

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE MECATRÓNICA

**Diseño de un prototipo de EDR en  
automóviles con OBD II**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECATRÓNICO  
PRESENTAN:

NUÑEZ DE LA ROSA EDGAR MISAEL  
RAMIRO BARAJAS CÉSAR

DIRECTOR DE TESIS:

M.I BILLY ARTURO FLORES MEDERO NAVARRO



MÉXICO D.F

FEBRERO 2008

## **AGRADECIMIENTOS.**

Esta tesis está dedicada a mi familia a quienes agradezco de todo corazón por su amor, cariño y comprensión. En todo momento los llevo conmigo.

A Coni, mi madre, que será siempre la inspiración para alcanzar mis metas y mostrarme con cariño que todo esfuerzo tiene una recompensa, gracias mamá por enseñarme a soñar y a hacer esos sueños realidad.

A José, mi padre, por su incondicional cariño y apoyo, además de ayudarme a madurar y crecer como persona, tu esfuerzo se convirtió en tu triunfo y el mío.

A Les por la compañía y apoyo que me brinda, se que cuento contigo siempre

A Yess por darme soporte y comprensión en todo momento y por ser parte de esta etapa de mi vida, gracias por todo

A mis maestros, por toda la disposición y enseñanzas brindadas.

A Billy por todo el empuje y paciencia, pero lo más importante gracias por tu amistad

A mis amigos que estuvieron, están y seguirán estando

A mi universidad por brindarme una excelente formación profesional y humana

A mi país, que espera lo mejor de mí

A Florinda, mi madre, por la paciencia, el empeño y la convicción que hubo de tener a lo largo de mi educación. Por cada uno de los sacrificios que tuvo que hacer por mi bienestar. Por impulsar mi desarrollo personal y todo el amor que me ha brindado.

A Manuel, mi padre, por enseñarme con su ejemplo que la perseverancia, la tenacidad, el trabajo duro y la ambición de querer superarse son tan importantes como la educación. Y por sus consejos y apoyo durante toda mi vida.

A Sandra, mi hermana, por como se preocupa por mí y por mi bienestar. Por estar ahí cuando necesito un consejo o un regaño. Y por todo el amor que nos tenemos, aunque ese amor lo expresemos de una forma que solo nosotros comprendemos.

A Eloisa y Serafin, mis abuelitos, por haber sido mis segundos padres. Por el amor que he recibido de ellos, me han hecho sentir uno más de sus hijos.

A Ricardo, mi tío, por ser un ejemplo para mí. Por ser el hermano que nunca tuve y que no necesite gracias a él. Por ser mi mejor amigo y consejero. Y por compartir todo lo que lo hace feliz con el fin de que yo lo sea también.

A Aline, mi novia, por haber soportado un final de semestre tras otro, algunos como mi mejor amiga y otros como mi novia. Por entender que mi carrera no es solo mi profesión sino mi pasión. Por ser uno de mis mayores soportes y consejeros. Por el amor que me expresa cada día. Y a su familia por el aprecio y la confianza que me han brindado.

A mi familia y amigos, porque sin su apoyo el camino hubiera sido difícil y simplemente no hubiera tenido sentido.

Al ingeniero Billy, por haber confiado en el proyecto y en nosotros. Por el apoyo, la paciencia y la disposición que mostró. Y por ser más que un maestro, un amigo.

A cada uno de los sinodales, que además de eso son los maestros que más admiro. Por su paciencia y disposición.

# ÍNDICE

Introducción.....	1
Capítulo 1. Las pruebas de choque y las principales características de seguridad de un automóvil.....	5
1.1 Prueba de choque frontal.....	7
1.2 Prueba de choque lateral.....	9
1.3 Prueba de volcadura.....	10
1.4 Principales características pasivas y activas de seguridad en un automóvil.....	11
I. Control Electrónico de Estabilidad (ESC).....	12
II. Bolsas de aire laterales.....	13
III. Bolsas de aire frontales.....	14
IV. Carrocería de deformación programada.....	16
V. Habitáculo indeformable.....	17
VI. Cinturones de seguridad.....	17
VII. Pretensor de los cinturones de seguridad.....	18
VIII. Sistema de frenos antibloqueo ABS.....	20
IX. Sistema de monitoreo de la presión de las llantas.....	21
Capítulo 2. Sistemas de diagnóstico OBD II.....	23
2.1 Historia y evolución de los sistemas de diagnóstico de abordó (OBD)...	23
2.2 Ventajas del sistema OBD II y modos de medición.....	25
2.3 Cómo decodificar un código OBD II.....	27
2.4 El OBD II en los motores de gasolina y diesel.....	28
2.5 Función del OBD II en el control de emisiones.....	30
Capítulo 3. Sistemas EDR y su beneficio a la Industria automotriz.....	33
3.1 ¿Qué es y para qué sirve un sistema EDR?.....	33
3.2 Parámetros que pueden mejorar la seguridad vehicular.....	35
3.3 Datos necesarios en un EDR estándar.....	36
Capítulo 4. ECU, <i>Engine Control Unit</i> .....	39
4.1 Comunicación.....	41
Capítulo 5. Desarrollo y pruebas del sistema EDR.....	44
5.1 Diseño del sistema EDR.....	44
1. Definición de la necesidad.....	44
2. Especificaciones.....	44
3. Evaluación y solución de soluciones.....	45
5.2 Interfaz de comunicación.....	50
5.3 Lenguaje de programación.....	51

5.4 Desarrollo del programa.....	52
5.5 Descripción del programa.....	53
5.6 Comunicación.....	54
5.7 Diagnóstico.....	54
5.8 Monitoreo de sensores.....	58
5.9 Selección y discriminación de datos.....	61
5.10 Pruebas del sistema EDR.....	63
Conclusiones.....	70
Anexo 1. Tabla resumen del análisis de seguridad de la NHTSA.....	74
Anexo 2. Elementos existentes y potenciales de los sistemas EDR.....	76
Anexo 3. Códigos de falla.....	80
Anexo 4. Tabla de los accidentes automovilísticos ocurridos en México en el 2007	108
Glosario de abreviaturas.....	109
Referencias.....	111

## INTRODUCCIÓN.

Las empresas automotrices gastan grandes sumas de dinero en desarrollar y perfeccionar dispositivos que refuercen la seguridad de sus vehículos<sup>1</sup>; tendencias que van desde la forma de frenado, la incorporación de bolsas de aire para el conductor, el copiloto y laterales; hasta tecnologías que dan una mejor capacidad de respuesta al momento de un choque.

Actualmente la compra de un automóvil no sólo depende del lujo y confort que éste proporciona sino de la sensación de seguridad que tienen los pasajeros. De este modo se puede decir que una mejor armonía entre estos dos aspectos puede ser lo que lleve a un posible comprador a elegir entre un modelo y otro.

De acuerdo con el director nacional de operaciones de *General Motors* México, José Luis Valls:

“El desarrollo de nuevos vehículos implica más allá del aspecto interior y exterior, exige innovar e implantar tecnologías de la más alta calidad en beneficio del usuario y sobre todo de su protección, pues el perder la atención en ello, pondría fuera de la jugada a una marca.”<sup>2</sup>

Lo anterior se ve reflejado en la enorme cantidad de pruebas necesarias para verificar que la seguridad de un automóvil es la mejor posible. Éstas se realizan en gran parte con la fabricación de prototipos de vehículos completos para poder hacer pruebas de certificación de colisión frontal, lateral y volcadura; las cuales pueden llevar hasta 36 meses.

En apoyo al correcto funcionamiento y evolución de la seguridad automotriz, existen sistemas llamados EDR (*Event Data Recorder*) diseñados con el fin de

---

<sup>1</sup> Vázquez, Sonia (2007): “Más allá del exterior”, en Alianza Automotriz, vol. 2, N° 42. P.15

<sup>2</sup> Vázquez, Sonia (2007): “Más allá del exterior”, en Alianza Automotriz, vol. 2, N° 42. P.18

obtener y almacenar información del funcionamiento real de los sistemas de seguridad. Actualmente y desde los años 90's las compañías automotrices han desarrollado los mecanismos que componen el sistema de las bolsas de aire, y en dicho proceso han intervenido los sistemas EDR, que desde entonces tienen la función de recolectar información del "mundo real", con la finalidad de mejorar dicho sistema.

Esta parte en especial, es a la que se le da un mayor énfasis en la presente tesis, pues a pesar de que las empresas automotrices gastan miles de dólares en pruebas de choque, muchas veces la realidad supera las condiciones que se pueden recrear en el laboratorio. Ocasionado en parte porque las pruebas de laboratorio no consideran todas las variables que existen en un choque; el peso extra del equipaje en el maletero, el estado del vehículo -por estado podemos referirnos al desgaste que existe en cada pieza-, el exceso de velocidad en los vehículos, los objetos con los que puede impactar; las posibles fallas en cualquier sensor o sistema del vehículo, etc.

Debido a la gran posibilidad de fallas de los vehículos se puede decir que algo sumamente útil para el usuario, para las empresas automotrices e incluso para las aseguradoras de automóviles, es un sistema que se encargue de almacenar información sobre el desempeño general del vehículo. Con ésta información, las empresas automotrices sabrán qué factores mecánicos o de diseño están involucrados en el desempeño de sus vehículos; y en el caso de que la información sea proporcionada a agencias de seguros, éstas podrán tener datos reales del funcionamiento del vehículo al ocurrir un accidente, como la velocidad, datos que podrán ayudar a establecer que fue lo que provocó el accidente o al causante del mismo si hubiera más de un vehículo involucrado; y si dichos vehículos contaran con el mismo sistema EDR, se podrían comparar los datos almacenados en ellos y recrear con mayor certeza el percance.

Actualmente los sistemas EDR son de gran interés para las empresas automotrices y además de representar un reto de ingeniería atractivo, hay muchas posibilidades de aplicación aún sin explotar. Razón por la cual en el presente trabajo se pone en marcha un prototipo de sistema EDR, basado en ciertos parámetros de diseño, que cumpla con las características básicas de almacenamiento de información del desempeño general de un automóvil de cualquier marca, que utilice el sistema OBD II (*On Board Diagnostic*). Como principal diferencia de la tecnología existente y el prototipo realizado en el presente trabajo, se propone que el sistema EDR tenga como características distintivas, el almacenamiento de datos en un lugar externo al vehículo, contar con un monitoreo de la información de forma inalámbrica y seguridad de acceso a la edición de la información.

En el capítulo 1, se encuentra información relacionada con la seguridad activa y pasiva de los automóviles actuales, además de información sobre las pruebas de choque realizadas por diversas agencias de seguridad vial en el mundo.

En el capítulo 2, se presenta información sobre los sistemas de diagnóstico de abordaje, desde su historia y evolución; sus funciones en los automóviles de gasolina y diesel; las modalidades en que trabaja; y la forma de decodificar los códigos que se pueden obtener del mismo.

En el capítulo 3, encuentra información sobre qué son los sistemas EDR, su función en la actualidad, la forma en que podrían ayudar a la mejora en la seguridad automotriz así como los datos que dichos sistemas deberán monitorear para ser considerados estándar por una organización de seguridad vial americana.

En el capítulo 4, se describe qué es una computadora de abordaje, algunas características importantes para el presente trabajo, así como la forma en que se puede comunicar con dispositivos externos.

En el capítulo 5 se describe la forma en que se realiza el sistema EDR propuesto en el presente trabajo, adicionalmente se encuentra información sobre la interfaz de comunicación que se utiliza, características básicas del *software* en el que se basa la programación, la descripción del programa, las características de la comunicación, la forma en que se realiza el diagnóstico de fallas del vehículo, y el monitoreo de sensores del mismo.

## **CAPÍTULO 1. LAS PRUEBAS DE CHOQUE Y LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD EN UN AUTOMÓVIL.**

En el mundo existen varias organizaciones internacionales que proveen información sobre seguridad automotriz y que realizan pruebas de choque (*Crash Test*). A continuación se mencionan las organizaciones más importantes:

En Europa existe la EuroNCAP<sup>3</sup> (Programa de Evaluación de Automóviles Nuevos Europa) quien hace pruebas a un pequeño número de vehículos, ya que se enfoca principalmente en pruebas sobre las áreas más peligrosas de un auto para peatones y ciclistas. Adicionalmente la FIA (Federación Internacional de Automóviles) hace pruebas de choque para la EuroNCAP, de los modelos de automóviles más populares.

En Australia existe la ANCAP<sup>4</sup> (Programa de Evaluación de Automóviles Nuevos Australia) que realiza pruebas de choque a vehículos nuevos bajo condiciones estrictas y así comparar los niveles de daño de los ocupantes involucrados en los tipos de choques más comunes.

Por su parte en Japón existe la JNCAP<sup>5</sup> (Programa de Evaluación de Automóviles Nuevos Japón) que es patrocinada por la ONSAAV (Organización Nacional para la Seguridad Automotriz y Ayuda a las Víctimas), para la realización de las pruebas de choque, en el mundo existen organizaciones que se dedican a realizar pruebas de choque a vehículos nuevos bajo condiciones estrictas y así comparar los niveles de daño de los ocupantes involucrados en los tipos de choques más comunes.

---

<sup>3</sup> Programa de evaluación de automóviles nuevos Europa. Obtenido el 18 de Mayo de 2008 en <http://www.euroncap.com>.

<sup>4</sup> Programa de evaluación de automóviles nuevos Australia. Obtenido el 18 de Mayo de 2008 en <http://www.ancap.com.au>.

<sup>5</sup> Programa de evaluación de automóviles nuevos Japón. Obtenido el 20 de Mayo de 2008 en <http://www.jafmate.co.jp/anzen/ncap/>

Respecto a México existe CESVI MÉXICO<sup>6</sup> (Centro de Experimentación y Seguridad Vial México), el cual es el único centro de investigación y capacitación en materia de reparación, seguros y cultura vial en México, Centro América y el Caribe. Está patrocinado por compañías de seguros tales como; GNP, ING seguros, seguros Inbursa, entre otros. Se funda en 1996 con la misión de unificar criterios y mejorar el servicio de reparación de vehículos, disminuir la siniestralidad en el país y ser un vínculo entre los sectores que intervienen en el proceso, es decir, las aseguradoras, las plantas armadoras, los proveedores de herramientas y equipos, y las instituciones gubernamentales, así como todas aquellas organizaciones y personas implicadas. Para lograr dicha misión se desarrollan actividades en tres áreas: investigación, formación y divulgación y seguridad vial.

En Estados Unidos existen la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA<sup>7</sup>) y la *Insurance Institute for Highway Safety* (IIHS). Ambas comenzaron a interesarse más por la seguridad automotriz en los años sesenta cuando la gente comenzó a preocuparse más por el tema.

Estas organizaciones, tienen como objetivo cuantificar la seguridad de los automóviles durante un choque, para ayudar en la mejora continua del diseño y brindar a la gente información sobre las características de seguridad de los vehículos en el mercado.

A lo largo del presente capítulo se presenta la información obtenida de la NHTSA, ya que es la organización con los informes más detallados sobre las pruebas de choque, además de probar un mayor número de marcas y modelos que cualquier agencia mencionada anteriormente.

---

<sup>6</sup> Centro de experimentación y seguridad vial México. Obtenido el 18 de Julio de 2008 en [www.cesvimexico.com](http://www.cesvimexico.com).

<sup>7</sup> National Highway Traffic Safety Administration. Obtenido el 20 de Mayo de 2008 en [www.nhtsa.dot.gov](http://www.nhtsa.dot.gov).

Actualmente, ambas organizaciones americanas realizan pruebas de choque frontal y lateral, pero la NHTSA también hace pruebas de volcadura, mientras que la IIHS evalúa los efectos que tienen los choques en la parte trasera del vehículo, sobre el torso y el cuello de los pasajeros, cuando éstos ocurren a baja velocidad.

Cuando se necesita seleccionar un vehículo para realizar las pruebas, ambas organizaciones eligen los vehículos con ventas más altas o que han sido modificados en su estructura o características de seguridad con respecto a los del modelo anterior.

La NHTSA usa un sistema de calificación de cinco estrellas, donde cinco estrellas indican el mayor rango de seguridad y una estrella indica el menor. Desafortunadamente es imposible realizar pruebas de cada tipo de choque en el que se puede involucrar un automóvil, pero siempre teniendo en cuenta que de los aproximadamente dos millones de choques que producen algún tipo de lesión, la gran mayoría son frontales o laterales.

### **1.1 PRUEBAS DE CHOQUE FRONTAL.**

La prueba vehicular de choque frontal se realiza con dos maniqués para pruebas de choque (*crash test dummies*), que se puede observar en la figura 1, sentado en el lugar del piloto y otro en el asiento frontal del pasajero, el vehículo es impactado contra una barrera fija a 56 [km/h]. Esta prueba es equivalente a chocar de frente contra otro automóvil que viaja a la misma velocidad. Un ejemplo de este tipo de pruebas se puede observar en la figura 2.

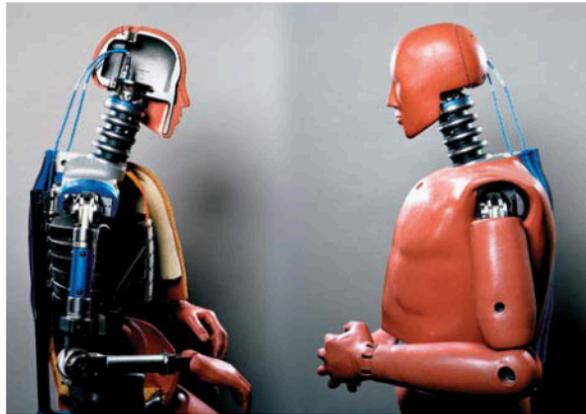


Figura 1. Maniqués usados en las pruebas de choque.

La desventaja de este tipo de prueba es que sólo refleja el comportamiento del auto al chocar contra otro idéntico y sólo se puede comparar un automóvil del mismo peso cuando chocan de frente.

Los instrumentos colocados en los maniqués, miden la fuerza que recibe la cabeza, pecho y piernas de éstos. La información resultante indica las posibilidades que tiene una persona, con el cinturón de seguridad puesto, de sufrir lesiones graves en un accidente frontal. Los resultados de las pruebas se califican de acuerdo a la siguiente escala, representada con estrellas:

- ★★★★★ = 10% o menos de posibilidad de sufrir lesiones graves.
- ★★★★ = entre 11% y 20% de posibilidad de sufrir lesiones graves.
- ★★★ = entre 21% y 35% de posibilidad de sufrir lesiones graves.
- ★★ = entre 36% y 45% de posibilidad de sufrir lesiones graves.
- ★ = 46% o más posibilidad de sufrir lesiones graves.



Figura 2. Prueba de choque frontal.

## 1.2 PRUEBA DE CHOQUE LATERAL.

La prueba de choque lateral se realiza mediante la colisión de una barrera de una y media toneladas moviéndose a 61.6 [km/h] contra un vehículo estático, con cuatro maniquíes para pruebas de choque colocados en el asiento del piloto y los demás en los asientos de pasajeros, delantero y traseros. La barrera móvil está recubierta de un material que asemeja las características de la parte frontal de un automóvil, un ejemplo de este tipo de pruebas se puede observar en la figura 3.

La ventaja principal que tienen las pruebas de choque lateral es que, dado que la misma barrera es impactada contra todos los autos a probar, es posible comparar vehículos de diferentes pesos.

La escala de estrellas que representa las calificaciones de un automóvil en una prueba de choque lateral indica la posibilidad de que las lesiones en el pecho pongan en peligro la vida del piloto, el copiloto o los pasajeros en los asientos traseros. Las lesiones en la cabeza no son incluidas en la siguiente escala de estrellas de las pruebas de choque lateral:

★★★★★ = 5% o menos de posibilidad de sufrir lesiones graves.

★★★★ = entre 6% y 10% de posibilidad de sufrir lesiones graves.

- ★★★ = entre 11% y 20% de posibilidad de sufrir lesiones graves.
- ★★ = entre 21% y 25% de posibilidad de sufrir lesiones graves.
- ★ = 26% o más posibilidad de sufrir lesiones graves.



Figura 3. Prueba de choque lateral.

### 1.3 PRUEBA DE VOLCADURA.

Las pruebas de la NHTSA a la resistencia de un vehículo a volcar miden la posibilidad que tiene un vehículo de volcarse si está involucrado en un choque simple. Por choque simple, se refiere al accidente en que no está involucrado otro automóvil. Los automóviles con un mayor número de estrellas, en la tabla 3, en las columnas de choque lateral del anexo 1, son los que tienen una menor posibilidad de estar involucrados en una volcadura. Un ejemplo de la realización de este tipo de pruebas se observa en la figura 4.

