

# FUNCIONAMIENTO Y AVANCES TECNOLOGICOS DE LOS SENSORES EN EL TREN MOTRIZ DE LA MARCA FORD EN PRO DEL MEDIO AMBIENTE

Miguel Ángel López Cante<sup>1</sup>, Juan Carlos Zea Jiménez<sup>2</sup>, German Alexander Torres Díaz<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI)

Cr 19 No. 49-20

<sup>1</sup>[miguelo352@hotmail.com](mailto:miguelo352@hotmail.com).

<sup>2</sup>[zeajuan-789@hotmail.com](mailto:zeajuan-789@hotmail.com).

<sup>3</sup>[masterapeter@gmail.com](mailto:masterapeter@gmail.com)

## RESUMEN

A través del transcurso del tiempo, la cantidad de fabricación y comercialización de vehículos se ha incrementado notablemente a nivel mundial, y Colombia no es la excepción, debido a esto, desde hace varias décadas, se proyectaron una serie de inconvenientes directamente proporcionales a dicho crecimiento, por ejemplo los grandes problemas asociados a la congestión, el impacto medioambiental, el uso de energías y los accidentes de tránsito. El gran reto para entonces era encontrar soluciones, y desde ese momento los expertos no tuvieron duda y concuerdan con la actualidad, las soluciones vendrán de la mano de las nuevas tecnologías. El vehículo será capaz de dialogar consigo mismo y con su entorno, las carreteras estarán equipadas con los más modernos sistemas inteligentes de control y gestión del tráfico, los vehículos serán más ecológicos, desde los materiales con los que estarán fabricados hasta los combustibles que utilicen o las emisiones de gases que expulsen al medioambiente. Y sobre todo, serán más seguros. Enfocaremos el desarrollo de este trabajo al estudio de los dispositivos que aportaron y que de igual manera seguirán en gran proporción contribuyendo a dicho desarrollo, los sensores que actúan principalmente en la parte motriz de los vehículos de la marca Ford, y generan señales que llevan a la corrección y optimización de una mezcla, la cual estará parametrizada y contribuirá así con el cuidado del medio ambiente.

**PALABRAS CLAVES:** Sensor, Combustible, Emisión de gases, tren motriz, aplicaciones, medio ambiente

## ABSTRACT

Through the course of time, the amount of manufacturing and marketing of vehicles has increased significantly around the world, and Colombia is no exception, as a result, for several decades, they projected a series of disadvantages directly proportional to that growth, for example the major problems associated with congestion, environmental impact, energy use and accidents. The challenge then was to find solutions and from that moment the experts had no doubt and match today: the solutions will come from the hand of new technologies. The vehicle will be able to converse with himself and with his surroundings, Highways will be equipped with most modern intelligent traffic management and control systems, vehicles will be more eco-friendly: from the materials that will be made to fuels that use or emissions of gases which are expelled to the environment. And above all, it will be safer. Contributing to this development, sensors that Act mainly on the driving side of the Ford brand vehicles, and generate signals that lead to the correction and optimization of a mixture, which will be parameterized and thus contribute to the care of the environment, we will focus the development of this work to the study of devices that contributed and be similarly followed in large proportion.

**KEY WORDS:** Sensor, fuel, emissions, applications.

## 1. INTRODUCCION

Debido a factores como la preservación del medio ambiente, en la actualidad tanto los vehículos como los mismos combustibles se han tratado de optimizar, es decir, se ha logrado, en cuanto a los motores de combustión interna, reducir los tamaños sin perder sus prestaciones, y mejor aún se han reformado obteniendo mejores resultados tanto de potencia, consumo, peso, contaminación, entre otros. Para esto los sensores tienen un papel muy importante, a causa del alto crecimiento de la industria y uso masivo de los automóviles, se han incrementado los niveles de contaminación ambiental, pero se ha podido controlar el tema, en parte gracias a los sensores que actúan en el proceso y a la parametrización o normas que rige a nivel mundial.

El hecho de que los automóviles ya no sean sistemas puramente mecánicos, y que se hayan convertido en máquinas electromecánicas, controladas por una computadora a bordo, ha modificado de manera muy importante (y lo seguirá haciendo) la forma en que se realiza el diagnóstico y la corrección de averías en el taller.

Podemos preguntarnos entonces: ¿Cómo será el futuro del parque automotor en Colombia?

