

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

#### **1.1 Antecedentes**

Entre los fenómenos ecológicos de creciente preocupación a nivel mundial y continental, se encuentra la Contaminación del Aire de los centros urbanos y que es provocada por distintas fuente, en particular y con gran incidencia, por las emisiones de gases tóxicos provenientes de vehículos automotores denominados “Fuentes Móviles”.

Estadísticas internacionales y tomando como referencia la ciudad de México y otras grandes ciudades de Latinoamérica, la contaminación total del aire por fuentes contaminantes tiene los siguientes promedios: vehículos particulares y de transporte público 75%, industria en general 6%, generación de energía termoeléctrica 4%, otras fuentes (tierra, descomposición de basura y otras partículas en suspensión) el 15%. En Europa la proporción de aportes por contaminantes de automotores es de solo el 55%.

En los últimos 10 años, la industria automovilística ha sufrido un incremento vertiginoso producto de la explosión demográfica, la reducción de los costos de producción por la competencia tecnológica y la apertura de mercados en países del tercer mundo para vehículos asiáticos usados y transformados, esto último particularmente en Latinoamérica y con gran notoriedad en Ecuador.

El carburador era el medio más usual de preparación de mezcla, Desde hace algunos años, sin embargo, aumentó la tendencia a preparar

la mezcla por medio de la inyección de combustible en el múltiple de admisión.

Esta tendencia se explica por las ventajas de la inyección electrónica de combustible sobre el carburador en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape.

Las razones de estas ventajas, teniendo en cuenta el medio ambiente residen en el hecho de que la inyección electrónica permite una dosificación muy precisa del combustible, controlando ésta de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

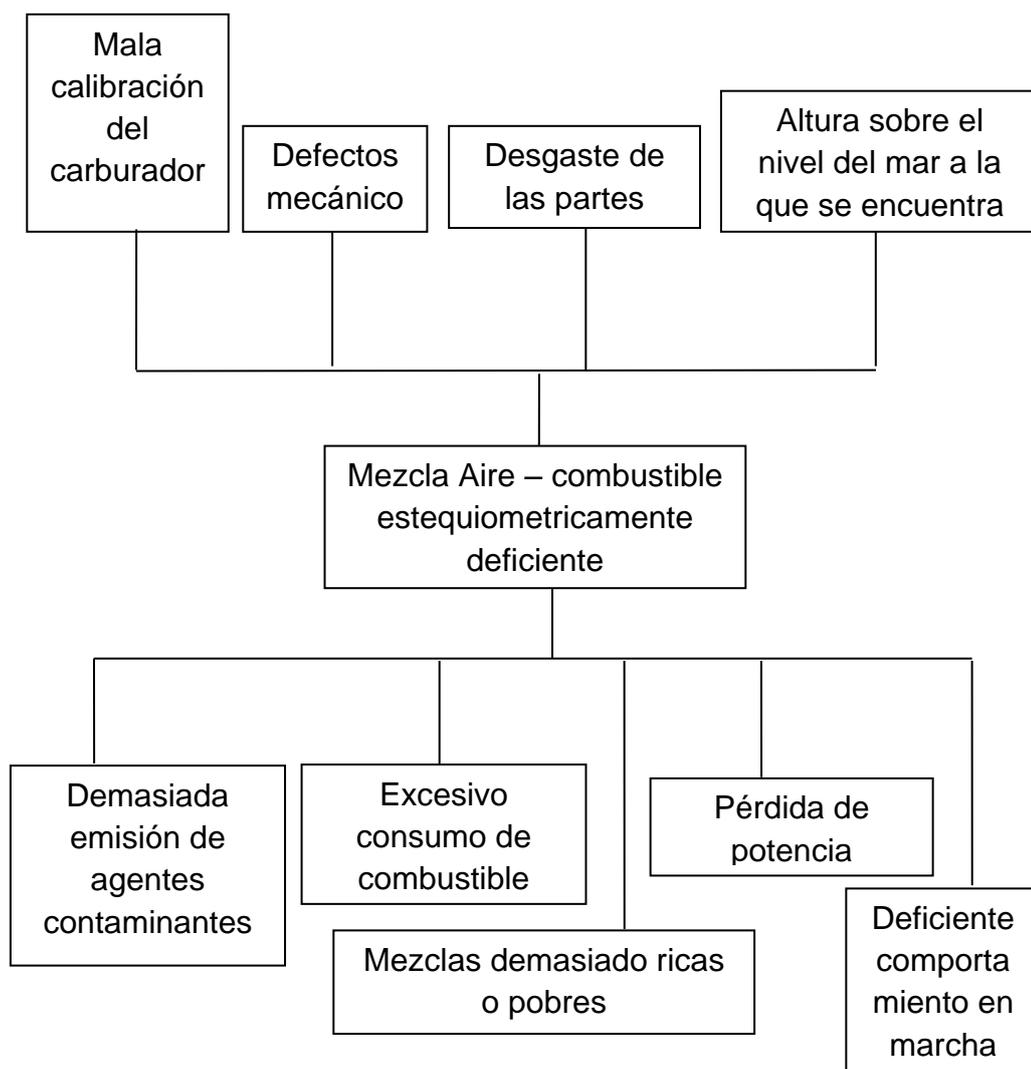
La contaminación del aire por emisiones de gases producidas por automotores constituye uno de los problemas más críticos en el mundo y por lo tanto en nuestro país, es por ello que ha surgido la necesidad de la toma de conciencia en la búsqueda de alternativas para su solución. La contaminación producida por vehículos que aun cuentan con métodos obsoletos de preparación de la mezcla aire - combustible como es el carburador, trae como consecuencia varias desventajas, entre las más importantes; pérdida de eficiencia, excesivo consumo de combustible, mal quemado de los gases lo que desencadena en una excesiva emisión de agentes contaminantes.

Tomando en consideración los aspectos antes mencionados se puede analizar que estamos frente a un problema de investigación por lo tanto es necesario analizar las alternativas más viables para contribuir a la solución de este problema.

### 1.3 Formulación del Problema

La alta polución que generan los motores de combustión interna que usan carburador; siendo este el caso del motor TOYOTA 21R; emanan excesivo agentes contaminantes a la atmósfera.

#### Árbol de Problemas



## **1.4 Delimitación**

Geográfica: Ecuador – Imbabura – Ibarra

Temporal: Mayo/2010 – Agosto/ 2 010

Espacial: Talleres Mecánica Automotriz FECYT

Técnica: Reemplazo del carburador del motor TOYOTA 21R por el sistema de inyección electrónica CPHD

## **1.5 Objetivos**

### **Objetivo General**

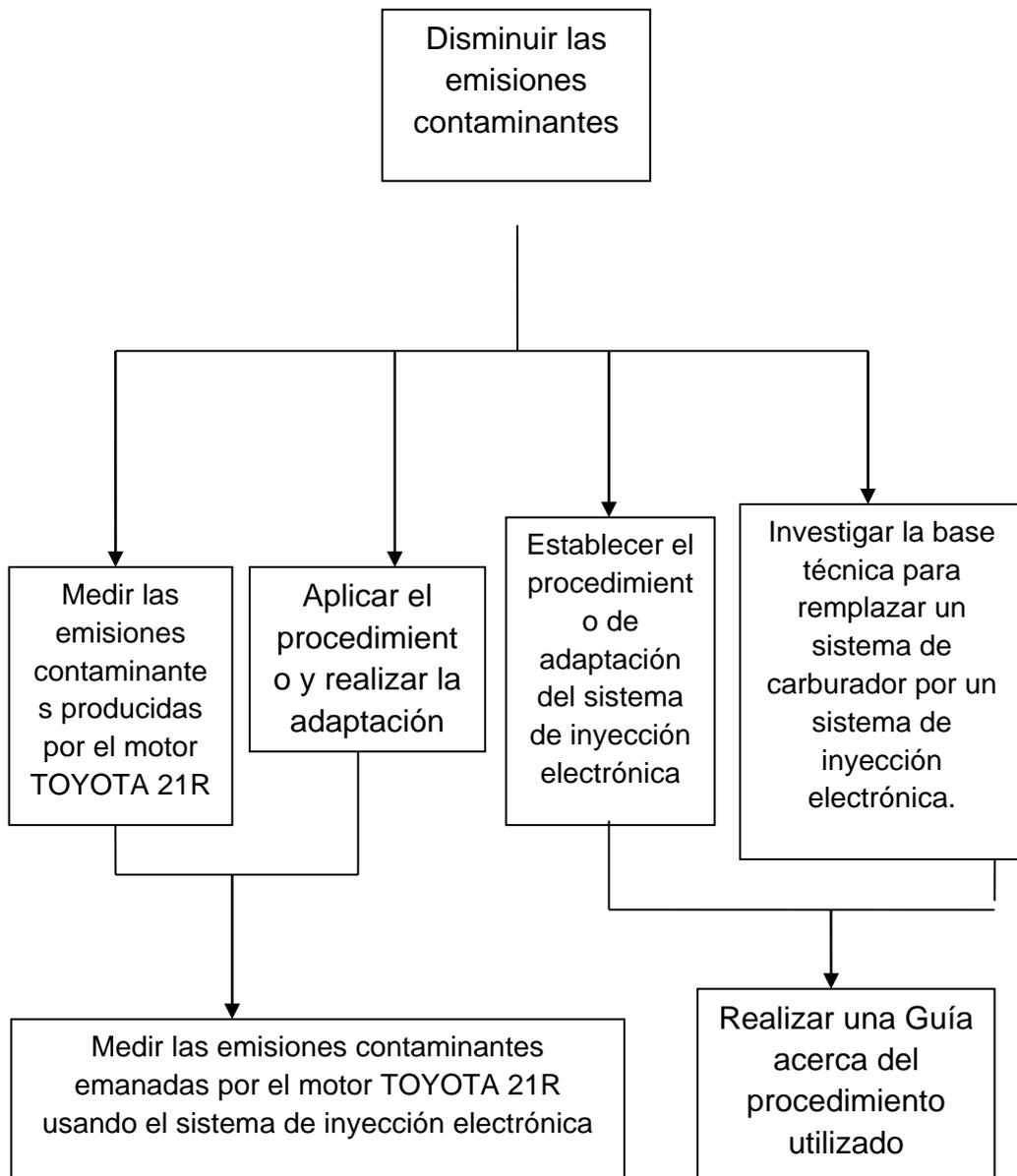
Disminuir las emisiones contaminantes producidas por el motor TOYOTA 21R mediante la sustitución del carburador por un sistema de inyección electrónica CPHF, para aminorar la alta polución generada por dicho motor.

### **Objetivos específicos**

- Investigar la base técnica para reemplazar un sistema de carburador por un sistema de inyección electrónica.
- Medir las emisiones contaminantes producidas por el motor TOYOTA 21R (carburador) mediante el empleo de un Analizador de Gases.
- Establecer el procedimiento de adaptación del sistema de inyección electrónica CPHF en el motor TOYOTA 21R.
- Reemplazar el carburador por el sistema de inyección electrónica CPHF en el motor TOYOTA 21R. para disminuir la cantidad de gases contaminantes.

- Medir las emisiones contaminantes emanadas por el motor TOYOTA 21R usando el sistema de inyección electrónica CPHF mediante el empleo de un Analizador de Gases.

### Árbol de Objetivos



## **1.6 Justificación**

La presente investigación trata de contribuir al mejoramiento de la problemática ambiental, disminuyendo las emisiones contaminantes producidas por el motor TOYOTA 21R mediante la sustitución del carburador por un sistema de inyección electrónica.

La importancia de investigar este problema radica en que los carburadores, que son los encargados de la dosificación del combustible, no consiguen su propósito de una manera precisa y eficiente.

Se considera también de gran importancia mencionar, que al mejorar esta mezcla tendremos como resultado un menor consumo de combustible y una mayor potencia del motor, de manera que el vehículo podrá recorrer mayores distancias con menos carburante, lo que se traduce en una reducción considerable de emisiones contaminantes.

Se cree que el presente trabajo le será de utilidad al investigador, que de esta manera podrá emitir criterios fundamentados frente a las causas principales de la contaminación medioambiental y sus posibles alternativas de solución. También será de utilidad para los docentes quienes ayudaran al mejoramiento académico de los estudiantes y así formaran personas más entregadas a su profesión, quienes aportaran al cambio social y ambiental.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1 Fundamentación Teórica**

##### **2.1.1. Carburador**

Según Pérez A. (2001), "El carburador es el dispositivo que hace la mezcla de aire-combustible en los motores de gasolina. A fin de que el motor funcione más económicamente y obtenga la mayor potencia de salida, es importante que la gasolina esté mezclada con el aire en las proporciones óptimas." (p. 62)

##### **2.1.1.1 Construcción Carburador**

El carburador posee una división donde la gasolina y el aire son mezclados y otra porción donde la gasolina es almacenada (cuba). Estas partes están divididas pero están conectadas por la tobera principal. La relación de aire-combustible es determinante del funcionamiento del motor. La clave es que el aire debe ser frío para que este rendimiento se haga.

En la carrera de admisión del motor, el pistón baja dentro del cilindro y la presión interior del cilindro disminuye, aspirando aire desde el purificador, carburador y colector de admisión fluyendo hasta el cilindro. Cuando este aire pasa a través de la porción angosta del carburador, la velocidad se eleva, y por el efecto Vénturi aspira la gasolina desde la tobera principal.

Esta gasolina aspirada es soplada y esparcida por el flujo de aire y es mezclada con el aire.

Esta mezcla aire-combustible es luego aspirada dentro del cilindro. La cantidad de aire es controlada por la válvula de aceleración conectada al pedal del acelerador, determinándose así la cantidad de mezcla aire/gasolina aspirada.

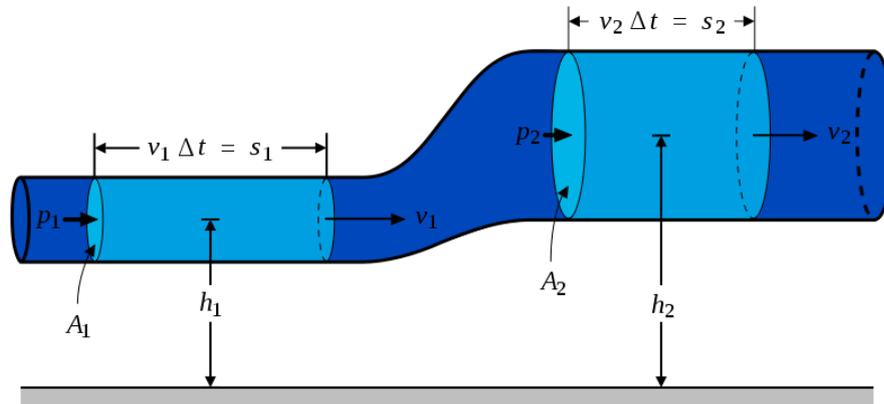
### **2.1.1.2 Principio de Bernoullí**

El principio de Bernoullí, también denominado ecuación de Bernoullí o Trinomio de Bernoullí, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Fue expuesto por Daniel Bernoullí en su obra Hidrodinámica (1738) y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido.

La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes.

- Cinético: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

**Figura # 1** "Principio de Bernoulli"



**FUENTE:** Microsoft ® Encarta ® 2008

### 2.1.1.3 Principio de Operación del Carburador

El carburador opera básicamente con el mismo principio de un pulverizador de pintura. Cuando el aire es soplado, cruzando el eje de la tubería pulverizadora, la presión interior de la tubería cae. El líquido en el pulverizador es por consiguiente aspirado dentro de la tubería y atomizado cuando es rozado por el aire. Mientras mayor sea la rapidez del flujo de aire que atraviesa la parte superior de la tubería de aspiración, mayor es la caída de presión en esta tubería y una mayor cantidad de líquido es aspirada dentro de la tubería.

### 2.1.1.4 Accesorios del Carburador

Con el tiempo se hizo patente la necesidad de que se añadiesen al básico tubo de Vénturi diferentes dispositivos con el objetivo de mejorar y refinar el funcionamiento del motor, así como de incrementar su rendimiento. Un ejemplo de estos dispositivos pueden ser el starter o cebador, el avance automático y el inyector de aceleración (también conocida como bomba de pique).

#### **2.1.1.5 Starter**

Para Pérez A. J. M. (2001), "El starter, también conocido como "válvula de aire", "arrancador" o "cebador", es un dispositivo que por diversos mecanismos incrementa la riqueza de la mezcla para que el motor arranque correctamente y tenga un funcionamiento suave mientras no haya alcanzado la temperatura de trabajo." (p. 65).

Si el carburador carece de este dispositivo o éste actúa de forma insuficiente se puede emular su funcionamiento manteniendo el acelerador ligeramente por encima del ralentí. El dispositivo consiste en una mariposa o guillotina que cubre de forma total o parcial la boca del carburador. Sin embargo, reciben distintos nombres en función de la naturaleza del mecanismo que activa el dispositivo. Existen tres tipos de starter: manual, térmico y eléctrico.

#### **2.1.1.6 Starter Manual**

Es el más elemental y también el más común en los ciclomotores y motocicletas. Consiste en un tirador o palanca que está al abasto del conductor. Éste tirador acciona un cable que actúa directamente sobre el starter. Hasta los años 70-80 solamente se usaba este sistema.

#### **2.1.1.7 Starter Térmico**

Se considera starter automático ya que el conductor no necesita intervenir para accionarlo. Sólo sirve para los motores refrigerados por líquido. Es un sistema más avanzado en el cual el carburador consta de un dispositivo formado por un pequeño bombo con un termostato (muelle bimetálico) en el interior y lleva conectado un manguito que forma parte del circuito de refrigeración del motor.

El sistema tiene un muelle que hace que el starter se mantenga cerrado mientras el motor está parado o frío. Cuando el líquido alcanza la temperatura de trabajo del motor, el muelle del termostato (al ser más potente que el muelle de cierre) vence y mantiene el starter abierto mientras no baje la temperatura del refrigerante.

#### **2.1.1.8 Starter Eléctrico**

Es el sistema más avanzado que usan los carburadores consiste en un sensor eléctrico de temperatura similar al que va conectado al tablero y permite consultar la temperatura del refrigerante. En lugar del bombo tenemos un electroimán que mantiene cerrado el starter mientras el sensor no alcance la temperatura indicada.

#### **2.1.1.9 Inyector de Aceleración**

Según Pérez Arias Paz (2000), " El inyector de aceleración es un dispositivo que lanza un chorro de gasolina adicional cuando el conductor aprieta el acelerador.

Permite una respuesta más rápida del motor e incrementa la aceleración. Los hay de diversas formas en función de cómo se propulsa la gasolina.

- De émbolo: el carburador tiene un pequeño depósito cilíndrico con un pistón que sube o baja en función de si se pisa o suelta el acelerador. Cuando se pisa el acelerador, el pistón sube y empuja hacia el inyector una cantidad de gasolina proporcional al gas que da el conductor.