La evaluación de la resistencia a volcarse está basada en:

- a) En un parámetro de laboratorio llamado Factor de Estabilidad Estático (SSF por sus siglas en inglés) que determina qué tan pesado es el vehículo.

- b) Los resultados de una maniobra de manejo que pone a prueba si un automóvil es vulnerable a volcarse en alguna maniobra.

De acuerdo a la NHTSA cada año mueren más de 10,000 personas involucradas en volcaduras de automóviles<sup>8</sup>, la principal razón de que las volcaduras sean tan mortales es que muchas veces los ocupantes son proyectados fuera de ellos. Utilizando el cinturón de seguridad, se puede reducir en un 75% la posibilidad de morir en una volcadura. Al igual que en las pruebas de choque lateral, en este tipo de prueba se puede comparar automóviles de diferentes pesos.



Figura 4. Prueba de volcadura.

#### **1.4 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS PASIVAS Y ACTIVAS DE SEGURIDAD EN UN AUTOMÓVIL.**

La NHTSA recomienda a los consumidores buscar y elegir automóviles que cuenten con Control Electrónico de Estabilidad (ESC por sus siglas en inglés) y Bolsas de Aire Laterales (SAB por sus siglas en inglés) con tecnología para

---

<sup>8</sup> NHTSA, "Buying a safer car 2008, Valuable information on crash tests and safety features"

proteger la cabeza. Ya que los estudios de la NHTSA muestran que ambas tecnologías ofrecen una tremenda capacidad de salvar vidas. Desafortunadamente la norma mexicana sólo habla de los cinturones, en cuanto a características de seguridad se refiere, por ello se decide presentar la información de la NHTSA pues los datos de los estudios realizados por esta agencia son los de mayor divulgación. Los sistemas que la NHTSA considera como indispensables en un vehículo, por ser los que pueden hacer la diferencia entre la vida y la muerte de cualquier pasajero de un automóvil, son:

#### **I. Control Electrónico de Estabilidad (ESC).**

Es un sistema diseñado para ayudar al conductor a mantener el control del automóvil en cambios bruscos de dirección o caminos resbaladizos. El ESC detecta cuando el automóvil comienza a perder el control y cuando esto ocurre el ESC aplica el freno automáticamente, este freno se aplica a una o más de las llantas para girar el vehículo en la dirección correcta. En la figura 5 se muestra el mismo auto sin el sistema ESC a la izquierda y con el ESC a la derecha.

La NHTSA, basada en sus estudios, estima que los automóviles de pasajeros equipados con ESC tienen un 26% menos de probabilidad de chocar, y que en los automóviles tipo SUV se reduce la probabilidad en un 48%; previniendo los choques por la pérdida del control del automóvil. En la mayoría de los casos se reducen las muertes que resultan de las volcaduras. Incluso, se estima que el sistema ESC tiene el potencial de prevenir 64% de la volcadura de autos y 85% de la volcadura de SUVs.

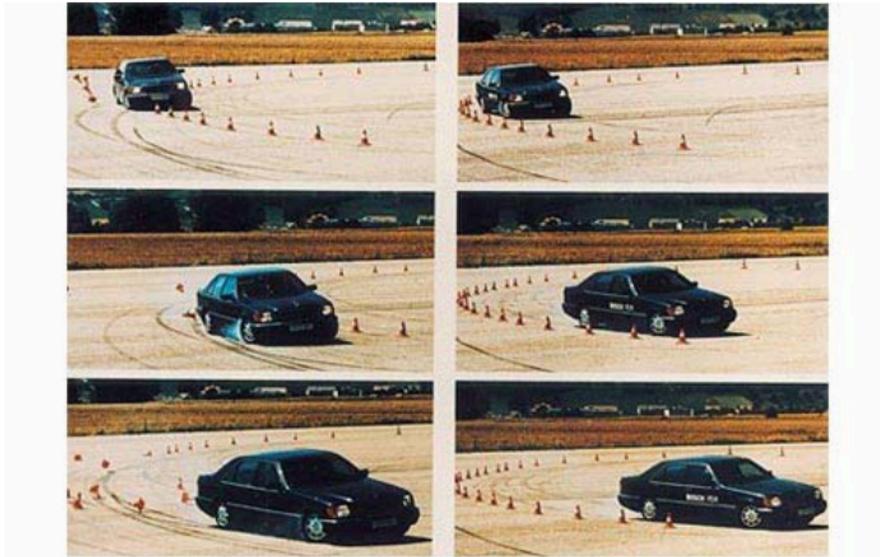


Figura 5. Pruebas realizadas al sistema ESC.

## II. Bolsas de aire laterales (SABs).

La tecnología ha avanzado rápidamente en el último año, pues las bolsas de aire laterales ofrecen protección adicional a dos partes importantes del cuerpo que son cabeza y pecho, durante un impacto lateral, esto se puede observar en la figura 6.



Figura 6. Bolsas de aire frontales y lateral.

Este tipo de sistema puede proveer beneficios muy significativos en cuestiones de seguridad, la NHTSA estima que si todos los automóviles en

USA estuvieran equipados con el sistema SAB de 700 a 1000 vidas serían salvadas cada año en choques laterales.

La NHTSA recientemente dio de alta una petición para hacer de las bolsas de aire laterales una característica estándar en la fabricación de automóviles de pasajeros en Estados Unidos, para proporcionar un mayor rango de protección a los ocupantes, así como la instalación de nuevas tecnologías como bolsas de cortina y de torso, capaces de evitar heridas en la cabeza y tórax de los pasajeros.

Un grupo de trabajo de técnicos expertos que representan a la industria automotriz norteamericana y de seguros, han desarrollado pruebas para las bolsas de aire SAB, con el propósito de minimizar las heridas potenciales que puede causar el SAB debido a la colocación inadecuada de los pasajeros, si en la columna “Prueba SAB fuera de posición”, de la tabla 3 del anexo 1, aparece una letra “M” significa que los fabricantes han reportado al gobierno que todos los SABs en el automóvil han completado exitosamente las pruebas especificadas.

### **III. Bolsas de aire frontales.**

Dependiendo de qué tan severo sea un choque, las bolsas de aire frontales se inflan para evitar que los pasajeros se impacten contra el volante, el tablero o el parabrisas. En USA las bolsas de aire frontales, para el piloto y el copiloto, son estándar desde 1998.

Las bolsas de aire frontales no eliminan la necesidad de usar el cinturón de seguridad, pues no ofrecen protección en volcaduras, choques laterales o choques traseros. Es más, la efectividad de las bolsas de aire frontales, depende del correcto uso de los cinturones de seguridad. Los ocupantes deben usar el cinturón y estar en una posición adecuada, pues si no se

cumplen estas condiciones al desplegarse la bolsa de aire puede causar lesiones graves o la muerte, si están muy cerca de ellas. Se puede observar la descripción del funcionamiento de las bolsas y la disposición que tienen bajo en volante en la figura 7.

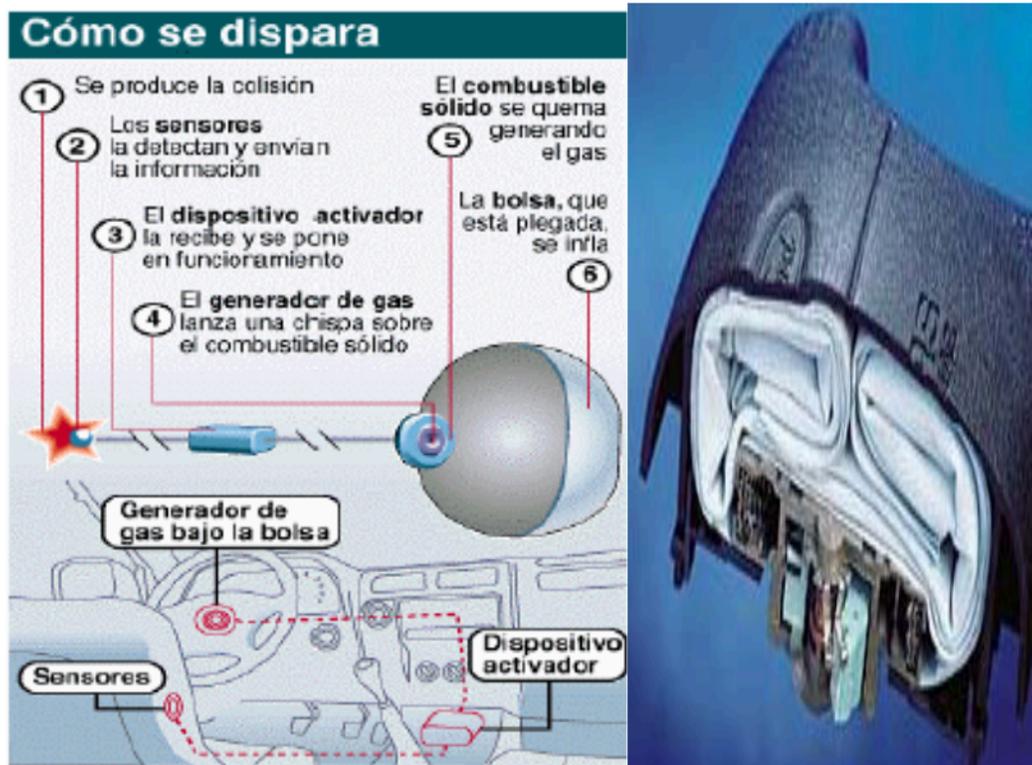


Figura 7. Funcionamiento y disposición de la bolsa de aire.

*Sistema avanzado de bolsas de aire frontales.* Desde el 2006 los automóviles nuevos, en Estados Unidos, requieren estar certificados por el nuevo estándar federal para bolsas de aire avanzadas. Este nuevo sistema de bolsas de aire está diseñado para reducir heridas graves o la muerte de los ocupantes. Estos sistemas usan sensores que detectan automáticamente cuán severo es el choque, el tamaño de los ocupantes, si están usando el cinturón, y/o la posición correcta del asiento y en base a esto aplica el nivel apropiado de gas a las bolsas de aire frontales.

#### IV. Carrocería de deformación programada.

Cuando un automóvil impacta contra cualquier objeto, su estructura se somete a una desaceleración, que finalmente es transmitida a los ocupantes, lo que ocasiona una deformación dependiendo de la velocidad, el tipo de objeto y el tipo de impacto. La acción que toman los diseñadores es la fabricación de zonas de deformación programada en sus extremos.

Estas zonas de deformación programada se ubican en el extremo delantero y trasero del vehículo y están diseñadas para absorber la mayor cantidad de energía posible en caso de impacto, esto se puede observar en la figura 8. Dicha absorción se realiza mediante la deformación de piezas específicamente diseñadas para cumplir esta función, junto con la dispersión de las cargas hacia los demás sectores del vehículo, esto permite reducir la cantidad de energía que deberá absorber el compartimiento de pasajeros y finalmente sus ocupantes.



Figura 8. Cabina de pasajeros intacta después de un choque frontal.

## V. Habitáculo indeformable.

Los vehículos actuales están formados por zonas “blandas” para absorber la energía de un posible impacto y zonas “duras” para proteger a los ocupantes. El habitáculo es la primera zona “dura” del vehículo, pues su función es mantener la integridad de los pasajeros en caso de accidente; éste se diseña formando una jaula alrededor de ellos, utilizando aceros de alta resistencia y espesores elevados, pues se busca que el compartimiento mantenga su forma en caso de impacto o volcadura, dicho sistema se puede observar resaltado en la figura 9.

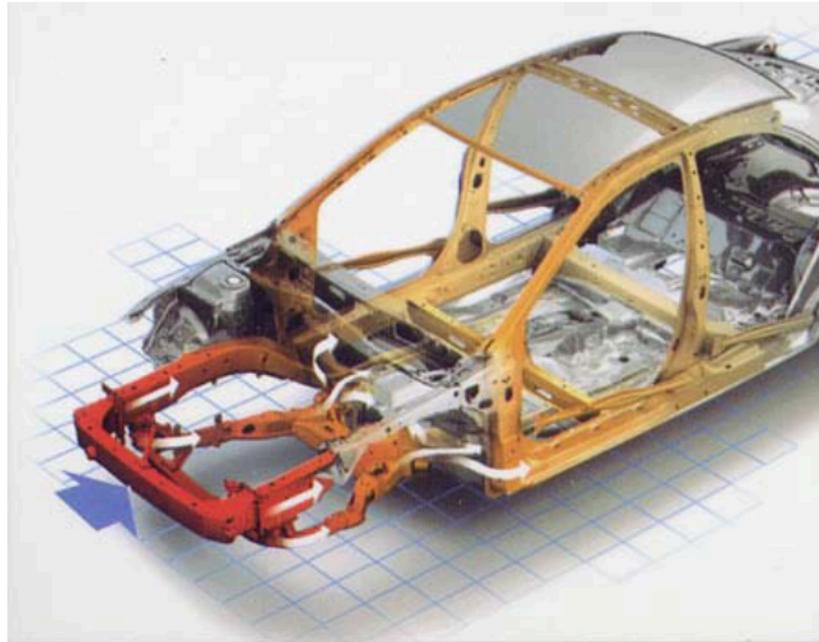


Figura 9. La estructura de la cabina es muy resistente a las deformaciones.

## VI. Cinturones de seguridad.

Los cinturones de seguridad representan una de las características de seguridad más importantes en un vehículo. Como sabemos los cinturones de seguridad están diseñados de tal forma que mantienen a los pasajeros dentro del automóvil, así como para evitar que se golpeen en el volante, el parabrisas, el asiento delantero y/o el tablero. Se puede observar un sistema completo de cinturones de seguridad en la figura 10.



Figura 10. Sistema de cinturón de seguridad.

Estos cinturones están montados en un “carrete” anclado a la carrocería. El cinturón se enrolla por obra de un mecanismo provisto de muelle. El cinturón se mueve libremente cuando se tira de él con suavidad, pero queda bloqueado si se le da un tirón. El mecanismo de retención funciona de forma diferente según la fuerza ejercida y bloquea de inmediato el cinturón de seguridad en caso de colisión.

#### *Sistema innovador de memoria de cinturón.*

Los estándares federales en Estados Unidos exigen que todos los automóviles tengan una luz de recordatorio del cinturón de seguridad, que dure entre cuatro y ocho segundos.

Pero algunos fabricantes han instalado, de forma voluntaria, sistemas que van más allá de los estándares federales dando una advertencia adicional cuando el piloto no está usando el cinturón de seguridad. Algunos de estos sistemas detectan la velocidad del vehículo y mientras más rápido vaya aumenta la frecuencia en la alarma del cinturón.

## **VII. Pretensor de los cinturones de seguridad.**

Los pretensores mejoran la eficiencia de los cinturones en impactos de cierta consideración. Cuando ocurre un impacto, estos elementos permiten

que el cinturón de seguridad no sólo impida el desplazamiento de los ocupantes del vehículo, sino que también intervienen activamente para aferrarlo al asiento.

Cuando el pretensor es activado tensa el cinturón de seguridad, manteniendo a los ocupantes en el asiento, esto permite el correcto funcionamiento del sistema de bolsas de aire al evitar el desplazamiento de los ocupantes del vehículo.

Existen pretensores de accionamiento mecánico o pirotécnico, y pueden actuar en el carrete del cinturón, en el cierre o en ambos puntos. El accionamiento de mayor efectividad por su precisión y confiabilidad, es el pirotécnico, que activa el pretensor a través de una explosión controlada de forma similar a una bolsa de aire. La combinación adecuada de los dos sistemas mencionados resulta muy eficaz para reducir lesiones en impactos frontales. Podemos observar un ejemplo de pretensor pirotécnico en la figura 11. Este pretensor es un dispositivo integrado en el conjunto de enrollado (C) que tiene también una carga pirotécnica pero con mando eléctrico. Este mando eléctrico es asegurado por la unidad de control (B) a través del conector (E). La unidad, protegida por un fusible (A), dispara también los sistemas de bolsas de aire (conductor y pasajero).

Al producirse una desaceleración del vehículo a causa de un choque frontal, la unidad de control (B) activa el encendido del generador de gas (I). El gas a presión es liberado en (F) empujando el pistón (H) y desplazándolo hacia la parte superior del cilindro (G). Al estar fijado el cable de conexión (I) al pistón, el movimiento lineal del mismo (hacia la parte superior del cilindro 'G') arrastra consigo el cable metálico (J) al que está fija la brida de la bobina del cinturón. Mediante un movimiento giratorio en la bobina, éste permite la retracción del cinturón (K) al enrollar rápidamente algunos centímetros de éste.

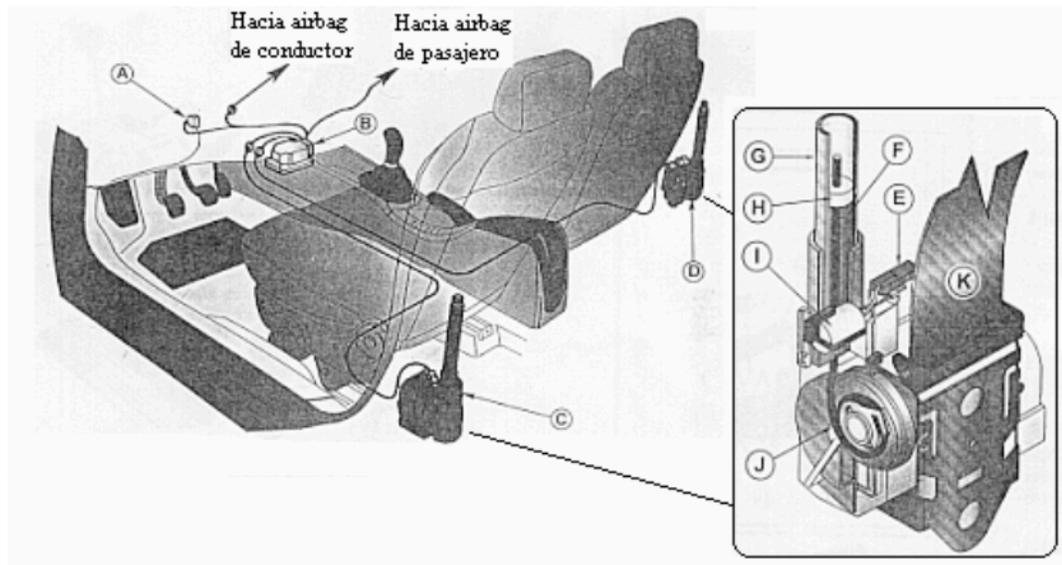


Figura 11. Sistema pretensor de cinturones de seguridad.

### VIII. Sistema de frenos antibloqueo ABS.

El sistema de frenos antibloqueo ABS ayuda a mantener el control del carro, aún en frenadas fuertes. Al pisar los frenos de un vehículo con frenos convencionales las ruedas pueden bloquearse en una sola posición; este bloqueo, dificulta el control de la dirección del automóvil en caso de que el carro comience a desviarse o deslizarse. Sin embargo, con el sistema ABS, se sueltan y se reaplican los frenos varias veces automáticamente, y así se puede mantener un mejor control del vehículo.

El sistema de frenos antibloqueo ABS, utiliza una serie de sensores, y una computadora que ajustan la presión de los frenos automáticamente. Mientras se aplican los frenos, la computadora maneja la información de velocidad de las ruedas, a través de sensores. Si la computadora detecta que una de las ruedas está a punto de bloquearse, envía una señal al modulador hidráulico para reducir la presión y reaplicar presión en los frenos varias veces por segundo, por el tiempo que se mantenga firme la presión en el pedal.

El proceso es muy parecido al frenar con la técnica de pisar el pedal varias veces, la cual se utiliza con los frenos convencionales. Sin embargo, el sistema de frenos ABS lo hace mucho más rápido y con mayor exactitud que lo que un conductor podría hacer, lo cual, le permite concentrarse libremente en evitar los obstáculos. En la figura 12 se puede observar como se comportan dos autos iguales al frenar en la entrada de una curva, uno de ellos sin ABS (figura 12 (A)) y el otro con ABS (figura 12 (B)). El comportamiento mostrado se debe a que el auto con ABS impide que las llantas se bloqueen y aún pueda hacer cambios de dirección.