## 2. MARCO TEORICO

Desde las dos últimas décadas, el parque automotor colombiano se ha incrementado de forma acelerada en las ciudades, contribuyendo al aumento de la contaminación atmosférica como resultado de los gases que son emitidos a través de los tubos de escape; entre los cuales se destacan: el monóxido de carbono CO, óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> e hidrocarburos no quemados HC. Sin embargo, la mayoría de los automóviles no emiten las mismas cantidades de gases contaminantes, ya que su grado de contaminación obedece a varias razones, algunas de ellas son: La clase de motor que usan, el tipo y la calidad del combustible empleado y las características geográficas de ubicación; por ejemplo, en el caso de los automóviles de combustión a gasolina se emiten gases de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, mientras que en el caso de los automóviles que utilizan motores diesel los gases emitidos en especial son hidrocarburos no quemados, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y material particulado tóxico (IDEAM, 2005) [5]

Sin embargo, nuestro país no tiene tanto desarrollo vehicular a comparación de otras naciones del mismo nivel socioeconómico. El fenómeno de la evolución automotriz en Colombia apenas da sus primeros pasos.

Según el señor Juan Guillermo Castaño en un artículo publicado en la Revista de Logística, en un documento investigativo desarrollado por la Universidad de los Andes y llamado “El Transporte como soporte al desarrollo del país. Una visión al 2040”, se realizó un análisis a profundidad acerca de cómo se especula será el crecimiento automotriz en Colombia. En la actualidad, el país cuenta con 3 millones de automóviles y 2,3 millones de motocicletas, cifras que aumentarán considerablemente para el año 2040; se especula que serán de 10,4 y 13 millones, respectivamente. [11]

### 2.1 Tren Motriz.

El tren motriz o de fuerza es una de las partes más importantes del automóvil y es el encargado de convertir la energía del combustible, en movimiento de los neumáticos para impulsarlo. En general el tren de fuerza puede dividirse en diferentes partes cada una con una función específica y lo más común es que estas partes sean:

- El motor: encargado de convertir la energía del combustible en movimiento mecánico en su eje de salida.
- El embrague: encargado de conectar/desconectar el motor del resto del tren de fuerza a voluntad del conductor o de forma automática cuando es necesario.
- La caja de velocidades: indispensable para adaptar la "fuerza" del motor a las exigencias del camino.
- La barra de transmisión (que no está presente en todos los automóviles): que sirve para transmitir el movimiento procedente del motor al mecanismo que hace girar las ruedas. [1]

Para este trabajo nos enfocaremos en las tareas que cumplen los sensores principales en lo concerniente al motor, centrado en la optimización de la mezcla y por ende la reducción del impacto ambiental.

Las innovaciones tecnológicas que mejoran el desempeño ambiental de los vehículos automotores han sido impulsadas en los últimos años mediante leyes emitidas en los países desarrollados. Estas leyes han sido impuestas en respuesta a preocupaciones ambientales sobre el efecto invernadero, por la magnitud de las emisiones de gases como el dióxido de carbono y por las necesidades de nuevas fuentes de energía. Todos estos factores han llevado a innovaciones en el motor de combustión interna. En países como Estados Unidos y Japón ya circulan vehículos conocidos como híbridos; éstos son una combinación de tecnologías (motores de combustión interna y eléctricos) [4].

## 2.2 Sensores.

Los sensores son los dispositivos encargados de monitorear las condiciones de operación del vehículo, y de enviar su información a la computadora para que ésta ordene a los actuadores a operar sobre ciertos parámetros, de acuerdo a las condiciones cambiantes de funcionamiento del motor. Así, puede decirse que los sensores convierten las condiciones de funcionamiento del motor (temperatura, presión absoluta del múltiple, movimientos mecánicos, etc.) en un voltaje eléctrico que es enviado a la computadora para ser procesado y comparado con datos de referencia grabados en sus memorias. [1]

Existen diferentes tipos de sensores según su construcción, a continuación tomaremos los más usuales:

### 2.2.1 Sensores inductivos.

Constan de una bobina, un imán permanente. Ver figura.1.

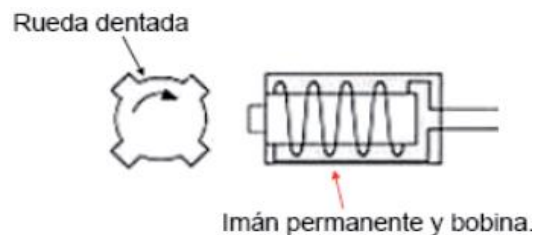


Figura. 1. Constitución de un sensor inductivo [2]