- De bomba: es más complejo e incorpora una diminuta bomba eléctrica que va lanzando gasolina a presión mientras el motor está acelerando.” (p. 67).

#### **2.1.1.10 Avance Automático**

Es un tubo que va del carburador al distribuidor de encendido. El distribuidor es el dispositivo que manda las señales de encendido a las bujías. Cuando se aprieta o se suelta el acelerador, el paso de aire aumenta o disminuye y con ello el vacío que crea el motor responde en consecuencia (más vacío al acelerar y menos vacío al decelerar). Gracias a este tubo el aumento o disminución de vacío llega al pulmón del delco. Este pulmón tiene como misión ajustar el avance/atraso del encendido en función de la señal de vacío que recibe del carburador.

De esta forma, cuando el motor crea más vacío hace que el tubo succione más, el pulmón recibe la orden y el delco incrementa el avance. Cuando se suelta el acelerador, éste vacío cae en picado lo que provoca el efecto contrario, que el delco atrase para decelerar el motor más deprisa ayudando a que el vehículo reduzca la marcha. Un pulmón es un dispositivo neumático con una membrana que puede mover otro dispositivo en función de la presión o vacío que recibe. El ejemplo ideal es el servofreno ya que es, con diferencia, el pulmón más grande que tiene un automóvil.

#### **2.1.1.11 Apertura Neumática del Segundo Cuerpo**

En los modelos más avanzados de carburador progresivo el segundo cuerpo no se puede abrir directamente con el acelerador.

De esta forma el segundo cuerpo está controlado por un pulmón que sólo permite abrirlo en el momento adecuado para que el rendimiento sea el máximo.

### **2.1.2 Inyección Electrónica**

El sistema de inyección electrónica se basa en la medición de ciertos parámetros, como la cantidad o densidad de aire que ingresa al motor, la temperatura del mismo, la temperatura del motor en el cual está instalado, La cantidad de aceleración que imprime el conductor y otros no menos importantes, señales o parámetros a medirse que vienen en los sistemas más modernos.

Estos parámetros son medidos para informar a una computadora, el cual los relaciona convenientemente, y basado en ellas envía señales eléctricas de gran precisión a las válvulas electromagnéticas, A estas válvulas se les ha denominado inyectores, ya que inyectan combustible cuando la Computadora obliga, por medio de una señal eléctrica a abrirlas, las mismas que se mantenían cerradas y se las abastecía de combustible a una cierta presión de alimentación. El combustible finamente pulverizado se mezcla con el aire aspirado por el motor y esta mezcla ideal se combustiona dentro de la cámara.

De la perfección de las señales que lleguen a la computadora depende la calidad de la mezcla que ingrese al motor, por lo que cada constructor y diseñador ha utilizado la mayor cantidad de elementos que supone son los más importantes para tenerlos en cuenta.

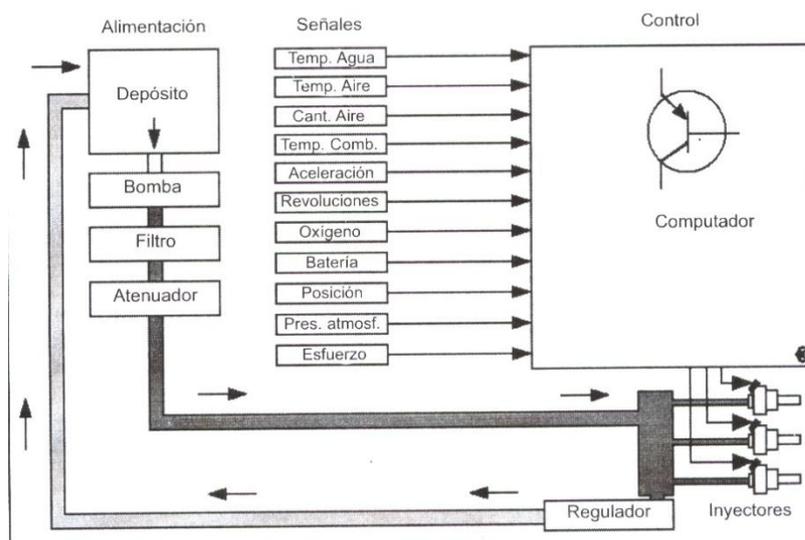
Según Coello E. (2006), "Al entender el proceso que se requiere para inyectar combustible, podemos mencionar tres sistemas básicos en un sistema de inyección:

El primero será el sistema de señales o sensores que deberán informar a la computadora de los parámetros más importantes a ser medidos.

Un segundo elemento es la alimentación del combustible que debe llegar hasta todas y cada una de las válvulas de inyección o inyectores, los mismos que están listos para abrirse cuando la computadora lo disponga.

El último elemento es el sistema de control que lo realiza la computadora misma, es decir, al recibir las señales de los sensores, señales que son tomadas generalmente como variaciones de voltaje (tensión eléctrica), como amperaje (cantidad de corriente) o como variación de resistencia eléctrica, envía pulsos eléctricos hasta los inyectores, abriéndolos al tiempo requerido para lograr inyectar una cantidad específica de combustible". (p.7).

**Figura # 2: "Esquema Básico del Sistema de Inyección"**



**Fuente:** "Sistemas de Inyección Electrónica a Gasolina" Efrén Coello (2006).

(p.8)

### **2.1.2.1. Sistema de Alimentación**

En los sistemas de alimentación por carburador o carburadores se utilizan desde sus inicios bombas mecánicas de combustible, pero luego se empezaron utilizando también bombas eléctricas, las mismas que, con ciertas modificaciones, empezaron a ser utilizadas también en los sistemas de inyección mecánicos y luego en los sistemas de inyección electrónica.

Estas bombas de alimentación utilizadas con carburadores producían unas pocas libras de presión, necesarias para llenar la cuba del carburador, sin requerir una gran presión (de 5 a 9 lb/pulg<sup>2</sup>), pero los sistemas de inyección requerían de mayores presiones de trabajo, mayores a los utilizados anteriormente, por lo que se incremento su potencia para proveer de valores sobre las 30lb/pulg<sup>2</sup> en inicio, llegando hasta valores cercanos a las 80 lb/pulg<sup>2</sup>.

Para Coello E. (2006), "En los sistemas de inyección, una bomba eléctrica de gran potencia aspira el combustible del depósito y lo envía con gran fuerza y caudal hasta una rampa de inyectores. Para ello se requiere filtrar primeramente al combustible, con el objeto de evitar que las posibles impurezas dañen a los elementos del sistema de alimentación, inclusive utilizando un filtro amplio y fino antes de la bomba, para que esta última tampoco se dañe o se bloquee con las posibles basuras del depósito". (p.9).

Todos y cada uno de los inyectores están conectados a una rampa, en la cual se ha alistado al combustible para ser inyectado cuando se lo requiera; inclusive en los sistemas que poseen una válvula o inyector de ayuda en frio, este también debe ser alimentado por la misma presión del sistema.

Como la bomba se ha sobredimensionado en todos los sistemas, tanto en la presión que se requiere como en el caudal de entrega, se necesita de un sistema una presión estable, del cual se encarga el regulador de presión. Este debe mantener la presión estable en el riel de inyectores, permitiendo el retorno de combustible excedente hasta el depósito

Adicionalmente se requiere de algún elemento que estabilice la presión, ya que el trabajo pulsante o intermitente de los inyectores produce una pulsación o variación de la misma presión y para evitarlo se ha instalado en el sistema un atenuador o amortiguador de pulsaciones.

El sistema de alimentación de combustible con retorno se usaba hasta hace pocos años, pero poco a poco ha sido reemplazado por el sistema sin retorno, localizando con mayor conveniencia a muchos elementos dentro del depósito, evitando con ello mucha complejidad externa y adicionalmente posibles daños en su manipuleo.

El sistema de alimentación sin retorno, a diferencia del sistema anterior, trata de mantener a todos los elementos más importantes dentro del depósito, dejando fuera de él solamente a la cañería de presión de alimentación que se conecta con el riel de inyectores. Al riel, por lo tanto, le llega la presión filtrada, estabilizada y regulada al valor del trabajo. En este caso, los inyectores solamente serán comandados por la computadora para entregar la cantidad de combustible necesario.

#### **2.1.2.1.1. Depósito de Combustible**

Según Torres Manuel (2000), "A diferencia de los depósitos utilizados en los sistemas a carburador, en un sistema de inyección a gasolina se utiliza un depósito que sea presurizado, con el objeto de evitar la fuga peligrosa de los vapores que se generan en él, debido principalmente al

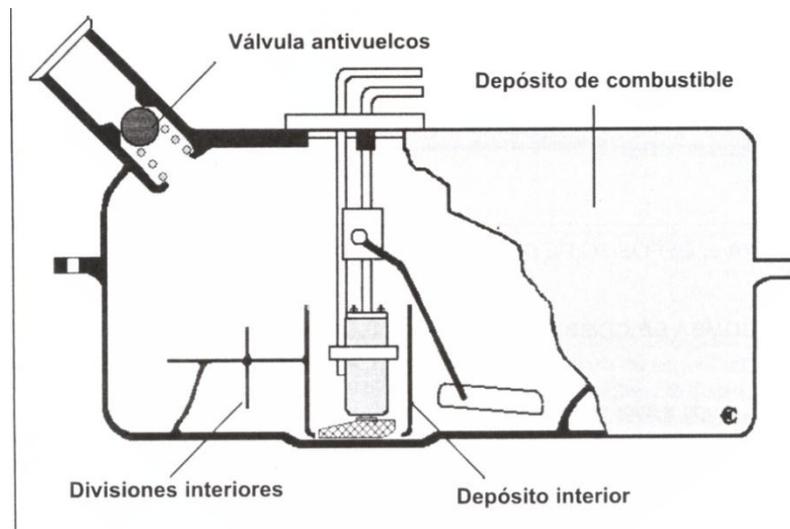
movimiento del combustible, al aumento de temperatura, así como también a la permanente circulación o recirculación de combustible. A estos vapores se los recicla o se los utiliza, permitiendo que el mismo motor los aspire con un control establecido, sin desperdiciarlos y sin el peligro de enviarlos a la atmosfera, como se lo realizaba en los sistemas de carburadores y hasta en los primeros sistemas de inyección.

Adicionalmente el depósito está diseñado con algunas divisiones interiores, las cuales evitan las olas y la generación de una corriente estática, muy peligrosa. También puede estar diseñado un pequeño depósito interior, dentro del cual está alojada la misma bomba, el cual en conjunto con las divisiones mencionadas, evitar que la bomba pueda succionar aire hasta en condiciones extremas, como en el caso de nivel muy bajo, en curvas del vehículo, en aceleraciones o frenados bruscos, momento en el cual se produce un desplazamiento del combustible.

Otra particularidad que posee un depósito de las nuevas generaciones es el cambio en el material de su construcción y ahora se lo diseña generalmente de materiales plásticos, evitando la corrosión que se producía en los anteriores depósitos metálicos. También se ha pensado en la seguridad instalando válvulas de presión máxima y válvulas antivuelco, para que el combustible no se derrame inclusive en condiciones muy severas". (p. 11).

Como hemos podido ver, el depósito de combustible ha sido realmente rediseñado en los últimos modelos de vehículos dotados con sistemas de inyección a gasolina.

**Figura # 3: “Depósito de Combustible”**



**Fuente:** “Sistemas de Inyección Electrónica a Gasolina” Efrén Coello (2006).  
(p.11)

#### **2.1.2.1.2. Bomba de Combustible**

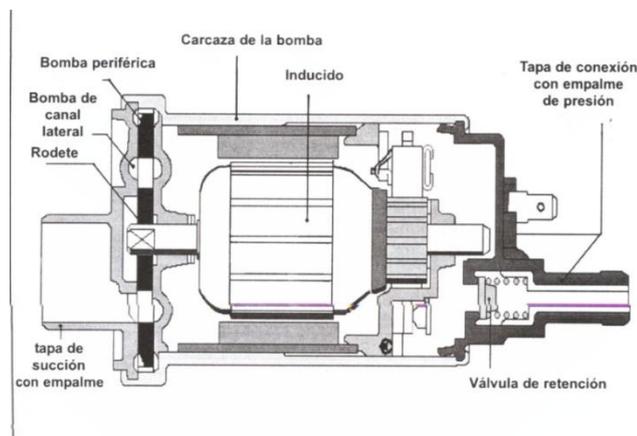
Debido a una mayor presión de trabajo necesaria y también porque debe mantener una presión constante y estable en el sistema, en todos los sistemas modernos se han instalado bombas eléctricas de gran potencia la cual debe alimentar a todos los inyectores con un buen caudal y una presión constante.

Según [www.cise.com](http://www.cise.com) S.A., “La bomba de combustible no es más que un motor eléctrico de corriente continua, diseñado con bobinas de campo inicialmente y ahora con imanes permanentes de gran potencia, cuyo rotor o inducido impulsa a una bomba de rodillos, de paletas o de piñones, similar a una bomba de aceite del motor”. Como la bomba adquiere una temperatura bastante alta durante su funcionamiento, se le ha diseñado para que esté inmersa en el mismo depósito, con lo cual el mismo combustible se encarga de enfriarla. También se ha utilizado este procedimiento, ya que la bomba, al no tener mucha fuerza para succionar

el combustible, necesita estar alojada lo más cercana al depósito y en el nivel inferior de este, que es el lugar idóneo para su instalación. Otra diferencia importante que tiene esta bomba de combustible para sistemas de inyección es la de poseer dos válvulas. La primera es una válvula de seguridad, sobre presión o presión máxima de trabajo y la segunda es una válvula de una sola vía (válvula check), la cual se encarga de evitar el retorno del combustible del sistema hacia el depósito a través de la misma bomba.

La válvula de presión máxima está diseñada para se abra en caso de obstrucción del filtro o del conducto de presión, así como de defectos en el regulador de presión o del mismo sistema, abriendo un conducto interno hacia la cámara de succión de la misma bomba, manteniéndose el combustible circulando entre las dos cámaras y evitando entregar una presión mayor a la establecida como límite de seguridad.

**Figura # 4:** “Bomba de Combustible”



**Fuente:** “Tecnología del Automóvil” Gerschler y otros (p.283)

### 2.1.2.1.3. Amortiguador Acumulador de Presión

Según Gil H. (2004), “Los inyectores generan con su trabajo una caída y subida de presión, esta variación de presión ocasiona una exactitud en

el caudal inyectado, ya que entenderemos que el caudal esta en relación directa a la presión de alimentación; cuando la presión esta baja, el caudal inyectado por los inyectores será menor al inyectado al que se pueda inyectar con presión normal y será mayor con un incremento o aumento de la presión". (p. 18).

Debido a esta variación permanente en la presión, aunque mínima, la cual influye en la exactitud del caudal inyectado, se ha diseñado el amortiguador de presión, el cual sirve además como acumulador de combustible.

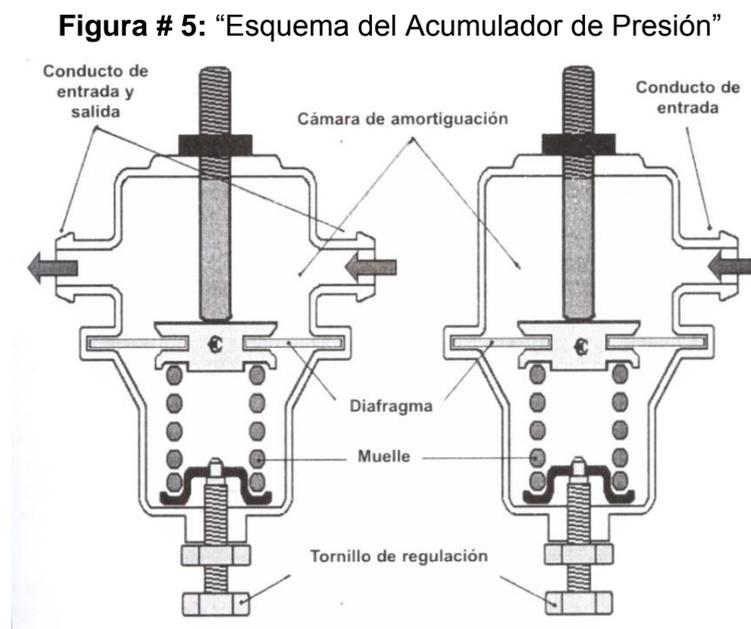
Está conformado de dos cámaras, separadas ellas por un diafragma. En la primera cámara atraviesa el combustible que se dirige hacia los inyectores y cuando estos están llenos, el diafragma es presionado por la misma presión de alimentación, comprimiéndose un muelle en la segunda cámara.

Cuando baja instantáneamente la presión con el trabajo de los inyectores principalmente, el muelle presiona al diafragma, y este envía el caudal almacenado en la cámara hacia la rampa de inyectores; así mismo, los inyectores se cierran, subirá la presión momentáneamente en ellos, presión que se almacena en la cámara del amortiguador; la presión en la rampa de inyectores se mantiene bastante estable, independientemente de la variación ocasionada por el trabajo intermitente de los inyectores.

Para realizar la función de servir como una cámara de almacenamiento o acumulación de combustible, de tal manera que se mantiene una presión en el sistema, inclusive cuando la bomba ya está en reposo. En este momento, la presión reservada o acumulada logra alimentar a los inyectores, manteniendo en ellos una cierta presión, presión que resulta

suficiente para permitir que durante los primeros segundos de arranque del motor se pueda inyectar combustible y el motor se mantenga en marcha. Simultáneamente la bomba de combustible inicia su trabajo, alimentando ya con una buena presión de trabajo.

Por lo general el amortiguador de presión está alojado en la salida de presión de la misma bomba, a pesar de que podría estar en cualquier punto del sistema de presión, desde la salida de la bomba hasta la rampa de inyectores.



**Fuente:** "Tecnología del Automóvil Tomo 2" Gerschler y otros (p.283)

#### 2.1.2.1.4. Rampa de Inyectores

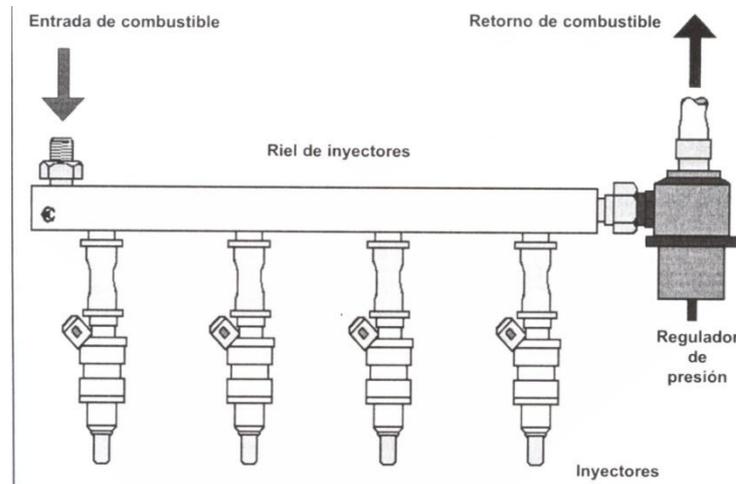
Este elemento también conocido como flauta se ha diseñado para mantener una presión igual en todos y cada uno de los inyectores del sistema; este está conectado con los inyectores, además de alojar a los mismos, se alimenta de la presión del combustible proveniente de la bomba.