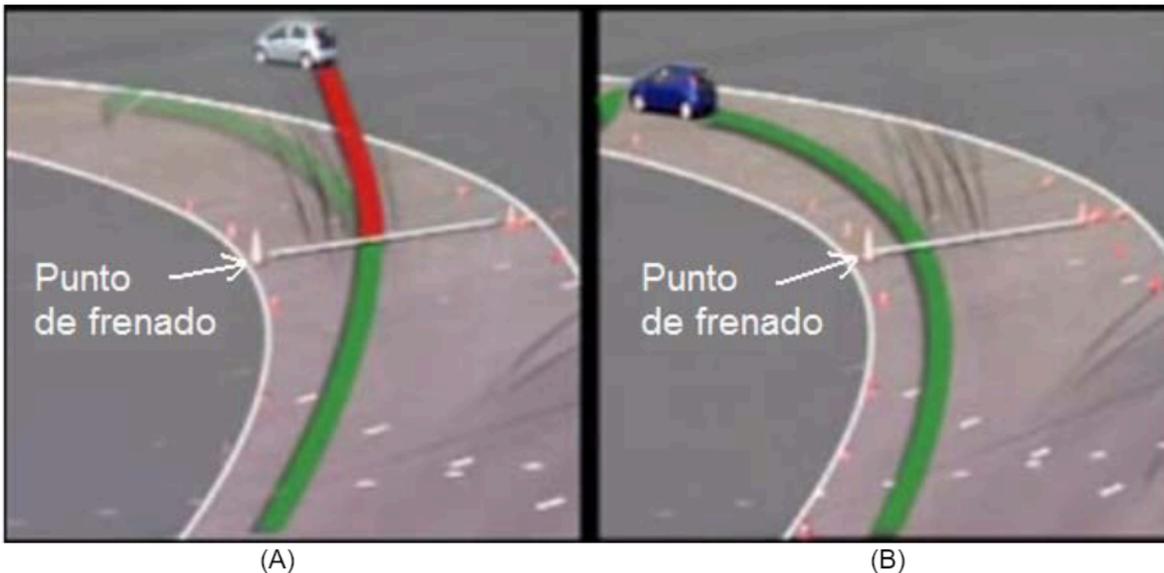


Figura 12. Frenos con el sistema ABS.

#### IX. Sistema de monitoreo de la presión de las llantas (TPMS).

Es un sistema de aviso, el cual indica la presión en todas las llantas, por lo menos una vez al mes. Se sabe que con el tiempo todas las llantas pierden aire de manera natural, además se sabe que la falta de aire en las llantas es una causa común de accidentes automovilísticos.

El TPMS usa una señal de alarma en el tablero para alertar al conductor cuando una o más llantas están desinfladas de manera considerable.

Los sistemas de seguridad mencionados a lo largo de éste capítulo son analizados y calificados por las diferentes instituciones mencionadas, pero algunos de los estudios no son accesibles al público, por ésta razón se utiliza como referencia el estudio realizado por la NHTSA, para fundamentar el siguiente ejemplo:

Si se desea comprar un vehículo que en Estados Unidos sea considerado seguro, se deberá revisar el texto completo “Comprando un automóvil más seguro”, publicado por la NHTSA, que cada año analiza los modelos más importantes en el mercado. Si a alguien le interesara conocer el resumen de seguridad, por ejemplo de un Civic híbrido 2008 de cuatro puertas, se pueden encontrar las calificaciones de seguridad en el texto mencionado que se muestran en la tabla 1.

Descripción	Clasificación
Choque frontal conductor.	Cinco estrellas
Choque frontal copiloto.	Cinco estrellas
Choque lateral pasajeros frontales.	Cuatro estrellas
Choque lateral pasajeros traseros.	Cinco estrellas
Volcadura.	Cuatro estrellas
Sistema ESC.	No instalado
Bolsa de aire para la cabeza para la primera fila.	Estándar con bolsa de aire de cortina
Bolsa de aire para la cabeza para la segunda fila.	Estándar con bolsa de aire de cortina
Bolsas de aire laterales para la primera fila.	Estándar con bolsa de aire para proteger el torso
SAB prueba fuera de posición.	Cumple con la norma americana

Tabla 1. Descripción de la seguridad en un Civic híbrido 2008.

## **CAPÍTULO 2. SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO OBD II.**

### **2.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO DE ABORDO (OBD).**

Los sistemas de diagnóstico surgen debido a la expedición del decreto federal sobre aire limpio, en Estados Unidos, con lo que el gobierno comenzó a aprobar legislaciones en un esfuerzo por mejorar la calidad del aire. En 1970 se formó la Agencia de Protección al Medio Ambiente (por sus siglas en inglés EPA) y dieron a dicha agencia una amplia autoridad para regular la contaminación vehicular. Después de la formación del CARB (*California Air Resources Board*), se comenzó a regular el OBD en vehículos vendidos en California a partir de 1988.

El OBD I requería el monitoreo de: El sistema de medición de combustible, el sistema EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) y mediciones adicionales relacionadas con componentes eléctricos.

Un MIL (*Malfunction Indicator Lamp*) fue requerido para alertar al conductor de cualquier falla. Junto con el MIL, el OBD I necesitó también del almacenamiento de Códigos de Diagnóstico de Fallas (DTC, *Diagnostic Trouble Codes*), identificando de tal forma el área defectuosa en forma específica.

Con las nuevas enmiendas al decreto sobre aire limpio de 1990, el CARB desarrolló nuevas regulaciones para la segunda generación de Diagnósticos de Abordo (OBD II). Todos los camiones, camionetas y automóviles vendidos en Estados Unidos debían cumplir con las normas del OBD II.

El sistema OBD II se trata de un sistema de diagnóstico integrado en el monitoreo del motor, ABS, entre otros sistemas, del vehículo y por lo tanto su función es vigilar continuamente los componentes que intervienen en las emisiones de escape.

En el momento en que se produce una falla, el OBD lo detecta, se carga en la memoria y avisa al usuario mediante un testigo situado en el tablero de instrumentos. Este sistema, encriptado, estandarizado para todos los fabricantes y que convive con el sistema de autodiagnóstico propio de la marca, es el EOBD II (*European On Board Diagnosis*). El nombre del sistema EOBD II es debido a que se trata de una adaptación para Europa del sistema implantado en Estados Unidos (el OBD II), además de que se trata de una segunda generación de sistemas de diagnóstico. El OBD, por el hecho de vigilar continuamente las emisiones contaminantes, tiene bajo control no sólo a los componentes, sino también el correcto desarrollo de las funciones existentes en el sistema de gestión del motor, por lo que se convierte en una excelente herramienta que facilita el diagnóstico de averías en los sistemas electrónicos del automóvil. Se puede acceder a dichos sistemas de diagnóstico a través de un conector colocado, en la mayoría de los automóviles, debajo del tablero, un ejemplo de ello se muestra en la figura 13.



Figura 13. Localización del conector OBD en un Saab 9-5.

La incorporación del sistema de diagnóstico OBD está impuesto en las normas de la Unión Europea que pretenden minimizar y reducir la emisión de determinados gases de los automóviles y evitar la contaminación atmosférica para

preservar el medio ambiente. Desde enero de 2000, se obliga al fabricante a incorporar un sistema de vigilancia de la contaminación provocada por el vehículo que informe al usuario de tal situación.

## **2.2 VENTAJAS DEL SISTEMA OBD II Y MODOS DE MEDICIÓN.**

El OBD permite estandarizar los códigos de averías para todos los fabricantes y posibilita el acceso a la información del sistema con equipos de diagnóstico universales. Proporciona información sobre las condiciones operativas en las que se detectó y define el momento y la forma en que se deben visualizar las fallas.

Los modos de prueba de diagnóstico OBDII han sido creados de forma que sean comunes a todos los vehículos de distintos fabricantes. De esta forma, es indistinto tanto el vehículo que se esté analizando como el equipo de diagnóstico que se emplee, las pruebas se realizarán siempre de la misma forma.

El conector de diagnóstico normalizado, deber ser accesible y situarse en la zona del conductor, figura 13. Los modos de medición son comunes en todos los vehículos y permiten registrar datos para su verificación, extraer códigos de averías, borrarlos y realizar pruebas dinámicas de los actuadores.

El *software* del equipo de diagnóstico se encarga de presentar los datos y facilitar la comunicación. Los modos en que se presenta la información se encuentran estandarizados de la siguiente forma:

- Modo 1. Parámetro de Identificación (PID), es el acceso a datos en tiempo real de valores analógicos o digitales de salidas y entradas a la ECU (*Engine Control Unit*). Este modo es también llamado flujo de datos. Aquí es posible ver, por ejemplo, la temperatura del motor o el voltaje generado por una sonda lambda.

- Modo 2. Acceso a Cuadro de Datos Congelados. Ésta es una función muy útil del OBD-II porque la ECU toma una muestra de todos los valores relacionados con las mediciones, en el momento exacto de ocurrir una falla. De esta manera, al recuperar estos datos, se pueden conocer las condiciones exactas en las que ocurrió dicho error. Sólo existe un cuadro de datos que corresponde a la primera falla detectada.
- Modo 3. Este modo permite extraer de la memoria de la ECU todos los códigos de falla DTC almacenados.
- Modo 4. Con este modo se pueden borrar todos los códigos almacenados en el PCM (*Powertrain Control Module*), incluyendo los DTCs y el cuadro de datos grabados.
- Modo 5. Este modo devuelve los resultados de las pruebas realizadas a los sensores de oxígeno para determinar el funcionamiento de los mismos y la eficiencia del convertidor catalítico.
- Modo 6. Este modo permite obtener los resultados de todas las pruebas de abordó.
- Modo 7. Este modo permite leer de la memoria de la ECU todos los DTCs pendientes.
- Modo 8. Este modo permite realizar la prueba de actuadores. Con esta función, el mecánico puede activar y desactivar actuadores como bombas de combustible, válvula de ralentí, etc.

## 2.3 CÓMO DECODIFICAR UN CÓDIGO OBD II.

Un código OBD II consta de un determinado por cinco caracteres, que se explicará usando un ejemplo. Si se hiciera un “escaneo” de un vehículo y se obtuviera el DTC **P0221** se puede saber su significado con la siguiente información:

### A. Primer caracter – Sistema.

El primer caracter identifica el sistema relacionado con el código de error:

- P = Tren motriz (*power train*).
- B = Carrocería del automóvil (*body*).
- C = Chasis
- U = Indefinido (*undefined*)

Como el DTC del ejemplo comienza con una P, se trata de un problema en el tren motriz.

### B. Segundo dígito – Tipo de código.

El segundo dígito identifica qué tipo de código es, uno genérico (el mismo para todos los autos equipados con OBD II), o uno específico del fabricante:

- 0 = Genérico.
- 1 = Específico del fabricante.

Ya que el segundo caracter del DTC del ejemplo es un 0, se trata de un código que un automóvil de cualquier marca puede presentar.

### C. Tercer dígito – Sub sistema.

El tercer dígito denota el tipo de subsistema a que pertenece el código:

- 1 = Administración de emisiones (aire o combustible).
- 2 = Circuito inyector (aire o combustible).
- 3 = Encendido o falla en el encendido.
- 4 = Control de emisiones.
- 5 = Velocidad del auto y señal de control.
- 6 = Computadora y circuito de salida.
- 7 = Transmisión.
- 8 = Transmisión.
- 9 = Reservado SAE.
- 0 = Reservado SAE.

En el ejemplo, el tercer caracter es un 2, lo cual significa que el problema es parte del circuito inyector.

#### D. Cuarto y quinto dígitos.

Estos dígitos se relacionan con un problema en particular. Para saber a qué problema se refiere puede encontrar una lista completa de los DTC genéricos en el anexo 3 del presente trabajo.

Entonces, si se tuviera un DTC **P0221**, se trataría de un sensor localizado en el *tren motriz*, es de carácter *genérico*, es parte del *circuito inyector*, y de acuerdo a los dos últimos dígitos se trata del *Problema de rango/operación en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor B*.

## 2.4 EL OBD II EN LOS MOTORES DE GASOLINA Y DIESEL.

Ya que los sistemas OBD fueron concebidos para monitorear el sistema de medición de combustible, el sistema EGR (Exhaust Gas Recirculation) y algunas

mediciones adicionales relacionadas con componentes eléctricos, existen características diferentes en un sistema OBD II instalado en un automóvil que funciona con gasolina y aquellos que funcionan con diesel, por lo que es importante mencionar qué diferencias existen en su funcionamiento.

En los automóviles que funcionan con gasolina, el sistema OBD II se encarga de:

- Vigilar el rendimiento del catalizador.
- Diagnosticar el envejecimiento de las sondas lambda.
- Prueba de tensión de las sondas lambda.
- Sistema de aire secundario (si el vehículo lo incorpora).
- Sistema de recuperación de vapores de combustible (cánister).
- Prueba de diagnóstico de fugas.
- Sistema de alimentación de combustible.
- Fallas de la combustión - Funcionamiento del sistema de comunicación entre unidades de mando, por ejemplo el Can-Bus.
- Control del sistema de gestión electrónica.
- Sensores y actuadores del sistema electrónico que intervienen en la gestión del motor o están relacionados con las emisiones de escape, entre otros.

Respecto a los automóviles que utilizan Diesel, las funciones del OBD II son:

- Fallas de la combustión.
- Regulación del comienzo de la inyección.
- Regulación de la presión de sobrealimentación.
- Recirculación de los gases de escape.
- Funcionamiento del sistema de comunicación entre unidades de mando.
- Control del sistema de gestión electrónica.
- Sensores y actuadores del sistema electrónico que intervienen en la gestión del motor o están relacionados con las emisiones de escape.

## 2.5 FUNCIÓN DEL OBD II EN EL CONTROL DE EMISIONES.

El estado actual de los métodos usados no permite, o sería muy caro, realizar la medida directa de los gases CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarburos) y NOx (óxidos de nitrógeno), por lo que este control lo realiza la ECU de manera indirecta, detectando los niveles de contaminación a partir del análisis del funcionamiento de los componentes adecuados y del correcto desarrollo de las diversas funciones del equipo de inyección que intervengan en la combustión.

La gestión del motor considera las fluctuaciones como primer indicio de que puede haber una falla, además de poder efectuar el control de numerosas funciones.

En los vehículos con OBD II se incorpora una sonda lambda que se instala detrás del catalizador para verificar el funcionamiento del mismo, un ejemplo de localización de la sonda puede observarse en la figura 14 y un diagrama de dicha sonda en la figura 15. En el caso de que ésta presente envejecimiento o esté defectuosa, no es posible la corrección de la mezcla con precisión, lo que deriva en un aumento de la contaminación y afecta al rendimiento del motor. Para verificar el estado de funcionamiento del sistema de regulación lambda, el OBD II analiza el estado de envejecimiento de la sonda, el voltaje que generan y el estado de funcionamiento de los elementos calefactores. El envejecimiento de la sonda se determina en función de la velocidad de reacción de la misma, que es mayor cuanto mas deteriorada se encuentre.

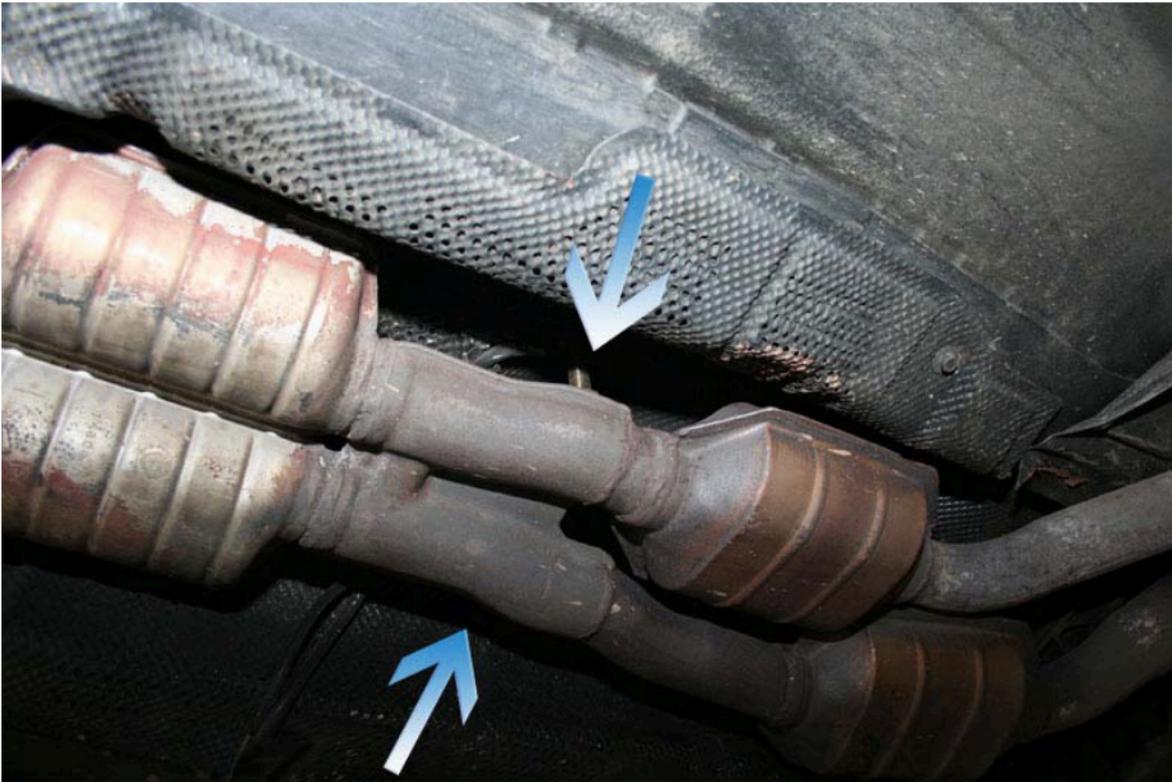


Figura 14. Localización de la sonda lambda detrás del catalizador.

El OBD verifica el correcto funcionamiento del sistema de aire secundario analizando el voltaje generado por las sondas lambda, (menor voltaje) puesto que la inyección de aire aumenta la cantidad de oxígeno en los gases de escape.

La detección por parte de la unidad de mando de una mezcla muy pobre a partir de la caída de voltaje en las sondas presupone el correcto funcionamiento del sistema.

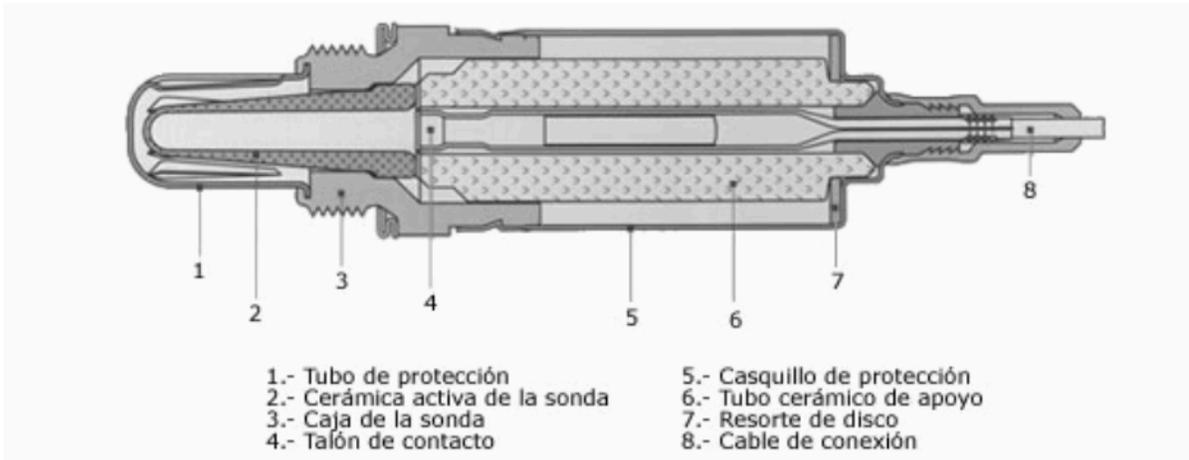


Figura 15. Estructura de una sonda lambda.

## CAPÍTULO 3. SISTEMAS EDR Y SU BENEFICIO A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

### 3.1 ¿QUÉ ES Y PARA QUÉ SIRVE UN SISTEMA EDR?

Un sistema EDR también conocido como “caja negra” es un conjunto de elementos electrónicos, que conectados al sistema OBD II de un vehículo, puede registrar los datos más significativos, antes, durante y después de un choque, con lo cual se pretende cubrir la necesidad crítica de obtener datos acertados en un choque real. Este tipo de sistemas esta en etapa de desarrollo por grupos de trabajo de la NHTSA.