Los sensores inductivos colocados en el volante del motor o en árbol de levas están formados básicamente por una bobina sobre un imán permanente. El campo magnético del imán permanente es alterado por el paso de los dientes de la rueda, cuando frente al imán hay un diente el flujo magnético es máximo y cuando hay un espacio vacío el flujo magnético es mínimo. Esta circunstancia genera una onda alternada entre los terminales eléctricos del bobinado del sensor. Muchas ruedas dentadas tienen un faltante de uno o dos dientes a los efectos de reconocer la posición de cada cilindro. En algunas ocasiones, al no tener nada que identifique al P.M.S (Punto Muerto Superior) y fase del cilindro 1, se hace necesaria la ayuda de otro sensor, dando lugar así a los esquemas con sensores en el árbol de levas. [2]

El sensor se monta directamente al frente de una rueda transmisora ferro magnética también llamada "rueda fónica" (Fig.2). El imán junto con la bobina crea un campo magnético que penetra entre los dientes de la rueda. El flujo magnético a través de la bobina depende de si delante del sensor se encuentra un hueco o un diente de la rueda fónica. Un diente concentra el flujo de dispersión del imán. Se produce una intensificación del flujo útil a través de la bobina. Un hueco, en cambio, debilita este flujo magnético. Si la rueda transmisora está girando, estos cambios del flujo magnético inducen en la bobina una tensión de salida sinusoidal, proporcional a la velocidad de cambio de diente hueco. [2]

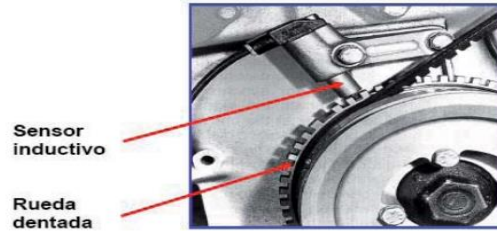


Figura. 2. Disposición del sensor inductivo en el volante motor [2]

## 2.2.2 Sensores de Efecto Hall

Los sensores de efecto hall funcionan de la siguiente manera:

Una pastilla de semiconductor es sometida a un campo magnético externo. Ver figura. 3

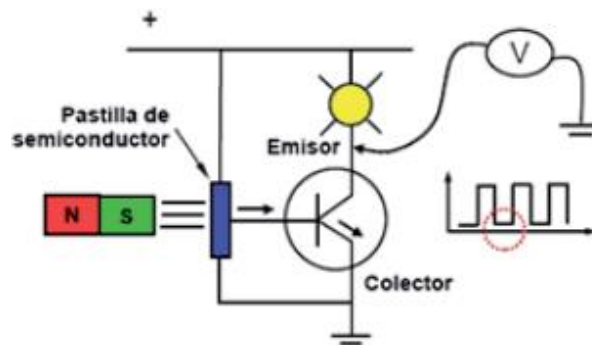


Figura. 3 Sensor hall sin interrupción. [2]

La pastilla genera una señal que polariza la base de un transistor, en esta situación el transistor se hace conductor por lo que circula corriente y pone el colector a masa. La señal recogida en este momento por el voltímetro es de mínima.

Cuando se interpone una placa entre el campo magnético y el semiconductor, (Ver Figura 4), este interrumpe su señal y no polariza más a la base del transistor, en esta situación el transistor deja de ser conductor por lo que ya no circula corriente. La señal recogida por el voltímetro es de máxima en este caso. [2]

### 2.2.2.1 Sensor de régimen de giro.

De igual modo que el caso anterior es común ver este tipo de sensores para determinar el régimen de giro del motor u otros componentes como la velocidad de las ruedas en los sistemas de frenos ABS. [2]

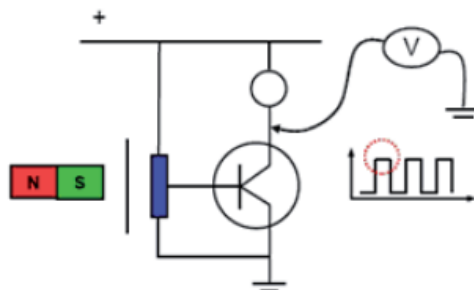


Figura. 4. Sensor hall con interrupción. [2]

A continuación se relacionan los sensores utilizados en la parte motriz de la marca Ford.

