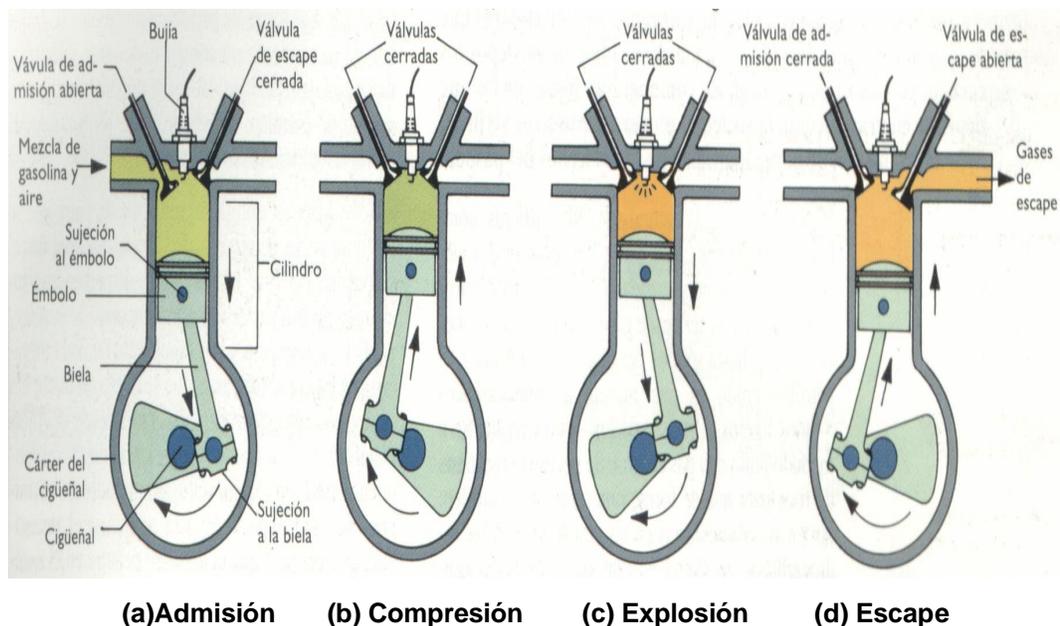


4.2.3.2 Motor de cuatro tiempos

Es aquel que requiere que se hagan tres tiempos de preámbulo para un ciclo efectivo de trabajo o fuerza, esto es efectuado cuando el cigüeñal ha girado 720° , para ser más precisos podemos citar a Arias Paz en su libro Manual del Automóvil (página 18 y ss), cuando indica: "Para explicar el funcionamiento del motor, se supone que está ya girando, bien en régimen normal o bien porque se le obliga a girar con el arranque eléctrico.

Para que el motor funcione por sí solo es necesario que el pistón haga cuatro recorridos: dos de arriba abajo y dos de abajo arriba; en cada uno de ellos ocurre en el interior del cilindro una operación distinta, y por ello se llama *Ciclo de cuatro tiempos o de Otto*, que fue su realizador.

Figura 7. Motor de cuatro tiempos



a) PRIMER TIEMPO: Admisión

El pistón está en el p.m.s.y empieza a descender; en este instante se abre la válvula de admisión y los gases que existen en la tubería de admisión (la mezcla de aire y gasolina suministrada por el carburador) son aspirados por el pistón que descende, y van llenando el cilindro. Cuando el émbolo llega al p.m.i. se cierra la válvula de admisión. En el tiempo de admisión el pistón ha bajado del p.m.s. al inferior y el cigüeñal ha dado media vuelta.”

b) SEGUNDO TIEMPO: Compresión.

El pistón sube desde el p.m.i. al superior, y las dos válvulas se encuentran cerradas. Los gases que llenaban el cilindro van ocupando un espacio cada vez más reducido, comprimiéndose hasta llenar solamente el que queda entre la cara superior del pistón en su p.m.s. y el fondo del cilindro. Este espacio se llama *Cámara de compresión o de explosión.*

Durante la compresión, el pistón ha subido del p.m.i. al superior, y el cigüeñal ha dado otra media vuelta. Por haberse comprimido la mezcla, cuando ocupa la cámara de compresión está más caliente que al entrar en el cilindro (mejorando así su combustión), y también están más unidas las moléculas de aire y gasolina. El tiempo de compresión ha servido, pues, para preparar la mezcla en las mejores condiciones para la explosión que va a realizarse inmediatamente.

c) TERCER TIEMPO: Explosión

En el momento que los gases se encuentran fuertemente comprimidos en la cámara de explosión, salta en la bujía la chispa que los inflama; la fuerza de la explosión lanza el pistón del p.m.s. al p.m.i., transmitiéndose por la biela un fuerte impulso al cigüeñal, que a su vez recibe el volante, empleándolo este último como

fuerza almacenada para realizar los otros tres tiempos (escape, admisión y compresión). Durante la carrera del émbolo en la explosión, las dos válvulas han permanecido cerradas y el cigüeñal efectúa una tercera media vuelta, realizando un trabajo.

d) CUARTO TIEMPO: Escape

Al iniciarse este tiempo, el pistón está en su p.m.i.; la válvula de escape se abre, y el pistón, al subir, empuja los gases y residuos de la combustión, expulsándolos al exterior por la tubería de escape para permitir la renovación del ciclo. Cuando el émbolo alcanza el p.m.s., la válvula de escape se cierra.

En la carrera del pistón durante el escape, del p.m.i. al superior, el cigüeñal gira otra media vuelta. Cuando el pistón empieza a bajar de nuevo desde el p.m.s., se abre la válvula de admisión y se repiten todas las fases anteriores en la misma forma y en el mismo orden, mientras el motor está funcionando; el conjunto de las cuatro operaciones distintas (admisión, compresión, explosión y escape) se denomina *Ciclo de cuatro tiempos*. Como a cada tiempo del motor corresponde media vuelta del cigüeñal, el ciclo se realiza en cuatro medias vueltas, o sea en dos vueltas completas del cigüeñal” (Arias Paz, 18 y ss)

4.2.4 Clasificación de los motores de acuerdo con la inyección

Puede clasificarse los motores de acuerdo a la inyección según los siguientes tipos:

4.2.4.1 Motores de inyección directa

Son aquellos motores en los cuales la inyección de combustible se hace directamente en la cámara de combustión que puede ser sin turbulencia y con turbulencia.

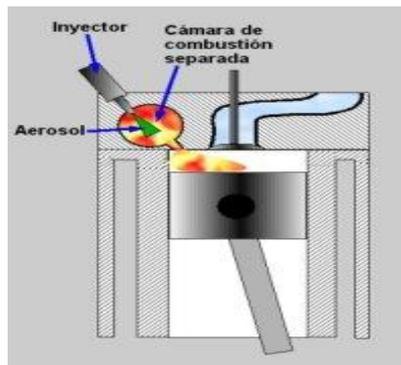
Figura 8. Inyección directa



4.2.4.2 Motores de inyección indirecta

Motores con precamaras o antecámaras de combustión en las cuales se hace la inyección en una precámara anterior a la cámara de combustión, o en el múltiple de admisión.

Figura 9. Inyección indirecta



4.2.5 Clasificación de los motores por la disposición de las válvulas

Los motores también se clasifican por la forma en que llevan dispuestas las válvulas de admisión y escape, estas pueden ir en el bloque de cilindros o en la culata. Las formas más corrientes de disponerlas son: I, H, L, F.

4.2.6 Clasificación por el tipo de combustible utilizado

Los motores se clasifican por el tipo de combustible utilizado en la combustión, los más comunes son:

- De gasolina
- De gas natural
- De gasoil (A.C.P.M. o Diesel)
- De gas propano (L.P.G)

El funcionamiento de estos motores es similar, diferenciándose únicamente en la forma en que son alimentados según el combustible, y la forma de su encendido. La maquinaria pesada generalmente está equipada con motores diesel.

4.2.7 Clasificación por el número de cilindros

También pueden clasificarse los motores por el número de cilindros así:

- Monocilíndrico (aquellos motores que tienen un solo cilindro)
- Policilíndrico (cuando el motor tiene varios cilindros)

4.2.8 Clasificación por el sistema de enfriamiento

También pueden clasificarse los motores por el sistema de refrigeración utilizado, para mantener la temperatura ideal de funcionamiento del motor.

4.2.8.1 Enfriados por agua

Es el motor que tiene sistema de enfriamiento a base de agua y aire es por este medio que irradia el calor generado.