El uso de sistemas EDR puede beneficiar profundamente la seguridad automotriz. Un EDR es capaz de leer datos dinámicos del vehículo, como su velocidad; datos históricos de aceleración, la dirección de las fuerzas en el vehículo, así como otros datos valiosos sobre un choque. Esto representa una fuente de información objetiva para aumentar la seguridad de los pasajeros de un automóvil al ocurrir un choque, ya que proveen una conexión entre los resultados de pruebas controladas, el diseño actual de automóviles y el diseño de características de seguridad para los mismos.

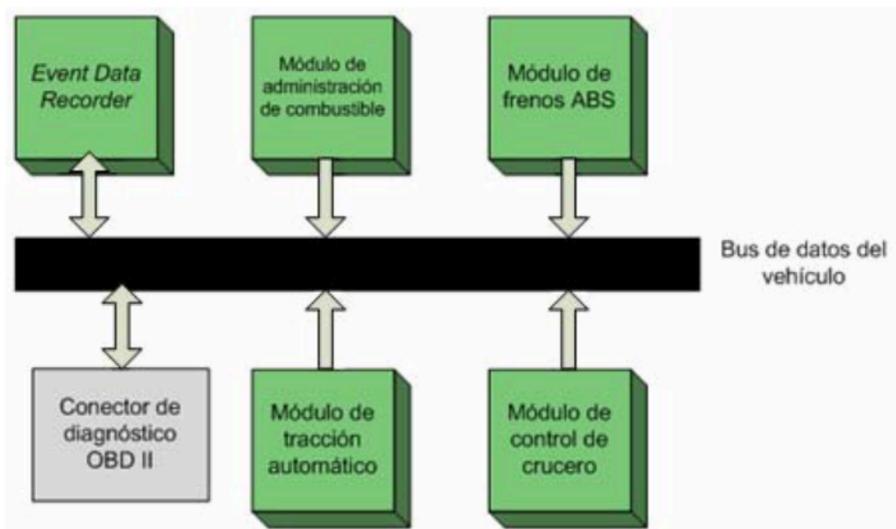


Figura 16. Diagrama de bloques de una conexión estándar para EDR.

En la figura 16 se puede observar un diagrama de conexión de un EDR con respecto a otros componentes del automóvil como el módulo de admisión de combustible. Los sistemas EDR tienen el potencial de capturar un gran número de datos relacionados con los choques y otro tipo de información que puede ser usada por diversos grupos de usuarios y sus necesidades específicas. Ejemplo de de ello son: las aseguradoras de automóviles, las armadoras de vehículos, las agencias encargadas del peritaje en accidentes vehiculares, etc.

En la figura 17 podemos observar un choque en el que parece difícil determinar al responsable, si es uno de los conductores, o identificar errores de diseño, algo que se pretende facilitar con el uso de un sistema EDR, adicionalmente la información obtenida con el sistema EDR podría ser utilizada para determinar los patrones de manejo de un conductor y así ajustar el costo de la póliza de seguro.



Figura 17. Choque en una carretera de Estados Unidos.

### 3.2 PARÁMETROS QUE PUEDEN MEJORAR LA SEGURIDAD VEHICULAR.

Todos los datos que se presentarán a lo largo de este capítulo son el resultado de diversas investigaciones realizadas por la NHTSA, mediante su departamento llamado Grupo de Trabajo de sistemas EDR; y por la *National Transportation Safety Board*<sup>9</sup> (NTSB). El objetivo de dichas investigaciones fue determinar los datos existentes y potenciales que pueden obtenerse con un sistema EDR. El resultado es una lista de elementos que forman un catálogo de parámetros de los cuales pueden ser elegidos los que atañen a cada tipo de usuario como son, armadoras automotrices, aseguradoras, civiles o agencias de investigación. Este catálogo contiene la siguiente información:

- *Análisis de bases de datos existentes sobre accidentes de automóviles.*

Uno de los usos importantes de los EDR será recolectar información para tener una base de datos sobre dichos eventos.

- *Textos sobre datos necesarios para la seguridad carretera.*

Las investigaciones realizadas sobre literatura técnica para identificar las recomendaciones sobre los datos significativos de los problemas de seguridad en carreteras.

- *Desarrollar un catálogo potencial de parámetros del EDR.*

Desafortunadamente no todos los datos necesarios para hacer un análisis de la seguridad automotriz pueden ser capturados por el EDR. Ya que el EDR sólo puede almacenar los datos medidos por los sistemas del vehículo.

- *Dar prioridad a los datos que pueden ser almacenados en un EDR.*

---

<sup>9</sup> La NTSB es una organización no gubernamental que realiza investigaciones sobre colisiones automovilísticas y sistemas de prevención. Obtenido el 7 de Agosto de 2008 en [http://www.nts.gov/Abt\\_NTSB/history.htm](http://www.nts.gov/Abt_NTSB/history.htm)

Debido a las limitaciones que puede tener un EDR, en términos de memoria, los datos necesarios deben tener prioridad dependiendo de las necesidades del análisis de seguridad.

### **3.3 DATOS NECESARIOS EN UN EDR ESTÁNDAR.**

La NHTSA ha desarrollado un mínimo de parámetros requeridos para un EDR basada en la investigación que realizó sobre accidentes automovilísticos. El mínimo de características incluyen parámetros anteriores al choque y en el momento del mismo. Algunos de los datos así como la etapa de desarrollo en la que se encuentra cada uno de ellos se encuentran en las tablas del anexo 2.

Con la finalidad de determinar los datos básicos para el desarrollo de un EDR, se realizó una entrevista al Ingeniero Manuel Correa, Gerente de evaluación de la empresa de seguros Grupo Nacional Financiera (GNP), quien afirma que:

“La industria de los seguros automotrices pierde grandes sumas de dinero debido al cobro de primas de seguros expedidos por accidentes montados, de los cuales GNP ha sido víctima a lo largo de su trayectoria; según los datos que tenemos, GNP pierde mensualmente un promedio de un millón de pesos debido a este tipo de fraude.”

Por esta razón, el Ing. Correa sugiere darle seguimiento al proyecto presentado pues sería de mucha utilidad para las aseguradoras contar con un sistema como éste. Adicionalmente indicó los parámetros que serían los más importantes para este sector empresarial. De acuerdo a la entrevista y a la NHTSA se muestran a continuación los datos sugeridos, seguida de su definición y la etapa de investigación en que se encuentra; los que se encuentran en letras *itálicas* son los que el Ing. Correa considera los de mayor importancia:

- *Posición del pedal de freno* (presionado/no presionado). Tecnología EDR actual.
- *Velocidad del vehículo*. Tecnología EDR actual.
- Bolsas de aire frontales; tiempo del primer estado de despliegue. Tecnología EDR actual.
- Bolsas de aire frontales; tiempo del segundo estado de despliegue. Tecnología EDR actual.
- *Estado del cinturón de seguridad del conductor (Ajustado/No ajustado)*. Tecnología EDR actual.
- Bolsa de aire lateral; tiempo de despliegue. Tecnología EDR actual.
- Códigos de falla activos durante el choque. Tecnología EDR actual.
- Ángulo de inclinación del vehículo. En desarrollo.
- *ABS (Accionado/No accionado)*. En desarrollo.
- *Ángulo de giro del volante*. En desarrollo.
- *Localización del choque (Latitud y Longitud)*. En desarrollo.
- *Hora y fecha del choque*. En desarrollo.
- Freno de mano (Activado/Desactivado). En desarrollo.
- *Tipo de choque (frontal, lateral, trasero)*. Tecnología EDR futura.
- Dirección del vehículo. En desarrollo.
- Distancia recorrida con la luz indicadora de falla encendida. Tecnología EDR actual.

Además de requerir los parámetros anteriores, el sistema debe tener las siguientes características de seguridad:

- Inviolabilidad del sistema.
- Información codificada.
- Memoria no volátil.
- Batería de respaldo.
- Detección de desconexión de la caja.

En esta línea, existen avances e investigaciones acerca de los sistemas EDR en algunas universidades de Estados Unidos, así como empresas automotrices como GM y Ford. La figura 18 muestra un sistema EDR de GM que sólo monitorea el despliegue de las bolsas de aire. El sistema se llama “*Delphi Air Bag SDM ‘black box’ EDR module*”.



Figura 18. Sistema de GM *Delphi Air Bag SDM ‘black box’ EDR module*.

## CAPÍTULO 4. ECU, *Engine Control Unit*.

Una ECU es una unidad electrónica que controla varios aspectos de operación de un sistema en un automóvil, garantizando el óptimo funcionamiento de los actuadores, basándose en la información dada por los diferentes sensores con los que cuenta el automóvil.

Los automóviles relativamente modernos utilizan diferentes módulos de control o ECU's para garantizar el óptimo rendimiento de los sistemas que controlan. La figura 19 muestra dichos módulos, algunos de ellos como son el módulo de control del tren motriz, de la transmisión, de la carrocería, de la bolsa de aire y de la brújula se encuentran conectados mediante una red multiplex, estos módulos pueden compartir información entre sí mediante el bus de comunicación de la red, y dicha información puede ser obtenida con el uso de un conector DLC que se puede ver en la figura 20.

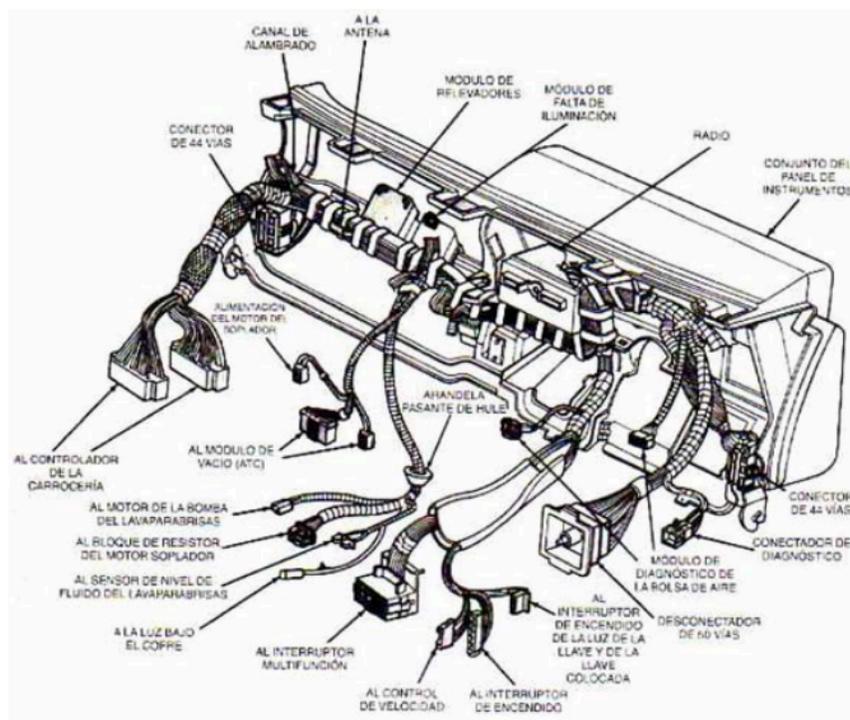


Figura 19. Módulos de control de las ECU's

Una ECU actual posee un moderno procesador de 32 bits y 40 MHz, el cual puede procesar las entradas de los sensores del motor y de otros sistemas en tiempo real.

Una unidad electrónica de control consta de *hardware* y *software*. El hardware consiste en componentes electrónicos montados sobre un circuito impreso, cuyo principal componente es el microprocesador y el cual contiene el software que permite hacer el control preciso de todos los actuadores.

El proceso mediante el cual una ECU funciona se puede apreciar en la figura 21, primero se adquieren las señales de los sensores del motor, después se amplifican y acondicionan, estas señales entran a un microprocesador para hacer el control de los actuadores, una ECU también cuenta con una memoria EEPROM, para almacenar algunos códigos de error, y para almacenar información congelada de los sensores.

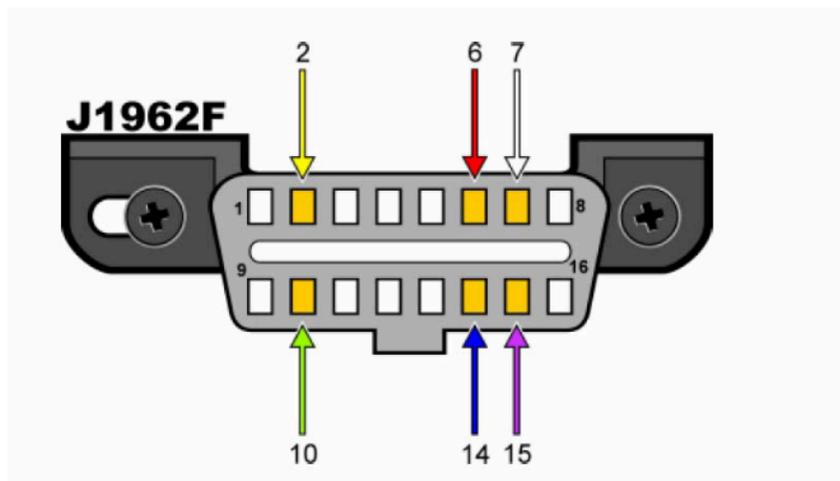


Figura 20. Diagrama de identificación de pines del conector DLC

El motor de un automóvil moderno ha sufrido un cambio drástico desde que se utiliza una ECU para realizar el monitoreo, control y diagnóstico de los sistemas automotrices, pues mediante el uso de esa tecnología es posible desarrollar un sistema externo al vehículo para obtener información real de los sensores y

analizar el desempeño del automóvil, como es el sistema EDR propuesto en el presente trabajo.

#### 4.1 COMUNICACIÓN.

La comunicación entre la Unidad de Control (ECU) y el sistema EDR, se establece mediante un protocolo. Hay cuatro protocolos básicos, cada uno con variaciones de pequeña importancia en el patrón de la comunicación con la unidad de mando y con el equipo de diagnóstico. En general, *Mitsubishi, Nissan, Volvo, Dodge* y *Chrysler* aplican el protocolo ISO 9141, *General Motors* utiliza el SAE J1850 VPW (modulación de ancho de pulso variable), y *Ford* aplica patrones de la comunicación del SAE J1850 PWM (modulación de ancho de pulso). El estándar ISO 14230CAN es el protocolo más reciente y se basa en una red de área del controlador, esta red puede enviar información a una velocidad arriba de un Mbit por segundo, y para el año 2008 todos los automóviles vendidos en Estados Unidos deben de incorporar este medio de comunicación. Es muy importante identificar el protocolo correcto para cada automóvil, pues de esto depende que sea posible establecer una comunicación con la ECU.

Es posible identificar el protocolo usado por el automóvil con tan sólo revisar los pines de éste, si se encuentran presentes los pines 2 y 10 se trata del protocolo J1850PWM, si se encuentra únicamente el pin 2 es el protocolo J1850VPW, si se encuentra presente el pin 7 y 15 entonces se trata del protocolo ISO 9141-2, por último si se encuentra el pin 6 y 14 es 14230 CAN<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Explorador de vehículos. Obtenido el 18 de Diciembre de 2008 en [http://www.vag-com-espanol.com/OBD-2/Que\\_es.html](http://www.vag-com-espanol.com/OBD-2/Que_es.html)

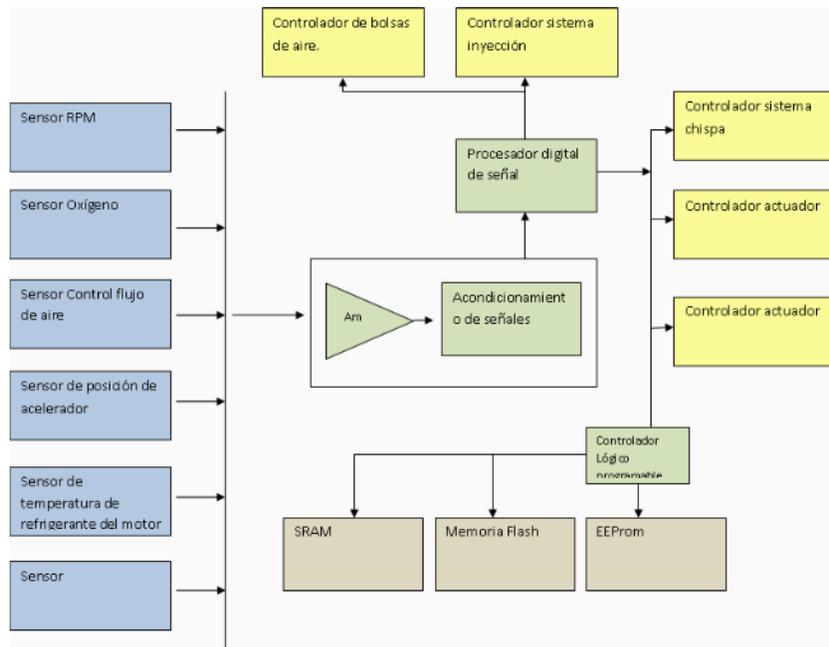


Figura 21. Diagrama de bloques de una ECU<sup>11</sup>.

Hoy en día existe una incompatibilidad entre los distintos protocolos de comunicación utilizados por los diferentes vehículos, pero con la ayuda de una interfaz es posible realizar el análisis de los sistemas automotrices de diferentes marcas utilizando una PC, o un dispositivo móvil como un Smartphone o una PDA.

Para el desarrollo del sistema EDR se usó un dispositivo que utiliza el circuito LM327, el cual sirve como un puente de comunicación entre los diferentes protocolos manejados por los automóviles, los cuales mediante programación del chip son automáticamente detectados y convertidos a un protocolo RS232, con el cual se realiza la comunicación entre la OBD II y el sistema, además para facilitar la portabilidad del sistema EDR planteado, se utiliza un adaptador bluetooth, con el cual se realiza la comunicación inalámbrica.

<sup>11</sup> Diagrama de bloques de una ECU. Obtenido el 16 de Diciembre de 2008 en <http://members.renlist.com/pbanders/ecu.htm>

Un aspecto que es crucial al realizar la comunicación con la OBD es tener en cuenta los tiempos en los cuales responde una ECU; estos tiempos se pueden observar en la tabla 2.

Tiempo en ms	Acción que se realiza
0-20	Tiempo de espera de la ECU entre cada byte
25-50	Tiempo entre el cual se envía una pregunta a la ECU y Ésta responde
25-5000	Modo extendido para códigos de falla pendientes
55-5000	Tiempo entre el cual la ECU responde y procesa una nueva petición de información
5-20	Tiempo entre peticiones de información a la ECU

Tabla 2. Tiempos de respuesta de la ECU.

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO Y PRUEBAS DEL SISTEMA EDR.

### 5.1 DISEÑO DEL SISTEMA EDR.

#### 1. Definición de la necesidad.

El proyecto fue propuesto desde el principio como una “caja negra” para automóviles, pero el cliente no estaba definido, pues el uso de este tipo de dispositivos en la industria aeronáutica es la mejora del diseño de los aviones y la prevención de los accidentes mediante la corrección de los mismos, en base a esto pensamos como cliente principal a las compañías automotrices, pero debido a la falta de contacto con las mismas se pensó que se podría ampliar la visión del cliente final como los automovilistas para que conozcan el desempeño de su automóvil, y las compañías aseguradoras para que puedan reducir sus costos en el pago de primas de seguros con la posibilidad de deslindar responsabilidades en base a la información técnica que el sistema pueda proveer.

#### 2. Especificaciones.

Debido a la definición de los clientes, se programó una entrevista con el Ing. Manuel Correa, resumida en la tercera sección del capítulo 3 de esta tesis, además de los datos que sugiere la NHTSA para generar un sistema EDR estándar. Con esto se obtuvieron las siguientes especificaciones:

¿Qué?	Importancia
<b>Inviolabilidad del sistema</b>	10
<b>Información codificada</b>	6
<b>Memoria no volátil</b>	9
<b>Batería de respaldo</b>	8
<b>Detección de desconexión de la caja</b>	9
<b>Fácil de usar</b>	8
<b>Confiable</b>	10
<b>Barato</b>	7
<b>De alta tecnología</b>	7
<b>Baja inversión</b>	8
<b>Fácil de transportar</b>	3

Tabla 3. Especificaciones del cliente.