Para Moreno J. (2007), "La rampa de inyectores no es más que un cuerpo hueco, generalmente metálico, aunque existen sistemas que lo utilizan de materiales plásticos también, en donde están conectadas las tomas de alimentación de los inyectores y también del inyector de ayuda de arranque en frío, especialmente en los primeros sistemas de inyección". (p. 20).

Adicionalmente la rampa debe alojar al regulador de presión del sistema o deberá tener una conexión de salida hacia el regulador, en el caso de que este haya sido diseñado exteriormente.

La rampa necesita adicionalmente de elementos de sujeción contra el múltiple de admisión o cabezote.

**Figura # 6: "Rampa de Inyectores"**



**Fuente:** "Manual CEAC del Automóvil" (p.211)

#### **2.1.2.1.5. Regulador de Presión del Sistema**

Para Manual CEAC del Automóvil (2003), "Sin importar el tipo, modelo o sistema de inyección, se requiere de un elemento capaz de mantener una presión estable en la rampa de inyectores, presión con la cual deberá

trabajar el sistema y con el cual se podrá inyectar un caudal exacto de combustible. Si la presión fuera variable o inestable, para una señal en tiempo de inyección generada por la computadora, el caudal inyectado también sería inestable, lo que ocasionaría una incorrecta mezcla aire-combustible que admita el motor". (p. 212).

Si existe una mezcla mal lograda, automáticamente la combustión y la potencia del motor disminuirán notablemente, generando además una contaminación mayor. Es por ello que se necesita una gran exactitud de la presión existente en los inyectores y este trabajo lo realiza el regulador de presión.

Está formado por dos cámaras, separadas por un diafragma flexible, empujando este a su vez por un muelle calibrado. En la primera cámara existe un conducto de entrada del combustible y un conducto de retorno, este último taponado por una válvula de asiento plano, la misma que es presionada por el muelle que empuja al diafragma. Cuando la presión de alimentación de la bomba ha llenado a esta cámara, la presión aumenta, hasta que la misma empuja al diafragma y este logra vencer la tensión del muelle calibrado. En este momento se abre la válvula de salida, con lo cual el combustible retorna al depósito por medio del conducto de retorno del regulador de presión.

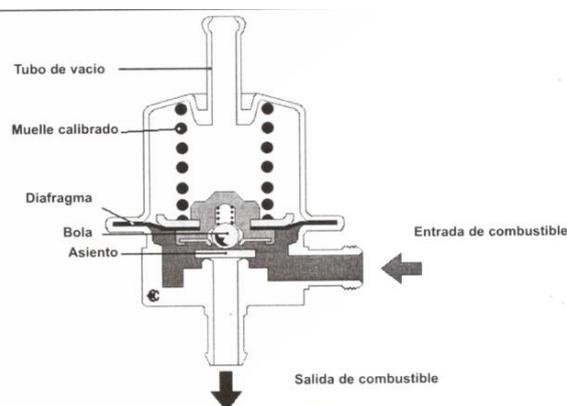
En la segunda cámara, es decir en la cual está alojado el muelle calibrado, existe un tubo, el cual está conectado al vacío o succión del múltiple de admisión del motor. Cuando la depresión en el múltiple se ha producido, el vacío atrae al diafragma, disminuyendo la tensión del muelle, bajando automáticamente la presión de combustible del sistema, ya que con menor tensión del muelle se da mayor facilidad para que retorne el combustible.

Cuando se pierde la depresión en el múltiple, la tensión del muelle vuelve a su valor nominal, aumentando la presión a su valor anterior, ya que está dificultando el retorno del combustible, debido que se requiere mayor presión para vencer la tensión del muelle hasta abrir el paso de retorno.

Como se podrá dar cuenta, la variación en la depresión del múltiple estará en relación directa con la presión del sistema, con lo cual logramos relacionar exactamente el caudal de inyección con dependencia de la presión del múltiple o colector de admisión, que nos relaciona directamente con el caudal o cantidad de aire que ingresa al motor.

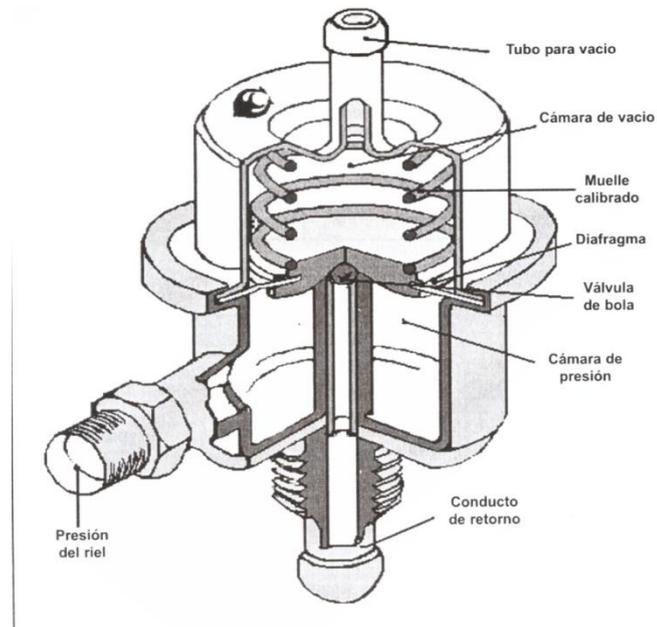
En la mayoría de sistemas se ha optado por utilizar un valor similar, que es aproximadamente 2.8 bar cuando tiene vacío el regulador y de aproximadamente 3.2 bar sin la depresión o vacío, aunque existen variaciones en este valor, dependiendo del diseño del constructor, pero para nuestro estudio y todas las pruebas que se realicen en diferentes sistemas de inyección, podemos tomar a estos dos valores como referenciales.

**Figura # 7:** “Regulador de Presión de Combustible”



**Fuente:** “Tecnología del Automóvil Tomo 2” Gerschler y otros (p.283)

**Figura # 8:** “Regulador de Presión de Combustible”



**Fuente:** “Tecnología del Automóvil Tomo 2” Gerschler y otros (p.284)

#### **2.1.2.1.6. Filtro de Combustible**

Para Arias Paz (2000), “El filtro de combustible es el elemento de inyección que ha sido diseñado para proteger de suciedades a los inyectores y al regulador de combustible, así como al resto de elementos del sistema de alimentación. Es prácticamente el único elemento del sistema de inyección que está expuesto a un mantenimiento y recambio periódico, ya que el resto de elementos han sido diseñados para funcionar un largo período, sin necesidad de mantenimiento y por estas razones se requiere de un control importante en el cambio periódico del mismo, cambio que se intensificará si las condiciones del combustible, por suciedad o mala calidad así lo requieren.” (p. 76).

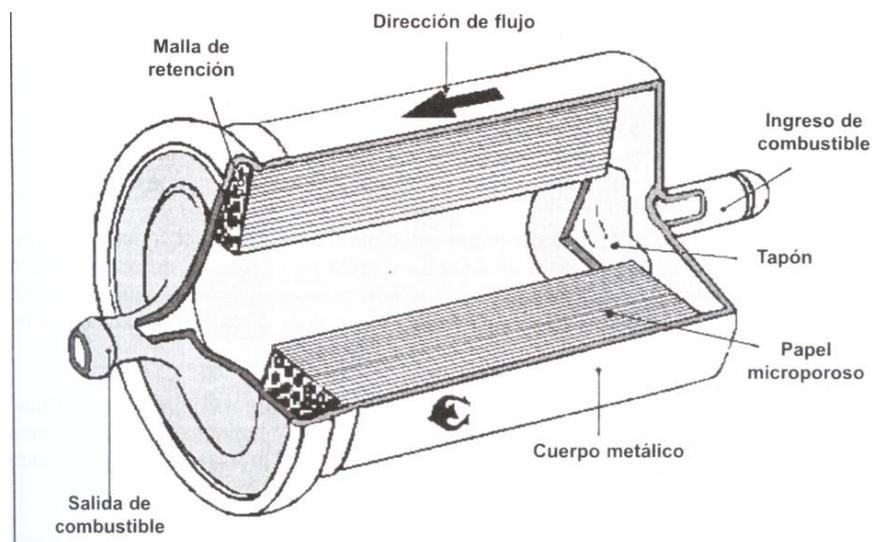
El filtro está diseñado de un papel micro poroso de alta calidad, el cual puede retener impurezas hasta de 2 a 3 micrones. Este papel es arrollado convenientemente dentro de un cuerpo metálico antioxidante,

alojando a su vez los neplios de conexión, los cuales son generalmente roscados, a pesar de que muchos fabricantes lo han diseñado para conexiones con mangueras y abrazaderas de ajuste.

Dentro del cuerpo del filtro también ha sido instalado un filtro de malla en el cual se apoya el papel de filtrado y en un extremo se ha diseñado un filtro fusible, el cual tiene la particularidad de permitir el paso del combustible en caso de alta presión, ocasionada por fallos en el sistema, evitando que el cuerpo del filtro explote.

Adicionalmente, el filtro posee siempre una dirección del flujo, a la cual se la identifica por una flecha grabada en su cuerpo o por las indicaciones de entrada (IN) o salida (OUT) en sus neplios.

**Figura # 9: "Filtro de Combustible"**



**Fuente:** "Temática Automotriz" Alonso Pérez (p.128)

### 2.1.2.2. Componentes de Sensado (Sensores)

Para tener una idea mejor de lo que es un sistema de inyección electrónico y sabiendo también que es una computadora la encargada de

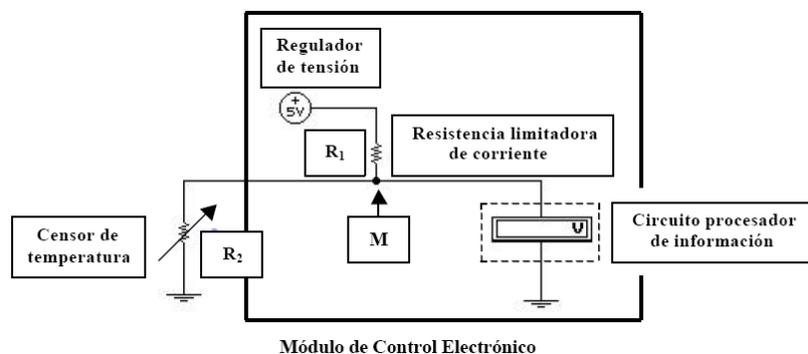
abrir al inyector el tiempo necesario para entregar una cantidad adecuada de combustible. Para obtener esta cantidad adecuada de combustible, la cual debe mezclarse ingresar al cilindro, esta computadora necesitará de alguna o de mucha información para actuar debidamente.

Por lo tanto, todo sistema de inyección electrónica requiere de sensores que detecten los valores importantes que deben ser medidos, para que con esta información sea entregada a la Computadora y ella pueda determinar el tiempo de actuación o de apertura de los inyectores.

Existen parámetros muy importantes, como son por ejemplo la temperatura del refrigerante del motor, la temperatura de aire aspirado, la cantidad de aire que aspira el motor, el numero de revoluciones a las que está girando, la cantidad de aceleración que desea imprimir el conductor y muchos otros no menos importantes, todos ellos sirven de señales eléctricas para la computadora, la misma que los analiza, los traduce en valores aceptables, los compara con su programa interno y determina con ello la cantidad de combustible a inyectarse.

### 2.1.2.2.1 Sensor de Temperatura

**Figura # 10** “Circuito del sensor de temperatura”



**Fuente:** “Manual Básico de Mantenimiento Automotriz SARAUTOS” Manuel Torres (2000) (p. 90)

Para Coello E. (2006), "Uno de los componentes de censado más comúnmente utilizado en aplicaciones en el automotor es el Sensor de Temperatura. Circuitos de sensores de temperatura son utilizados en distintos sistemas electrónicos para controlar la temperatura de varios componentes, fluidos e incluso la del aire." (p.71)

El Control Electrónico del Motor, Control Electrónico de la Transmisión y la Instrumentación Electrónica, son ejemplos de sistemas que contienen circuitos con sensores de temperatura. El circuito electrónico empleado para censar la temperatura, es básicamente el mismo para cualquiera de los tres sistemas citados.

El circuito está compuesto por un Módulo de Control Electrónico, un Censor de Temperatura, conductores y conectores. El Módulo de Control Electrónico contiene un Regulador de Tensión (+ 5 Volt), un Resistor Limitador de Corriente, y un Circuito electrónico de Procesamiento de la Información, circuito este que actúa en forma similar a un voltímetro.

El Regulador de Tensión alimenta al circuito con un nivel de tensión constante. El Módulo de Control Electrónico interpreta cualquier variación de tensión que se produzca en el Punto M como un cambio en la resistencia del censer, cambio que debería producirse por un cambio en la temperatura. Debido a esta condición de medición del sistema es que el nivel de tensión con que se alimenta al circuito debe ser preciso y constante (regulado).

El Resistor Limitador de Corriente es un Resistor Fijo que protege al circuito evitando una sobrecarga por intensidad de corriente. Este resistor limita a un máximo la intensidad de corriente demandada al regulador si por algún accidente se produce un cortocircuito a masa en el conexionado que une el módulo de control y el censer de temperatura.

El Circuito Procesador de la Información, ubicado en el Módulo de Control, mide el nivel de tensión presente en cada momento en el Punto M. Este nivel de tensión depende de la resistencia que tenga en cada instante el Sensor de Temperatura y ese valor resistivo depende del nivel de temperatura a que está expuesto dicho sensor.

El Sensor de Temperatura es un Resistor Variable en Función de la Temperatura del medio al que está expuesto y que está censando. En este tipo de sensor, su valor resistivo “aumenta” a medida que la temperatura del medio que está censando “decrece” y por el contrario, su valor resistivo “decrece” a medida que la temperatura del medio “aumenta”. Estos sensores, en los que su resistencia varía en función de la temperatura a que están expuestos, son denominados “Termistores”. En este caso en particular, se está haciendo referencia a un termistor del “Tipo NTC” (Coeficiente de Temperatura Negativo”.

Existen termistores del “Tipo PTC” (Coeficiente de Temperatura Positivo). Estos tipos de termistores trabajan exactamente al revés que los descritos anteriormente, cuando la temperatura “aumenta”, su valor resistivo “aumenta”. Cuando la temperatura “decrece” su valor resistivo “decrece”. El circuito del sensor de temperatura está conformado como un “Circuito Divisor de Tensión”.

En este circuito la “resistencia limitadora de corriente” (R1) se encuentra dispuesta en serie con un “resistor variable” (R2). Con esta configuración de circuito, se genera una caída de tensión a través de los extremos del termistor que es directamente proporcional al valor de resistencia que adopte en cada instante el sensor (valor producto de la temperatura que está soportando).

La fórmula utilizada para determinar el nivel de tensión en el “punto M” (caída de tensión a través del sensor) es:

Según Técnicas del Automóvil (2004), “Durante la operación normal del sistema, cuando la temperatura a ser censada comienza a aumentar, la resistencia del sensor comienza a decrecer y por lo tanto el nivel de tensión en el punto M también decrecerá. Por el contrario, si la temperatura decrece, la resistencia del sensor aumentará y por lo tanto el nivel de tensión en el punto M aumentará también.” (p. 174).

El módulo de control utiliza los niveles de tensión presentes en el punto M como una entrada de información para determinar qué tipo de cambios se están sucediendo en el sistema. Este circuito produce una señal de tensión análoga que puede variar aproximadamente en un rango comprendido entre algo más que 0 Volt y algo menos que 5 Volt.

Para Torres R. (2000), “ Durante condiciones anormales del circuito, tales como circuito abierto o cortocircuito, este no puede proveer una medición representativa de la temperatura para la cual está diseñado censar. Asimismo, cualquier valor de resistencia del sensor que exceda los parámetros del diseño afectará el nivel de la tensión presente en el punto M, dando así al módulo de control una información incorrecta de la temperatura real censada.” (p. 105).

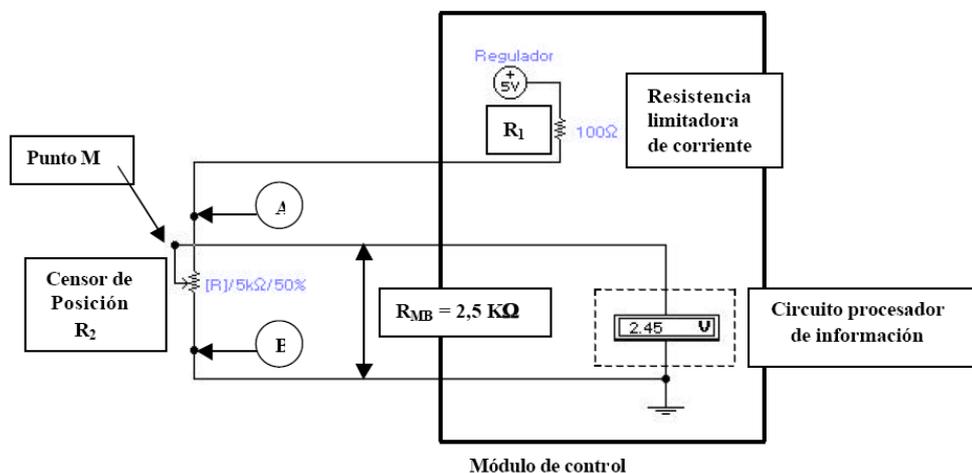
La apertura del circuito entre el módulo de control y el sensor de temperatura, o el sensor de temperatura y masa, dará como resultado una lectura de 5 Volt en el punto M. Un corto circuito a masa en el circuito entre el módulo de control y el sensor de temperatura resultará en una lectura cercana a 0 Volt en el punto M.

Un nivel de tensión en el punto M más elevado que el máximo que el circuito puede producir (este máximo se daría con temperaturas inferiores a 0° C), puede suceder si se generan resistencias de contacto elevadas entre el módulo de control y el sensor de temperatura o entre este y masa.

### 2.1.2.2.2 Sensor de Posición

Según S.A., "Muchos sistemas controlados electrónicamente requieren de un componente que pueda monitorear el desplazamiento y recorrido de un elemento mecánico, de modo que el circuito de control pueda estar informado permanentemente de la posición en que se encuentra dicho elemento. El circuito eléctrico de un Censor de Posición es muy similar al de un sensor de temperatura".