### 2.2.3 Sensor de posición del pedal del acelerador (APP)

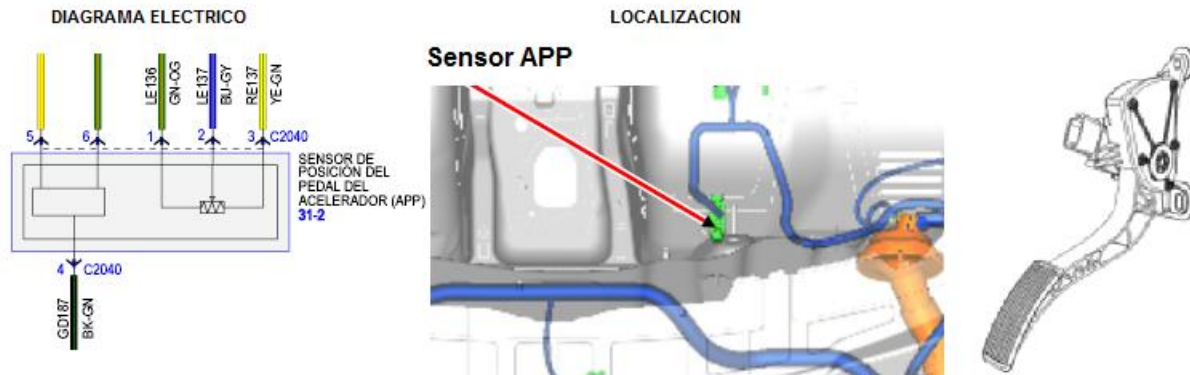


Figura 5. Diagrama y ubicación sensor (APP) [3]

El sensor APP es una entrada al módulo de control del tren motriz (PCM) y determina la cantidad de torsión requerida por el operador. Está conformado por un potenciómetro o resistencia variable, que según su cambio de valor indica la posición del pedal de aceleración. Está integrado con el pedal del acelerador. [3]

### 2.2.4 Sensor de presión barométrica (BARO)

El sensor BARO mide directamente la presión barométrica para estimar la contrapresión del escape. La contrapresión del escape influye la densidad de la velocidad basándose en el cálculo del aire de carga. El sensor BARO va montado directamente en el circuito impreso del PCM. [3]

### 2.2.5 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)



Figura 6. Diagrama y ubicación Sensor (CMP) [3]

El sensor CMP detecta la posición del árbol de levas. El sensor CMP identifica cuando el pistón número 1 está en la carrera de compresión. Entonces se manda una señal al PCM y se usa para la sincronización del encendido secuencial de los inyectores de combustible. Las aplicaciones de encendido con bujía con bobina integrada

(COP) utilizan también la señal del CMP para seleccionar la bobina de encendido adecuada que se tiene que encender. [3]

Existen 2 tipos de sensores CMP utilizados: el sensor de reluctancia variable de 2 terminales y el sensor de efecto Hall de 3 terminales.

### 2.2.6 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

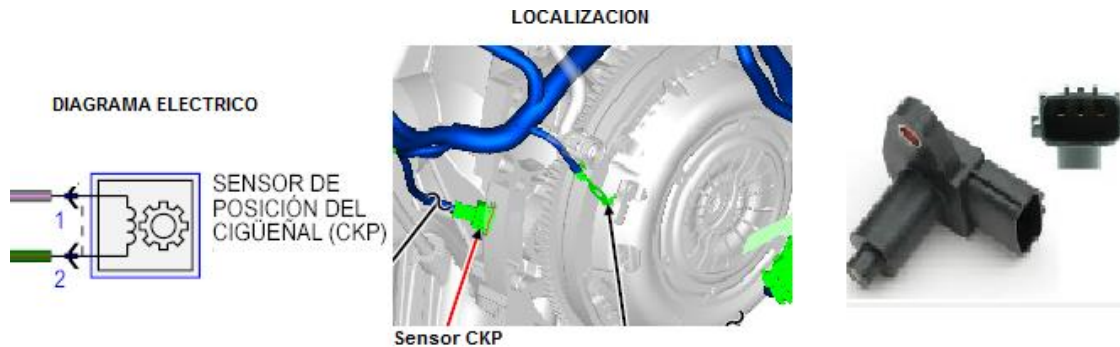


Figura 7. Diagrama y localización Sensor (CKP) [3]

El sensor CKP es un transductor magnético montado en el monoblock junto a una rueda de pulsos localizada en el cigüeñal. Al monitorear la rueda de pulsos montada en el cigüeñal, el sensor CKP es el sensor primario de la información de encendido para el PCM.

El PCM también utiliza la señal del sensor CKP para determinar si se ha presentado una falla de encendido mediante la medición de la desaceleración rápida entre los dientes.

Existen 2 tipos de sensores CKP utilizados: el sensor de reluctancia variable de 2 terminales y el sensor de efecto Hall de 3 terminales.