<b>¿Qué?</b>	<b>Importancia</b>
<b>Durable</b>	6
<b>Que estorbe poco</b>	2
<b>Ligero</b>	2
<b>Seguro de usar</b>	6
<b>Posición del pedal del freno</b>	9
<b>Velocidad del vehículo</b>	10
<b>Estado del cinturón de seguridad del conductor</b>	5
<b>Códigos de falla activos.</b>	7
<b>Estado del ABS</b>	7
<b>Hora y fecha del choque</b>	9
<b>Lugar del choque (latitud, longitud)</b>	9

Tabla 4. Continuación de las especificaciones del cliente.

### 3. Evaluación y selección de soluciones.

Durante esta etapa, se consideraron como funciones principales el modo de comunicación con el sistema OBD II, la selección de la interfaz de comunicación y la selección del lenguaje de programación. Las posibles soluciones fueron insertadas en las siguientes tablas, en las cuales existe una fila llamada *Escala* a la cual se asignó un valor de 1 a 5, que indica la importancia que tuvo cada aspecto de la fila anterior para el desarrollo del sistema EDR. Además frente a cada posible solución se asignó un valor de 1 a 5, dependiendo de los requerimientos del cliente y de la percepción de los desarrolladores para cada parámetro de selección.

La selección del modo de comunicación con el sistema de OBD II se observa en la tabla 5.

		A	B	C	D	E	F	G	H	
<b>Posibles soluciones</b>	Escala	4	5	4	5	4	5	5	5	
	<b>Cable DLC-RS232</b>	5	4	1	3	1	1	3	1	88
	<b>Infrarrojo</b>	2	5	4	2	2	2	3	2	102
	<b>Bluetooth</b>	3	3	5	4	4	4	3	4	138
	<b>Wi-Fi</b>	4	1	2	2	5	3	2	5	109
	<b>Radio Frecuencia</b>	1	2	3	3	3	1	3	3	88

- A. Velocidad de transferencia.
- B. Costo.
- C. Disponibilidad en el mercado.
- D. Conocimiento del modo de comunicación.
- E. Rango de distancia de uso.
- F. Compatibilidad con dispositivos.
- G. Facilidad de uso.
- H. Atractivo al cliente.

Tabla 5. Tabla de evaluación del modo de comunicación con el sistema OBD.

De la tabla 5 se puede apreciar que para nuestro caso y propósito la mejor selección es la del dispositivo Bluetooth.

La selección de la interfaz de comunicación se observa en la tabla 6.

		I	J	K	L	M	N	
<b>Posibles soluciones</b>	Escala	4	5	4	5	5	5	
	<b>Armar el circuito con el chip LM327</b>	3	3	4	2	1	1	63
	<b>Interfaz LM327 Bluetooth</b>	5	5	5	3	4	5	125
	<b>Interfaz LM327 DLC</b>	4	5	5	4	2	5	116

- I. Disponibilidad de componentes.
- J. Confiabilidad en el sistema. Por confiabilidad se hace referencia al correcto desempeño del sistema.
- K. Comunicación. La correcta comunicación del OBD con el dispositivo de almacenamiento.
- L. Costo.
- M. Atractivo al cliente.
- N. Tiempo de desarrollo.

Tabla 6. Tabla de evaluación de la interfaz de comunicación.

De la tabla 6 se puede apreciar que para nuestro caso y propósito la mejor selección es la interfaz LM327 Bluetooth.

La selección del lenguaje de programación se observa en la tabla 7.

		<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	
<b>Posibles soluciones</b>	Escala	3	5	4	4	4	5	
	<b>C</b>	5	2	1	3	1	1	50
	<b>C++</b>	4	3	1	2	2	2	57
	<b>C#</b>	3	1	4	3	4	2	68
	<b>Visual C</b>	3	1	3	3	4	3	69
	<b>Visual Basic</b>	3	4	4	4	4	3	92
	<b>Java</b>	3	1	2	2	5	2	60
	<b>LabVIEW</b>	5	3	5	5	4	4	106

- O. Acceso al software de programación.
- P. Manejo del software.
- Q. Facilidad de manejar protocolos de comunicación.
- R. Facilidad de programación.
- S. Facilidad de desarrollar interfaces atractivas.
- T. Tiempo de programación.

Tabla 7. Tabla de evaluación del lenguaje de programación.

De la tabla 7 se puede apreciar que para nuestro caso y propósito la mejor selección es LabVIEW.

A pesar de la selección mencionada en las tablas, se puede decir que el principal aspecto en la evaluación y selección de las soluciones fue el limitado capital con que se conto para el desarrollo del presente prototipo.

De acuerdo a la investigación realizada, un sistema EDR tiene un gran potencial para almacenar y monitorear variables y sensores, los cuales pueden relacionarse con choques. Sin embargo, los sistemas más avanzados tienen limitaciones en cuanto a espacio de almacenamiento o en el número de variables que son capaces de monitorear, además que estos sistemas al estar incluidos en el vehículo siempre tienen el riesgo de sufrir daños cuando el choque que se presenta es de una gran magnitud. Para ello, se realiza en el presente trabajo la propuesta de diseño de un sistema EDR, el cual no necesite de un *hardware* para almacenar variables y éste se encuentre ubicado dentro del vehículo, esto con la finalidad utilizar tecnología con conexión a internet para almacenar los valores obtenidos de un automóvil en una terminal remota, mientras este se encuentra funcionando, o simplemente monitorear algún sensor para realizar pruebas o diagnóstico. Como ejemplo de una conectividad remota ya utilizada en la industria automotriz se encuentra la red que utiliza la compañía *General Motors*, el “*GM Link*” para dar asistencia técnica y apoyo vial al cliente.

Para el presente trabajo se ha desarrollado un sistema que se puede ejecutar en cualquier equipo que cuente con *Windows 98*, *Windows 2000/me*, *Windows XP*, *Windows Vista* o bien en algún dispositivo móvil cuyo sistema operativo funcione con *Windows Mobile 5* como es el caso de una PDA o un *Smartphone*, y posean conectividad con *bluetooth*. Una vez que estos datos son procesados por la computadora que va a bordo del vehículo, en este caso una laptop, son publicados en internet, así cualquier usuario con los privilegios adecuados dentro de la misma red que la computadora mencionada pueda ver los datos del automóvil en tiempo real. La secuencia del flujo de información se puede ver en la figura 22.

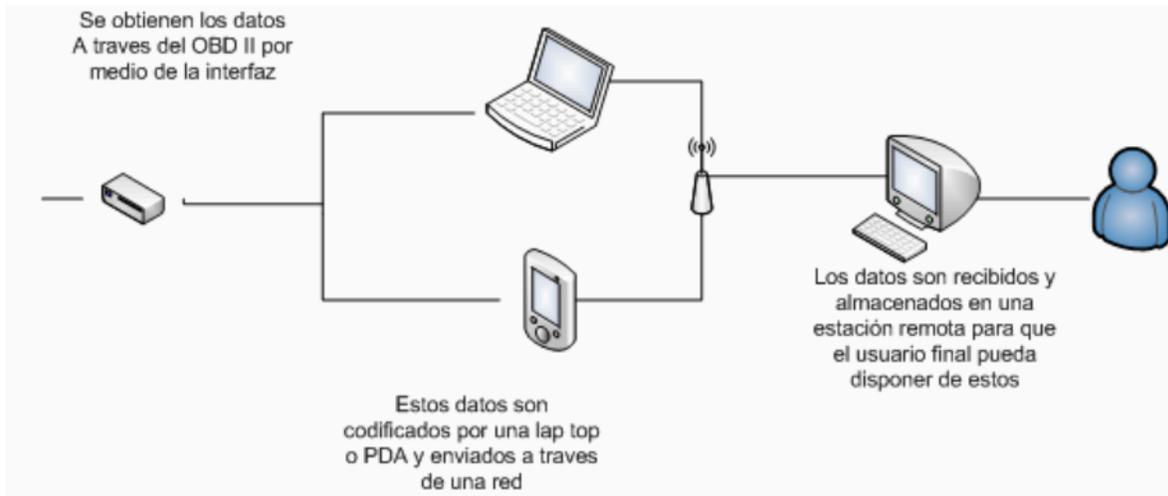


Figura 22. Secuencia de flujo de datos en sistema EDR.

En un futuro, para hacer un sistema mucho más flexible y funcional, se plantea utilizar el sistema operativo que *Microsoft* ha desarrollado para la industria automotriz en colaboración con la compañía *Ford*, el *Microsoft Auto*, que se puede ver en la figura 23, y además una red como la utilizada en el sistema *GMLINK*. Esto evitaría el uso de hardware adicional al incluido en el vehículo.



Figura 23. Sistema *Ford SYNC* equipado con *Microsoft Auto*.

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema EDR son necesarios tanto la interfaz que permita tener una comunicación con el automóvil, como un *software*

de diagnóstico para hacer legibles, y al mismo tiempo capaz de almacenar, los datos que se obtengan.

## 5.2 INTERFAZ DE COMUNICACIÓN.

La interfaz de comunicación se realizó con el uso de un dispositivo, cuyo principal componente es el chip LM327, el cual se conecta al sistema OBD II. Este aparato hace posible una comunicación entre el automóvil y cualquier sistema que funcione con alguno de los sistemas operativos ya mencionados. Como la finalidad de esta tesis es la de realizar el diseño del sistema EDR y sus alcances, se decidió utilizar la interfaz mostrada en la figura 24. Este dispositivo tiene incluido el chip LM327 además de un adaptador *bluetooth*.



Figura 24. Interfaz OBD II *Bluetooth*.

Aún cuando la interfaz ya está construida es necesario programarla para que las lecturas obtenidas sean en realidad los valores que los sensores están adquiriendo de los sistemas del automóvil. Hablar de una programación en la interfaz se refiere a configurarla de tal manera que los parámetros de comunicación sean los mismos tanto en el dispositivo como en la PC en la que esté ejecutándose el *software* de decodificación de datos y diagnóstico (ver tabla

2), para esto es necesario contar con una *hyperterminal* y con una antena *bluetooth* que se conecta a una PC para establecer una comunicación entre el dispositivo y la PC y de esta manera hacer la configuración.

La programación del dispositivo se lleva a cabo mediante comandos específicos que son llamados "*AT commands*", con los cuales se pueden configurar diferentes parámetros en el dispositivo. Por *default* ya se tiene una configuración en el dispositivo, sólo hay que revisar aspectos como la velocidad de transferencia, el número de bits que va a recibir, si tiene bits de parada o que el carácter de terminación estén configurados de igual manera tanto en el dispositivo OBD II Bluetooth como en la PC.

Por ejemplo, si se quiere programar que el dispositivo identifique de manera automática qué tipo de protocolo de comunicación tiene el vehículo y ajuste los parámetros de recepción de acuerdo a éste, se necesita enviar por medio de la *hyperterminal* el comando "AT AR", con lo cual el dispositivo contestará siempre que sea correcto el "*AT command*" con un *OK*.

### **5.3 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.**

Al realizar una aplicación es muy importante hacer la selección correcta del lenguaje de programación que se va a utilizar, ya que de éste depende el tiempo de desarrollo y la correcta funcionalidad de la aplicación. El *software* seleccionado es *LabVIEW* de *National Instruments*. Dicho *software* es similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el *lenguaje C* o *BASIC*, sin embargo, éste se diferencia de dichos programas en un importante aspecto; los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que *LabVIEW* emplea la programación gráfica o *lenguaje G* para crear programas basados en diagramas de bloques, además tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes. Esto lo hace un lenguaje sencillo de programar, siempre y cuando se tengan conocimientos de

programación orientada a objetos, y además ofrece prestaciones aceptables en lo que al aprovechamiento de recursos se refiere.

Una ventaja más de *LabVIEW* es que permite que el programa realizado sea compatible con diferentes dispositivos sólo realizando unas pequeñas modificaciones, y adicionalmente permite al programador realizar una depuración completa de los programas.

#### 5.4 DESARROLLO DEL PROGRAMA.

Antes de empezar a programar cualquier aplicación es necesario realizar un diagrama de flujo, el cual facilitará la programación y permitirá la depuración correcta de nuestro programa, la figura 25 muestra el diagrama de los tres aspectos fundamentales del programa.

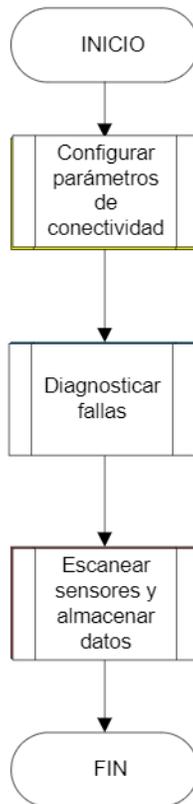


Figura 25. Diagrama general.

## 5.5 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.

Como ya se ha explicado la programación en el software de *LabVIEW* se realiza mediante bloques, los cuales tienen una función específica dentro del programa. A continuación se muestran algunos de los íconos más importantes para que sea posible la funcionalidad del sistema.



**VISA SERIAL:** La función de este ícono es el de configurar el puerto serie a utilizar y abrir la comunicación.



**VISA CLEAR:** Limpia la cadena de recepción de datos.



**VISA WRITE:** Escribe los datos indicados utilizando el puerto usado en la configuración del *VISA SERIAL*.



**VISA READ:** Lee los datos enviados por el dispositivo y los almacena en una cadena de recepción.



**VISA CLOSE:** Finaliza la comunicación entre dispositivos.



**OPEN/REPLACE FILE:** Crea un archivo de un tipo y ubicación especificados.



**WRITE TO TEXT FILE:** Escribe datos al archivo creado.



**WAIT:** Espera un tiempo determinado.

El programa monitorea en total 11 sensores, esto lo hace enviando una serie de caracteres en formato hexadecimal al sistema OBD II. Los sensores monitoreados son: velocidad, porcentaje de carga calculada, temperatura del

refrigerante del motor, presión del combustible, revoluciones por minuto, posición del acelerador, presión absoluta del múltiple de admisión, sensor de oxígeno, temperatura aire acondicionado, avance del tiempo de encendido y flujo de aire de admisión.

## 5.6 COMUNICACION.

Para abrir la comunicación se utiliza el icono *VISA SERIAL*, especificando los parámetros de conexión que se van a utilizar, en este caso estos parámetros son los mostrados en la tabla 8, tomando en cuenta que deben ser los mismos que se configuran en el dispositivo OBD II *Bluetooth*.

<b>Velocidad de transferencia de datos</b>	9600 baudios
<b>Bits de datos</b>	8
<b>Paridad</b>	No
<b>Bits de parada</b>	1
<b>Caracter de terminación</b>	Sí

Tabla 8. Parámetros de configuración de la comunicación.

## 5.7 DIAGNÓSTICO.

Después de realizar la configuración de los parámetros de comunicación, el sistema está programado de tal manera (ver diagrama en la figura 26.) que siempre que es conectado al vehículo hace un diagnóstico de fallas, y en caso de que éstas existan se muestran al usuario. Después, el programa espera a que el usuario presione un botón para pasar a la siguiente pantalla, si esta respuesta por parte del usuario no se da, el programa pasa de manera automática a la siguiente pantalla después de 10 segundos.

Para hacer esta identificación de códigos de falla se envían en formato hexadecimal y mediante el ícono VISA WRITE, los caracteres 03 al OBD II con su correspondiente terminador; posteriormente se espera por la respuesta del sistema. Por ejemplo, al entrar en este módulo el sistema OBD II responde de la siguiente manera en caso de existir un código de error: 430148, mientras que al no encontrar fallas el sistema responde con un 430000.

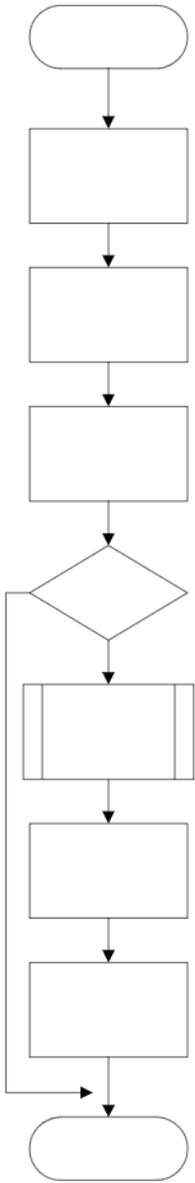


Figura 26. Diagrama para leer códigos de falla.

Esta cadena se lee utilizando el comando VISA READ, y para ello es necesario acondicionar los datos para su correcta interpretación, pues los datos que se reciben por parte del sistema OBD II están en formato hexadecimal y son parte de una cadena de caracteres, por lo que se extraen los caracteres útiles y se convierten a formato decimal para mostrarlo en la interfaz al usuario, el flujo de la información se muestra en la figura 26.

Para acondicionar los datos se necesita identificar de qué tipo de código se trata, para esto los primeros dos bytes de izquierda a derecha indican que está respondiendo al modo 03, el siguiente byte indica si es un código genérico o específico del fabricante, para más información ver sección 2 del capítulo 2, en este caso es 0 por lo que es un código genérico y los últimos tres bytes indican el número de código de falla.

Retomando el ejemplo anterior, DTC 430148, se tiene un código de la forma P0148, que significa que hay un error en el caudal del combustible.

Para hacer el comparativo de los códigos de falla se necesita crear una base de datos, por cuestiones de espacio y eficiencia, el formato de esta base de datos es un archivo de texto de extensión .txt el cual puede ser abierto y modificado tanto en una PC de escritorio como en una PDA o un Smartphone, una muestra de la base de datos se muestra en la figura 27 y la base de datos completa puede verse en el anexo 3. En esta base de datos se incluyeron los códigos genéricos así como algunos de los códigos específicos de *Chrysler*, *Ford*, *Toyota* y *Honda*. La interfaz presentada al usuario al realizar la detección de códigos de error se puede ver en la figura 28.

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
P0010	Circuito del	actuador de posición A del árbol de levas (Banco 1)		
P0011	Posición del	árbol de levas A - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco1)		
P0012	Posición del	árbol de levas A - Exceso de retardo (Banco 1)		
P0013	Circuito del	actuador de posición B del árbol de levas (Banco 1)		
P0014	Posición del	árbol de levas B - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco1)		
P0015	Posición del	árbol de levas B - Exceso de retardo (Banco 1)		
P0020	Circuito del	actuador de posición A del árbol de levas (Banco 2)		
P0021	Posición del	árbol de levas A - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco2)		
P0022	Posición del	árbol de levas A - Exceso de retardo (Banco 2)		
P0023	Circuito del	actuador de posición B del árbol de levas (Banco 2)		
P0024	Posición del	árbol de levas B - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco2)		
P0025	Posición del	árbol de levas B - Exceso de retardo (Banco 2)		
P0030	Circuito de control	del sensor de oxígeno (Banco 1 Sensor 1)		
P0031	Circuito de control	del sensor de oxígeno bajo (Banco 1 Sensor 1)		
P0032	Circuito de control	del sensor de oxígeno alto (Banco 1 Sensor 1)		
P0033	Circuito de control	de la válvula de bypass del turbocargador		
P0034	Circuito de control	de la válvula de bypass del turbocargador bajo		
P0035	Circuito de control	de la válvula de bypass del turbocargador alto		
P0036	Circuito de control	del sensor de oxígeno (Banco 1 Sensor 2)		
P0037	Circuito de control	del sensor de oxígeno bajo (Banco 1 Sensor 2)		
P0038	Circuito de control	del sensor de oxígeno alto (Banco 1 Sensor 2)		
P0042	Circuito de control	del sensor de oxígeno (Banco 1 Sensor 3)		
P0043	Circuito de control	del sensor de oxígeno bajo (Banco 1 Sensor 3)		
P0044	Circuito de control	del sensor de oxígeno alto (Banco 1 Sensor 3)		
P0050	Circuito de control	del sensor de oxígeno (Banco 2 Sensor 1)		
P0051	Circuito de control	del sensor de oxígeno bajo (Banco 2 Sensor 1)		
P0052	Circuito de control	del sensor de oxígeno alto (Banco 2 Sensor 1)		
P0056	Circuito de control	del sensor de oxígeno (Banco 2 Sensor 2)		
P0057	Circuito de control	del sensor de oxígeno bajo (Banco 2 Sensor 2)		
P0058	Circuito de control	del sensor de oxígeno alto (Banco 2 Sensor 2)		
P0062	Circuito de control	del sensor de oxígeno (Banco 2 Sensor 3)		
P0063	Circuito de control	del sensor de oxígeno bajo (Banco 2 Sensor 3)		
P0064	Circuito de control	del sensor de oxígeno alto (Banco 2 Sensor 3)		
P0065	Rango/desempeño del	control del inyección con auxilio de aire		
P0066	Circuito de control	de inyección con auxilio de aire o circuito bajo		
P0067	Circuito de control	de inyección con auxilio de aire alto		

Figura 27. Fracción de la información en la base de datos con los códigos DTC.