**Figura #11** "Circuito del sensor de posición"



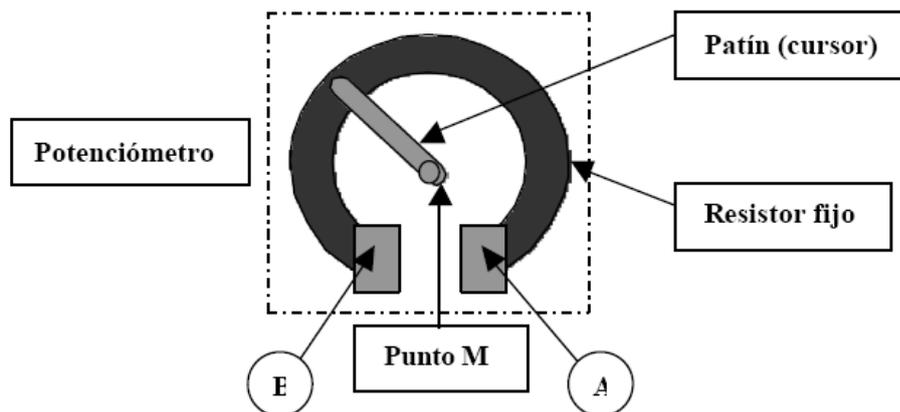
**Fuente:** "Sistemas de Inyección Electrónica a Gasolina" Efrén Coello (2006).  
(p.72)

El circuito eléctrico está conformado por un Módulo de Control, un Censor de Posición (potenciómetro), conductores eléctricos y conectores.

El Módulo de Control contiene un Regulador de Tensión, una Resistencia Limitadora de Corriente y un Circuito Procesador de Información.

Aunque el Censor de Posición es una resistencia variable, su operación es diferente a la de un Censor de Temperatura. En este último la resistencia del censor, como ya se explicó, varía con la temperatura, en el Censor de Posición la resistencia es variada mecánicamente. El censor de posición (potenciómetro) consiste en un resistor fijo (comprendido entre A, C y B) sobre el que se desliza un patín (cursor) estableciendo contacto sobre él.

**Figura # 12** “Estructura del sensor de posición”



**Fuente:** [http://www.cise.com/ielectronica/sensor\\_posicion.htm](http://www.cise.com/ielectronica/sensor_posicion.htm)

El patín o cursor es mecánicamente solidario con el componente que debe ser monitoreado, por ejemplo el eje de la mariposa de la garganta de admisión, movida por el sistema del acelerador.

Cuando la posición del componente mecánico cambia, la resistencia del sensor de posición cambia. El módulo de control, determina en cada instante la posición adoptada por el componente mecánico censado, leyendo por medio de su circuito procesador de información el nivel de tensión presente en el Punto M.

El circuito de este sensor está también conformado como un divisor de tensión, pero a diferencia del sensor de temperatura, el circuito procesador de información monitorea el nivel de la tensión de información entregada por el sensor, a través de una línea de retorno. Conexión entre el Punto M y el Circuito Procesador de Información.

A pesar que los circuitos del sensor de temperatura y del sensor de posición están ambos diseñados como circuitos divisores de tensión, la resistencia total del sensor de posición no varía (mientras en el sensor de temperatura si), por lo tanto el método de cálculo para determinar el nivel de tensión de información difiere ligeramente del estudiado anteriormente.

Si la resistencia del sensor de posición aumenta, el nivel de tensión monitoreado aumentará. Si la resistencia del sensor de posición disminuye, el nivel de tensión monitoreado disminuirá.

El circuito del sensor de posición, produce una señal de información que consiste en una tensión analógica (nivel de tensión monitoreado por el módulo), normalmente el rango de variación de dicha tensión se encuentra aproximadamente entre 0,5 Volt y 4,5 Volt. Esta condición se cumple siempre que la resistencia del sensor sea la que corresponda al diseño del circuito, cualquier valor de resistencia que se encuentre fuera de los límites del diseño, podrá dar informaciones erróneas de la real posición en la que se encuentra el sensor.

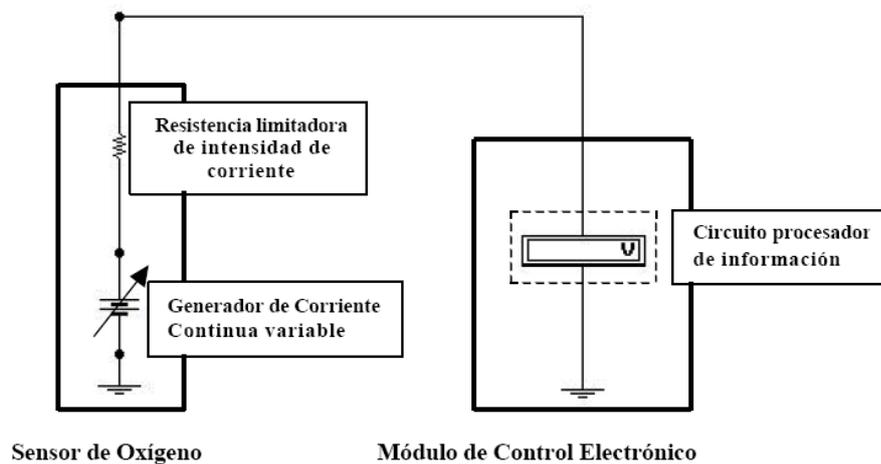
- Si se produce una apertura del circuito entre el módulo de control y el Punto A del sensor de posición o entre el Punto M del sensor y el módulo de control, dará como resultado una lectura de 0 Volt en la línea de información. El mismo nivel de información se producirá si se abre el sensor propiamente dicho, en el extremo donde recibe la tensión de referencia, o si se abre el cursor.

- Si la apertura del circuito se produce en el sensor propiamente dicho en su extremo que va conectado a masa, o en la línea que conecta este extremo con masa, en la línea de información se tendrá presente un nivel de tensión de información de 5Volt.
- Un corto circuito a masa en la línea que alimenta con la tensión de referencia al sensor o en la que conecta la salida de información con el módulo, dará como resultado un nivel de tensión de información de 0 Volt. Si la línea que conecta el retorno del sensor con la masa del módulo es cortocircuitada a masa, el nivel de la señal de entrada no se verá afectado.
- Una resistencia mayor que lo normal insertada en cualquiera de las conexiones del sensor con el módulo (por ejemplo resistencia de contacto en los conectores), producirá un nivel de información erróneo. Si dicha resistencia está insertada en la línea por la que el sensor recibe la tensión de referencia, el nivel de tensión de información será menor al real de acuerdo a la posición que el componente tiene en ese momento.

Si dicha resistencia se encuentra presente en la línea de conexión del sensor con el módulo, el nivel de la tensión de información será mayor al real, de acuerdo a la posición que el componente tiene en ese momento.

### 2.1.2.2.3 Sensor de Oxígeno

Figura # 13 "Circuito del sensor de oxígeno"



Fuente: "[http://www.cise.com/ielectronica/sensor\\_oxigeno.htm](http://www.cise.com/ielectronica/sensor_oxigeno.htm)"

Otro sensor especial utilizado solamente en los Sistemas de Control de Motores es el Sensor de Oxígeno. Este componente se monta en el tubo de escape de gases residuales de la combustión o directamente en el múltiple de escape.

Para <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:K20>, "La finalidad de este componente consiste en proveer al Módulo de Control Electrónico información del contenido de oxígeno en los gases residuales de escape, de modo que este pueda determinar si la mezcla aire/combustible aportada al motor se encuentra en la condición Normal, Rica o Pobre, permitiéndole de este modo ajustar los tiempos de inyección de combustible".

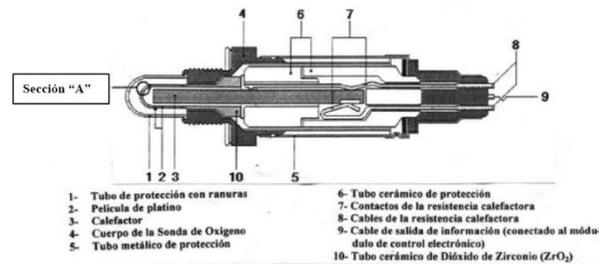
El circuito eléctrico del sensor de oxígeno está formado por un Módulo de Control Electrónico, el Sensor de Oxígeno, conectores y el cableado necesario para interconectar eléctricamente estos componentes.

El sensor de oxígeno es un generador de corriente continua variable que informa al módulo de control mediante una señal de tensión análoga cuyo rango de variación se encuentra comprendido entre 0 (cero) Volt y 1 (uno) Volt.

La resistencia dispuesta en serie con el generador de corriente continua protege a este de intensidades de corriente de sobrecarga, que podrían producirse si ocurriera un cortocircuito en la línea de conexión sensor de oxígeno a módulo de control electrónico.

El sensor de oxígeno consiste en un pequeño tubo cerrado en un extremo, construido con Cerámica de Dióxido de Zirconio, estando ambas caras del mismo, tanto la interna como la externa, recubiertas por una delgada capa de Platino.

**Figura # 14** “Estructura del sensor de oxígeno”



**Fuente:** [http://www.cise.com/ielectronica/estructura\\_oxigeno.htm](http://www.cise.com/ielectronica/estructura_oxigeno.htm)

Cuando el tubo es llenado con el aire exterior, rico en oxígeno (21% del volumen total) y la superficie exterior del mismo es expuesta a los gases remanentes de la combustión, con reducido contenido de oxígeno, se produce una reacción química en el sensor que genera una tensión entre sus superficies, interna y externa.

Esta es una reacción química similar a la producida entre dos diferentes metales en una batería.

La reacción química se produce en estas condiciones de exposición, ante los diferentes niveles del oxígeno contenido en el aire y en los gases provenientes de la combustión, siempre que la temperatura del sensor sea de 350° C o más.

La tensión generada por el sensor, variará a cada instante, en concordancia con el nivel de oxígeno que contengan los gases de escape.

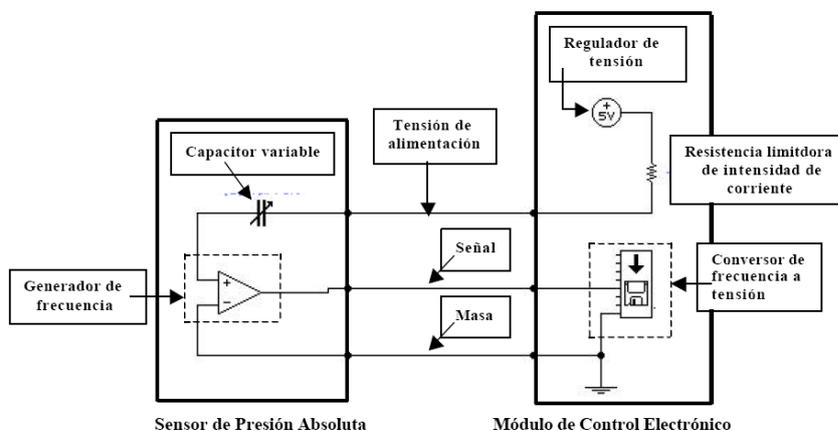
El contenido de oxígeno en el aire puede, prácticamente, considerarse constante.

- El nivel de la tensión generada por el sensor aumentará en la medida que el contenido de oxígeno en los gases de escape disminuya.
- El nivel de la tensión generada por el sensor disminuirá en la medida que el contenido de oxígeno en los gases de escape aumente.
- Cualquier anomalía que se produzca en el circuito, dará como resultado una información incorrecta sobre la condición de la mezcla aire/combustible suministrada al motor, produciendo ajustes erróneos de la inyección de combustible por parte del módulo de control electrónico.
- El módulo de control leerá un nivel de tensión proveniente del sensor de 0 Volt constante si se produce la apertura o la puesta a masa del circuito de conexión existente entre el sensor y el módulo.

- Una conexión deficiente entre el sensor y el módulo de control, generalmente provocada por resistencia de contacto entre pines macho y hembra de conectores, provocará una caída de tensión sobre esa resistencia. Dicha tensión es parte de la tensión generada por el sensor, por lo tanto la tensión de información que recibirá el módulo de control será menor a la realmente generada, dando como consecuencia error en el ajuste de combustible que gobierna el módulo de control electrónico.
- Adicionalmente a estos problemas, se debe tener en cuenta que debido a la alta impedancia que presenta el circuito, este es muy sensible a ser inducido por impulsos eléctricos generados por pérdidas de alta tensión en los cables de bujías o en los circuitos de carga. Debido a estas posibilidades de interferencias, el conductor que conecta el sensor con el módulo de control electrónico es protegido por una malla de blindaje conectada a masa.

#### 2.1.2.2.4 Sensor de Presión Absoluta

Figura # 16 “Circuito del sensor MAP”



Fuente: “[http://www.cise.com/ielectronica/sensor\\_map.htm](http://www.cise.com/ielectronica/sensor_map.htm)”

En muchos casos los Sistemas Electrónicos de Control de Motor utilizan un tipo especial de sensor para medir la presión del aire de admisión y la presión atmosférica. Estos componentes son normalmente denominados, Sensor de Presión Absoluta en el Múltiple de Admisión (MAP) y Sensor de Presión Barométrica (BP).

El sensor reacciona ante los cambios de presión, enviando hacia el módulo de control señales de frecuencia cambiante en función de los cambios en la presión a que está expuesto. El convertor de frecuencia a tensión, acondiciona la señal enviada al módulo de control por el sensor, convirtiendo las distintas frecuencias en distintos niveles de tensión de corriente continua.

Se debe tener en cuenta que el valor de capacidad de un capacitor es directamente proporcional a la superficie de las placas enfrentadas, e inversamente proporcional a la distancia que las separa. Para una superficie de placas constante, a mayor distancia de separación entre ellas “menor valor de capacidad en el capacitor”, por el contrario, a menor distancia de separación “mayor valor de capacidad en el capacitor”.

#### **2.1.2.2.5 Sensor (TPS)**

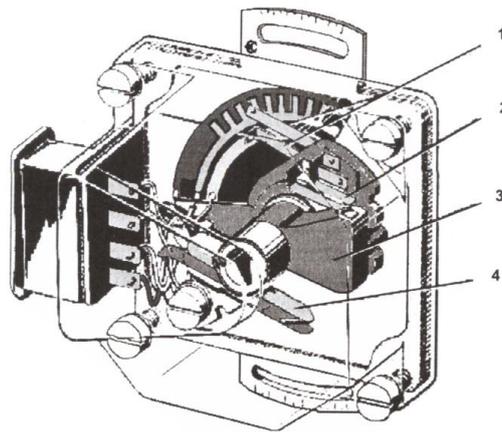
Según info@cise.com S.A., “El sensor TPS informa al PCM de la posición de la mariposa de aceleración. Está compuesto por un potenciómetro de tres cables aunque en algunos sistemas se le agrega un cuarto cable correspondiente a un “CUT OFF” o Idle Switch.”

La señal del TPS es del tipo analógica y la señal del Idle Switch es del tipo todo o nada (OFF-ON).

La condición de mariposa cerrada se suele representar por un voltaje bajo menor a 1Volt, mientras que la mariposa totalmente abierta se representa con un voltaje alto normalmente 4,5 Volt. Los cables del sensor corresponden a:

- Alimentación 5 Volt
- Masa
- Señal: 0, 5 V a 4,5 V

**Figura # 20** “Señal del Interruptor y Potenciómetro Instalado en la Mariposa de Aceleración”



**Fuente:** “Tecnología del Automóvil Tomo II” Gerschler y otros (2000) (p.288)

### **2.1.2.3. Control del Sistema de Alimentación**

#### **2.1.2.3.1. La Computadora de Control (ECU)**

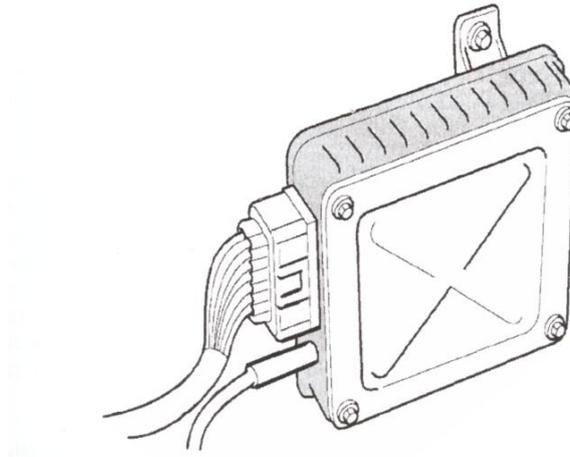
Según Coello E. (2006), “La Computadora debe recibir las señales de los sensores, señales que las procesa, las filtra, la compara y amplifica, para enviar a los actuadores uno o varios pulsos de corriente, por un determinado tiempo para hacerlos actuar, de acuerdo a su función individual.” (p. 109).

La Computadora deberá enviar la señal a la bobina de encendido del motor, en el momento justo, para obtener la mejor y más potente dentro de la cámara. Con los mismos datos y su mapa diseñado, la computadora deberá adelantar o retardar el punto de encendido, de acuerdo a las necesidades del motor, con el objeto de combustionar la mezcla en el momento preciso. Esta señal es enviada en algunos casos por el modulo de encendido, el cual se encarga de amplificarla o sencillamente de forma directa a la bobina, cuando dentro de la computadora está alojado al Modulo de encendido.

La Computadora o ECU (Electronic Computer Unit), está compuesta de varias etapas para cumplir su función total, todas las etapas compuestas de semiconductores electrónicos, tales como resistencias, diodos, transistores, condensadores circuitos integrados, que sumados forman estructuras muy complejas. Además dispone de Microprocesadores, en los cuales se ha almacenado toda la información de su Programa de Trabajo, el mismo que ha sido cuidadosamente estudiado y probado para aplicarlo en cada motor para el cual ha sido diseñado.

Además dispone de algunos reguladores y estabilizadores de corriente, para que su trabajo sea muy exacto y además le sirven de protección contra corrientes invertidas, picos altos de voltaje y cortocircuitos menores, ya que en su última etapa, que es la amplificación hacia las salidas o actuadores, debe estar completamente exacta, para obtener el resultado esperado.

**Figura # 21** “Vista Externa de una Computadora”



**Fuente:** “Tecnología del Automóvil Tomo II” Gerschler y otros (2000) (p.288)

#### **2.1.2.3.2. Estructura y Diseño Interno**

Dentro de su compleja estructura, en cada Computadora ha sido diseñado un Programa de trabajo para el modelo y vehículo determinado, estos datos han sido pregrabados en su memoria ROM, de acuerdo a las pruebas exigentes en los laboratorios de prueba. Paralelamente la Computadora de una Memoria RAM, la cual permite acumular transitoriamente los datos recibidos, que son comparados por la Memoria ROM y que sirven para corregir el trabajo y guardar la información producida durante la etapa de trabajo del motor.