### 2.2.7 Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)

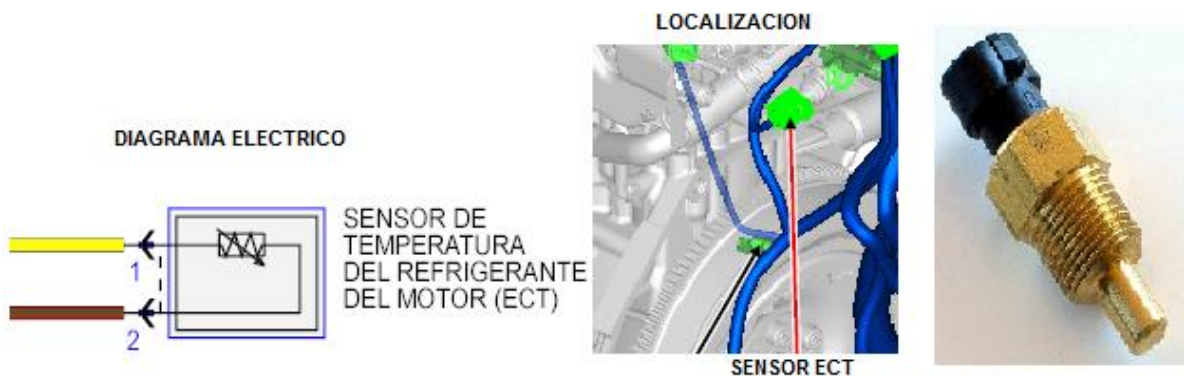


Figura 8. Diagrama y localización Sensor (ECT) [3]

El sensor ECT es un dispositivo termistor en el cual la resistencia cambia con la temperatura. La resistencia eléctrica del termistor disminuye conforme aumenta la temperatura y la resistencia aumenta conforme disminuye la temperatura. La resistencia variable cambia la caída de voltaje entre las terminales del sensor y proporciona las señales eléctricas al PCM correspondientes a la temperatura. [3]

Los sensores de tipo termistor se consideran sensores pasivos. Un sensor pasivo está conectado a una red divisora de voltaje de modo que la variación de la resistencia del sensor pasivo causa una variación en el flujo total de corriente. El voltaje que es disminuido a través de una resistencia fija en serie con la resistencia del sensor determina la señal

de voltaje en el PCM. Esta señal de voltaje es igual al voltaje de referencia menos la caída de voltaje a través de la resistencia fija. [3]

### 2.2.8 Sensor de oxígeno (HO2S)

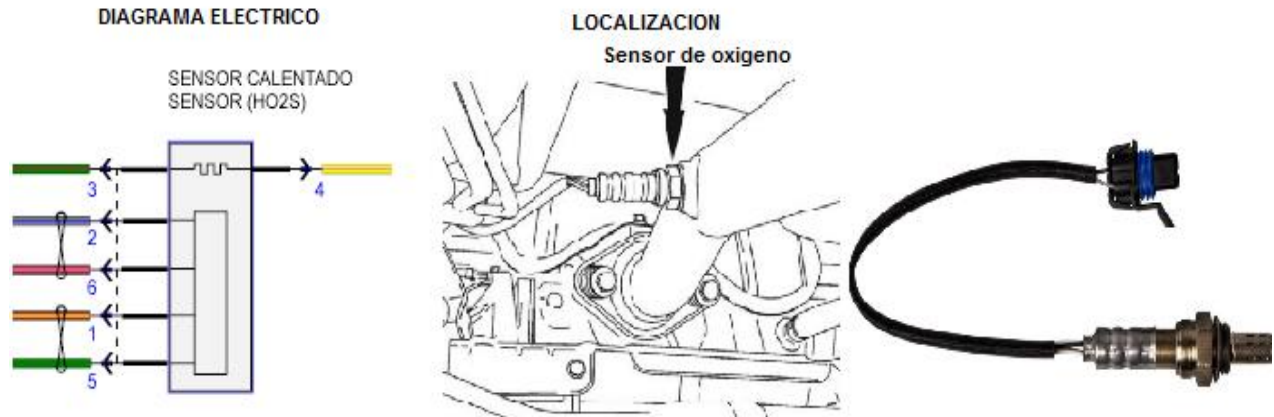


Figura 9. Diagrama y localización Sensor (HO2S) [3]

El HO2S detecta la presencia de oxígeno en el escape y produce un voltaje variable de acuerdo a la cantidad de oxígeno detectada. Una alta concentración de oxígeno (relación pobre de aire a combustible) en el escape produce una señal de voltaje menor de 0.4 voltios. Una baja concentración de oxígeno (relación rica de aire a combustible) produce una señal de voltaje mayor de 0.6 voltios. El HO2S proporciona retroalimentación al PCM indicando la relación de aire a combustible para obtener una relación estequiometría de aire a combustible cercana a 14.7:1 durante el funcionamiento de ciclo cerrado del motor. El HO2S genera un voltaje entre 0.0 y 1.1 voltios. [3]