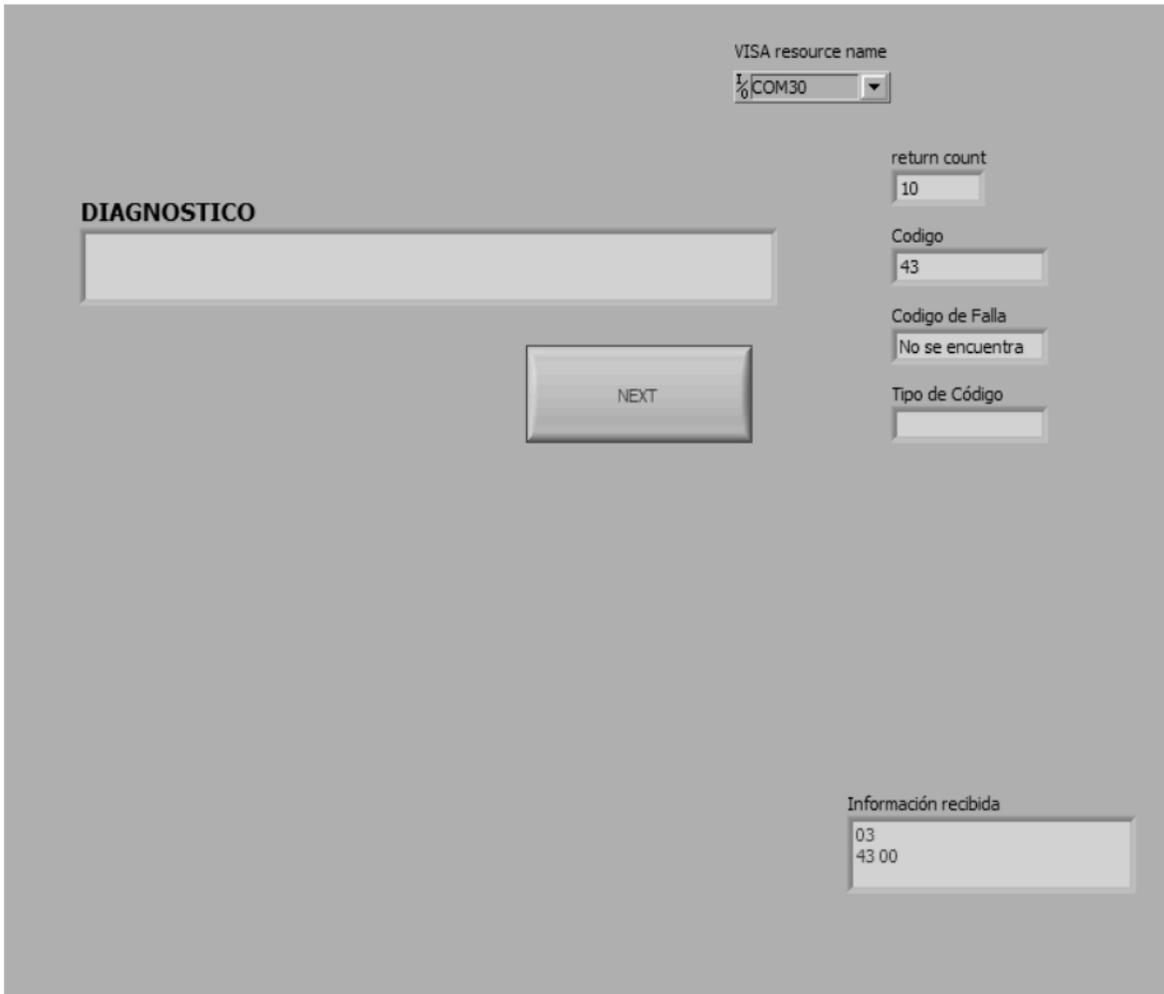


Figura 28 Pantalla de diagnóstico del automóvil.

## 5.8 MONITOREO DE SENSORES.

Esta parte es la más trascendental del presente trabajo, ya que con la obtención de la información de las diferentes variables monitoreadas podemos almacenar los datos deseados o analizar el comportamiento del vehículo sensor por sensor. Los sistemas EDR tradicionales tienen problemas de espacio, además de estar siempre en riesgo de sufrir algún daño cuando el vehículo en el que estén instalados sufra un accidente de grandes proporciones, y por consecuencia perder los datos que se habían almacenado, es por eso que el sistema EDR planteado en el presente trabajo propone que el almacenamiento de los datos se haga en una computadora en una ubicación remota, de esta manera la información de los

sensores automotrices no se perderá y estará actualizándose siempre que el vehículo esté encendido.

Para realizar la programación de esta parte del sistema también se realiza un diagrama de flujo para disminuir el tiempo de desarrollo y hacer más evidentes los posibles errores de programación figura 29. Sólo se mostrará el diagrama de flujo para un sensor ya que el resto de los sensores siguen un proceso idéntico.

La propuesta que se plantea como mejora importante e innovación para los sistemas EDR es la publicación del monitoreo de los datos así como el almacenamiento de los mismos de manera remota, en una página de internet, a la cual el acceso sería definido dependiendo del uso que se quiera dar a dicho sistema, pues los usuarios pueden variar entre, un particular que desea monitorear el desempeño de su auto, la agencia de seguros o de seguridad pública que desea tener información al ocurrir un siniestro, las armadoras de autos para tener información real del desempeño de una unidad en fase de pruebas. Esta propuesta se realiza pues se considera como un adelanto significativo en este tipo de tecnologías, además de ser una buena propuesta para cumplir con varios de los parámetros deseables, es decir:

- La inviolabilidad del sistema, esto se cumple al restringir el acceso a la página de publicación, además de evitar que el usuario tenga contacto con la interfaz instalada en el vehículo.
- Memoria no volátil, con la propuesta generada en el presente trabajo se evita la presencia de una memoria física en el vehículo al trasladarla al servidor de la página.



Figura 29. Diagrama de flujo para monitorear sensores.

Para obtener las lecturas, es necesario limpiar nuevamente la cadena de recepción de datos mediante el comando **VISA CLEAR**, para asegurar que no

haya datos guardados que causen conflicto con las lecturas siguientes, posteriormente se escribe el **PID** específico del sensor que se esté monitoreando con el comando **VISA WRITE**, y por último se recibe la respuesta del sistema OBD II, mediante el comando **VISA READ**, es importante tener en cuenta los tiempos de respuesta de la ECU, de acuerdo a estos tiempos, y a pruebas realizadas, el mínimo tiempo con el que el sistema puede responder son 100 ms entre cada lectura.

### 5.9 SELECCIÓN Y DISCRIMINACIÓN DE DATOS.

Los datos que se reciben por parte del sistema OBD II están en formato hexadecimal y son parte de una cadena de caracteres, por lo que es necesario extraer los caracteres útiles y convertirlos a formato decimal para mostrarlo en la interfaz, en la figura 30.

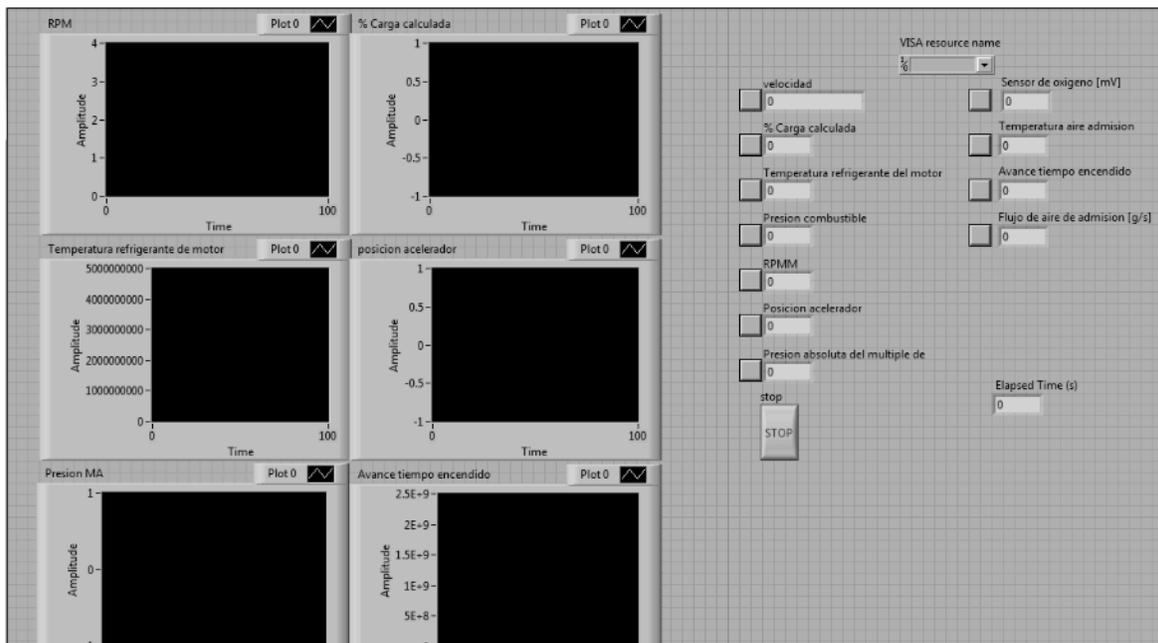


Figura 30. Interfaz mostrada al usuario.

Por ejemplo, en el modo 1 del modo de medición, si se envía el PID 010A se le está preguntando al OBD II por el valor de la presión del combustible y es necesario enviar un terminador para que la ECU entienda que se ha dejado de



Estos datos serán de utilidad cuando se presente algún siniestro, en cuyo caso se podrá analizar este archivo para deslindar responsabilidades.

### 5.10 PRUEBAS DEL SISTEMA EDR.

Durante el proceso mencionado en el presente capítulo, el desarrollo del sistema EDR desde su concepción hasta las pruebas finales, se realizaron en la camioneta *Equinox 2005* de la marca *General Motors* mostrada en la figura 32, la cual utiliza el protocolo SAE j1850 VPW.



Figura 32. Camioneta de pruebas *Equinox 2005*.

Para realizar la conexión del sistema con la computadora del automóvil, el *switch* del mismo debe estar encendido y/o con el motor en marcha, para que la

computadora del automóvil esté encendida, condiciones que en el caso de la *Equinox* se muestran en la figura 33.



Figura 33. *Equinox*, a la izquierda con el *switch* encendido y a la derecha con el motor en marcha.

En la figura 34 se pueden ver los resultados del monitoreo realizado a la *Equinox* con el motor en marcha por lo que se puede ver el estado del sensor de las revoluciones por minuto. Y en la figura 31 se puede ver la información creada por el sistema con el motor apagado, pues las revoluciones siempre están en cero.

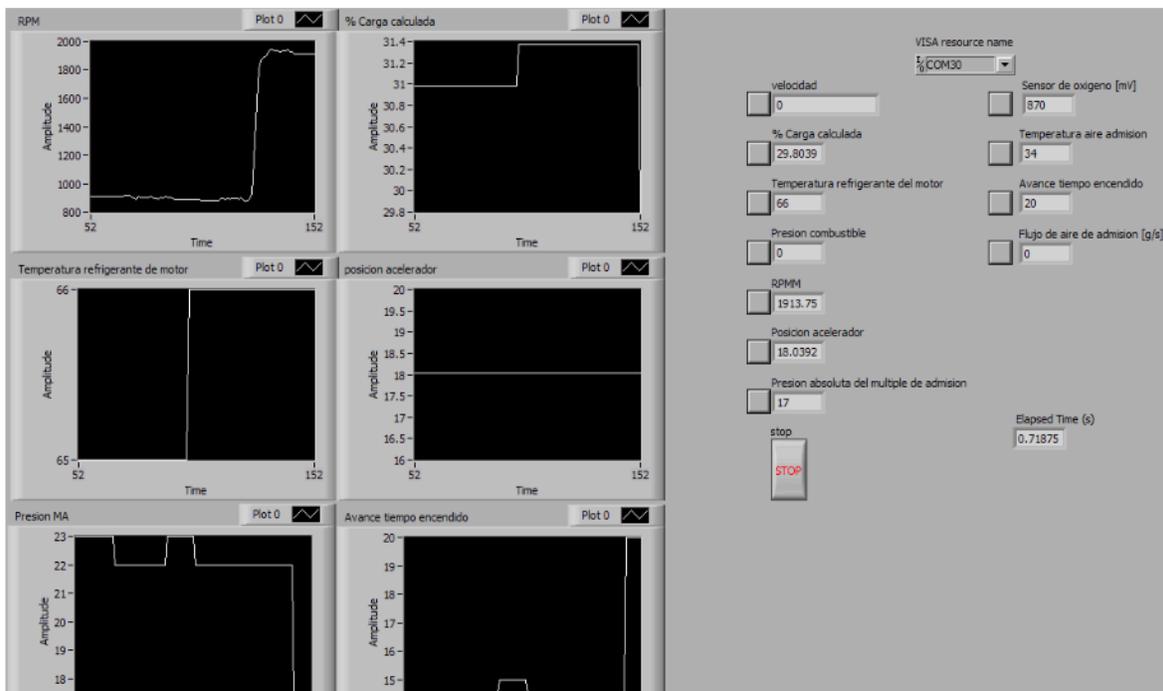


Figura 34. Interfaz mostrada al usuario.

Para poder comprobar que el sistema EDR funciona en cualquier automóvil con OBD II se realizaron pruebas en tres vehículos, la *Equinox 2005* que se mostró anteriormente, en una *EcoSport 2004* de la marca *Ford*, en la figura 35, además de poder ver, en la figura 36, la localización del conector OBD debajo del volante, con el protocolo SAE J1850 PWM.



Figura 35. *EcoSport* utilizada en las pruebas del sistema EDR.

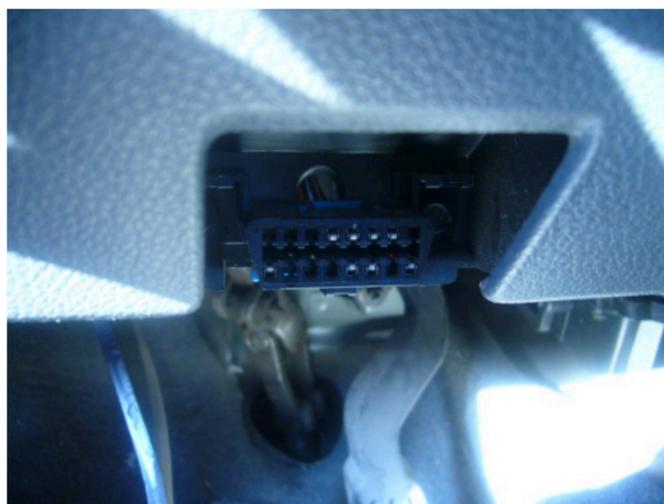


Figura 36. Conector OBD en la *EcoSport*.

El monitoreo realizado en la *EcoSport* no presentó errores, y en este vehículo se realizaron las pruebas de monitoreo remoto mediante el uso de una computadora portátil, usada para ejecutar el sistema EDR, conectada a internet de forma inalámbrica; y una computadora de escritorio conectada a internet usando el mismo servidor de internet que la computadora portátil. La información del monitoreo que se hace con el sistema EDR puede ser publicada en internet, pero sin el uso de un dominio para dicha publicación, las pruebas se realizaron con éxito mediante la conexión descrita anteriormente. Esta aplicación se pensó para hacer más flexible el sistema y poder decidir si los resultados del monitoreo serán vistos o almacenados en un servidor fuera del vehículo o dentro del mismo así como limitar el acceso a los resultados arrojados por el EDR. Los resultados de las pruebas se muestran en la figura 37.

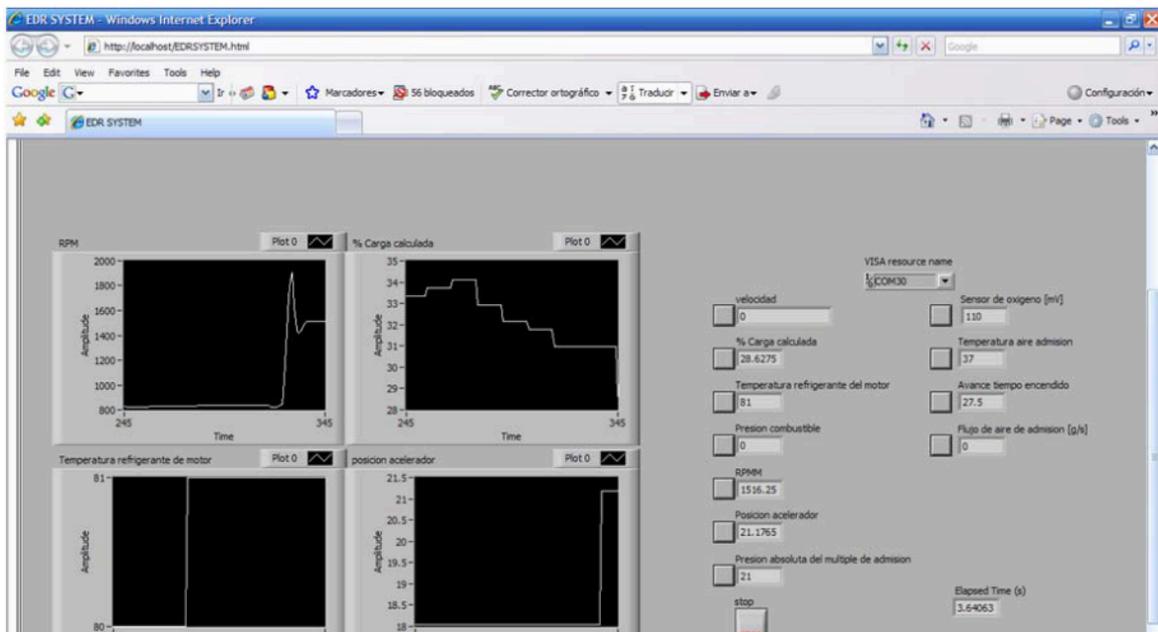


Figura 37. Monitoreo remoto del sistema EDR.

Las pruebas se realizaron en el tercer vehículo, un *Sentra 2004* de la marca Nissan, mostrado en la figura 38, el cual utiliza el protocolo ISO 9141.



Figura 38. *Sentra* usado en las pruebas del sistema EDR.

En este automóvil se realizaron las pruebas de monitoreo de los sensores a los que se tiene acceso, pero en este caso se probó otra de las opciones con las que cuenta la parte de monitoreo del sistema EDR, la prueba consistió en realizar el monitoreo y almacenamiento de información de sólo un sensor, elegido por el usuario al mantener presionado un botón localizado junto al indicador de cada una de las variables revisadas, y el resultado de esta prueba se puede observar en la figura 39.

Como se puede apreciar en esa misma figura, nos damos cuenta que el sistema sólo monitorea la variable seleccionada por el usuario, y los datos obtenidos son desplegados en la gráfica correspondiente a dicha variable y almacenados en el archivo creado por el sistema, con lo cual se obtiene una respuesta del sistema casi en tiempo real; esta función tiene como objetivo revisar el desempeño del automóvil variable por variable.