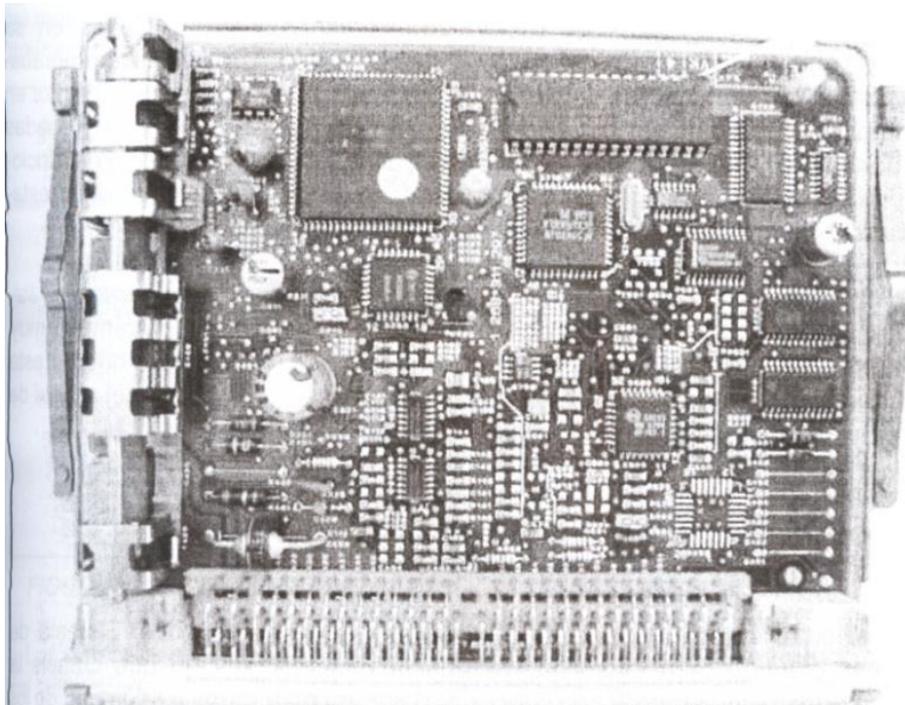
En la Memoria RAM se actualizan los datos y los Códigos de Fallo se almacenan, los cuales se pueden analizar con un Scanner o algún equipo de diagnostico. Adicionalmente, la Computadora envía una señal hacia la lámpara de mal función (check engine), advirtiendo al conductor da algún fallo presente.

En las Computadoras de últimas generaciones, los Fallos que se presentan durante el funcionamiento del Motor, son tomados para

grabarlos en su Memoria, pero tienen la particularidad de tomar las señales correctas pregrabadas, para comprobar con los datos reales y poder con ello mantener al motor en un estado de emergencia, durante el cual las señales son grabadas pero desechadas momentáneamente para realizar un funcionamiento estable, hasta que el vehículo pueda ser analizado y reparado.

La única señal de la Computadora no puede dejar de obtener durante su trabajo es la señal de Revoluciones del Motor, ya que es un parámetro muy importante e indispensable para el total funcionamiento, debido a que de esta señal depende el cálculo de la Computadora, tanto para el control del caudal de inyección como para el control del punto de encendido.

**Figura # 22** "Vista Interior de una Computadora"



**Fuente:** "Manual de Sistemas Fuel Inyección" Thiessen (2000) (p.197)

## **2.1.2.4. Actuadores**

### **2.1.2.4.1. Inyectores**

Los inyectores son electroválvulas.

En su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula.

Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace que la válvula se abra.

Según info@cise.com, "El promedio de control de la Computadora sobre los inyectores es entre los 2 milisegundos hasta aproximadamente los 12 o 15 milisegundos, tomando en cuenta entre las revoluciones de trabajo en Ralentí y máximas revoluciones y un máximo caudal respectivamente."

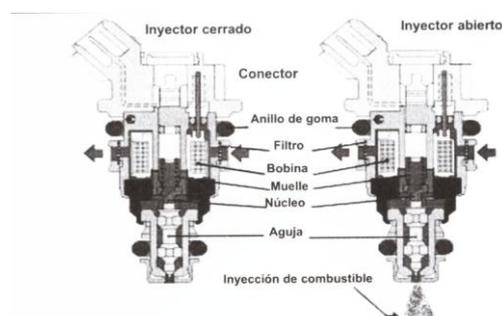
Este tiempo de inyección permite seleccionar un caudal de inyección para que el motor reciba la cantidad de combustible en todas las etapas de aceleración.

Por supuesto existen parámetros o diseños que salen de este promedio, como por ejemplo en aceleraciones bruscas, con el motor frío o con compensaciones necesarias, ya que requiere un mayor caudal por los motivos expuestos.

Este tiempo de inyección será calculado por la computadora, debido a la información que recibe de sus sensores. Por ejemplo con temperaturas muy bajas requerirá prolongar el tiempo de inyección para enriquecer la mezcla.

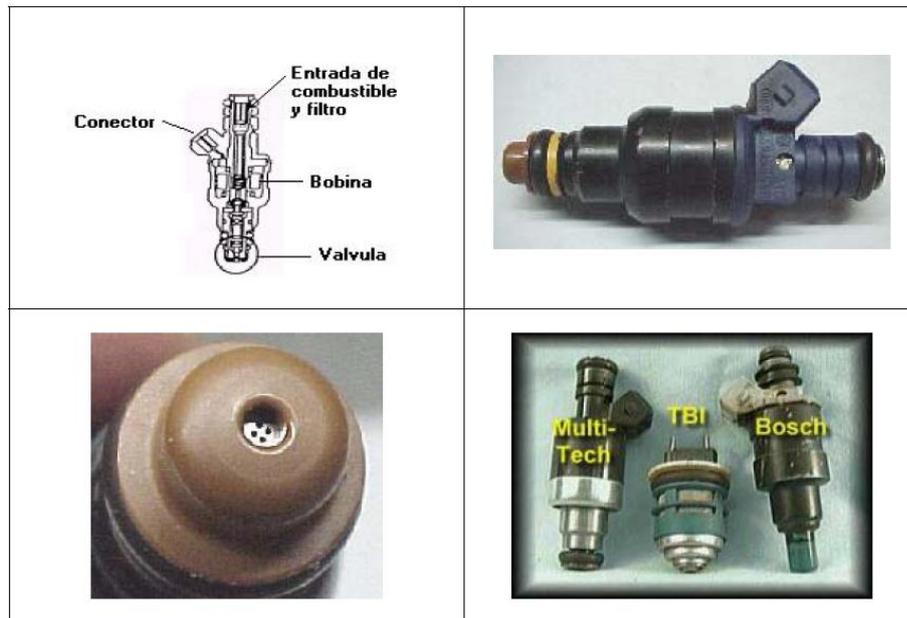
Cuando el número de revoluciones está subiendo, la Computadora irá incrementando el tiempo de apertura, compensando con ello la necesidad de un mayor caudal, entre los principales. El Inyector está constituido por una Bobina, a la cual la Computadora alimenta de corriente eléctrica (de alta frecuencia), y con ello se crea un campo magnético fuerte. Este campo magnético logra atraer un núcleo de hierro móvil, que permite levantarse a una aguja de su asiento. Como existe una presión constante dentro del inyector, cuando la aguja se abre, el combustible puede salir con gran presión, pulverizándose en partículas muy finas y con un ángulo determinado. El Inyector está colocado generalmente en el múltiple de admisión, cercano a la válvula de admisión, y que, al estar caliente, el combustible inyectado puede atomizarse de mejor manera, ingresando con el aire admitido hasta el cilindro, el momento de apertura de la válvula. El Inyector tiene en el racor o neplo de ingreso un filtro muy fino, el cual logra detener las últimas impurezas, protegiendo de esta forma a la Válvula de un posible atascamiento. Adicionalmente, el inyector está asentado en el colector de un aislador térmico en el cuerpo de la Aguja, con lo cual se evita la formación de vapores, los cuales pueden salir aunque el inyector este cerrado. El inyector en su momento de funcionamiento produce un dardo de combustible aproximado de 30 grados.

**Figura # 23** “Inyector en Reposo y en Trabajo”



**Fuente:** “Manual de Sistemas Fuel Injection” Thiessen (2000) (p.202)

**Figura # 24** “El Inyector”



**Fuente:** “Manual de Sistemas Fuel Inyection” Thiessen (2000) (p.203)

#### **2.1.2.4.2. Control de Ralentí con el Motor Paso a Paso**

Para mantener las revoluciones estables del motor entre otras formas se lo puede hacer utilizando un Motor Paso a Paso que cumple varias funciones, que son las de mantener estabilidad en las Revoluciones de Ralentí del motor, en todas y cada una de los rangos de temperatura y en todas las condiciones de esfuerzos del motor.

El Motor paso a paso está diseñado de la siguiente forma: Un Rotor magnético es obligado a girar un cierto ángulo por la atracción o rechazo ocasionado por el campo magnético creado en una o varias bobinas fijas alrededor del rotor, a las cuales se las alimenta de corriente eléctrica. Cuando se alimenta de corriente a una bobina, se logra un cierto giro del rotor a girar otro ángulo adicional y así sucesivamente se repite el proceso, obteniendo con ello un giro por pasos.

Este campo magnético le está permitiendo girar al Rotor en pasos o partes y no como gira un motor eléctrico convencional, es decir de forma continua. Si el número de pulsos que entrega la Computadora a las bobinas es más seguido, el rotor girará rápidamente en uno u otro sentido, dependiendo del sentido de control, es decir en sentido derecho o izquierdo.

El rotor posee un tornillo sin fin, el cual se enrosca durante su giro en un cuerpo roscado. Este cuerpo roscado es a su vez la válvula que se encarga de abrir o cerrar el paso del aire entre los dos conductos, permitiendo con ello acelerar o desacelerar al motor.

La Computadora se basa en la información recibida de los sensores para determinar el número de pasos a uno u otro lado, controlando con ello la aceleración del motor en Ralentí, adicionalmente se encarga de compensar cualquier esfuerzo del motor, acelerándolo, manteniendo en todo momento una estabilidad en Ralentí.

### **2.1.3 Análisis de Gases de Escape de Motores de Combustión Interna.**

A continuación se explica los fundamentos básicos del análisis de gases de escape de un motor de combustión interna. Del resultado del proceso de combustión del motor se obtienen diversos gases y productos, entre ellos los más importantes son el CO (monóxido de carbono), el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), el O<sub>2</sub> (Oxígeno), Hidrocarburos no quemados (HC), Nitrógeno, Agua y bajo ciertas condiciones Nox (óxidos de Nitrógeno).

Un correcto análisis de las proporciones de los gases puede dar lugar a diagnósticos muy importantes del funcionamiento del motor. El analizador de gases de escape analiza la química de estos gases y nos

dice en que proporciones se encuentran los mismos. Todos estos productos se obtienen a partir del aire y del combustible que ingresa al motor, el aire tiene un 80 % de Nitrógeno y un 20 % de Oxígeno (aproximadamente).

Podemos entonces escribir lo siguiente:

AIRE + COMBUSTIBLE =====> CO + CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> + HC + H<sub>2</sub>O + N<sub>2</sub> +  
Nox (bajo carga)

Una combustión completa, donde el combustible y el oxígeno se queman por completo solo produce CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y H<sub>2</sub>O (agua). Este proceso de una combustión completa y a fondo muy pocas veces se lleva a cabo y entonces surge el CO (monóxido de carbono) y consiguientemente aparece O<sub>2</sub> (Oxígeno) y HC (Hidrocarburos), tengamos en cuenta que la aparición de los mismos es porque al no completarse la combustión "siempre queda algo sin quemar."

Los valores normales que se obtienen a partir de la lectura de un analizador de gases conectado a un motor de un vehículo de Inyección Electrónica son los siguientes:

CO < 2 % O<sub>2</sub> < 2%  
CO<sub>2</sub> > 12% HC < 400ppm.

El nitrógeno normalmente así como entra en el motor, sale del mismo y en la medida que el motor no esté bajo una carga importante no forma Óxidos de Nitrógeno.

### **2.1.3.1 CO (Monóxido de Carbono)**

Según [www.cise.com](http://www.cise.com) S.A., " El Monóxido es resultado del proceso de combustión y se forma siempre que la combustión es incompleta, es un gas toxico, indoloro e incoloro. Valores altos del CO, indican una mezcla rica o una combustión incompleta."

Normalmente el valor correcto está comprendido entre 0,5 y 2 %, siendo la unidad de medida el porcentaje en volumen.

### **2.1.3.2 CO2 (Dióxido de Carbono)**

Según [www.cise.com](http://www.cise.com) S.A., " El dióxido de Carbono es también resultado del proceso de combustión, no es toxico a bajos niveles, es el gas de la soda, el anhídrido carbónico".

El motor funciona correctamente cuando el CO2 está a su nivel más alto, este valor porcentual se ubica entre el 12 al 15 %. Es un excelente indicador de la eficiencia de la combustión. Como regla general, lecturas bajas son indicativas de un proceso de combustión malo, que representa una mala mezcla o un encendido defectuoso.

### **2.1.3.3 HC (Hidróxidos de Carbono)**

Este compuesto representa los hidrocarburos que salen del motor sin quemar. La unidad de medida es el ppm, partes por millón de partes, recordemos que el porcentaje representa partes por cien partes y el ppm, partes por millón de partes. La conversión seria 1%=10000 ppm.

Se utiliza el ppm, porque la concentración de HC en el gas de escape es muy pequeña. Una indicación alta de HC indica:

- Mezcla rica, el CO también da un valor alto.
- Mala combustión de mezcla pobre.
- Escape o aceite contaminado.
- El valor normal está comprendido entre 100 y 400 ppm.

#### **2.1.3.4 O<sub>2</sub> (Oxígeno)**

Este compuesto es el oxígeno del aire que sobra del proceso de combustión. Un valor alto de Oxígeno puede deberse a mezcla pobre, combustiones que no se producen o un escape roto. Un valor de 0% significa que se ha agotado todo el oxígeno, si el Co es alto es indicativo de un mezcla rica. Normalmente el Oxígeno debe ubicarse debajo del 2%.

#### **2.1.3.5 Nox (Óxidos de Nitrógeno)**

Los óxidos de Nitrógeno se simbolizan genéricamente como Nox, siendo la "x" el coeficiente correspondiente a la cantidad de átomos de Nitrógeno, puede ser 1, 2,3 etc.

Según Microsoft Encarta 2008 S.A., "Los óxidos de nitrógeno son perjudiciales para los seres vivos y su emisión en muchos lugares del mundo se encuentra reglamentada".

Estos óxidos surgen de la combinación entre sí del oxígeno y el nitrógeno del aire, y se forman a altas temperaturas y bajo presión. Este fenómeno se lleva a cabo cuando el motor se encuentra bajo carga, y con el objetivo de disminuir dicha emisión de gases, los motores incorporan el sistema EGR (recirculación de gas de escape). El EGR está constituido por una válvula, de accionamiento neumático o eléctrico, que permite que partes de los gases de escape pasen a la admisión del motor, y de esta forma se encarezca la mezcla. Si bien el motor pierde potencia, la temperatura de

combustión baja y ello lleva aparejado una disminución en la emisión de Nox.

Tenemos que destacar que la válvula EGR, se abre en motores nafteros sólo bajo condiciones de carga y su apertura es proporcional a la misma. El sistema EGR disminuye las emisiones de óxidos de nitrógenos, por una baja significativa en la temperatura de la cámara de combustión, como consecuencia del ingreso del gas de escape a la misma.

#### **2.1.3.6 Relación Lambda**

Se define a la relación Lambda como  $Rel. \text{ Lambda} = R. \text{ Real} / 14.7$ . Siendo R. Real la relación en peso aire- combustible real que tiene el motor en ese momento. La relación ideal aire-combustible es de 14.7 gr. de aire y 1 gr. de nafta.

Supongamos que el motor está funcionando con una mezcla un poco rica, por ejemplo con una relación 13.8:1, entonces la relación lambda será  $R. \text{ Lambda} = 13.8/14.7$ . Vemos que este valor será 0.9.

En resumen una relación lambda menor que 1, significa que la mezcla aire combustible se está produciendo en una condición de riqueza. Una relación lambda mayor que 1, significa que la relación aire combustible se está efectuando en una condición de pobreza.

Tengamos presente algo muy importante, una relación  $\text{lambda} = 1$ , significa que el aire y el combustible han sido mezclados en la proporción exacta, lo que no implica que el motor después quemará bien esos productos. Esto puede interpretarse como que a pesar que la mezcla es correcta, el motor puede tener deficiencias y quemar mal esa mezcla. Este concepto es importante porque nos puede indicar problemas en el

motor, como una mala puesta a punto de la distribución, un encendido defectuoso, combustiones desparejas por inyectores sucios, etc.

### **2.1.3.7 Analizadores de Gases Infrarrojos**

Funcionamiento y principios básicos:

Actualmente existen diversos tipos de sistemas para análisis de gases de escape. Trataremos a continuación la teoría y explicación del funcionamiento de los analizadores de gases de escape infrarrojos. La energía infrarroja IR es una forma de luz. La longitud de onda de esta energía es más larga que la de la luz que nosotros podemos llegar a ver, de todas maneras el ser humano no puede ver la energía infrarroja directamente desde sus ojos. De hecho existen algunos dispositivos que pueden detectar la presencia de ondas de luz infrarroja.

Muchos gases tienen la propiedad de absorber ondas de luz específicas. Los gases principales en el campo de trabajo automotriz como lo son: monóxido de carbono, hidrocarburos, dióxido de carbono, etc. tienden a absorber las bandas estrechas de longitudes de ondas infrarrojas 5 ó 6 veces más largas que la luz visible. La absorción del ancho de las bandas de cada uno de los componentes de un gas es relativamente estrecha. Afortunadamente hay un muy pequeño lapso de absorción de bandas en varios gases presentes en una corriente de gases.

Es posible detectar la presencia de un gas, por medición del equivalente de la luz infrarroja absorbida en una onda particular de energía infrarroja que pasa a través de las células contenidas en la mezcla de un gas. Si un gas absorbe un espectro de luz infrarroja, y este espectro es característico y específico de dicho gas, entonces la

indicación de esta absorción puede ser usado como indicación de la concentración de dicho gas.

La concentración de un gas que se quiere medir puede ser expresada porcentualmente de acuerdo a la absorción de IR que pasa a través de una celda que contenga ese gas en una mezcla de gases. El método frecuentemente usado en analizadores de gases de escape para poder medir la concentración de los gases presentes en la mezcla, consiste en hacer pasar luz infrarroja por una celda que contiene el gas, y detectar la energía absorbida por cada uno de los gases con detectores apropiados. Estos detectores consisten en un filtro óptico formado por un lente que permite solo pasar las longitudes de onda del espectro infrarrojo correspondientes al gas cuya concentración se quiere medir. Luego de este filtro, la luz es censada por un sensor óptico electrónico (fotodiodo o fototransistor).