4.2.8.2 Enfriados por aire

Es el motor que irradia el calor generado por la combustión con la ayuda de una corriente de aire producida por una turbina.

Este aire circula a través de espacios construidos en las partes del motor que están sometidas a mayores temperaturas.

4.2.9 Clasificación por sistema de admisión de aire

Otra forma de clasificar los motores es con relación al sistema de entrada de aire al cilindro teniendo dos grupos a saber.

4.2.9.1 Aspiración natural

Es el que lleva a los cilindros el aire aspirado a los pistones sin ninguna ayuda.

4.2.9.2 Motores sobrealimentados

Son aquellos en los cuales el aire que llena los cilindros del motor es forzado por un dispositivo que puede ser un turbocargador o un soplador.

4.3 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL MOTOR

A continuación vamos a conocer las partes principales de un motor básico, es decir, las que son comunes a los motores de combustión interna, y para mayor claridad podemos referirnos al concepto que Arias Paz en su libro Manual del automóvil tiene de esto:

“En un motor de automóvil, se pueden distinguir, para su estudio, los elementos fijos o estáticos necesarios para su funcionamiento (cárter, cilindros, culata y colectores), y los elementos móviles o dinámicos, que durante el funcionamiento del mismo están sometidos a altas temperaturas y grandes esfuerzos (pistón, biela, cigüeñal, volante motor y dámper)”¹.

4.3.1 Elementos fijos o estáticos

4.3.1.1 El cárter

El cárter, también llamado *bloque motor o bloque de cilindros*, sirve de apoyo a los cilindros y encierra los demás órganos del motor, a los que protege del polvo y del agua, uniéndose al bastidor del automóvil por tres o cuatro puntos. Está dividido en dos partes: *cárter superior o de bancada*, y *cárter inferior*, que se unen a la altura del cigüeñal.

El cárter inferior que sirve de depósito de aceite y en él se aloja la bomba de engrase, es una pieza montada con una junta de estanquidad que sufre pequeños esfuerzos, y en muchos motores se hace de palastro estampado (hojas de acero a las que se da forma por medio de potentes prensas); además de un orificio para medir el nivel del lubricante y de los tapones de vaciado, va provisto de un respiradero que lo pone en comunicación con el aire libre.

El cárter superior que recibe por su parte alta a la culata, forma casi siempre cuerpo con los cilindros, fundiéndose en una pieza con el bloque. Lleva los cojinetes de apoyo del cigüeñal, que queda colgado de aquél y es la pieza por donde se apoyan las patillas al conjunto motor (planta motriz) en el bastidor del vehículo.

¹ ARIAS PAZ, Manuel. Manual Del Automóvil. 52. ed. Madrid: Dossat, 2000.

El bloque del motor debe de:

- Ser rígido para soportar los esfuerzos originados por la combustión.
- Permitir evacuar, por conducción parte del calor originado por la misma.
- Resistir a la corrosión del líquido de refrigeración, cuando no se ha utilizado este sistema.

Los materiales más utilizados son la fundición, que ofrece gran rigidez y resistencia al desgaste, y la aleación de aluminio, que posee buena conducción térmica y pesa menos que el de fundición.

En la parte delantera del motor, y unido al cárter principal, va, generalmente, un pequeño cárter de mando para los engranajes de la distribución y de los órganos auxiliares.

4.3.1.2 El Cilindro

Consta de dos partes: cuerpo, de forma cilíndrica y culata. Sus dimensiones vienen determinadas en función de las características del motor: número de cilindros, potencia y velocidad de régimen.

En su interior tiene lugar la explosión de la mezcla, y dentro de él se desliza el pistón en su movimiento alternativo entre el p.m.s. y el p.m.i., por lo que las paredes del cilindro están cuidadosamente pulimentadas.

Con objeto de atenuar el desgaste, en algunos motores se croman (baño de revestimiento de metal cromo) las paredes altas de los cilindros, o sea el tercio superior, aumentando la dureza y la resistencia a la corrosión debida a los ácidos formados en la combustión.

La parte alta del cilindro (cámara de explosión) se comunica con la admisión y el escape mediante las correspondientes válvulas. La bujía se coloca generalmente cerca de la admisión o en el centro.

4.3.1.3 La Culata

La culata puede tener diversas formas según la concepción del motor, recubriendo un cilindro, un grupo de cilindros, o bien todos los cilindros del motor. Es casi siempre desmontable, en cuyo caso se fija, por medio de espárragos con tuercas, al plano superior del bloque.

Entre sus características cabe destacar que ha de ser resistente a la presión de los gases, poseer buena conductividad térmica, ser resistente a la corrosión, tener un coeficiente de dilatación idéntico al del bloque de cilindros, presentar unas paredes de la cámara de combustión sin irregularidades ni salientes, para evitar los puntos calientes y los riesgos de auto-encendido, y tener los conductos de admisión y escape cortos y lisos para no frenar el paso de los gases.

En la culata se instalan las válvulas de admisión y escape así como los elementos de encendido o inyección en su caso.

La culata y bloque deben formar un conjunto estanco para evitar el paso del agua de refrigeración al aceite o viceversa, y para ello la primera ha de ser totalmente plana, con un alabeo máximo de 0,05 mm.” (Arias Paz, página 20 y ss.).

Para asegurar dicha estanqueidad se interpone entre ambos elementos se interpone un empaque o junta de culata de materiales que resistan presión y temperatura de tal modo que haga impermeable la unión. Un empaque de culata defectuoso dará como resultado fuga de gases y la contaminación de refrigerante con aceite debido a la conexión errónea existente por la falla del empaque.

4.3.2 Elementos móviles o dinámicos

4.3.2.1 El Pistón

Es una pieza cilíndrica que se aloja dentro de las camisas y se unen con un pasador a la biela. En el pistón van alojados los anillos para hacer el sello del cilindro. Está compuesto de:

- Cabeza que es la parte superior del pistón la cual recibe la fuerza de la combustión. Las cabezas son de formas variadas: planas, cóncavas, convexas, con deflector, etc. Los pistones con cabeza de aluminio cuentan con refuerzos de acero donde se proyecta la inyección evitando la erosión y ofrece un punto de incandescencia para disminuir el retardo a la inflamación.
- Falda, es la parte del pistón que queda por debajo del pasador y en la cual pueden hallarse los anillos de lubricación y las ranuras de dilatación. En los pistones es común la aplicación de una protección superficial en la falda para facilitar el deslizamiento y evitar su frenado en caso de fallas en la lubricación. Esta protección consta de una capa de metales antifricción como plomo, cadmio, zinc o estaño, aplicados mediante el procedimiento de galvano plastia. Los pistones para motores rápidos se fabrican en aluminio, y en hierro para motores lentos de gran potencia.

4.3.2.2 Anillos de Pistón

Entre el cilindro y el pistón debe existir una tolerancia que le permita a este último trabajar libremente a pesar de la dilatación ocasionada por las altas temperaturas que alcanza el motor durante su funcionamiento. Aun existiendo esta tolerancia debe garantizarse un sello hermético, que se logra por intermedio de los anillos del pistón.

Existen dos clases de anillos:

- De compresión: Son aquellos destinados a evitar el escape de los gases hacia la parte inferior del pistón. Al primero de ellos se le denomina de fuego, por recibir la llama directa de la combustión, siendo por lo general cromado con base de hierro fundido. Más abajo del anillo de fuego encontramos uno o dos anillos más destinados a hacer el sello hermético entre el pistón y el cilindro. La razón de que en el pistón haya varios anillos de compresión es que los gases se escapen por la unión de sus extremos; este escape es controlado por otro anillo y así uno tras otro.
- De lubricación: los anillos de lubricación deben controlar el aceite de forma que impregnen las paredes del cilindro con el aceite que llega por los orificios del pistón y de los mismos anillos en su carrera ascendente y por el salpique efectuado por el cigüeñal.

Al descender barren el aceite que sobra evitando que suba a la cámara y se quemé. Los anillos de lubricación van montados en la falda del pistón y algunas veces arriba y abajo del pasador.

4.3.2.3 Pasador o Bulón

Es un eje que une el pistón con el pie de la biela, regularmente está fabricado en acero templado y endurecido superficialmente. Para evitar que el bulón o pasador se desplace axialmente rayando la camisa se usan diferentes sistemas de fijación tales como: prisionero, anillos o pines, o tapas antifricción, que al frotar la camisa no le causan daño alguno. El pasador se lubrica por el aceite que le llega a presión por un conducto interno a lo largo de la biela.