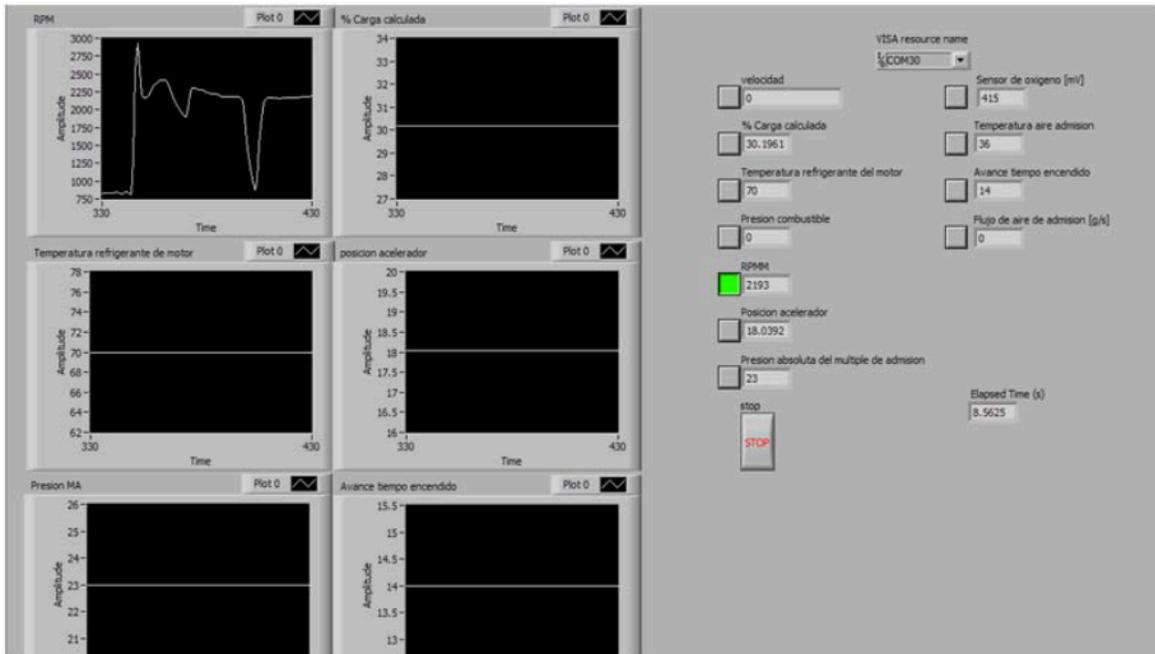


Figura 39. Monitoreo de una sola variable.

El *Sentra* también fue utilizado para probar la parte de escaneo de errores con el que cuenta el sistema EDR. Para realizar dicha prueba se provocó un error vaciando el aceite del motor y al encender el *switch* del vehículo se presenta un error, el estado del vehículo al encender el *switch* es el que se muestra en la figura 40.



Figura 40. Estado del automóvil en la prueba de escaneo.

De acuerdo a la prueba se obtuvo el código *P0524*, el cual de acuerdo con la base de datos del anexo 3 corresponde al error *presión de aceite de motor demasiado baja*. La imagen 40 muestra lo obtenido en la prueba de detección de errores del sistema EDR.

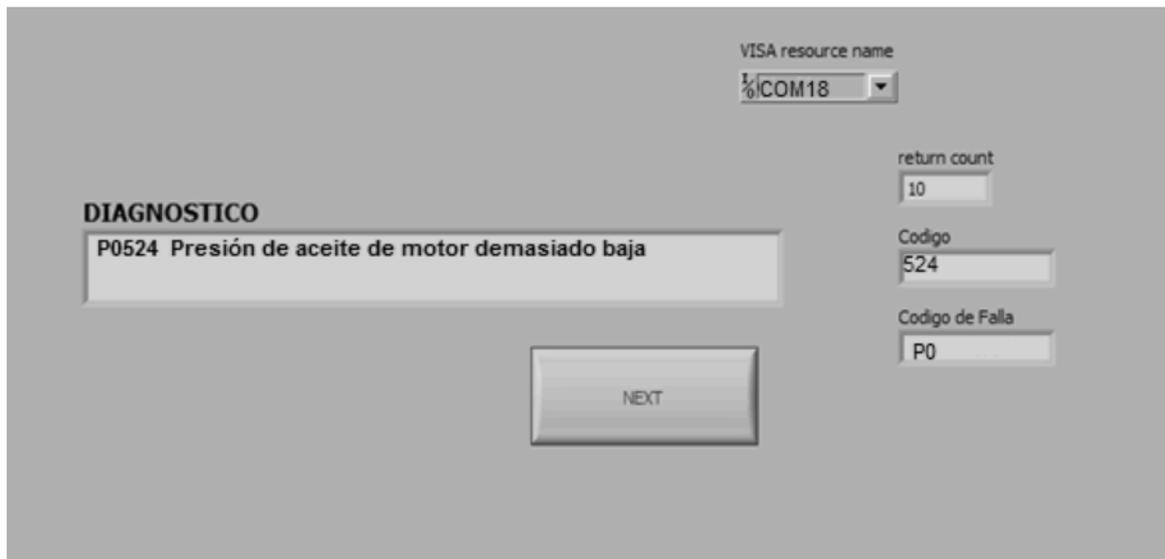


Figura 40. Prueba de detección de errores.

De esta forma se ha logrado desarrollar un sistema útil para la detección de errores en vehículos además del monitoreo de diferentes sensores, y se ha mostrado que es funcional para varias marcas de vehículos.

## CONCLUSIONES.

El desarrollo de los sensores como parte de los sistemas de un automóvil ha provocado la aparición de nuevas tecnologías como el sistema OBD, mediante el cual se puede obtener toda la información necesaria para realizar el diagnóstico del automóvil en caso de que éste falle; este diagnóstico se lleva a cabo mediante el monitoreo de sensores que proporcionan información del vehículo.

El propósito de un sistema EDR es el de mejorar la seguridad del usuario de un automóvil, proporcionando datos en tiempo real de las condiciones de los sistemas automotrices con datos obtenidos del sistema OBD II, de esta manera el vehículo se encuentra siempre monitoreado y se puede saber en caso de un accidente que fue con exactitud lo que pasó, para que así se puedan establecer soluciones correctivas y preventivas por parte de las compañías automotrices.

El sistema EDR planteado en esta tesis, puede revolucionar la manera de monitorear y almacenar los datos de los sistemas automotrices, ya que estos datos, no se perderán puesto que el sistema no se encuentra dentro del vehículo, esto se cumple mientras el vehículo esté en un lugar con cobertura, pues se aprovecha la red de internet para enviar los datos a una terminal en un punto remoto, además de permitir al usuario hacer el monitoreo exclusivo de alguna variable. Lo mencionado se podrá lograr cuando los sistemas operativos que se están implementando en los automóviles más modernos, como: *MyGIG* presentado por *Chrysler* o *Windows Automotive*; sean compatibles con los programas desarrollados en *LabVIEW*, o implementar un producto desarrollado en un programa que sea compatible con dichos sistemas, ya que con esto se lograría mejorar el proyecto que se propone en esta tesis, añadiendo características de seguridad a la información que se genere en el sistema EDR, tales como: almacenar los datos fuera del automóvil y evitar el daño o pérdida de los mismos durante un choque.

Cabe mencionar que el sistema propuesto es sólo un prototipo, ya que no se contó con todas las herramientas necesarias para realizar la implementación con todas las características deseadas, pues el prototipo que se construyó solo fue probado mediante una *Lap Top*, dispositivo que envía la información mediante internet, además de que no se consiguieron algunos códigos para el monitoreo de sensores más significativos en caso de un choque, debido al hermetismo que muestran las empresas automotrices.

El futuro de este proyecto es que funcione con un sistema ya implementado en el automóvil, de esta manera no utilizar ningún dispositivo extra, ya que sólo se necesitará instalar el software para empezar a utilizar el EDR, además para que los datos sean más veraces, se necesita aumentar la capacidad de procesamiento de los sistemas OBD II, con esto se podrán obtener lecturas más rápidas y será menor la pérdida de la información. Lo ideal para mejorar el rendimiento del prototipo propuesto es la obtención de la información requerida desde un punto de acceso diferente al OBD, esto sería posible mediante la creación de un dispositivo capaz de procesar en paralelo los datos obtenidos de los sensores del automóvil y de esta manera, garantizar la correcta adquisición de información de la totalidad de los sensores en un mismo instante.

De acuerdo a la entrevista realizada al Ing. Manuel Correa, Gerente de evaluación de la empresa Grupo Nacional Financiera (GNP), las pérdidas de la industria de los seguros automotrices debido al cobro de primas de seguros expedidos por accidentes montados, pérdidas que se evitarían con el sistema propuesto en esta tesis, por ejemplo si un automovilista reclama el cobro de un seguro por falla en los frenos, y el sistema EDR revela que el usuario ni siquiera pisó el pedal, la aseguradora puede deslindar responsabilidades mediante hechos y no suposiciones.

En Estados Unidos, existe un debate en lo que al uso de un sistema EDR se refiere, pues mucha gente, incluyendo algunos estados de Estados Unidos

aseguran que tener este tipo de sistemas instalados en un automóvil es una intrusión a la privacidad de los usuarios, ya que no existe un acuerdo para decidir quien será el dueño de los datos generados por un sistema EDR, ya que existen múltiples interesados, como las armadoras automotrices, a los cuales les servirán para realizar correcciones de los diseños o a las ya mencionadas aseguradoras para verificar las condiciones de un accidente.

Se menciona el debate que tiene lugar en Estados Unidos ya que en México no existe información que indique algo parecido en nuestro país. En el anexo 4 se puede observar la cantidad de accidentes automovilísticos que ocurrieron en México durante 2007, y la finalidad de este sistema es el de dar más seguridad al usuario sin importar quién sea el dueño de los datos obtenidos. Ya sea al impulsar mejoras en los diseños automotrices basándose en los datos obtenidos de los accidentes, como respaldo legal a favor del usuario al pretender demostrar su inocencia en un accidente o como respaldo legal para la empresa de seguros al definir al culpable de un accidente.

En base a todo lo expuesto durante la presente investigación creemos que el proyecto encaminado correctamente puede ser una importante oportunidad de negocio, ya que del parque vehicular que existe tan sólo en el Distrito Federal y el Área Metropolitana, el 34% está asegurado, y de este porcentaje, alrededor de 16000 vehículos cuentan con un seguro proporcionado por la empresa GNP.

En general las principales ventajas del sistema son:

- La facilidad de uso.
- La flexibilidad del sistema para agregar, cambiar o quitar sensores en la parte de monitoreo.
- La facilidad de instalación.
- El bajo costo de desarrollo, con una inversión de alrededor de \$3000 en el prototipo funcional.
- La posibilidad de monitorear desde una computadora conectada a internet.

- La capacidad de detectar códigos de falla.
- La capacidad de operar en cualquier automóvil con el sistema OBD II.

Las principales desventajas del sistema son:

- La baja velocidad de monitoreo, limitada por la computadora del automóvil.
- La falta de los códigos de variables que consideramos necesarias en caso de un choque.
- La falta de un sitio propio de internet para realizar las pruebas del sistema vía remota.

**ANEXO 1.**  
**TABLA RESUMEN DEL ANÁLISIS DE SEGURIDAD DE LA NHTSA.**

La tabla 3 es una muestra de las tablas que publica la NHTSA, en la cual se muestra información sobre las calificaciones de seguridad, que obtuvieron los automóviles analizados por dicha organización. Para poder entender la nomenclatura de la tabla se explicó a lo largo del capítulo 1 el significado de cada calificación en estrellas dependiendo del parámetro que se estuviera evaluando. La información de las tablas 1 y 2, es necesaria para poder comprender a que se refiere cada elemento que puede aparecer en las tablas de la NHTSA.

<b>Calificaciones</b>	
<b>Código</b>	<b>Definición</b>
TBR	Por analizar
ND	No hay datos
!	Concerniente a seguridad

Tabla 1. Características de los datos.

<b>Características de seguridad</b>	
<b>Código</b>	<b>Definición</b>
S	Estándar
A	Disponible (opcional)
B	Combo de bolsa de aire para proteger cabeza y torso
C	Bolsa de aire de cortina para proteger cabeza
T	Bolsa de aire de tubo para proteger cabeza
D	Bolsa de aire de torso montada en la puerta para proteger el pecho
S	Bolsa de aire de torso montada en el asiento para proteger el pecho
*	Bolsa de aire de cortina para la tercera fila
M	Cumple con los requerimientos para TWG SAB <sup>1</sup> de las pruebas fuera de posición

Tabla 2. Definición de la nomenclatura de la NHTSA.

<sup>12</sup> El TWG SAB es el Grupo de Trabajo Técnico, encargado de probar las bolsas de aire. Obtenido el 18 de Julio de 2008 en <http://www.euroncap.com/glossary.aspx>

Marca	Modelo	Carrocería	Calificación						ESC	Bolsas de aire				
			Choque frontal		Choque lateral		Choque trasero			Bolsas de aire laterales				
			Conductor	Pasajero	Ocupante Frontal	Ocupante trasero	4 X 2	4 X 4		Bolsa de aire para cabeza - primera fila	Bolsa de aire para cabeza - segunda fila	Bolsa de aire para torso - primera fila	Prueba SAB fuera de posición	
Automóviles de pasajeros subcompacto														
Audi	A5 w/SAB	2-DR							S	Sc	Sc	Ss	M	
Audi	R8 w/SAB	2-DR							S	Sb		Sb	M	
Audi	S5 w/SAB	2-DR							S	Sc	Sc	Ss	M	
Chevrolet	Aveo Hatchbk w/SAB	5-DR	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★			Sb		Sb	M	
Mazda	MX-5/ Miata w/SAB	Conv							A	Sb		Sb	M	
Mercedes-Benz	SLK-Class w/SAB	Conv							S	Sb		Sb	M	
Toyota	Camry Solara w/SAB	Conv					★★★★		A			Ss	M	
Toyota	Yaris	4-DR	★★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★			Ac	Ac	As	M	
Toyota	Yaris liftback	2-DR	★★★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★			Ac	Ac	As	M	
Volkswagen	R 32 Spec Ed w/SAB	2-DR							S	Sc	Sc	Ss	M	
Volvo	C30 w/SAB	2-DR							S	Sc	Sc	Ss	M	
Automóviles de pasajeros compacto														
BMW	128i/135i w/SAB	2-DR							S	Sc	Sc	Ss	M	
BMW	128i/135i w/SAB	Conv							S	Sb		Sb	M	
BMW	Z4 w/SAB	Conv	★★★★	★★★★	★★★		★★★★★		S			Sd	M	
BMW	Z4 w/SAB	2-DR	★★★★	★★★★			★★★★★		S			Sd	M	
Chevrolet	Aveo w/SAB	4-DR	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★★			Sb		Sb	M	
Chevrolet	Cobalt w/SAB	4-DR	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★★	★★★★		A	Sc	Sc		M	
Chevrolet	Cobalt w/SAB	2-DR	★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★		A	Sc	Sc		M	
Ford	Focus w/SAB	4-DR	★★★★	★★★★	TBR	TBR	★★★★			Sc	Sc	Ss	M	
Ford	Focus w/SAB	2-DR	★★★★★	★★★★★	TBR	TBR	★★★★			Sc	Sc	Ss	M	
Honda	Civic CNG w/SAB	4-DR	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★			Sc	Sc	Ss	M	
Honda	Civic Hybrid w/SAB	4-DR	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★			Sc	Sc	Ss	M	
Honda	Civic w/SAB	4-DR	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★		A	Sc	Sc	Ss	M	
Honda	Civic w/SAB	2-DR	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★		A	Sc	Sc	Ss	M	
Hyundai	Accent w/SAB	2-DR								Sc	Sc	Ss	M	

Tabla 3. Análisis de seguridad de la NHTSA para algunos modelos de autos.

## ANEXO 2. ELEMENTOS EXISTENTES Y POTENCIALES DE LOS SISTEMAS EDR.

La siguiente tabla muestra un grupo de elementos dentro de tres categorías basados en su factibilidad de acuerdo a los avances técnicos y su costo. Para poder entender mejor la tabla primero se describen los tres grupos referidos:

1. Tecnología EDR actual: Esta categoría contiene los formatos publicados por GM y Ford. Ya que estas marcas almacenan los elementos mostrados bajo esta categoría, en los vehículos que producen, por lo que se puede asumir que dichos elementos son técnica y económicamente viables.
2. Tecnología EDR en desarrollo: Esta categoría incluye los elementos de sensores que ya existen en los automóviles producidos, pero que actualmente no son almacenados en un EDR. Con lo que se puede asumir la viabilidad tanto técnica como económica del sensor.
3. Tecnología EDR futura: Esta categoría incluye elementos asociados con sensores que están disponibles de forma comercial, o usados en investigaciones. Los sensores no son dispositivos estándar en los vehículos producidos en la actualidad. Los sensores son técnicamente viables, pero su justificación económica como equipo estándar es aún desconocida.

Dato / Descripción	Tecnología EDR actual	Tecnología EDR en desarrollo	Tecnología EDR futura
Pedal del acelerador (%)	X		
Pedal de freno (%)	X		
Posición del pedal de freno (encendido /apagado)	X		
Códigos de diagnóstico activos cuando el evento ocurre	X		
Modelo y versión EDR	X		
Velocidad del motor (rpm)	X		
Acelerador del motor (%)	X		
Contador de eventos	X		

<b>Dato / Descripción</b>	<b>Tecnología EDR actual</b>	<b>Tecnología EDR en desarrollo</b>	<b>Tecnología EDR futura</b>
Grabación completa de eventos	X		
Apagador de la bolsa de aire frontal, pasajero	X		
Estado de la luz de advertencia de la bolsa de aire frontal	X		
Ciclos de ignición evento	X		
Ciclos de ignición investigación	X		
Aceleración longitudinal	X		
Aceleración lateral	X		
Delta V longitudinal vs tiempo	X		
Delta V lateral vs tiempo	X		
Maximo delta V	X		
Clasificación de la talla del pasajero (adulto, niño)	X		
Tiempo de despliegue del pretensor del conductor	X		
Tiempo de despliegue del pretensor del pasajero	X		
Estado del cinturón de seguridad del conductor (ajustado/desajustado)	X		
Estado del cinturón de seguridad del pasajero (ajustado/desajustado)	X		
Tiempo de despliegue de la bolsa de aire lateral del conductor	X		
Tiempo de despliegue de la bolsa de aire lateral del pasajero	X		
Tiempo de despliegue de la bolsa de aire de cortina del pasajero	X		
Tiempo de despliegue de la bolsa de aire de cortina del pasajero	X		
Tiempo entre eventos	X		
Tiempo para el máximo delta V	X		
Velocidad del vehículo	X		
Freno antibloqueo (acoplado/desacoplado)		X	
Fecha del choque		X	
Localización del choque (latitud y longitud)		X	
Hora del choque		X	
Estado del sistema de control de crusero		X	
Torque del motor		X	
Nivel de despliegue de la bolsa de aire frontal (conductor)		X	

Dato / Descripción	Tecnología EDR actual	Tecnología EDR en desarrollo	Tecnología EDR futura
Nivel de despliegue de la bolsa de aire frontal (pasajero)		X	
Switch de luz de advertencia		X	
Switch de los faros delanteros		X	
Horas en operación		X	
Estado del indicador - Puerta abierta		X	
Estado del indicador - Sistema de ignición apagado		X	
Estado del indicador - Luz de servicio del motor		X	
Estado del indicador - Sistema de monitoreo de presión de las llantas		X	
Aceleración normal		X	
Posición del ocupante, conductor, fuera de posición		X	
Posición del ocupante, pasajero, fuera de posición		X	
Clasificación de la talla del pasajero, conductor (adulto, adulto pequeño)		X	
Switch del freno de mano		X	
Control de estabilidad (encendido/apagado)		X	
Entrada de giro (ángulo de giro del volante)		X	
Temperatura - del exterior		X	
Temperatura - de la cabina		X	
Estado del control de tracción		X	
Número de identificación del vehículo		X	
Millas recorridas		X	
Ángulo de giro del vehículo		X	
Teléfono celular (encendido/apagado)			X
Sirena (encendida/apagada)			X
Posición del pedal del clutch			X
Tipo de choque (frontal/lateral/trasero)			X
Distancia al automóvil delantero			X
Distancia recorrida			X
Torque requerido por el conductor			X
Cámara de video del conductor			X
Motor - tiempo de arranque			X
Micrófono			X

Dato / Descripción	Tecnología EDR actual	Tecnología EDR en desarrollo	Tecnología EDR futura
Número de ocupantes			X
Notificación del accidente - fecha y hora			X
Dirección principal de la fuerza			X
Tasa de giro			X
Dirección del vehículo			X

### ANEXO 3. CODIGOS DE FALLA

En el presente anexo se presentan las tablas completas de los códigos de falla que el sistema propuesto en la tesis puede detectar, la mayoría son de carácter genérico, y algunos son específicos de algunas marcas como Ford, Chrysler y GM.