Esquemáticamente entre la celda de medición y el emisor de infrarrojo existe un disco ranurado que deja pasar la luz infrarroja en intervalos irregulares (CHOPPER), en el caso el analizador de gases sea de dos gases existe un filtro para cada uno de estos gases, la celda de medición es también sometida a una leve temperatura que es controlada por un dispositivo.

Los sensores ópticos, así constituidos envían señales eléctricas a circuitos electrónicos amplificadores, los cuales terminan marcando en un display los valores de cada uno de los gases que son censados por estos dispositivos.

Nox, depende de la condición de carga del motor. En motores con catalizador se busca disminuir las concentraciones de monóxido de carbono, Hidrocarburos y óxidos de nitrógenos. Los catalizadores pueden

tener varias vías, y se denomina vía, a la posibilidad de disminuir cada uno de los gases.

Por ejemplo un catalizador de 2 vías, disminuye las emisiones de CO y HC. Uno de 3 vías, las emisiones de CO, HC y Nox. El sensor lambda, ubicado antes del catalizador, le asegura al mismo una concentración mínima de oxígeno a los efectos de que pueda trabajar. Tengamos presente que para cada uno de los procesos químicos que se llevan a cabo en un catalizador, siempre hace falta Oxígeno.

Cuando el motor se encuentra frío, el oxígeno resulta insuficiente, ya que la mezcla es rica, a los efectos de garantizar oxígeno aun en esas condiciones, los motores mas ecológicos incorporan la bomba de aire (bombee aire al sistema de escape), para que el convertidor (o catalizador) pueda trabajar

## **2.2 Posicionamiento Teórico Personal**

Para nuestra investigación se ha partido del hecho de que mientras menor sea el consumo de combustible menor será la emisión de gases contaminantes.

Para llevar a cabo esto se usan en la actualidad sistemas ayudados por la electrónica capaces de realizar dosificaciones exactas de combustible y combustiones eficientes, logrando quemar la mezcla adecuadamente y simplificar al máximo la emisión de gases nocivos.

## **2.3 Glosario de Términos**

**Admisión.-** Es el primer tiempo del ciclo de un motor de cuatro tiempos. Se inicia con la apertura de la válvula (o las válvulas) de admisión, mientras el pistón inicia su carrera de descenso desde el PMS al PMI. La

succión que se crea se aprovecha para introducir la mezcla en el cilindro. Durante esta fase, la válvula de escape permanece totalmente cerrada, y para que se llene mejor el cilindro aprovechando la inercia de los gases, hay una ligera variación del ciclo teórico: la válvula de admisión se abre un poco antes de que el pistón llegue al PMS e inicie el descenso, y se cierra con un ligero retraso respecto al PMI. Durante este tiempo de admisión, el cigüeñal ha dado media vuelta.

**Alternador.-** La batería de un automóvil es la encargada de suministrar la energía al equipo eléctrico, y el alternador el encargado de recargar constantemente la batería.

**Árbol de levas.-** Es el elemento del motor que se encarga de abrir y cerrar las válvulas de admisión y escape según los tiempos e intervalos preestablecidos por el diagrama de distribución. Se trata de un eje o árbol realizado en acero forjado dotado de levas o excéntricas que accionan las válvulas, que gira sobre unos rodamientos específicos mediante una conexión con el cigüeñal. Cada dos vueltas que da el cigüeñal el árbol de levas da una sola.

**Biela.-** Une el pistón con la correspondiente manivela del cigüeñal. Se pueden distinguir tres partes en una biela. El pie es la parte más estrecha, y en la que se introduce el casquillo en el que luego se inserta el bulón, un cilindro metálico que une la biela con el pistón. El cuerpo de la biela es la parte central, y por lo general tiene una sección en forma de doble T

**Carburar.-** Mezclar el aire atmosférico con los gases o vapores de los carburantes para hacerlos combustibles o detonantes.

**Carburador.-** Aparato que sirve para carburar.

**Cámara de combustión.-** Espacio que queda entre la culata y el pistón, donde entra el aire y el combustible y aloja la combustión. Actualmente casi todas las culatas tienen una forma aproximadamente semiesférica, bien con culata plana y pistón cóncavo (Diesel, generalmente), o bien con una culata con esa forma semiesférica.

**Culata.-** Cubre el bloque de cilindros (al que va unido mediante tornillos o pernos) por la parte superior, y contiene los conductos por los que entran y salen los gases al motor, las canalizaciones para la circulación de los líquidos refrigerante y lubricante, y además alojan el mecanismo de la distribución.

**Cigüeñal.-** Es uno de los elementos estructurales del motor. A través de las bielas, transforma el movimiento alternativo de los pistones en movimiento rotatorio, que luego pasa a las ruedas a través de la transmisión.

**Distribución.-** Al conjunto de piezas que se encarga de regular la entrada y salida de los gases en el cilindro se le denomina distribución. Suele constar de una correa, cadena o engranajes de mando que conectan el cigüeñal con un árbol de levas, encargado de abrir y cerrar las válvulas que cierran los orificios de los cilindros.

**Encendido.-** Proceso por el cual se inflama la mezcla de aire y combustible. Actualmente hay dos tipos de encendido: por chispa y por compresión.

**Embolo.-** Pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir de él movimiento.

**Escape.-** Un poco antes de que el pistón termine su carrera de trabajo (ciclo de expansión) se abre la válvula de escape, con lo que los gases quemados, que tienen una presión en el cilindro mayor que la que existe en el exterior, comienzan a salir.

**Factor Lambda.-** Es la relación entre la cantidad de aire disponible para la combustión y la cantidad teóricamente ideal o mezcla estequiométrica. Si Lambda es igual a 1, la mezcla es la teóricamente ideal. Si es menor, es una mezcla rica en gasolina; si es mayor, una mezcla pobre en gasolina.

**Mezcla.-** Es el efecto de carburar, que es mezclar aire con un carburante, según la proporción entre aire y carburante, la mezcla puede ser estequiométrica, pobre o rica. Es estequiométrica cuando el aire contiene todo el oxígeno necesario para reaccionar con el carbono del carburante. En el caso de la gasolina, la mezcla o proporción estequiométrica es 14,7 gramos de aire por cada gramo de combustible. En el caso del etanol, la relación estequiométrica es 6,7 a 1.

**Octano.-** El índice de octano es una medida de la resistencia a la detonación de un combustible, con relación a un combustible de referencia. El combustible de referencia es una mezcla de dos: uno muy poco detonante con índice 100 (2, 2, 4-trimetil pentano o isooctano) y otro muy detonante con índice 0 (n-heptano). Un combustible que tuviera índice de octano 75 sería equivalente a una mezcla del 75 por ciento de isooctano y del 25 por ciento de n-heptano.

**Ralentí.-** Número de revoluciones por minuto al que funciona un motor de explosión cuando no está acelerado. En condiciones normales es estable, pero puede aumentar si -por ejemplo- entra en funcionamiento el aire acondicionado. Normalmente está entre 700 y 1.100 rpm.

**Sensor.-** Dispositivo que mide automáticamente una variable, como presión, temperatura o régimen de giro, por ejemplo. Con la información de un sensor se pueden deducir variables distintas de la que está midiendo. Por ejemplo, la información que da un caudalímetro de hilo caliente es la energía eléctrica necesaria para mantener un hilo metálico a una cierta temperatura

**Inyector.-** Electroválvula que En su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula.

**Starter.-** Válvula de aire, arrancador o cebador; dispositivo que por diversos mecanismos incrementa la riqueza de la mezcla para que el motor arranque correctamente y tenga un funcionamiento suave mientras no haya alcanzado la temperatura de trabajo.

**Soldadura.-** Método para unir dos piezas mediante la aplicación de calor, que las funde en parte. Casi todos los bastidores se fabrican con planchas metálicas prensadas para darles forma y soldadas entre sí. Hay distintos métodos de soldadura; el más frecuente consiste en aplicar electrodos en el solapamiento de las piezas; la corriente eléctrica que pasa entre ellos funde el metal. En ciertos casos se emplea soldadura mediante láser, que funde el metal no en puntos aislados, sino de forma continua en todo el solapamiento de las piezas.

## **2.4 Subproblemas e Interrogantes**

**2.4.1** ¿Con el reemplazo del carburador por el sistema de inyección electrónica DPHF, se logrará disminuir en un 5% las emisiones contaminantes de un motor TOYOTA 21R?

**2.4.2** ¿La guía para reemplazar el carburador por el sistema de inyección electrónica CPHF de un motor TOYOTA 21R ayudará a los técnicos a realizar procedimientos similares?

## 2.5 Matriz Categorial

CONCEPTO	CATEGORÍA	DIMENSIÓN	INDICADOR
Emisiones contaminantes.	Presencia o acción de los contaminantes, en condiciones tales de duración, concentración o intensidad, que afecten la vida y la salud humana, animal, vegetal o bienes materiales del hombre.	Emisión de gases contaminantes producidos por fuentes móviles (automotores).	Reducción de emisiones de gases contaminantes.  Sustitución de sistemas de Inyección Electrónica por Carburador.

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

#### 3.1 Tipo de Investigación.

La investigación que se llevara a cabo es de tipo:

- Tecnológica - práctica

Se puso en práctica los conocimientos técnicos obtenidos a través de las tecnologías para la realización de esta investigación para la obtención de resultados que contribuyan con la problemática medioambiental

#### 3.2 Métodos.

En el siguiente cuadro se detallan los métodos y técnicas de la investigación acordes con los objetivos planteados.

Tabla Nro. 1 Marco Metodológico

<b>Etapa de Investigación</b>	<b>Métodos</b>	<b>Técnica</b>	<b>Resultados</b>
Estudiar las bases Teórico Científicas acerca de la disminución de emisiones contaminantes producidas por el motor TOYOTA 21R mediante el	Analítico Sintético Lógico	Análisis Documental Bibliográfico	Construcción de un marco teórico para sustentar el estudio de la disminución de emisiones contaminantes producidas por el motor TOYOTA 21R mediante el

reemplazo del carburador por el sistema de inyección electrónica CPHF.			reemplazo del carburador por el sistema de inyección electrónica CPHF.
Realizar un diagnóstico que permita detectar los problemas relacionados con la disminución de emisiones contaminantes producidas por el motor TOYOTA 21R mediante el reemplazo del carburador por el sistema de inyección electrónica CPHF.	Analítico Sintético	Análisis mediante analizador de gases	Diagnóstico mediante la medición de los diferentes gases emitidos por el motor TOYOTA 21R.
Elaboración de un Manual de adaptación de sistemas de inyección electrónica en motores a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina para	Estudio inductivo deductivo comparativo	Lógica y sentido común	Manual de adaptación de sistemas de inyección electrónica en motores a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina para

disminuir las emisiones de gases contaminantes			disminuir las emisiones de gases contaminantes.
Aplicar de forma práctica los lineamientos propuestos en el Manual de adaptación de sistemas de inyección electrónica en motores a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina para disminuir las emisiones de gases contaminantes	Analítico	Aplicación sistemática teórica práctica	Motor TOYOTA 21R con disminución de emisiones contaminantes

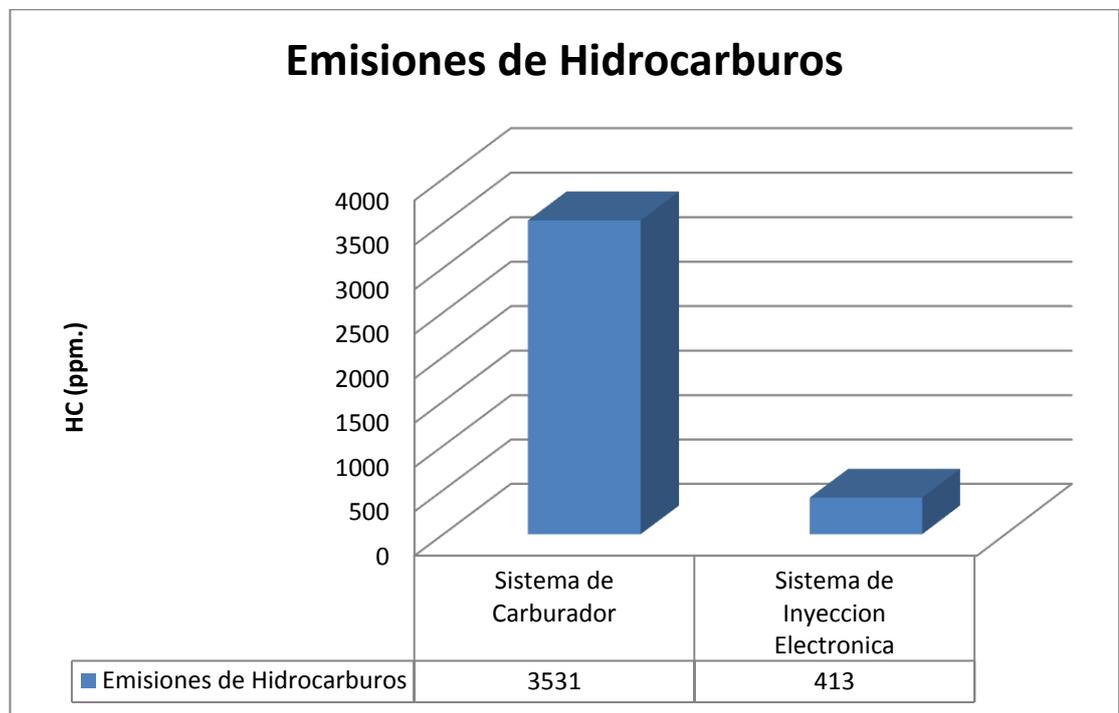
## CAPITULO IV

### 4. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados de Emisiones de Gases Contaminantes

##### 4.1.1 Resultados de Emisiones de Hidrocarburos (HC).

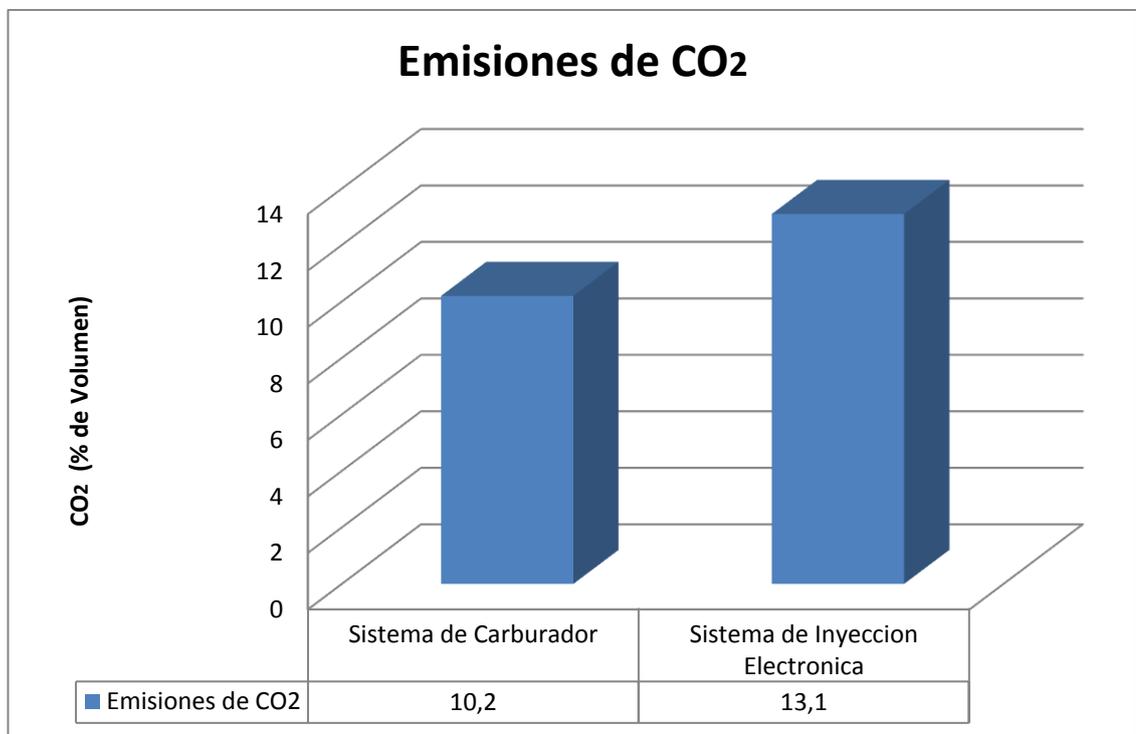
Emisiones de Hidrocarburos	
Sistemas	HC (ppm.)
Sistema de Carburador	3531
Sistema de Inyección Electrónica	413



El cuadro muestra, un mayor número de partículas de hidrocarburos producidas por parte del sistema de carburador en un porcentaje del 88% mayor que el sistema de inyección electrónica

#### 4.1.2 Resultados de Emisiones de CO<sub>2</sub>.

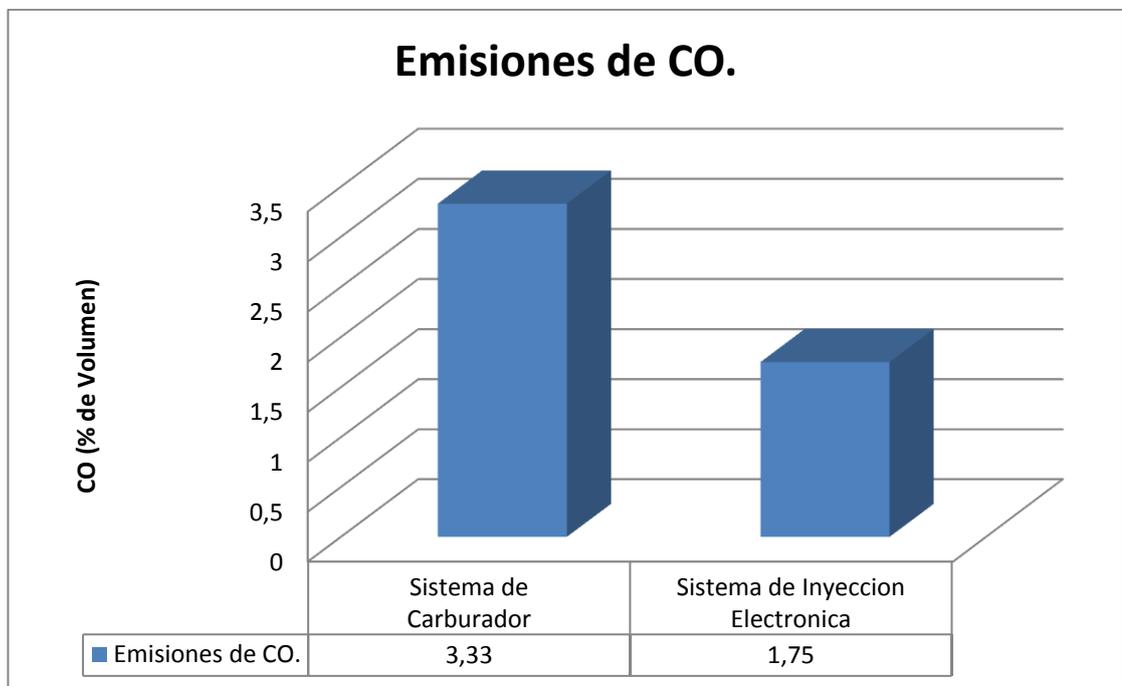
Emisiones de CO <sub>2</sub>	
Sistemas	CO <sub>2</sub> (% de Volumen)
Sistema de Carburador	10,2
Sistema de Inyección Electrónica	13,1



De acuerdo a los resultados, el sistema de inyección electrónica presentó un porcentaje más elevado de CO<sub>2</sub> lo que indica una combustión más completa en un 28% aproximadamente.