4.3.2.4 Biela

Son unas barras o brazos de acero forjado lo suficientemente robustas como para transmitir al cigüeñal la fuerza de empuje del pistón pero a su vez sin excederse en peso. La biela consta de las siguientes partes: pie, orificio para el bulón o pasador, vástago o cuerpo, cabeza, tornillos de fijación, orificio para el muñón del cigüeñal.

La biela, por su pie, va acoplada al pistón por intermedio del bulón, mientras que en su cabeza recibe el muñón del cigüeñal. La cabeza de la biela tiene una tapa para facilitar la instalación del cojinete y permitir su acople al cigüeñal; la tapa se sujeta con dos tornillos de acero especial que, apretados al torque establecido por el fabricante, permiten soportar los grandes esfuerzos a que está sometido.

4.3.2.5 Cigüeñal

Es un eje acodado que aplica el principio del mecanismo biela-manivela transformando el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme y viceversa.

4.3.2.6. Volante Motor

Es la pieza encargada de almacenar la energía durante el tiempo en que desarrolla el impulso motor (explosión) y la restituye para el resto del ciclo. El volante motor es una masa de inercia que equilibra el giro del cigüeñal. Para una misma cilindrada, la masa es tanto más grande cuantos menos cilindros tenga. En él se monta el embrague y la corona de arranque.

Esta construido en acero o fundición y ha de estar perfectamente equilibrado junto con el cigüeñal. Se dice que está equilibrado porque la masa que lo compone esta uniformemente repartida alrededor de su eje de rotación.

4.3.2.7 Damper

El amortiguador de vibraciones, de torsión o de cigüeñal (en inglés damper), tiene como misión atenuar las vibraciones que se producen en la polea del cigüeñal, por causa de los esfuerzos de torsión y flexión a que está sometido, para que no se transmitan a la correa o cadena de la distribución. Estas torsiones y flexiones se producen debido a la fuerza de las explosiones y por las inercias que tiene que soportar el cigüeñal, por el movimiento que recibe de los pistones a través de las bielas, ya que este movimiento varía con las revoluciones y la carga del motor.

El elemento se compone de tres partes, la polea del cigüeñal, un disco amortiguador que lleva unos muelles sujetos a una placa y por último un disco de fricción. El disco de fricción va unido a la polea, y es oprimido por el disco amortiguador. Entre la polea y el disco existe un cojinete de fricción para el desplazamiento entre ambas. Y la polea une todo el conjunto por medio de unos tornillos que se sujetan a la placa del disco amortiguador y que pasan por los orificios dispuestos en el disco amortiguador.

4.4 EL CONTROL ELECTRÓNICO DEL MOTOR EN LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

4.4.1 Función

La función de este sistema es la de suministrar combustible a la presión requerida para su completa pulverización, y en la cantidad adecuada para establecer con precisión la proporción de mezcla exacta según las condiciones atmosféricas y modos de funcionamiento del motor. La pulverización se logra con el control mecánico de la presión, y la cantidad de combustible o dosificación es establecida por el módulo de control con base en la información de los sensores, para obtener como respuesta el tiempo en que el inyector debe permanecer abierto.

4.4.2 Componentes principales del sistema de inyección electrónica

4.4.2.1 Sensores

Son dispositivos que miden condiciones atmosféricas y condiciones de funcionamiento del motor, están encargados de suministrar esta información al computador del vehículo.

Principales sensores:

- **CKP:** Sensor de la posición del cigüeñal, proporciona una señal de sincronización del encendido a la computadora basándose en la posición del cigüeñal. Este sensor lee la señal de sincronización del encendido directamente del cigüeñal o del Damper y no del distribuidor. Este diseño logra que se eliminaran las variaciones del encendido debidas al estiramiento de la cadena de repartición o al juego por desgaste del distribuidor.
- **VSS:** Sensor de velocidad del vehículo. Es un sensor tipo captador magnético o generador de impulsos. El ECM recibe información sobre la velocidad del vehículo a través del sensor VSS, el cual consta de un imán permanente y un bobinado que va montado en la caja o en el transeje. El generador de impulsos comienza a emitir señal cuando las ruedas giran sobre 5 Km/H. Las funciones del sensor VSS son: controlar la velocidad del vehículo, los cambios en el convertidor de torsión, proporcionar información para la activación de varios componentes del sistema de control de admisiones. En algunos vehículos para determinar la suavidad o dureza de la dirección hidráulica.

- **MAF:** Sensor del flujo de aire admitido. Mide e informa al módulo de control de motor de la cantidad real de moléculas de aire que entran al motor. Este tipo de sensor se encuentra basado en el principio de absorción de calor. Su principal función consiste en establecer una dosificación exacta del combustible, programar el avance de encendido y ejercer control sobre la velocidad de marcha mínima.
- **MAP:** Sensor de la presión del aire admitido. Reporta la carga del motor a la computadora, que usa la información para ajustar el avance de la chispa y el enriquecimiento de la mezcla aire combustible. El sensor MAP lee el vacío y la presión a través de una manguera conectada al múltiple de admisión. Un elemento de cerámica o Silicio sensible a la presión y un circuito electrónico en el sensor generan una señal de voltaje que cambia en proporción directa a la presión.
- **ECT:** Sensor de temperatura del refrigerante del motor. Determina la temperatura del refrigerante del motor para: corregir y ajustar la cantidad de combustible suministrada a la mezcla y corregir el tiempo de encendido.
- **TPS:** Sensor de la posición del acelerador. Determina la posición de la mariposa del acelerador de la siguiente forma: Informa de la posición del acelerador, con el sensor potenciómetro de la mariposa, para controlar la cantidad de combustible inyectado. Determina la velocidad de desplazamiento de la mariposa del acelerador e incrementa el caudal de salida en el inyector y los avances en el encendido. Determina la posición cero de la mariposa del acelerador, para las estrategias de marcha mínima.
- **EGO:** Sensor de oxígeno o sonda lambda, determina el contenido de oxígeno de los gases de escape para: establecer la riqueza o pobreza de la mezcla quemada para corregir la cantidad de combustible que suministran

los inyectores, además verifica la proporción de oxígeno para controlar la mezcla e incrementar la eficiencia del convertidor catalítico.

4.4.2.2 Actuadores

Son dispositivos capaces de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un trabajo automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

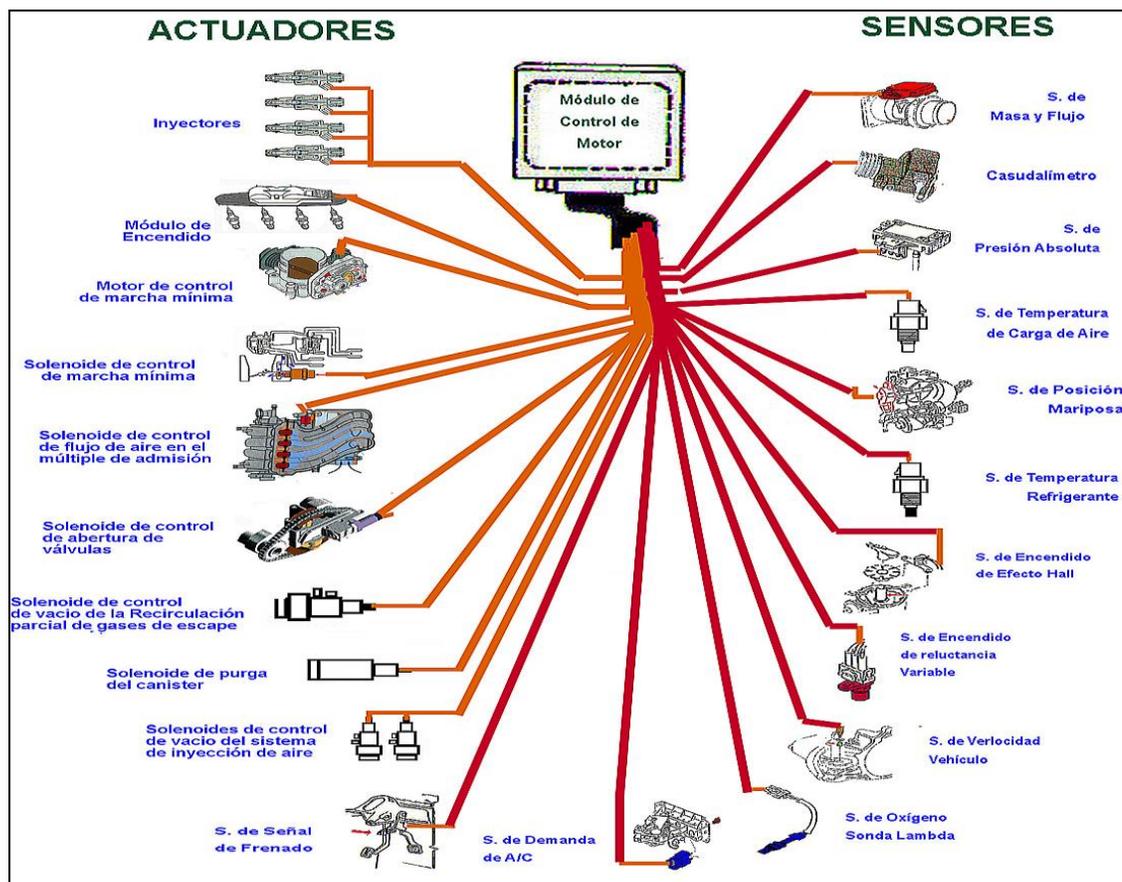
Principales actuadores:

- **Inyectores:** Son solenoides encargados de suministrar y dosificar el combustible a los cilindros.
- **Bomba de combustible:** Es la encargada de impulsar el combustible desde el depósito hasta el riel de inyectores.
- **Regulador de presión:** Encargado de mantener la presión diferencial constante a través de los inyectores en todo momento
- **IAC:** Válvula encargada del control de la marcha mínima.
- **Módulo de encendido:** Encargado de sincronizar el arco voltaico de las bujías

4.5 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECM)

Es una computadora compacta la cual es el centro de control del sistema de inyección de combustible. Recibe información de varios sensores e interruptores que monitorean constantemente las diferentes variables del motor, procesan esta información, toma decisiones y las ejecuta a través de las diferentes salidas que controla. Ver figura 10. Llevando a cabo el control de los sistemas que afectan el rendimiento del vehículo, el ECM también efectúa la función de diagnóstico del sistema. Es capaz de reconocer problemas de funcionamiento y alertar al conductor a través de la luz (*check engine*) y almacenar códigos de falla que identifican el área del problema.

Figura 10. Modulo de control electronico



5. METODOLOGÍA

Una vez realizado los trámites pertinentes ante el Pascual Bravo para la consecución del motor, se procederá a hacer un diagnóstico de este con el fin de tener un conocimiento exacto de su estado, determinando así en qué condiciones se encuentra y que piezas o partes le hacen falta. Además practicar una medición de sus dimensiones para con base en estas y teniendo en cuenta la forma y disposición de los elementos inherentes a él tales como: radiador, depósitos de combustible, sistema de escape y demás, diseñar de la manera más eficiente y funcional el chasis que además de soportar el motor y sus partes, le da forma al equipo.

Una vez obtenidas estas dimensiones e ideado un prospecto de su aspecto final, se deben hacer los planos tanto del equipo completo como de la estructura o chasis que va a sostener el motor y sus elementos; esto con el fin de facilitar el proceso de construcción de este y evitar así incurrir en procedimientos innecesarios que elevan los costos y generan atrasos en el cronograma inicial.

Superado la etapa de diseño, y basados en los planos y estudios preliminares del proyecto se procede a la compra de los elementos necesarios para la construcción del chasis y se gestiona con el personal a cargo en el Pascual Bravo la consecución de un taller con las instalaciones apropiadas para tal fin.

Finalizado el chasis se procederá al ensamble de las partes que conforman el equipo, empezando por el motor y continuando con los diferentes sistemas que hacen parte integral de él, tales como: sistemas de refrigeración, escape, admisión, eléctrico y electrónico, y fuente de poder. Finalmente se instalará el tablero tanto de control como generador de fallas, el cual estará ubicado de tal forma que permita a estudiantes y profesores interactuar de una manera sencilla

con el equipo facilitando la manipulación de sus diferentes conexiones. Por último se harán las pruebas necesarias para detectar posibles errores y tomar los correctivos necesarios.

Cabe anotar que alternativamente al diseño e implementación del equipo anteriormente expuesto, se estará redactando un manual que contenga todas las especificaciones necesarias para su correcta operación y manejo.

6. DESARROLLO DEL TRABAJO

Para construir un equipo como el descrito anteriormente, debemos disponer de un motor de cuatro tiempos de combustión interna a gasolina con inyección electrónica que aun este vigente en el mercado automotriz. Este motor va instalado en una estructura metálica construida a manera de chasis o bastidor el cual estará hecho de ángulos de 1/8" x 2" y platinas de 1/8x2", unas ruedas de 3" de diámetro en caucho con el fin de desplazar fácilmente el equipo. En el punto de apoyo del motor con el chasis, se instalaran soportes de caucho con el propósito de disminuir vibraciones.

En esta estructura o bastidor además estarán instalados los elementos necesarios para el funcionamiento del motor tales como un intercambiador de calor, depósito de combustible, acumulador de energía, un sistema de escape con silenciador. Además de esto se incluirá un tablero de control construido en madeflex con unas medidas de 75x30x1.5 cm el cual estará dividido en dos secciones:

La primera sección controlara el encendido, registrara la temperatura, la lubricación, las RPM y el voltaje. La segunda parte será un tablero simulador de fallas desde el cual se crearan interrupciones y alteraciones al sistema de inyección electrónica, permitiendo así que el alumno diagnostique con mayor precisión la falla generada, aplicando así los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la tecnología.

Buscando hacer posible el diseño e implementación del tablero de fallas adosado a un motor de inyección electrónica, nos dispusimos a indagar con algunos funcionarios del Tecnológico Pascual Bravo I.U. para saber qué posibilidades existían de acceder a uno de los motores que se tienen en el área de mecánica automotriz. Finalmente y después de tocar muchas puertas uno de estos

funcionarios nos proporcionó un motor de un Renault Clío que si bien se encontraba en precarias condiciones y no prestaba gran utilidad didáctica en el laboratorio, se ajusta a las necesidades y requerimientos para el desarrollo de nuestro proyecto.

Esto represento un nuevo reto para nuestro grupo de trabajo, porque al recibir la herramienta se determinó claramente que antes de proceder con el desarrollo de nuestro proyecto de grado se hacía necesario e imprescindible realizar un trabajo que nos permitiera llevar a cabo el salvamento del material entregado, pues en las condiciones en que se encontraba seria de poca utilidad para adosarle un tablero de fallas.

6.1 ANÁLISIS DEL MOTOR ENTREGADO

Como primera medida se procede a realizar una inspección pormenorizada al motor, lo que implica levantar un inventario para determinar que partes hacen falta, y que otras requieren cambios o mejoras representativas. Esta revisión arrojó el siguiente resultado:

- i. Partes o accesorios que faltan en el motor
 - Radiador
 - Swiche
 - Motoventilador
 - Batería
 - Sistema de escape
 - Soportes de motor
 - Sistema de aceleración
 - Mangueras del sistema de refrigeración

- Tubos, mangueras y accesorios para la correcta conducción del combustible
- ii. Partes o accesorios que requieren reparaciones parciales
- Chasis o bastidor
 - ECU
 - Instalación principal
 - Instalación secundaria
 - Tablero de instrumentos

Lo primero que se hizo con respecto a las reparaciones y reformas necesarias para hacer funcional el motor, fue hacer un aseo general y pormenorizado de cada uno de sus componentes con el fin de identificar imperfectos, daños o faltantes en sus diferentes partes. Fue en ese momento donde identificamos varias fallas, tales como:

- El chasis carece por completo de un soporte adecuado para anexar el radiador con su respectivo motoventilador al motor; partes estas esenciales en el sistema de refrigeración.
- Entre el motor y el bastidor o chasis no hay soportes de caucho lo que da como resultado una enorme vibración que impide el buen funcionamiento del equipo.
- La corrosión en ciertas partes del chasis mengua su buen rendimiento además de afectarlo estéticamente.

- El sistema eléctrico presenta en sus uniones o ensambles gran cantidad de sulfato, generado por la falta de uso y mantenimiento, lo cual redundó en deficiencias eléctricas tales como: resistencias, alto consumo eléctrico, elevación de temperatura en la instalación y finalmente cortos que revisten alto riesgo tanto para el equipo como para sus operarios.
- El sistema de ductos para la conducción de los diferentes fluidos imprescindibles para el buen funcionamiento del motor, se encuentran deteriorados y algunos de ellos simplemente no están.