### 2.2.9 Sensor de flujo de masa de aire (MAF)

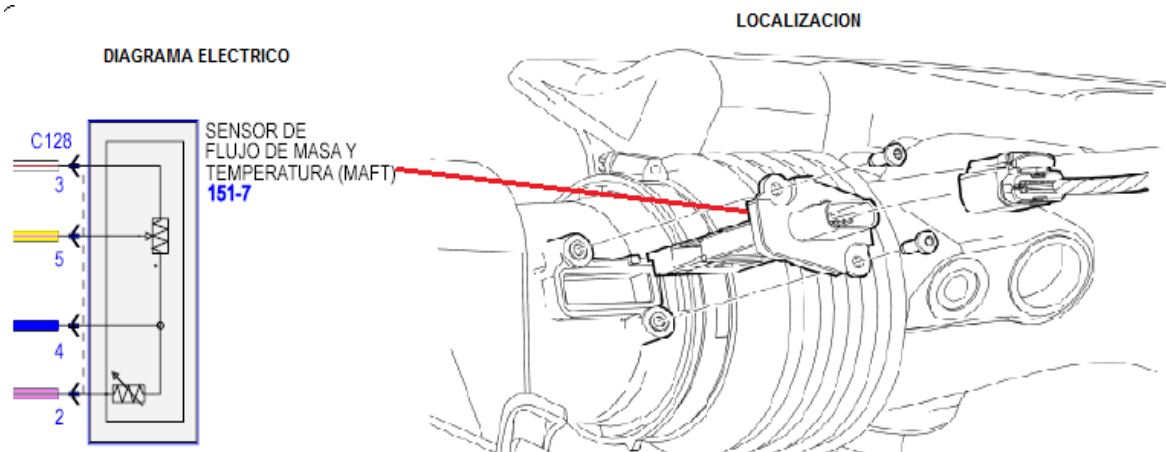


Figura 10. Diagrama y localización Sensor (MAF) [3]

El sensor MAF utiliza un elemento detector de cable caliente para medir la cantidad de aire que entra al motor. El Aire que pasa sobre el cable energizado hace que se enfríe. Este cable caliente es mantenido a 200 °C (392 °F) Por encima de la temperatura ambiente según se mida con un cable frío constante. La corriente requerida para mantener

la temperatura del cable caliente es proporcional al flujo de masa de aire. Entonces el sensor MAF envía una señal al PCM proporcional a la masa de aire de admisión. El PCM calcula el ancho de pulso requerido del inyector de combustible para proporcionar la relación aire a combustible deseada.

### 2.3 Desarrollo tecnológico de la marca Ford para los sensores del tren motriz.

En cuanto a las mejoras tecnológicas que ha realizado la marca Ford en los últimos años, se evidencia la implementación de monitores que prueban constantemente los sistemas de control de emisiones del vehículo. Seguidamente en la tabla 1, se referencian dichos monitores. [3]

**Tabla 1. Mejoras Tecnológicas de la Marca Ford [3].**

<b>Monitores</b>
Monitoreo del convertidor catalítico
Monitoreo de falla de encendido
Monitoreo del sensor de oxígeno
Monitoreo del EGR (válvula de recirculación de los gases de escape) VCT ( sincronización variable del árbol de levas)
Monitoreo del sistema de combustible
Monitoreo del sistema de emisiones evaporativas EVAP (sistemas de emisiones evaporativas)
Monitoreo de PCV (ventilación positiva del cárter)
Monitoreo del termostato
Monitoreo exhaustivo de los componentes (CCM) ( monitor global de componentes)
Protocolo de comunicación y DLC (conector de enlace de datos)
Control de la MIL (Luz indicadora de mal funcionamiento)

### 2.4 Tendencias Futuras

A la pregunta, ¿Cómo será el futuro del parque automotor en Colombia?

Según un informe realizado por la Universidad de los Andes será el siguiente:

- Los vehículos livianos crecerán con base en la demanda generada por el aumento poblacional.
- El parque de buses y busetas mantendrá una tendencia histórica de no muy alto crecimiento. [11]

Para el año 2050 según los científicos a nivel mundial, nos encontraremos con autos de propulsión eléctrica alimentados por baterías alimentadas por químicos de alto nivel desarrolladas actualmente, durante los últimos 20 años se han reducido las emisiones en un 20% y se sigue en la búsqueda de lograr disminuirlo más. Los científicos también concluyen que son necesarias baterías para las diferentes categorías de vehículos, que tienen ciclos de trabajo muy dispares, y dadas las limitaciones de autonomía que actualmente tienen las baterías, la industria automotriz ha dirigido su atención a los vehículos híbridos, donde el motor alimentado por batería se combina con un motor de calor para proporcionar un sistema de propulsión eficiente sin someter a los automovilistas a depender de la recarga. [10]



A continuación describimos las características más sobresalientes del híbrido haciendo algunas comparaciones con los vehículos con motor de combustión interna. Examinamos algunos problemas que pueden impactar la tasa de adopción de la nueva tecnología y finalmente analizamos hasta donde este vehículo puede ayudar a solucionar los problemas de contaminación por vehículos automotores.