#### 4.1.3 Resultados de Emisiones de CO.

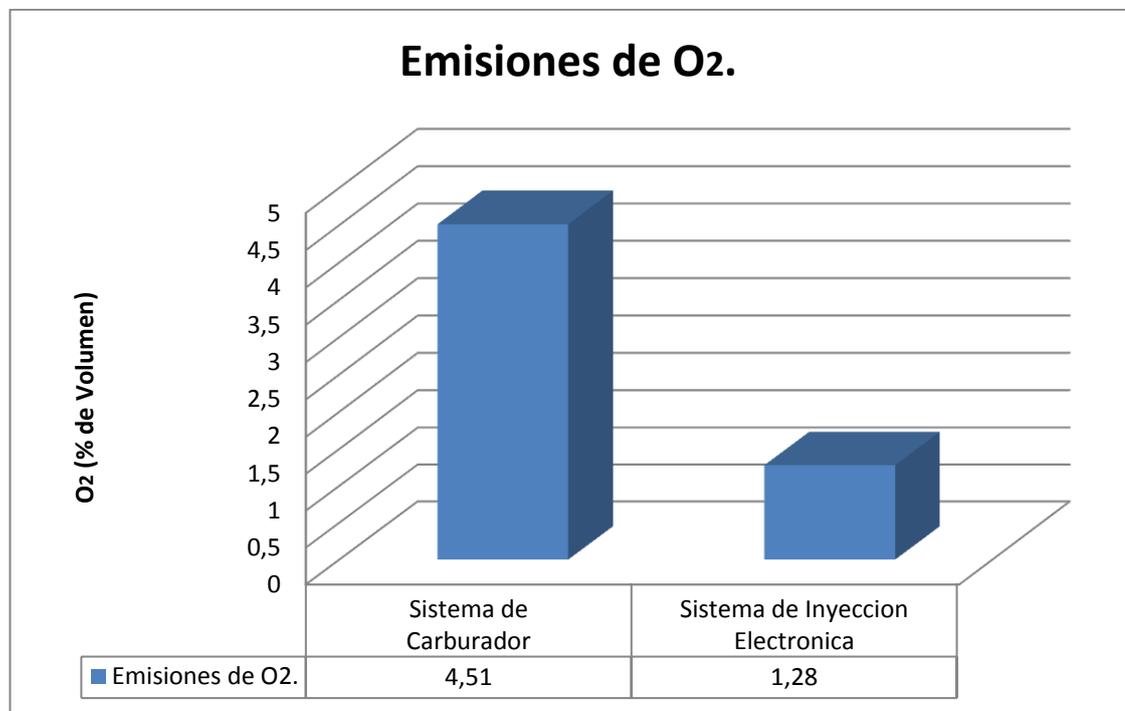
Emisiones de CO.	
Sistemas	CO (% de Volumen)
Sistema de Carburador	3,33
Sistema de Inyección Electrónica	1,75



Los resultados indican un porcentaje de CO más alto en el sistema de carburador, esto se entiende como producto de una combustión incompleta siendo el sistema de inyección electrónica cerca de un 77% más eficiente.

#### 4.1.4 Resultados de Emisiones de O<sub>2</sub>

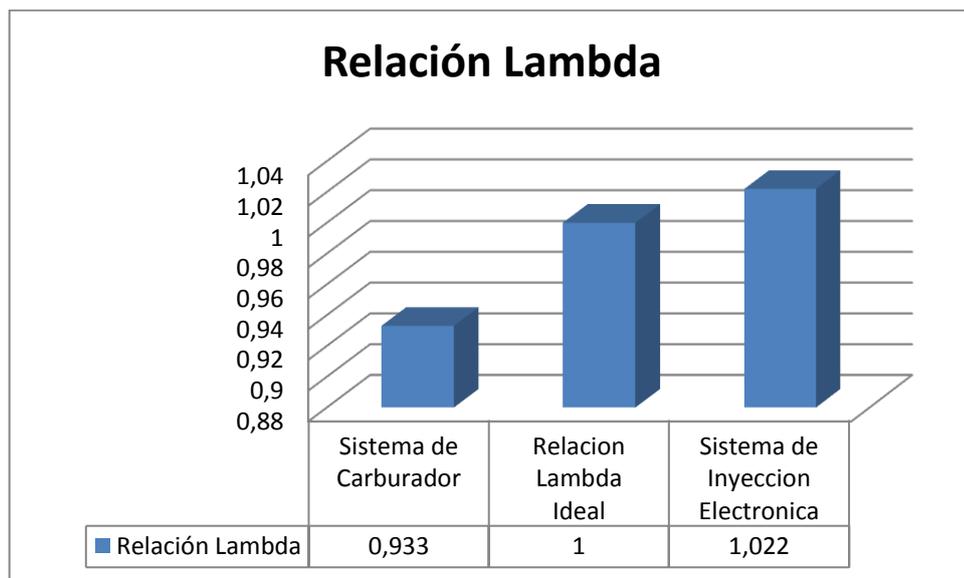
Emisiones de O <sub>2</sub> .	
Sistemas	CO <sub>2</sub> (% de Volumen)
Sistema de Carburador	4,51
Sistema de Inyección Electrónica	1,28



La grafica muestra mayor presencia de O<sub>2</sub> en el sistema de carburador producido por combustiones deficientes, hallando al sistema de inyección electrónica un 71% más efectivo.

#### 4.1.5 Resultado Relación Lambda

Relación Lambda	
Sistemas	Sin unidad
Sistema de Carburador	0,933
Relación Lambda Ideal	1
Sistema de Inyección Electrónica	1,022



Podemos observar que el sistema de inyección electrónica tiene un valor más cercano y por encima de 1 indicando una mezcla algo pobre mientras que el sistema de carburador se encuentra en un valor por debajo de 1 indicado mezcla más rica.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

De acuerdo a las mediciones realizadas, podemos concluir que:

1. El sistema de carburador emite altas cantidades de Hidrocarburos (HC) y Monóxido de Carbono (CO) como consecuencia de combustiones incompletas, lo que afecta de manera significativa la calidad del aire ambiente.
2. La investigación demostró que el sistema de carburador registró valores Lambda menores a uno y bajos niveles de CO<sub>2</sub> lo que significa una mezcla excesivamente rica, dando como resultado un mayor consumo de combustible.
3. Con la presente investigación se consiguió la reducción, en un amplio margen, de emisiones contaminantes producidas por el motor TOYOYA 21R con la utilización del sistema de Inyección Electrónica CPHF.
4. Los Sistemas de Inyección Electrónica pueden ser usados no solo en motores como el TOYOTA 21R sino en cualquier motor de combustión interna de 2 o 4 tiempos a gasolina que funcionan con sistemas de carburador.
5. Luego de haber analizado los resultados obtenidos, queda demostrado que el sistema de inyección electrónica CPHF es más eficiente que el sistema de carburador del motor TOYOTA 21R, por

que este dosifica y combustiona de mejor manera la mezcla dando como resultado una menor emisión de gases contaminantes.

## 5.2 Recomendaciones

1. Informar a las personas sobre los altos niveles de emisión de gases nocivos tales como HC (Hidrocarburos), CO (Monóxido de Carbono), producidos por automotores que utilizan sistemas de carburador.
2. Concienciar a las personas para que contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire reemplazando los sistemas de carburador de sus vehículos por sistema más eficiente como es el de inyección electrónica de combustible.
3. Reemplazar el sistema de carburador del motor TOYOTA 21R por el sistema de Inyección Electrónica CPHF para la reducción de emisiones contaminantes.
4. Usar Sistemas inteligentes de Inyección de combustible en motores de combustión interna de 2 o 4 tiempos a gasolina que funcionan con sistemas obsoletos de dosificación de combustible.
5. Elaborar un manual para la adaptación de un sistema de inyección electrónica en un motor impulsados por gasolina, dirigido a profesores, alumnos universitarios y personas afines.

## **CAPITULO VI**

### **6. PROPUESTA ALTERNATIVA**

#### **6.1 Titulo de la Propuesta**

**MANUAL PARA LA ADAPTACION DE SISTEMAS DE INYECCION ELECTRONICA EN MOTORES A CARBURADOR DE DOS O CUATRO TIEMPOS A GASOLINA.**

#### **6.2 Justificación e Importancia**

Luego de haber analizado los resultados obtenidos en las pruebas de emisiones de gases y haber demostrado la superioridad en eficiencia de los sistemas de inyección electrónica sobre el sistema de carburador, se ha visto la necesidad de describir el procedimiento de adaptación de un sistema de inyección electrónica CPHF en el motor TOYOTA 21R, que será dirigido a estudiantes, profesores y todo aquel que esté interesado en realizar este tipo de procedimientos.

La información aquí presentada servirá de referente para futuras aplicaciones ya que no existen procesos comerciales ni documentación formal al respecto aun en nuestro país sobre estos temas.

#### **6.3 Fundamentación**

El desarrollo de esta investigación y de nuestra propuesta está orientada en el control y reducción de gases contaminantes emitidos por automotores a carburador, con fundamentaciones teórico - técnicas puestas en práctica en Brasil, como una alterativa, para el mejoramiento del aire, procedimientos que en grandes ciudades como San Pablo son de

carácter obligatorio para la circulación de dichos vehículos, y que podrían ser aplicadas exitosamente en las grandes ciudades de nuestro país, y de esta manera contribuir con el medio ambiente y el planeta.

## **6.4 Objetivos**

### **General**

Elaborar un Manual de adaptación de sistemas de inyección electrónica en motores a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina mediante la descripción de pasos a seguir para la disminución de gases contaminantes y un correcto funcionamiento.

### **Específicos**

- Detallar paso a paso el proceso de adaptación del sistema de inyección electrónica en un motor a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina, para una fácil comprensión y una correcta aplicación.
- Proporcionar la información acerca del procedimiento teórico – práctico mediante la difusión del manual para la adaptación de sistemas de inyección electrónica en motores a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina.
- Fomentar el interés en el empleo de alternativas viables como de adaptación del sistema de inyección electrónica en motores a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina para la disminución de gases contaminantes.

## **6.5 Ubicación Sectorial**

Para conocer el sector de la investigación se toma como referencia la ubicación de nuestra provincia Imbabura, ciudad de Ibarra, sector El Olivo, Universidad Técnica del Norte, talleres Mecánica Automotriz FECYT.

## **6.6 Desarrollo de la Propuesta.**

# **MANUAL PARA LA ADAPTACION DE SISTEMAS DE INYECCION ELECTRONICA EN MOTORES A CARBURADOR DE DOS O CUATRO TIEMPOS A GASOLINA.**

### **6.6.1 Consideraciones y Requerimientos**

Para la adaptación de sistemas de inyección electrónica en motores a carburador de dos o cuatro tiempos a gasolina se tiene que tomar en consideración algunos parámetros básicos, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del motor, como del sistema de inyección y así conseguir la reducción de emisiones contaminantes.

Hemos elegido para nuestra investigación el Sistema de Inyección Electrónica CPHF por la gran similitud que tiene el motor C22NE, al que pertenece este sistema, con el motor TOYOTA 21, aspectos tales como; número de cilindros, cilindrada, número de válvulas y relación de compresión.



**Fig. 1 Motor TOYOTA 21R**

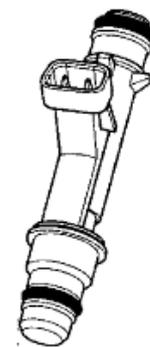


**Fig. 2 ECM**

Recordemos que el motor 21R cuenta con un carburador para la dosificación del combustible que será reemplazado por inyectores de combustible activados electrónicamente por medio de pulsos eléctricos provenientes de la ECM, para lo cual necesitaremos el múltiple de admisión del motor C22NE, que es donde se encuentran alojados dichos inyectores, además de otros actuadores y sensores importantes como: la válvula IAC para el control de ralentí, el sensor TPS para medición de apertura mariposa de aceleración, el sensor MAP para medición de vacío y calculo de cantidad de aire de ingreso, etc..



**Fig. 3 Carburador**



**Fig. 4 Inyector de Combustible**

Dado que la configuración del diseño de las toberas de admisión de los dos motores tanto del motor TOYOTA 21R como del motor C22NE son distintas se necesitara de la construcción de un aditamento que sirva de

conexión entre las toberas de admisión de la culata del motor TOYOTA 21R y el múltiple de admisión del motor C22NE, para la conducción de la mezcla aire combustible hacia la cámara de combustión.

El motor C22NE y su Sistema de Inyección Electrónica CPHF cuenta con el sensor CKP y una rueda dentada adherida al cigüeñal para registrar la posición del mismo y específicamente del punto muerto superior del primer pistón, en nuestra investigación usaremos una rueda dentada de iguales características pero adherida a la polea de accesorios del cigüeñal del motor TOYOTA 21R. El sensor CKP tendrá que estar ubicado en condiciones iguales o equivalentes a su posición original, señal de gran importancia que será procesada por la ECM para determinar el momento exacto del envío de pulsos, tanto para inyectores como para la bobina de encendido.

Adicionalmente el motor C22NE y su Sistema de Inyección Electrónica CPHF cuenta con el sensor O<sub>2</sub>, encargado de medición del Oxígeno presente en los gases de escape, esta información recibida por la ECM es de gran importancia ya que gracias a ella se aumentará o reducirá el ancho de pulso a los inyectores empobreciendo o enriqueciendo la mezcla aire combustible según sea necesario, este sensor estará ubicado en una sección del tubo de escape antes del convertidor catalítico y el silenciador.

Con respecto al sistema de inyección electrónica CPHD, contaremos con: la ECM, cableado (completo), caja de fusibles y relés, fusible y relés, sensores, actuadores e interruptores. Para las conexiones pertinentes contaremos también con el WORKSHOP MANUAL original del motor C22NE y su sistema de inyección electrónica CPHD, esto último de carácter imprescindible para una correcta conexión hacia los sensores, actuadores e interruptores.



Fig. 5 Cableado Sensores y Actuadores



Fig. 6 Cableado ECM



Fig. 7 ECM y conectores

WORKSHOP MANUAL  
 TF SERIES  
 GASOLINE ENGINE  
 (C22NE, 22LE, 20LE)  
 SECTION  
 6, 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F, 6G, 6H & 6J

**ISUZU**

Fig. 8 Workshop Manual

### 6.6.2 Ubicación Sensor CKP

Para determinar la ubicación exacta del sensor tomaremos como referencia la ubicación que tiene este originalmente en el motor C22NE con respecto a la rueda dentada del cigüeñal.

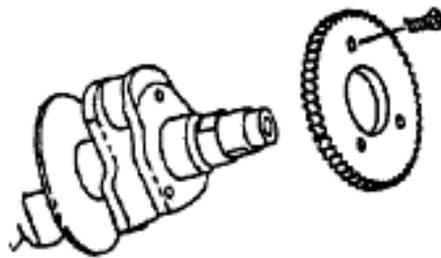


Fig. 9 Rueda Dentada del Cigüeñal

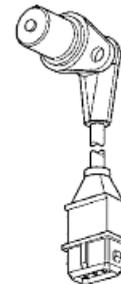


Fig. 10 Sensor CKP

Esta rueda cuenta con 58 dientes dispuestos sobre todo el perímetro de la rueda en espacios equidistaste a excepción de un sección donde no se encuentran dientes, este lugar marca los puntos muertos superiores o inferiores dependiendo de la posición del cigüeñal.

En el caso del motor C22NE cuando el espacio si dientes de la rueda se encuentra a  $270^\circ$  el embolo N° 1 se encontrara en PMS, y cuando el espacio si dientes se encuentre a  $90^\circ$  el embolo N° 1 se encontrara en su PMI.

Una vez definido esto el sensor CKP podrá estar ubicado en dos ubicaciones posibles.

- A) En PMS partiendo de  $270^\circ$  y contando en sentido antihorario en el diente N° 20. (Posición original).

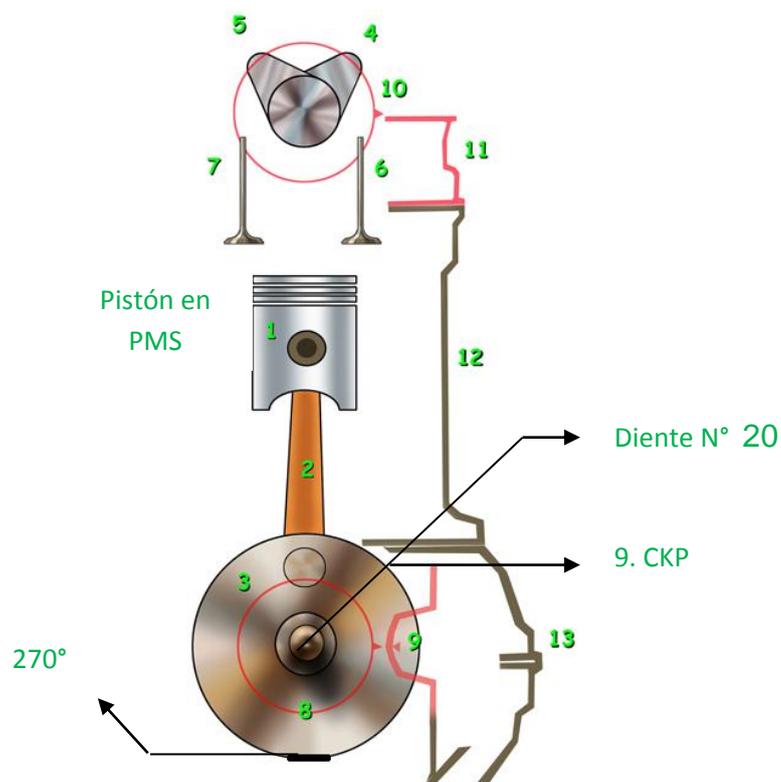


Fig. 11 CKP Posición A

B) En PMI partiendo de 270° y contando en sentido horario en el diente N° 9. (Posición Equivalente).