Hecha esta nueva valoración se procedió a la consecución de partes, repuestos y elementos necesarios para dar comienzo a las reparaciones pertinentes con el fin de hacer funcionar el equipo. Para tal fin se compró:

- Un radiador de Renault Logan, que es análogo al de Renault Clío, ajustándose perfectamente a la necesidad para la cual se adquirió.
- Un motoventilador de las mismas especificaciones que el radiador, con lo cual se logró una perfecta uniformidad.
- Un swiche original de Renault Clío.
- Un ángulo de 1" y 3/8 para construir la estructura necesaria para soportar el sistema radiador – motoventilador.
- Tornillería de diferentes diámetros y longitudes, necesaria para la fijación de los diferentes componentes del equipo.
- Pintura anticorrosiva y de acabado para mejorar la presentación del equipo y brindar mayor duración a sus partes.

- Lija de diferentes calibres para remover la corrosión existente y lograr un mejor acabado.
- Manguera de 5/8 para forrar la instalación y protegerla de posibles roces que puedan generar cortos circuitos y otros inconvenientes eléctricos.
- Cinta aislante, terminales, conectores y demás accesorios de uso eléctrico, con el fin de mejorar la conducción de energía a todos los componentes que así lo requieran en el motor.
- 6 metros de manguera 3/8 para conducción de combustible y de esta manera reemplazar la existente, pues presenta fugas debido a su alto grado de cristalización.

Una vez adquiridos los elementos antes mencionados se procede a realizar el salvamento del equipo entregado por el Tecnológico Pascual Bravo I.U. y lograr con ello dejar la herramienta en el punto de partida necesario para iniciar el desarrollo del trabajo que nos lleva a resolver el problema planteado en nuestro proyecto de grado.

El proceso de ensamble de las partes faltantes ya mencionadas se realizó en el taller de mecánica automotriz de la Institución Universitaria, pues es allí donde se encuentran las herramientas y equipos necesarios para la correcta instalación de las partes.

Este procedimiento requirió de ochenta (80) horas aproximadamente, pues hubo que practicar algunas reformas en el chasis con el fin de acondicionar el motor y tenerlo listo para adicionarle el tablero de fallas.

Como se ha mencionado anteriormente el motor carecía por completo del sistema de refrigeración, por tanto una vez adquirido este sistema y teniendo en cuenta la disposición sugerida por el fabricante se hicieron algunas mediciones con el fin de instalarlo lo más próximo posible a su sitio original; para su instalación fue necesario hacer uso de un ángulo de 1"x 1/8 que adicionado al chasis por medio de tornillería, sirviera de apoyo al radiador. Igualmente se instaló entre el chasis y el radiador cuatro (4) soportes de caucho con el fin de reducir la vibración.

Para la instalación del sistema de escape hubo que tener en cuenta factores tales como: la reducción de la longitud del tubo, practicar algunas curvas extras que nos permitieran su acomodación incluyendo el silenciador en un espacio reducido; todo esto sin detrimento de sus condiciones y capacidad para disminuir el ruido. Para esto nos apoyamos en la experiencia y conocimiento que sobre este tema posee un proveedor reconocido en el mercado, quien gustosamente nos asesoró y acondicionó el escape permitiendo que se ajustara a las nuevas medidas.

Así mismo el depósito o tanque de combustible tuvo que ser reemplazado por otro, pues el existente si bien es el original del vehículo, para el nuevo propósito en el que se necesita es demasiado grande y desproporcionado, ocupa mucho espacio y por la cantidad de combustible que almacena resulta costoso y poco práctico.

El nuevo depósito se adquirió teniendo en cuenta tamaño y forma para facilitar su disposición o instalación final dentro del equipo y lograr obtener al tiempo economía, eficiencia y buena presentación.

Hay que agregar además que fue necesario reemplazar la bomba de gasolina pues la existente presente fallas en su funcionamiento, por tanto se instaló una nueva bomba que reemplaza la existente y suple las necesidades del equipo, además se acomoda mejor al tamaño y especificaciones del nuevo depósito de combustible.

Anexo al motor encontramos la instalación eléctrica del vehículo, la *ECM (engine control module)* y el panel de instrumentos. Con estos elementos disponibles realizamos la primera prueba que consistió en encender el motor en un banco de prueba improvisado.

Este primer test arroja como resultado falla en el circuito de inyección lo cual bloquea el inyector o electroválvulas de combustible ocasionando que el motor no encienda. En la inspección visual se logró identificar un mal procedimiento eléctrico que generó un corto circuito el cual desencadenó varios problemas, tales como: quema del circuito de alimentación y regulación del ECM, deterioro en los arneses de la instalación y se fundieron los protectores de la fusilera principal.

Una vez identificado el problema se procede a desmontar la ECM y realizarle una prueba en el laboratorio lo cual nos permitió detectar una falla en el circuito de la fuente. Esta falla se corrigió cambiando un VARISTOR y reconstruyendo una pista del IMPRES. La instalación eléctrica fue reparada y modificada extrayendo lo no apto para el proyecto y adicionando lo necesario para su funcionamiento. Para poder realizar este procedimiento fue necesario obtener los planos eléctricos del vehículo e interpretarlos para que sirvieran de guía para extraer el arnés del chasis trasero, puertas, comandos de iluminación, accesorios e instalación opcional.

Finalmente se forro la instalación y se ensambló de nuevo dándole así un mejor acabado, buscando con ello evitar dejar cables sueltos que no fueran necesarios para el proyecto, o que pudieran revestir algún riesgo de corto circuito. Una vez organizado todo el sistema eléctrico del vehículo y después de haber corregido la falla detectada, se procede nuevamente a la instalación del mismo en el motor para realizar una nueva prueba de encendido de la máquina; logrando en esta oportunidad que el motor de marcha sin ningún contratiempo.

Corregidos los problemas mecánicos, eléctricos y de ubicación de la maquina podemos concluir que se ha realizado cabalmente el salvamento del motor entregado por el Tecnológico Pascual Bravo I.U., asunto este que nos ubica frente a una herramienta con los requerimientos necesarios para adosarle el tablero de fallas, logrando con ello proveer una herramienta muy didáctica al laboratorio de motores de la Institución Universitaria.

6.2 ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE FALLAS Y SU CONEXIÓN AL MOTOR

Para la construcción del tablero de fallas se adquirieron los siguientes componentes:

- Una pieza de madera MDF forrada en fórmica con las siguientes dimensiones: 75 cm de largo, 35 cm de ancho y 1 ¼ de grosor.
- Diez (10) interruptores.
- Treinta y cinco (35) pines.
- Tornillos para madera.
- Un master de alimentación.

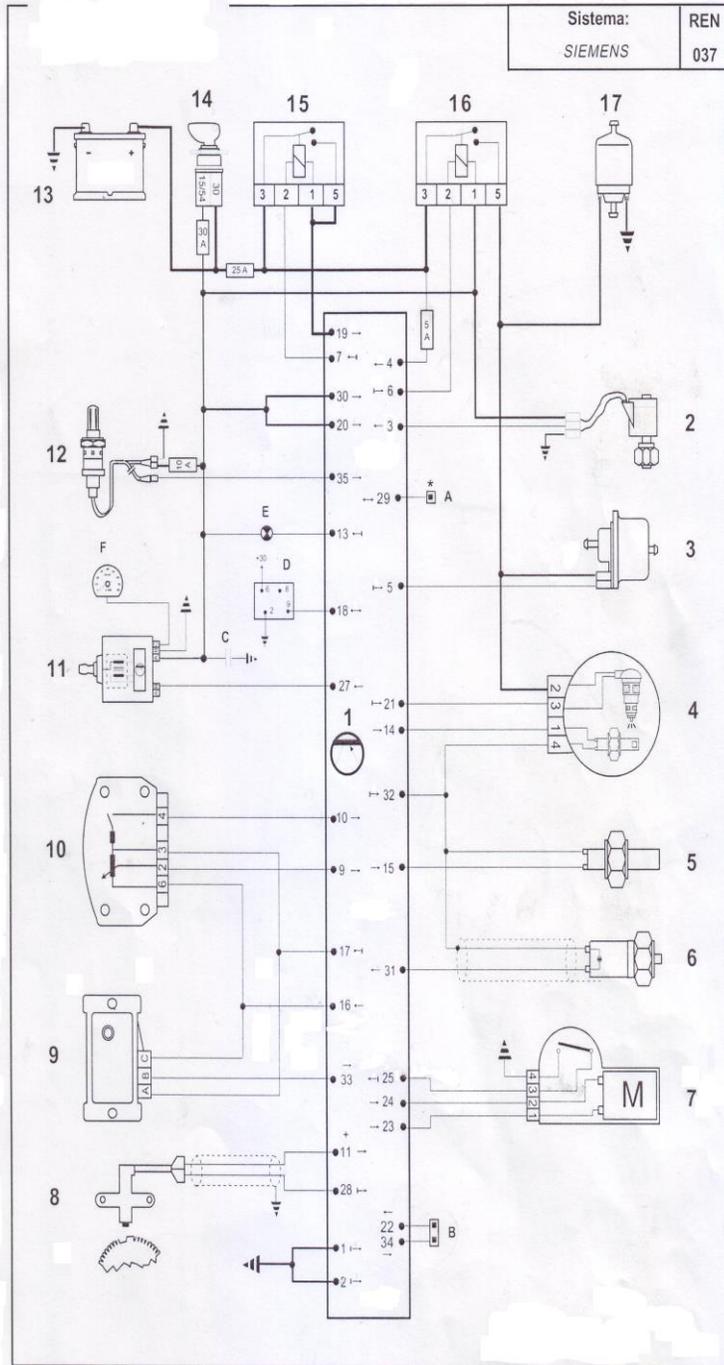
Una vez conseguidos estos materiales se procede a la construcción del tablero; lo primero que se hizo fue distribuir los diferentes elementos en él, de tal forma que queden ocupando el espacio de manera simétrica buscando con ello que todos sean visibles y fáciles de operar al momento de realizar la práctica. Ubicado en el tablero de simulación de fallas los relojes originales de control del motor, los interruptores de simulación de fallas, se procede a la instalación de dicho tablero en el chasis o bastidor donde está dispuesto el motor, con el fin de integrar ambos componentes.