El motor de combustión interna ha sido el diseño dominante en la industria automotriz durante el siglo XX, éste ha sufrido innovaciones incrementales que han mejorado su desempeño pero empieza a mostrar la posibilidad de ser sustituido por otras tecnologías en el mediano y largo plazo; de hecho, ya existen en el mercado automóviles híbridos que funcionan con dos motores, uno de gasolina o diésel y otro eléctrico.

El automóvil híbrido reúne dos tecnologías ya conocidas y crea un nuevo producto. El motor de combustión interna ha mejorado su desempeño radicalmente durante el último siglo; especialmente a partir de los años setenta su desarrollo se vio influido por nuevas leyes ambientales y el alto costo del combustible resultante de la crisis petrolera. Los grandes automóviles de ocho cilindros fueron sustituidos por automóviles pequeños y económicos, así las marcas japonesas ganaron parte del mercado de los Estados Unidos, desde entonces han ido incrementando su participación de una manera constante.

Los esfuerzos por cumplir con las reglas ambientales inicialmente afectaron el desempeño de los automóviles pero gracias a innovaciones como los sistemas electrónicos que controlan el motor y los convertidores catalíticos se incrementaron los caballos de fuerza por litro pasando de 29 en 1980 a 64 en 2002 y reduciendo las emisiones en 90 por ciento. Las innovaciones incrementales en el proceso y producto han permitido que el costo de los motores disminuya en forma importante; en 1986 el motor de un automóvil medio representaba 15% de su costo total de producción y en el 2002 representó 8% a pesar de que ahora se utilizan materiales más caros, como el aluminio. También es importante señalar que en los últimos cinco años el número de patentes otorgadas por la oficina de patentes de los Estados Unidos en relación con el motor de combustión interna se incrementó en 25% lo que deja ver que la innovación en el campo no está disminuyendo; de hecho, los expertos predicen que el motor de combustión interna estará instalado en 90% de los vehículos vendidos en los países desarrollados en el año 2015 y permanecerá como tecnología dominante hasta 2025, ya sea instalado solo o en compañía de motores eléctricos.

Esta estimación está muy relacionada con el hecho de que las reservas petroleras se calculan para cincuenta años más y no sería conveniente desde un punto de vista económico volver obsoleta la estructura de servicios de los vehículos automotores por lo que el motor de combustión interna permanecerá hasta entonces. [6]

## **2.5 Normas y Estándares para la emisión de gases en vehículos de combustión interna.**

Un estudio de la Secretaría Distrital de Ambiente demuestra que los motores carburados, es decir sin ningún tipo de sensor, producen 80 por ciento más monóxido de carbono que los nuevos con sistema de inyección electrónica.

Y la noticia es grave si se recuerda que la mayoría del parque automotor de la ciudad tiene entre 10 y 15 años de vida. Incluso, en Bogotá circulan automotores que tienen más de 25 años de uso.

Investigadores del Centro de Ingeniería Ambiental de la Universidad de los Andes hicieron 127 pruebas para establecer cuáles son los carros que más contaminan y el análisis arrojó la conclusión de que los vehículos con carburador generan alrededor de 70 gramos de monóxido de carbono por kilómetro recorrido.

Si se compara este índice con los sistemas de inyección multipunto que utilizan los vehículos nuevos, la emisión de monóxido se reduce incluso a 11 gramos por kilómetro.

"Esto nos indica que entre mejor es la tecnología utilizada por los vehículos a gasolina, menor es la contaminación que emiten a la atmósfera de la ciudad". [8]

### **2.5.1 Normas Euro**

Las denominadas normas Euro (categorías de contaminantes) fijan los valores límite de las emisiones contaminantes de los vehículos nuevos (Ver tabla 2). En la fiscalidad de un vehículo, las emisiones de gases contaminantes tienen un papel muy importante porque el tipo impositivo depende también de la clasificación que establecen las diferentes normas Euro. El código indicado en el permiso de circulación ofrece información sobre el nivel de emisión de contaminantes del vehículo.