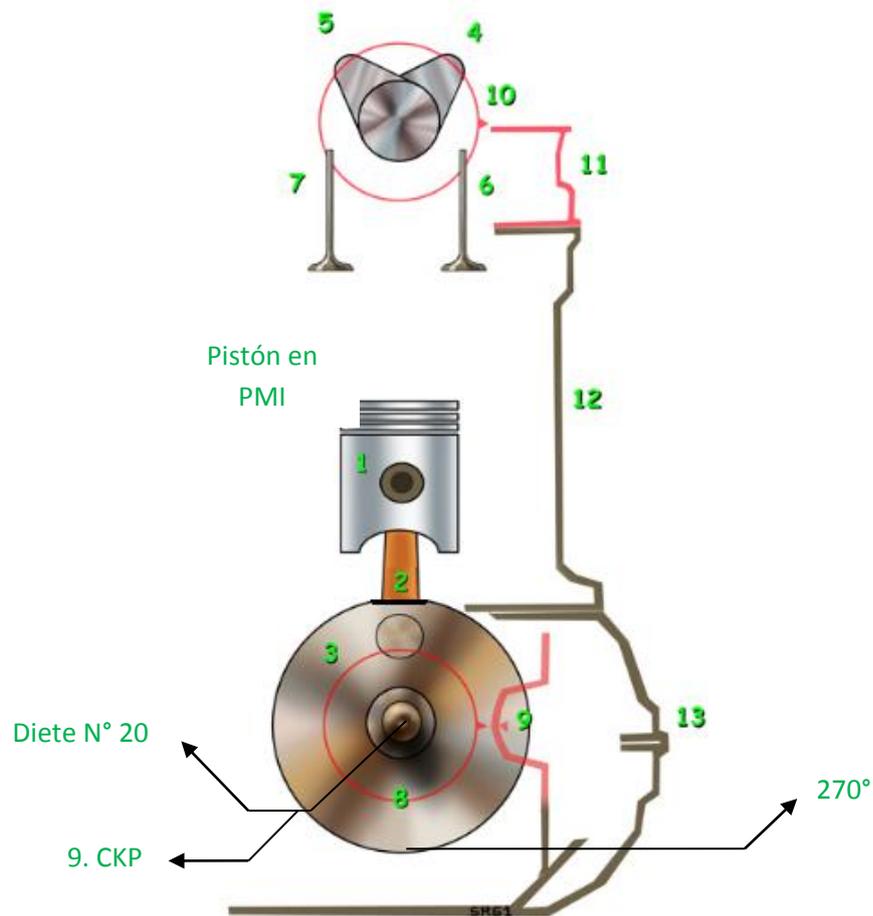


Fig. 12 CKP Posición B

Partes:

- |                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| 1. Pistón              | 8. Rueda dentada               |
| 2. Biela               | 9. Sensor CKP                  |
| 3. Cigüeñal            | 10. Pulea de árbol de levas    |
| 4. Leva de escape      | 11. Base superior de la culata |
| 5. Leva de admisión    | 12. Pared del cilindro         |
| 6. Válvula de escape   | 13. Pared del cárter           |
| 7. Válvula de admisión |                                |

En nuestro caso tomaremos la opción “b” por cuestiones de espacio y comodidad. El sensor tendrá una separación con la rueda dentada de aproximadamente 1mm.

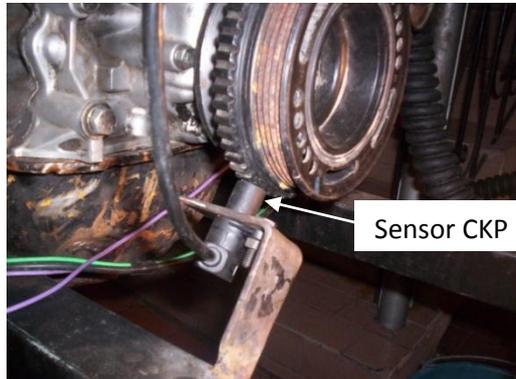


Fig. 13 Ubicación Sensor CKP

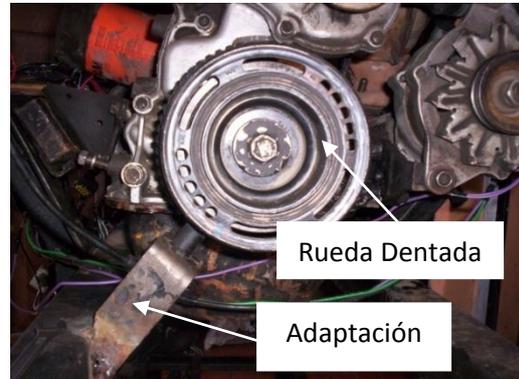


Fig. 14 Ubicación Sensor CKP

### 6.6.3 Ubicación del Sensor O2

El motor TOYOTA 21R no cuenta con sensor O2 por lo que tendremos que ubicarlo en un lugar del tubo de escape entre el múltiple y el convertidor catalítico, una manera de hacerlo es perforando el tubo y colocando una tuerca que tenga la misma rosca y paso que el sensor, fijamos la tuerca por medio de soldadura y luego instalamos el sensor, la ubicación del sensor se elegirá convenientemente para su posterior conexión al cableado.

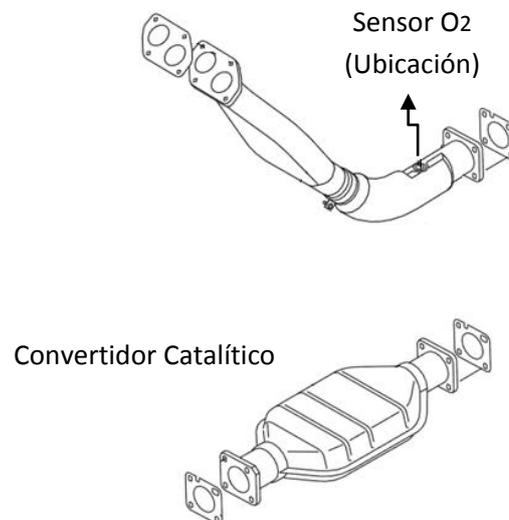


Fig. 15 Ubicación Sensor de Oxígeno

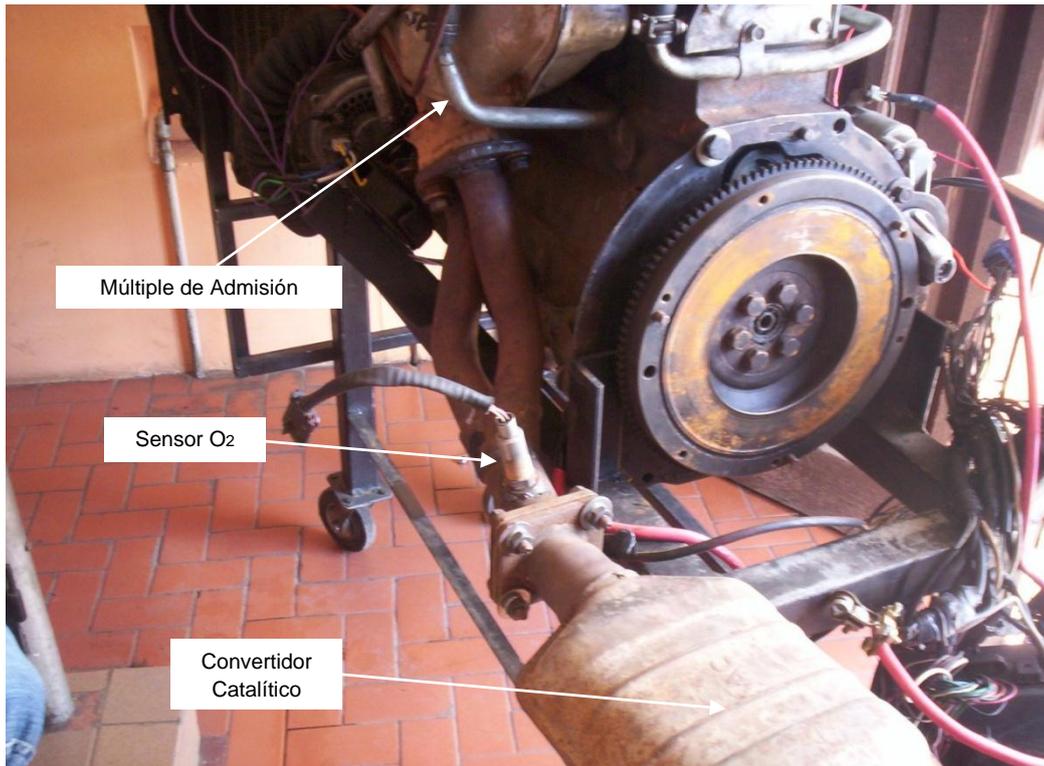


Fig. 16 Ubicación Sensor de Oxígeno

#### 6.6.4 Construcción de Extensión de Múltiple de Admisión

El objetivo principal de esta extensión es conectar el múltiple de admisión del motor C22NE con la culata del motor TOYOTA 21R para la conducción de la mezcla aire combustible hacia la cámara de combustión y, adicionalmente, para la conducción y circulación del líquido refrigerante del sistema de enfriamiento.

Para la construcción de este aditamento se usará una platina de acero fundido de 1m. de largo por 10cm. de ancho y 3/8 de pulgada de espesor, 50cm. de tubo de 5cm. de diámetro, y empaques con las formas de cada superficie de contacto.



Toberas de Admisión  
TOYOTA 21R

Fig. 17 Toberas de Admisión TOYOTA 21R



Toberas del Múltiple de Admisión  
motor C22NE

Fig. 18 Múltiple de Admisión motor C22NE

Debido a que las superficies son completamente diferentes por diseño de los fabricantes, construiremos estas para luego unirlos por medio de tubos especialmente cortados para el caso.



Platina cortada a la forma del empaque  
de Admisión motor TOYOTA 21R

Fig.19 Superficie de Admisión del motor



Platina cortada a la forma del empaque de  
Admisión motor C22NE

Fig. 20 Superficie del múltiple



Fig. 21 Pieza de Adaptación



Fig. 22 Múltiple adaptado

Usando corte por plasma damos a la platina la forma de los empaque.

Una vez obtenidas las superficies las unimos a los extremos de los tubos mediante soldadura dándonos una estructura como la de la figura.

Por último se cepillarán las superficies para evitar falsas entradas de aire o fugas de refrigerante dejándolas listas para su posterior instalación.



Fig. 23 Cepillado de superficies



Fig. 24 Cepillado de superficies

### 6.6.5 Ubicación del Múltiple de Admisión



Fig. 25 Ubicación de Pieza de Adaptación



Fig. 26 Ubicación del Múltiple de Admisión

Una vez construida la parte o aditamento que permitirá la conexión entre las toberas de admisión de la culata del motor TOYOTA 21R y el múltiple de admisión del motor C22NE las instalamos de manera que esta permita la conducción de la mezcla aire combustible hacia la cámara de combustión.

Posteriormente instalaremos los inyectores, sensores y actuadores.



Fig. 27 Múltiple de Admisión



Fig. 28 Riel con Inyectores



Fig. 29 Instalación de Inyectores



Fig. 30 Sensores y Actuadores Múltiple

### 6.6.6 Ubicación e Instalación de la ECM y el Cableado.

Para ello necesitaremos del WORKSHOP MANUAL original del el motor C22NE y su sistema de inyección electrónica CPHD antes mencionado.

Debemos tomar en cuenta que al ser una adaptación necesitaremos hacer algunas conexiones que nos permitirán hacer funcionar el sistema de inyección electrónica CPHD en el motor TOYOTA 21R, como nuestro objetivo se centra específicamente en el sistema de inyección electrónica para la reducción de emisiones contaminantes omitiremos los circuitos y conexiones del Aire acondicionado, dirección asistida, luces, vidrios eléctricos etc.



Fig.31 ECM



Fig. 32 ECM

Para los siguientes pasos se recomienda mucha precaución ya que una incorrecta conexión podría tener graves consecuencias como la inhabilitación total de la ECM o de otros componentes como bobinas o sensores. Cerciorarse de no dejar cables descubiertos o cualquier otro aditamento que pueda generar falsos contactos o corto circuitos.



Fig. 33 Batería



Fig. 34 Cableado Sensores



Fig. 35 Sensores y Actuadores Múltiple

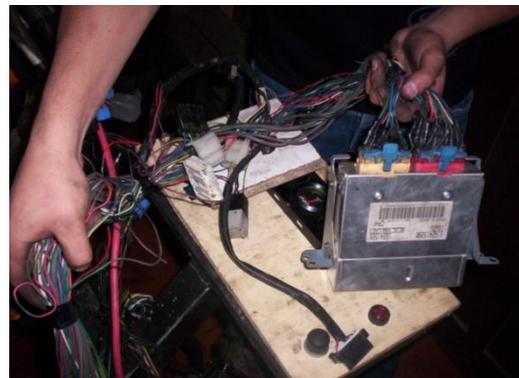


Fig. 36 Bobina de Encendido

En primer lugar nos aseguramos que nuestra fuente de energía (batería) nos entregue 12v permanentes y que los bornes de la misma estén perfectamente identificados como positivo y negativo, tierra o masa. Una vez hecha esta tarea procedemos realizar las respectivas conexiones a tierra y alimentación de 12v hacia la ECM. Como muestra el diagrama nos aseguramos que los pines A4 (Battery Feed) y A5 (Battery) así como el pin E16 (Ignition Feed) estén alimentados con 12v., de igual manera el terminal B de la bobina de encendido y la lámpara CHECK ENGINE que proviene del pin B4. Posteriormente nos aseguramos que los pines A1 y A2 estén conectados a masa o tierra. Con un milímetro comprobamos que todo esté conectado de la manera que indica el diagrama y que exista continuidad por los cables donde exista corriente o masas. Una vez realizadas estas comprobaciones procedemos a conectar los bornes a la batería y después los conectores C-86 y C87 del cableado en la ECM. A continuación utilizamos un multímetro y comprobamos los voltajes de referencia de todos los sensores que en su mayoría serán de 5v., luego las conexiones a masa 0v. y por último las señales preliminares de sensores que oscilaran entre 0.5v – 4.5v., si estos voltajes son correctos y coinciden con la tabla de conexiones de pines y el diagrama quiere decir que la computadora ha sido conectada correctamente dejándola lista para arrancar el motor y ponerlo en marcha, si esto no sucede revisar el diagrama.



**Fig. 37 Cableado Sensores y Actuadores**



**Fig. 38 ECM, Conectores y Cableado**



**Fig. 39 Instalación del Cableado**



**Fig. 40 Instalación del Cableado**



**Fig. 41 Instalación de Conectores**



**Fig. 42 Instalación de Conectores**

Asegurándonos de que todos los sistemas de arranque, carga, refrigeración, lubricación encendido etc. estén correctamente instalados y listos para funcionar ponemos en marcha el motor.



**Fig. 43 Instalación de Conectores**



**Fig. 44 Instalación de Conectores**

El motor en este momento debe funcionar correctamente para comprobarlo medimos con el milímetro el voltaje o señal del sensor MAP, este marcará entre 1v. – 1.3v aproximadamente en ralentí y hasta 3.5v. a

plena carga, y el sensor O<sub>2</sub> el cual oscilara permanentemente entre 0.1v. – 0.9v., si esto ocurre podemos suponer que todo está en correcto funcionamiento.

## **6.7 Impactos**

### **Impacto Educativo**

Consideramos que este trabajo inspirará a profesionales y estudiantes a realizar nuevas y novedosas investigaciones en beneficio de la colectividad, para encontrar otras maneras de disminuir o contrarrestar de mejor forma las emisiones de gases contaminantes producidos por los automotores.

### **Impacto Ambiental**

Esta investigación pone en evidencia que el uso de un sistema de inyección electrónica reduce la emisión de gases contaminantes lo cual si se llegara a implementar en todos los automotores con carburador generaría un mejoramiento significativo en la calidad del aire.

## **6.8 Difusión**

1. Se realizará una reunión con los estudiantes de Ing. En Mantenimiento Automotriz para difundir lo que pretende conseguir la propuesta alternativa.
2. Se convocara a una sesión de trabajo con estudiantes, maestros mecánicos, técnicos e ingenieros para dar a conocer la debida utilización de la propuesta alternativa.

3. Se harán contactos con docentes de especialización de Mantenimiento Automotriz para sugerir que se acoja la presente propuesta alternativa como material bibliográfico de investigación en temas relacionados.

## 6.9 Bibliografía

1. COELLO SERRANO Efrén, (2006) “sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina”, Vol. I, Segunda Edición 2004, Editorial América, Quito-Ecuador.
2. GERSCHLER, STUTTGART (y otros) “Tecnología del automóvil” tomo 2, versión española de la 20ª edición alemana, Editorial Reverté, S.A., Barcelona – Bogotá – Buenos aires – Caracas – México, 2005, 457pp.
3. ELLINGER, H.” Ajuste de Motores y Control de Emisiones.” México, Prentice-Hall, 1992. tomo 1, 520pp.
4. MORENO JOSÉ MANUEL. “Mecánica y electricidad del automóvil”. Madrid: Ediciones Pirámide, 2007.
5. PÉREZ ALONSO J. M. (2001) “Temática Automotriz” Vol. I, Vigésimo Segunda Edición, Editorial Paraninfo S.A., Madrid-España.
6. THIESSEN, Manual de Sistemas de Fuel Inyección. Guía Técnica. México, Prentice-Hall, 2000, 320pp.
7. GIL MARTÍNEZ Hermógenes D., (2004), “Manual del Automóvil” Vol. I, Edición 2001, Editorial Cultural S.A., Madrid-España.

8. HAROLD E., (2006), "Instrumentación Industrial", 10ma. Edición, Editores Soison Limusa, Miami-Estados Unidos.
9. TORRES R. Manuel R., (2000), "Manual Básico de Mantenimiento Automotriz SARAUTOS, S.E., Loja- Ecuador.
10. "Manual CEAC del Automóvil", (2003), Editorial CEAC.
11. ARIAS PAZ, (2000), "Manual de Automóviles" 50va. Edición, Editorial Dossat, Madrid- España.
12. RASCO Felipe, (2003), "Revista Mecánica Popular Avión sin Alas", Editorial América, México- México.
13. "Técnicas del Automóvil- Inyección Electrónica" S.A., (2000), 10ma. Edición, S.E.
14. HAYNES, (2000), "Manual de Electricidad Automotriz", S.E., Barcelona- España.
15. Manual Motor IZUSU CB22NE, General Motors Company.
16. [www.cise.com](http://www.cise.com)

17. Microsoft ® Encarta ® 2008

18. <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:K20>

19. [info@cise.com](mailto:info@cise.com)

20. [www.automecanica.com](http://www.automecanica.com)