Hecho esto se realizaron las conexiones necesarias con el fin de recoger la información obtenida por los diferentes sensores del motor y visualizarlas en los manómetros que para tal fin se han dispuesto, además se hicieron unas conexiones extras las cuales van desde los interruptores instalados en el tablero, hasta los sensores esto con el fin de eventualmente anular sus señales y simular una falla en el sistema de inyección electrónica; dicha falla debe ser identificada, analizada y corregida por el estudiante durante el ejercicio con lo cual se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos en clase.

6.3 PLANOS ELÉCTRICOS Y GUÍA DE FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO DE FALLAS

6.3.1 Plano eléctrico del motor

Figura 11. Plano eléctrico del ECM



6.3.1.1 Identificación puntos del plano

- 1) Central 35 pines
- 2) Sensor de velocidad
- 3) Electrovalvula vapores de gasolina
- 4) Grupo inyector + sensor temperatura aire
- 5) Sensor temperatura motor
- 6) Sensor picado en culata.
- 7) Actuador de ralentí
- 8) Sensor de RPM y PMS
- 9) Sensor presión absoluta
- 10) Potenciómetro mariposa acelerador
- 11) Bobina AT con módulo de potencia incorporada
- 12) Sonda lambda
- 13) Batería
- 14) Conmutador encendido – arranque
- 15) Relé principal
- 16) Relé electrobomba carburante
- 17) Electrobomba carburante
 - a) Conexionado antirrobo
 - b) Conexionado climatizador
 - c) Condensador antiparásitos
 - d) Toma diagnosis
 - e) Lámpara diagnosis
 - f) Tacómetro

6.3.2 Guía de funcionamiento del equipo

El equipo que usted está próximo a operar consta de un motor de combustión interna al cual se le ha adosado un sistema didáctico de diagnóstico, y como toda

herramienta se debe seguir un procedimiento adecuado teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones, verificaciones y precauciones antes, durante y después de operarlo.

6.3.2.1 Recomendaciones y verificaciones

- Antes de comenzar a operar el equipo se debe verificar el nivel de aceite (no debe estar por debajo del nivel mínimo ni por encima del nivel máximo)
- Se debe revisar que el nivel del líquido refrigerante sea el adecuado
- Inspeccionar el nivel de combustible óptimo de funcionamiento del equipo
- Verificar en KOEO las luces indicadoras del tablero de instrumentos (batería, lubricación, temperatura y el *check engine*).
- Una vez puesto en marcha el motor se debe verificar constantemente la temperatura del motor, la presión de aceite, el voltaje de la batería, las rpm y el *check engine*.
- Terminada la práctica se debe revisar que el master abra completamente el circuito eléctrico.

6.3.2.2 Precauciones

- Disponer de un área ventilada para facilitar la evacuación de los gases generados en la operación del equipo.
- Mantener limpia y despejada el área operación.
- Mantener las manos alejadas del motoventilador, ya que este se activa de manera automática aun estando el motor apagado.
- Tener cuidado con el sistema de escape ya que este puede alcanzar temperaturas de hasta 300°C y ocasionar graves quemaduras

- Alejar elementos que produzcan llama o chispas que puedan reaccionar con el combustible del equipo y generar un incendio.
- Evite colocar herramienta sobre el equipo mientras esté en marcha.
- Tener precaución con la banda de tracción del motor estando en funcionamiento
- Retirar elementos metálicos o conductores de energía del área cercana a la batería para evitar un corto circuito
- No destapar el deposito expensor del refrigerante cuando este caliente.
- No adicionar líquidos al motor mientras esté en marcha.
- Ante cualquier señal de alerta en el tablero de instrumentos detener el equipo y verificar su procedencia.

6.3.2.3 Manual de operación del equipo

Una vez ejecutadas las verificaciones, recomendaciones y precauciones antes mencionadas se puede proceder a operar el equipo teniendo en cuenta la siguiente ruta:

- Para iniciar su operación se activa el Master de alimentación, el cual se encuentra en la parte superior del acumulador o batería, y está identificado con su debido rotulo.
- Paso seguido active el conmutador de encendido en la posición *Ignition o KOEO (key on Engine off)*; verifique los pilotos indicadores del panel de instrumentos.
- Lleve el conmutador de encendido a la posición de *Start o KOER (key on Engine run)*, dándole marcha al motor y verifique que se establezca a Ralenti; recuerde que el motor no está en su optima temperatura de trabajo, por lo tanto no se recomienda aceleraciones por encima de 2.000 RPM.

- Este atento a las verificaciones de operación, es decir, temperatura, lubricación, carga de batería y RPM.
- Lleve el motor a la temperatura adecuada para operarlo (entre 82°C y 92°C) y realice las prácticas determinadas por el docente a cargo del equipo.
- Para efectuar el ejercicio seleccionado, debe inhabilitar los diferentes componentes del sistema electrónico de inyección de combustible a través del tablero de fallas implementado en el equipo, el cual le indicara por la posición del interruptor si el circuito se encuentra abierto o cerrado.
- Los interruptores que se encuentran en el tablero de fallas están debidamente marcados, cada rotulo indica un circuito específico los cuales se encuentran enumerados en la Tabla 1. Guía de prácticas.
- En el panel de instrumentos se encuentra una caja de pines los cuales se encuentran conectados al ECM, esto le permitirá analizar cómodamente las señales y magnitudes eléctricas recibidas y enviadas por el ECM.
- Finalizada la práctica se procede a detener el motor a través del conmutador de encendido llevándolo a la posición OFF; desactive el Master de alimentación para evitar un corto circuito.
- Antes de cubrir el equipo asegúrese que este frío.

6.4 GUÍA DE PRÁCTICAS

En la siguiente tabla se ilustra de una manera sencilla la forma de operar los interruptores en el tablero de fallas, permitiéndonos reconocer la función de cada uno de ellos, el síntoma generado al activarlo y la solución que debe ser planteada.

Guía de prácticas

CÓDIGO DE FALLA	SENSOR ANALIZADO	FALLA SIMULADA	RESULTADOS DE ESTA FALLA	SOLUCIONES PLANTEADAS
F1	ACT	Desconexión	Incremento en el consumo de combustible y oscilaciones en el ralentí	Analizar alimentaciones y señales.
F2	MAP	Desconexión	Motor no enciende	Analizar alimentaciones y señales.
F3	TPS	Desconexión	Motor oscila y no acelera.	Analizar alimentaciones y señales.
F4	Sonda lamda	Desconexión	Relación de aire-combustible inestable.	Analizar alimentaciones y señales.
F5	ECT	Desconexión	Incremento en el consumo de combustible y oscilaciones en el ralentí	Analizar alimentaciones y señales.
F6	CKP	Desconexión	Motor no enciende	Analizar alimentaciones y señales.
F7	Inyector	Desconexión	Motor no enciende	Analizar alimentaciones y pulsos.
F8	Módulo de encendido	Desconexión	Motor no enciende	Analizar alimentaciones y pulsos.
F9	BIP	Desconexión	El motor se apaga en ralentí	Chequear conexiones, señales y pulsos
F10	Alimentación de computadora	Desconexión	El motor no enciende	Chequear conexiones y alimentaciones.