Las disposiciones legislativas son cada vez más exigentes: el Parlamento Europeo ha decidido fijar otra vez nuevos valores límite para la emisión de contaminantes de los turismos. Euro 5 entró en vigor el 1 de septiembre de 2009. Al mismo tiempo, la UE ha fijado ya los valores de la norma Euro 6 (a partir de 2014) para la industria del automóvil. [9]

**Tabla 2. Limitaciones a las emisiones para vehículos nuevos con motor de gasolina [9]**

	válido a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC+NOx (g/km)	PM
<b>Euro I</b>	12/92	2,72	-	-	0,97	-
<b>Euro II</b>	01/97	2,20	-	-	0,5	-
<b>Euro III</b>	01/00	2,30	0,20	0,15	-	-
<b>Euro IV</b>	01/05	1,00	0,10	0,08	-	-
<b>Euro V</b>	09/09	1,00	0,10	0,06	-	0,005*
<b>Euro VI</b>	08/14	1,00	0,10	0,06	-	0,005*

#### 4. CONCLUSIONES

Gracias a las investigaciones y el desarrollo de la ciencia, se analiza que se ha evolucionado y hay opciones para tratar de reducir el impacto ambiental negativo que surge a causa de los motores de combustión interna, los sensores son una parte muy importante para dicha reducción, sin embargo se percibió que la tendencia en la actualidad se enfoca a los cambios en el sistema motriz, iremos paulatinamente cambiando los motores de combustión interna por nuevos modelos como los híbridos, los cuales se están desarrollando y con el transcurso del tiempo y el avance en las investigaciones llegarán a tener las mismas prestaciones o por qué no, a mejorar o superar los motores de combustión interna.

Por medio del desarrollo que han tenido nuestros vehículos hoy en día contamos con autos más eficientes y de bajos niveles de contaminación, esto se debe a la implementación tecnológica que se ha adoptado en los sistemas y componentes que controlan y reducen las emisiones que se generan por la combustión de nuestros motores

La industria automotriz seguirá desarrollándose cada vez más en busca de nuevas formas de satisfacer las necesidades de las personas y del medio ambiente, optando por encontrar sistemas eficientes y rentables para la fabricación de los vehículos.

#### 6. REFERENCIAS

[1] Códigos Automotrices de la Computadora & Sistema Electrónico de Control del Motor. 2007. Haynes Ed.

[2] Descripción de Sensores y Actuadores [Online].  
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/Capitulo%203.pdf>

[3] Ford Tech service. [Online] <http://www.fordtechservice.dealerconnection.com/>

[4] Innovación Tecnológica y Contaminación Ambiental. 2004.,  
[Online] <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/reseconinforma/pdfs/330/06Lourdesalvarez.pdf>

[5] Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia Borradores del CIE. [Online] [http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedesDependencias/unidadesAcademicas/FacultadCienciasEconomicas/ElementosDiseno/Documentos/BorradoresEconomia/BorradCIE\\_17.pdf](http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedesDependencias/unidadesAcademicas/FacultadCienciasEconomicas/ElementosDiseno/Documentos/BorradoresEconomia/BorradCIE_17.pdf)

[6] Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (conae), [Online], [www.conae.gob.mxagos-to](http://www.conae.gob.mxagos-to) 2002,  
Dizikes Meter “high Hopes for Hybrids: Hill gas and electric cars match.

[7] Autos en carrera contra el cambio climático”, Kakuchi Suvendrini “Japón. [Online] <http://www.tierramerica.net/2002/0602/articulo.shtml>, Dirección de Gestión de la Calidad del aire. Inventario de emisiones 1999. PROAIRE

[8] Los carros más viejos asfixian la ciudad. Clopatofsky, [Online] <http://m.eltiempo.com/buscador/MAM-2755427/1>, Bogotá 5 de diciembre de 2007

[9] Aspectos Básicos de los Gases de Escape [Online] <http://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/sondas-lambda/aspectos-basicos-de-los-gases-de-escape/normas-euro/>

[10] Científicos opinan sobre las características de automóvil del año 2050 [Online]. [http://www.motor.com.co/carros-ecologicos/ARTICULO-WEB-NEW\\_NOTA\\_INTERIOR-14750515.html](http://www.motor.com.co/carros-ecologicos/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-14750515.html)  
2015/01/15 6:13pm por Redacción MOTOR | 1:10 p.m. | 27 de Octubre del 2014

[11] Revista de Logística, [Online] [http://www.revistadelogistica.com/n6\\_automotor.asp](http://www.revistadelogistica.com/n6_automotor.asp)