6.5 PRACTICAS IMPLEMENTADAS

En compañía del profesor Benigno Cajamarca se realizaron algunas prácticas tendientes a comprobar el buen funcionamiento del tablero y su aporte técnico-didáctico en el aula de clases.

Las prácticas realizadas fueron:

Prueba F2: Desconexión de la señal sensor MAP; esta prueba se realizó teniendo el motor en marcha y al momento de activar la falla este se paró de forma súbita, sin obtener respuesta alguna al momento de intentar ponerlo en marcha de nuevo.

Se procedieron a hacer las respectivas mediciones y analizar sus resultados teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestro estudio en la institución. Una vez analizados los resultados se procedió a desactivar la falla, con lo cual el motor se pudo poner en marcha nuevamente.

Prueba F3: Desconexión de la señal del sensor TPS; esta prueba se realizó teniendo el motor en marcha y al momento de activar la falla provoco inestabilidad a ralentí y el motor no responde a la aceleración de una manera normal, Se procedieron a hacer las respectivas mediciones y analizar sus resultados teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestro estudio en la institución. Una vez analizados los resultados se procedió a desactivar la falla, con lo cual el motor se estabilizo y se normalizo la respuesta a la aceleración.

Prueba F6: Desconexión de la señal del sensor CKP; esta prueba se realizó teniendo el motor en marcha y al momento de activar la falla este se paró de forma súbita, sin obtener respuesta alguna al momento de intentar ponerlo en marcha de nuevo, no obteniendo respuesta del sistema de combustible ni del sistema de encendido.

Se procedieron a hacer las respectivas mediciones y analizar sus resultados teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestro estudio en la institución. Una vez analizados los resultados se procedió a desactivar la falla, con lo cual el motor se pudo poner en marcha nuevamente.

7. RECURSOS

7.1 RECURSOS HUMANOS

- Tres tecnólogos en mecánica automotriz
- Un ingeniero de control (Asesor)
- Un dibujante mecánico
- Un electricista automotriz

7.2 RECURSOS TÉCNICOS

RECURSOS	COSTOS
Ángulos de 1"x1/8	70.000
Platina de 1"x1/8	12.000
Cuatro llantas de 3"	40.000
Cable eléctrico	50.000
Filtros motor	50.000
Tablero Madeflex	30.000
Manómetros de control	200.000
Tornillería	10.000
Interruptores	30.000
Soportes motor	15.000
Switch de ignición	50.000
Soldadura	12.000
Mangueras	34.000
Radiador	75.000
Batería	50.000
Master	20.000
Depósito de combustible	25.000
Aceite	50.000
Silenciador	60.000
Combustible	40.000
Otros	150.000
TOTAL	1'073.000

8. CONCLUSIONES

Como se pudo determinar a lo largo de este trabajo de grado, el diseño e implementación de este equipo didáctico era de suma importancia en el laboratorio de mecánica automotriz ya que con él se puede interactuar fácilmente permitiendo poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la etapa teórica de la tecnología, sea esta la oportunidad para dar a conocer lo concluido en este proyecto:

- Con una simple inspección al motor donado por el Tecnológico Pascual Bravo I.U. se pudo determinar que si bien este no estaba en perfecto estado y le faltaban múltiples componentes, para el propósito en el cual lo requeríamos era idóneo pues se ajustaba a las necesidades del proyecto. Es así como se procede a realizar el salvamento de la máquina de manera tal que se pudiera llevar a cabo más que una reparación, una transformación de un simple motor en una invaluable herramienta de aprendizaje útil en el laboratorio de mecánica.
- La selección de los elementos necesarios para la construcción del tablero de fallas se hizo pensando en que su uso fuera sencillo pero a la vez productivo, fue así como se equipó con el tablero de instrumentos original del motor lo cual facilita no solo la comprensión de las señales enviadas desde el motor a través de los sensores, sino además su acople con el equipo. Así mismo los interruptores con los cuales se simularan las fallas son de fácil manejo y comprensión.
- Para entregar una herramienta didáctica sencilla pero útil, se hizo necesario pensar en un plano eléctrico de la maquina a la cual se le adosaría el tablero de fallas, de manera tal que el docente o persona que va a realizar

la práctica puede determinar claramente como está distribuido el sistema eléctrico del motor. Así mismo se realiza un sencillo pero práctico manual que permitirá tomar las medidas de precaución necesarias para operar la herramienta didáctica; no obstante ser un texto sencillo y de fácil comprensión se hace necesario realizar su lectura antes de operar el tablero de fallas, asunto este que se deja claramente plasmado en las recomendaciones finales de este trabajo.

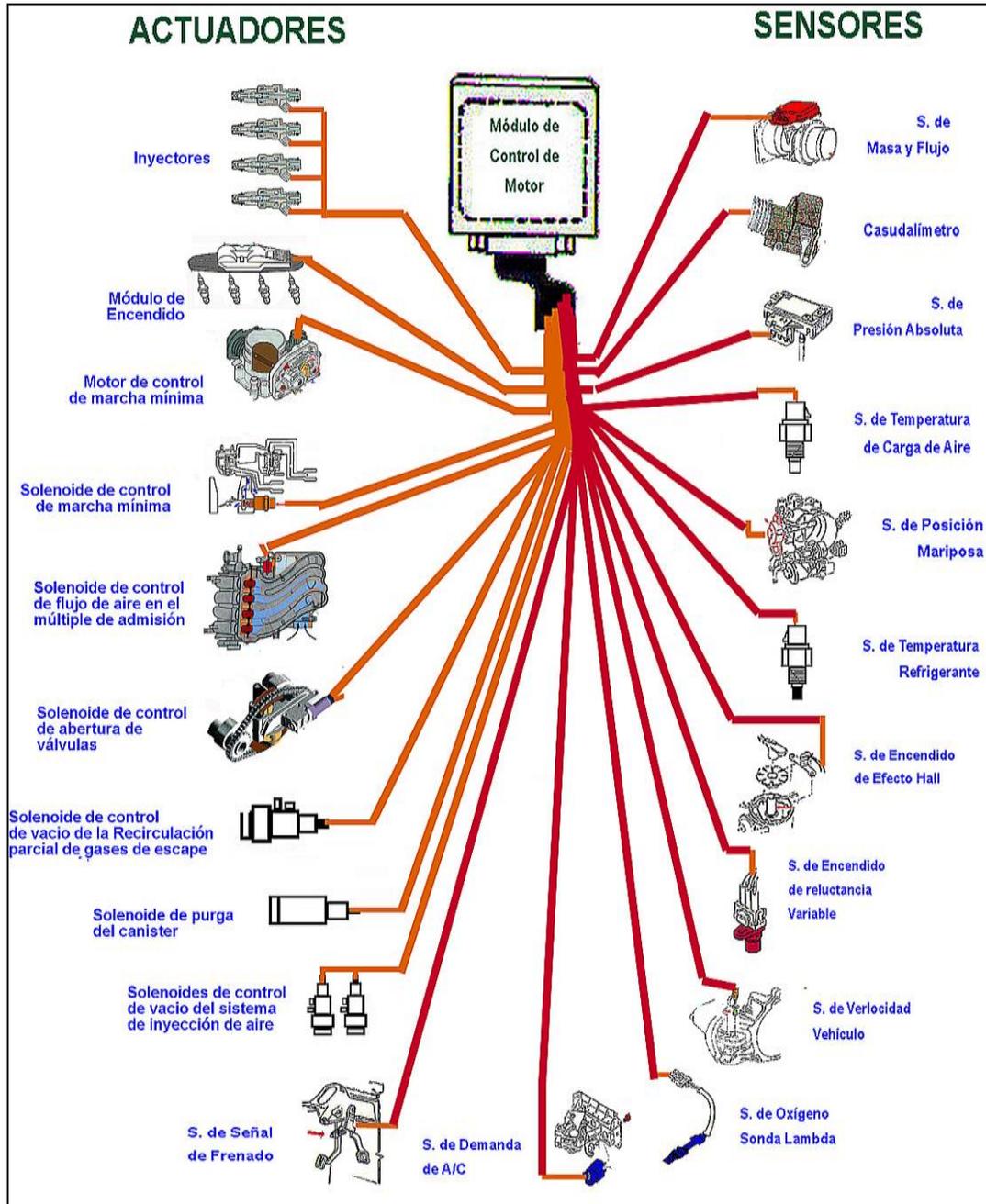
- De igual manera se hizo necesario crear una guía de practica que de manera sencilla y clara le permita establecer al docente que sucede cuando se acciona alguno de los interruptores ubicados en el tablero de fallas, en este sentido se crea la tabla o guía que contiene el listado de las fallas que se pueden generar a través de esta herramienta didáctica, el síntoma que presenta la maquina al accionar determinado interruptor y la solución que debe ser planteada por los estudiantes asistentes al ejercicio de clase.
- Finalmente se realiza en presencia de un docente de la Institución Educativa las pruebas necesarias que demuestran que la herramienta didáctica planteada a través de este trabajo de grado se encuentra lista y funcionando para ser entregada a laboratorio de mecánica. Con los ensayos realizados se prueba que no solo se hizo un trabajo acorde con lo planeado en cuando al tablero de fallas, sino que además se hace un buen salvamento del motor donado por el Tecnológico Pascual Bravo I.U., pues de no llevarse a cabo la recuperación de la maquina habría sido imposible adosarle la herramienta didáctica.

9. RECOMENDACIONES

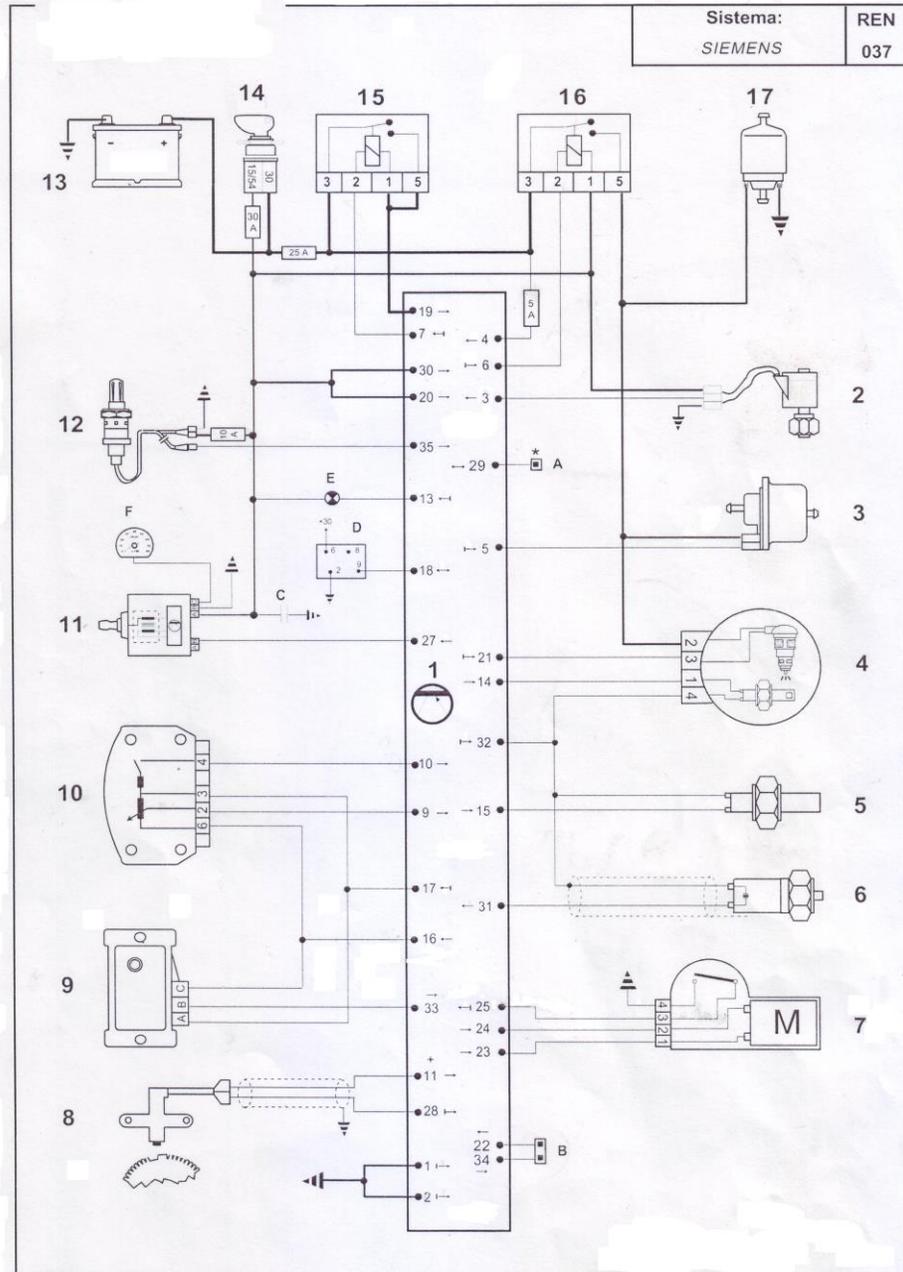
- Antes de iniciar la practica de laboratorio recuerde revisar los fluidos de la maquina, tales como combustible, aceite y liquido refrigerante.
- Es importante que inspeccione las luces indicadoras del tablero de instrumentos (batería, lubricación, temperatura y el *check engine*) así podrá tener un mejor resultado cuando intente operar el tablero de fallas.
- Este siempre alejado del sistema de escape, este alcanza temperaturas muy altas y por tanto puede ocasionar lesiones graves.
- Es importante que mantenga las manos alejadas del motoventilador, este se activa de manera automática aun después de haber apagado el motor.
- Recuerde que usted está operando una de las mejores herramientas didácticas con la cual cuenta el laboratorio de autotronica automotriz, por lo tanto es indispensable que lea y comprenda la guía de funcionamiento del equipo antes de proceder a operar el mismo.
- Esperamos que esta experiencia sea de gran ayuda en su formación profesional.

10. ANEXOS

10.1. MODULO DE CONTROL ELECTRÓNICO



10.2 PLANO ELÉCTRICO DEL ECM



Identificación Puntos del plano

- 1) Central 35 pines
- 2) Sensor de velocidad
- 3) Electrovalvula vapores de gasolina
- 4) Grupo inyector + sensor temperatura aire
- 5) Sensor temperatura motor
- 6) Sensor picado en culata.
- 7) Actuador de ralentí
- 8) Sensor de RPM y PMS
- 9) Sensor presión absoluta
- 10) Potenciómetro mariposa acelerador
- 11) Bobina AT con módulo de potencia incorporada
- 12) Sonda lambda
- 13) Batería
- 14) Conmutador encendido – arranque
- 15) Relé principal
- 16) Relé electrobomba carburante
- 17) Electrobomba carburante
- g) Conexión antirrobo
- h) Conexión climatizador
- i) Condensador antiparásitos
- j) Toma diagnosis
- k) Lámpara diagnosis

Tacómetro

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS PAZ, Manuel. Manual Del Automóvil. 52. ed. Madrid: Dossat, 2000.

AYALA, Sigifredo. SIERRA, Juan de la Cruz. PARRA, Oscar Marino. MENDOZA, Joaquín. Mecánica diesel, Buga: Educar Editores S.A., 1983.

CROUSE, William H Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Barcelona: Alfaomega Editores, 1991.

GENERAL MOTORS DE MÉXICO S.A. Sistemas de inyección de combustible de C.V. Curso N° 160-03-12. México: El autor, 2012.

GRUPO FIAT. Automoción. Italia: Evolución, 2011.

MADDOX, Robert. HAYNES, Jhon. Codigos automotrices de la computadora y sistema electrónico de control de motor, California: Haynes Techbook, 1996

MONCAYO, Flavio. Códigos para problema de la computadora. s.l.: INATCO, 2011.

NORBYE, Jan P. Manual de sistemas de fuel injection, México: Pearson Educación, 1988.

RENAULT. Manual de reparación Renault Clio, Edición Espagnole, 2002.

RENAULT. Inyección monopunto motor C3L-710, Argentina, 1996.

THONON, J. Motores a gasolina, Barcelona: Edición Marcombo, 1973.

WATSON, Ben Manual de fuel injection Ford. New Jersey: Pearson Education, 1997.