Código	Descripción
P0010	Circuito del actuador de posición A del árbol de levas (Banco 1)
P0011	Posición del árbol de levas A - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco1)
P0012	Posición del árbol de levas A - Exceso de retardo (Banco 1)
P0013	Circuito del actuador de posición B del árbol de levas (Banco 1)
P0014	Posición del árbol de levas B - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco1)
P0015	Posición del árbol de levas B - Exceso de retardo (Banco 1)
P0020	Circuito del actuador de posición A del árbol de levas (Banco 2)
P0021	Posición del árbol de levas A - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco2)
P0022	Posición del árbol de levas A - Exceso de retardo (Banco 2)
P0023	Circuito del actuador de posición B del árbol de levas (Banco 2)
P0024	Posición del árbol de levas B - Exceso de avance o desempeño del sistema(Banco2)
P0025	Posición del árbol de levas B - Exceso de retardo (Banco 2)
P0030	Circuito de control del sensor de oxígeno (Banco 1 Sensor 1)
P0031	Circuito de control del sensor de oxígeno bajo (Banco 1 Sensor 1)
P0032	Circuito de control del sensor de oxígeno alto (Banco 1 Sensor 1)
P0033	Circuito de control de la válvula de bypass del turbocargador
P0034	Circuito de control de la válvula de bypass del turbocargador bajo
P0035	Circuito de control de la válvula de bypass del turbocargador alto
P0036	Circuito de control del sensor de oxígeno (Banco 1 Sensor 2)
P0037	Circuito de control del sensor de oxígeno bajo (Banco 1 Sensor 2)
P0038	Circuito de control del sensor de oxígeno alto (Banco 1 Sensor 2)
P0042	Circuito de control del sensor de oxígeno (Banco 1 Sensor 3)
P0043	Circuito de control del sensor de oxígeno bajo (Banco 1 Sensor 3)
P0044	Circuito de control del sensor de oxígeno alto (Banco 1 Sensor 3)
P0050	Circuito de control del sensor de oxígeno (Banco 2 Sensor 1)
P0051	Circuito de control del sensor de oxígeno bajo (Banco 2 Sensor 1)
P0052	Circuito de control del sensor de oxígeno alto (Banco 2 Sensor 1)
P0056	Circuito de control del sensor de oxígeno (Banco 2 Sensor 2)
P0057	Circuito de control del sensor de oxígeno bajo (Banco 2 Sensor 2)

Código	Descripción
P0058	Circuito de control del sensor de oxígeno alto (Banco 2 Sensor 2)
P0062	Circuito de control del sensor de oxígeno (Banco 2 Sensor 3)
P0063	Circuito de control del sensor de oxígeno bajo (Banco 2 Sensor 3)
P0064	Circuito de control del sensor de oxígeno alto (Banco 2 Sensor 3)
P0065	Rango/desempeño del control del inyección con auxilio de aire
P0066	Circuito de control de inyección con auxilio de aire o circuito bajo
P0067	Circuito de control de inyección con auxilio de aire alto
P0070	Circuito del sensor de temperatura del aire ambiente
P0071	Rango/desempeño del sensor de temperatura del aire ambiente
P0072	Circuito del sensor de temperatura del aire ambiente entrada baja
P0073	Circuito del sensor de temperatura del aire ambiente entrada alta
P0074	Circuito del sensor de temperatura del aire ambiente intermitente
P0075	Circuito del solenoide de control de la válvula de admisión (Banco 1)
P0076	Circuito del solenoide de control de la válvula de admisión bajo (Banco1)
P0077	Circuito del solenoide de control de la válvula de admisión alto (Banco1)
P0078	Circuito del solenoide de control de la válvula de escape (Banco 1)
P0079	Circuito del solenoide de control de la válvula de escape bajo (Banco 1)
P0080	Circuito del solenoide de control de la válvula de escape alto (Banco 1)
P0081	Circuito del solenoide de control de la válvula de admisión (Banco 2)
P0082	Circuito del solenoide de control de la válvula de admisión bajo (Banco2)
P0083	Circuito del solenoide de control de la válvula de admisión alto (Banco2)
P0084	Circuito del solenoide de control de la válvula de escape (Banco 2)
P0085	Circuito del solenoide de control de la válvula de escape bajo (Banco 2)
P0086	Circuito del solenoide de control de la válvula de escape alto (Banco 2)
P0100	Mal funcionamiento en el circuito de caudal másico o volumétrico de aire
P0101	Problema de rango/operación en el circuito de caudal másico o volumétrico
P0102	Baja entrada en el circuito de caudal másico o volumétrico
P0103	Alta entrada en el circuito de caudal másico o volumétrico
P0104	Intermitente en el circuito de caudal másico o volumétrico
P0105	Mal funcionamiento del circuito de presión absoluta de múltiple de admisión/presión barométrica
P0106	Problema de rango/operación del circuito de presión absoluta de múltiple de admisión/presión barométrica
P0107	Entrada baja en el circuito de presión absoluta de múltiple de admisión/presión barométrica
P0108	Entrada alta en el circuito de presión absoluta de múltiple de admisión/presión barométrica
P0109	Intermitente en el circuito de presión absoluta de múltiple de admisión/presión barométrica
P0110	Mal funcionamiento en el circuito de temperatura del aire de admisión

Código	Descripción
P0111	Problema de rango/operación en el circuito de temperatura del aire de admisión
P0112	Entrada baja en el circuito de temperatura del aire de admisión
P0113	Entrada alta en el circuito de temperatura del aire de admisión
P0114	Intermitente en el circuito de temperatura del aire de admisión
P0115	Mal funcionamiento en el circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0116	Problema de rango/operación en el circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0117	Entrada baja en el circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0118	Entrada alta en el circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0119	Intermitente en el circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0120	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor A
P0121	Problema de rango/operación en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor A
P0122	Entrada baja en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor A
P0123	Entrada alta en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor A
P0124	Intermitente en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor A
P0125	Temperatura del refrigerante del motor insuficiente para control de combustible a lazo cerrado
P0126	Temperatura del refrigerante del motor insuficiente para operación estable
P0127	Temperatura del aire de admisión demasiado alta
P0128	Termostato del refrigerante del motor (temperatura del refrigerante inferior a la temperatura de regulación)
P0130	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 1)
P0131	Bajo voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 1)
P0132	Alto voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 1)
P0133	Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 1)
P0134	No se detecta actividad en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor1)
P0135	Mal funcionamiento en el circuito del calefactor del sensor de O2 (Banco1 Sensor 1)
P0136	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 2)
P0137	Bajo voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 2)
P0138	Alto voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 2)
P0139	Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 2)
P0140	No se detecta actividad en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor2)
P0141	Mal funcionamiento en el circuito del calefactor del sensor de O2 (Banco1 Sensor 2)
P0142	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 3)
P0143	Bajo voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 3)
P0144	Alto voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 3)
P0145	Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor 3)
P0146	No se detecta actividad en el circuito del sensor de O2 (Banco 1 Sensor3)

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
P0148	Error de caudal de combustible
P0149	Error de sincronización del combustible
P0150	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 1)
P0151	Bajo voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 1)
P0152	Alto voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 1)
P0153	Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 1)
P0154	No se detecta actividad en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor1)
P0155	Mal funcionamiento en el circuito del calefactor del sensor de O2 (Banco2 Sensor 1)
P0156	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 2)
P0157	Bajo voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 2)
P0158	Alto voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 2)
P0159	Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 2)
P0160	No se detecta actividad en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor2)
P0161	Mal funcionamiento en el circuito del calefactor del sensor de O2 (Banco2 Sensor 2)
P0162	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 3)
P0163	Bajo voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 3)
P0164	Alto voltaje en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 3)
P0165	Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor 3)
P0166	No se detecta actividad en el circuito del sensor de O2 (Banco 2 Sensor3)
P0167	Mal funcionamiento en el circuito del calefactor del sensor de O2 (Banco2 Sensor 3)
P0168	Temperatura del combustible demasiado alta
P0169	Composición incorrecta del combustible
P0170	Mal funcionamiento en el ajuste de combustible (Banco 1)
P0171	Sistema demasiado pobre (Banco 1)
P0172	Sistema demasiado rico (Banco 1)
P0173	Mal funcionamiento en el ajuste de combustible (Banco 2)
P0174	Sistema demasiado pobre (Banco 2)
P0175	Sistema demasiado rico (Banco 2)
P0176	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de composición del combustible
P0177	Problema de rango/operación en el circuito del sensor de composición del combustible
P0178	Entrada baja en el circuito del sensor de composición del combustible
P0179	Entrada alta en el circuito del sensor de composición del combustible
P0180	Mal funcionamiento en el circuito del sensor A de temperatura del combustible
P0181	Problema de rango/operación en el circuito del sensor A de temperatura del combustible
P0182	Entrada baja en el circuito del sensor A de temperatura del combustible

Código	Descripción
P0183	Entrada alta en el circuito del sensor A de temperatura del combustible
P0184	Intermitente en el circuito del sensor A de temperatura del combustible
P0185	Mal funcionamiento en el circuito del sensor B de temperatura del combustible
P0186	Problema de rango/operación en el circuito del sensor B de temperatura del combustible
P0187	Entrada baja en el circuito del sensor B de temperatura del combustible
P0188	Entrada alta en el circuito del sensor B de temperatura del combustible
P0189	Intermitente en el circuito del sensor B de temperatura del combustible
P0190	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de presión en el riel de combustible
P0191	Problema de rango/operación en el circuito del sensor de presión en el riel de combustible
P0192	Entrada baja en el circuito del sensor de presión en el riel de combustible
P0193	Entrada alta en el circuito del sensor de presión en el riel de combustible
P0194	Intermitente en el circuito del sensor de presión en el riel de combustible
P0195	Mal funcionamiento en el sensor de temperatura del aceite del motor
P0196	Problema de rango/operación en el sensor de temperatura del aceite del motor
P0197	Entrada baja en el sensor de temperatura del aceite del motor
P0198	Entrada alta en el sensor de temperatura del aceite del motor
P0199	Intermitente en el sensor de temperatura del aceite del motor
P0200	Mal funcionamiento en circuito de inyector
P0201	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 1
P0202	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 2
P0203	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 3
P0204	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 4
P0205	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 5
P0206	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 6
P0207	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 7
P0208	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 8
P0209	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 9
P0210	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 10
P0211	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 11
P0212	Mal funcionamiento en circuito de inyector - Cilindro 12
P0213	Mal funcionamiento en inyector 1 de arranque frío
P0214	Mal funcionamiento en inyector 2 de arranque frío
P0215	Mal funcionamiento en solenoide de paro del motor
P0216	Mal funcionamiento en el circuito de control sincronización de la inyección
P0217	Exceso de temperatura en el motor
P0218	Exceso de temperatura en la transmisión
P0219	Exceso de velocidad en el motor

Código	Descripción
P0220	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor B
P0221	Problema de rango/operación en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor B
P0222	Entrada baja en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor B
P0223	Entrada alta en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor B
P0224	Intermitente en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor B
P0225	Mal funcionamiento en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor C
P0226	Problema de rango/operación en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor C
P0227	Entrada baja en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor C
P0228	Entrada alta en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor C
P0229	Intermitente en el circuito del sensor de posición del acelerador/pedal/interruptor C
P0230	Mal funcionamiento del circuito primario de la bomba de combustible
P0231	Circuito secundario de la bomba de combustible bajo
P0232	Circuito secundario de la bomba de combustible alto
P0233	Intermitente en circuito secundario de la bomba de combustible
P0234	Exceso de presión en el múltiple de admisión
P0235	Mal funcionamiento en el circuito del sensor A de presión del turbocargador
P0236	Problema de rango/operación en el circuito del sensor A de presión del turbocargador
P0237	Circuito del sensor A de presión del turbocargador bajo
P0238	Circuito del sensor A de presión del turbocargador alto
P0239	Mal funcionamiento en el circuito del sensor B de presión del turbocargador
P0240	Problema de rango/operación en el circuito del sensor B de presión del turbocargador
P0241	Circuito del sensor B de presión del turbocargador bajo
P0242	Circuito del sensor B de presión del turbocargador alto
P0243	Mal funcionamiento en solenoide A de compuerta de alivio del turbocargador
P0244	Problema de rango/operación en solenoide A de compuerta de alivio del turbocargador
P0245	Solenoide A de compuerta de alivio del turbocargador bajo
P0246	Solenoide A de compuerta de alivio del turbocargador alto
P0247	Mal funcionamiento en solenoide B de compuerta de alivio del turbocargador
P0248	Problema de rango/operación en solenoide B de compuerta de alivio del turbocargador
P0249	Solenoide B de compuerta de alivio del turbocargador bajo
P0250	Solenoide B de compuerta de alivio del turbocargador alto
P0251	Mal funcionamiento en rotor/leva de la bomba de inyección A
P0252	Problema de rango/operación en rotor/leva de la bomba de inyección A
P0253	Rotor/leva de la bomba de inyección A bajo
P0254	Rotor/leva de la bomba de inyección A alto

Código	Descripción
P0255	Intermitente en rotor/leva de la bomba de inyección A
P0256	Mal funcionamiento en rotor/leva de la bomba de inyección B
P0257	Problema de rango/operación en rotor/leva de la bomba de inyección B
P0258	Rotor/leva de la bomba de inyección B bajo
P0259	Rotor/leva de la bomba de inyección B alto
P0260	Intermitente en rotor/leva de la bomba de inyección B
P0261	Circuito del inyector del cilindro 1 bajo
P0262	Circuito del inyector del cilindro 1 alto
P0263	Falla en contribución/balance del cilindro 1
P0264	Circuito del inyector del cilindro 2 bajo
P0265	Circuito del inyector del cilindro 2 alto
P0266	Falla en contribución/balance del cilindro 2
P0267	Circuito del inyector del cilindro 3 bajo
P0268	Circuito del inyector del cilindro 3 alto
P0269	Falla en contribución/balance del cilindro 3
P0270	Circuito del inyector del cilindro 4 bajo
P0271	Circuito del inyector del cilindro 4 alto
P0272	Falla en contribución/balance del cilindro 4
P0273	Circuito del inyector del cilindro 5 bajo
P0274	Circuito del inyector del cilindro 5 alto
P0275	Falla en contribución/balance del cilindro 5
P0276	Circuito del inyector del cilindro 6 bajo
P0277	Circuito del inyector del cilindro 6 alto
P0278	Falla en contribución/balance del cilindro 6
P0279	Circuito del inyector del cilindro 7 bajo
P0280	Circuito del inyector del cilindro 7 alto
P0281	Falla en contribución/balance del cilindro 7
P0282	Circuito del inyector del cilindro 8 bajo
P0283	Circuito del inyector del cilindro 8 alto
P0284	Falla en contribución/balance del cilindro 8
P0285	Circuito del inyector del cilindro 9 bajo
P0286	Circuito del inyector del cilindro 9 alto
P0287	Falla en contribución/balance del cilindro 9
P0288	Circuito del inyector del cilindro 10 bajo
P0289	Circuito del inyector del cilindro 10 alto
P0290	Falla en contribución/balance del cilindro 10
P0291	Circuito del inyector del cilindro 11 bajo
P0292	Circuito del inyector del cilindro 11 alto

Código	Descripción
P0293	Falla en contribución/balance del cilindro 11
P0294	Circuito del inyector del cilindro 12 bajo
P0295	Circuito del inyector del cilindro 12 alto
P0296	Falla en contribución/balance del cilindro 12
P0298	Exceso de temperatura del aceite del motor
P0300	Mala combustión detectada general/cilindros múltiples
P0301	Mala combustión detectada en cilindro 1
P0302	Mala combustión detectada en cilindro 2
P0303	Mala combustión detectada en cilindro 3
P0304	Mala combustión detectada en cilindro 4
P0305	Mala combustión detectada en cilindro 5
P0306	Mala combustión detectada en cilindro 6
P0307	Mala combustión detectada en cilindro 7
P0308	Mala combustión detectada en cilindro 8
P0309	Mala combustión detectada en cilindro 9
P0310	Mala combustión detectada en cilindro 10
P0311	Mala combustión detectada en cilindro 11
P0312	Mala combustión detectada en cilindro 12
P0313	Mala combustión detectada con bajo combustible
P0314	Mala combustión en un solo cilindro (no se especifica el cilindro)
P0320	Mal funcionamiento en circuito de entrada de encendido/distribuidor velocidad del motor
P0321	Problema de rango/operación en circuito de entrada de encendido/distribuidor velocidad del motor
P0322	No hay señal en circuito de entrada de encendido/distribuidor velocidad del motor
P0323	Intermitente en circuito de entrada de encendido/distribuidor velocidad del motor
P0324	Error en sistema de control de detonación
P0325	Mal funcionamiento en circuito de sensor 1 de detonación (Banco 1 o un solo sensor)
P0326	Problema de rango/operación en circuito de sensor 1 de detonación (Banco1 o un solo sensor)
P0327	Entrada baja en circuito de sensor 1 de detonación (Banco 1 o un solo sensor)
P0328	Entrada alta en circuito de sensor 1 de detonación (Banco 1 o un solo sensor)
P0329	Intermitente en circuito de sensor 1 de detonación (Banco 1 o un solo sensor)
P0330	Mal funcionamiento en circuito de sensor 2 de detonación (Banco 2)
P0331	Problema de rango/operación en circuito de sensor 2 de detonación (Banco2)
P0332	Entrada baja en circuito de sensor 2 de detonación (Banco 2)
P0333	Entrada alta en circuito de sensor 2 de detonación (Banco 2)
P0334	Intermitente en circuito de sensor 2 de detonación (Banco 2)
P0335	Mal funcionamiento en circuito del sensor A de posición del cigüeñal

Código	Descripción
P0336	Problema de rango/operación en circuito del sensor A de posición del cigüeñal
P0337	Entrada baja en circuito del sensor A de posición del cigüeñal
P0338	Entrada alta en circuito del sensor A de posición del cigüeñal
P0339	Intermitente en circuito del sensor A de posición del cigüeñal
P0340	Mal funcionamiento en circuito del sensor de posición del árbol de levas
P0341	Problema de rango/operación en circuito del sensor de posición del árbol de levas
P0342	Entrada baja en circuito del sensor de posición del árbol de levas
P0343	Entrada alta en circuito del sensor de posición del árbol de levas
P0344	Intermitente en circuito del sensor de posición del árbol de levas
P0345	Circuito del sensor de posición A del árbol de levas (Banco 2)
P0346	Rango/desempeño del circuito del sensor de posición A del árbol de levas(Banco2)
P0347	Circuito del sensor de posición A del árbol de levas entrada baja (Banco2)
P0348	Circuito del sensor de posición A del árbol de levas entrada alta (Banco2)
P0349	Circuito del sensor de posición A del árbol de levas intermitente (Banco2)
P0350	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido
P0351	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido A
P0352	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido B
P0353	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido C
P0354	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido D
P0355	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido E
P0356	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido F
P0357	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido G
P0358	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido H
P0359	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido I
P0360	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido J
P0361	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido K
P0362	Mal funcionamiento en circuito primario/secundario de bobina de encendido L
P0365	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas (Banco 1)
P0366	Rango/desempeño del circuito del sensor de posición B del árbol de levas(Banco1)
P0367	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas entrada baja (Banco1)
P0368	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas entrada alta (Banco1)
P0369	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas intermitente (Banco1)
P0370	Mal funcionamiento en señal A de alta resolución de referencia de sincronización
P0371	Señal A de alta resolución de referencia de sincronización exceso de pulsos
P0372	Señal A de alta resolución de referencia de sincronización defecto de pulsos
P0373	Señal A de alta resolución de referencia de sincronización intermitente/pulsos erráticos
P0374	Señal A de alta resolución de referencia de sincronización no hay pulsos
P0375	Mal funcionamiento en señal B de alta resolución de referencia de sincronización

Código	Descripción
P0376	Señal B de alta resolución de referencia de sincronización exceso de pulsos
P0377	Señal B de alta resolución de referencia de sincronización defecto de pulsos
P0378	Señal B de alta resolución de referencia de sincronización intermitente/pulsos erráticos
P0379	Señal B de alta resolución de referencia de sincronización no hay pulsos
P0380	Mal funcionamiento en bujía calefactora/circuito de calefactor
P0381	Mal funcionamiento en circuito indicador bujía calefactora/calefactor
P0382	Mal funcionamiento en bujía calefactora/circuito de calefactor B
P0385	Mal funcionamiento en circuito del sensor B de posición del cigüeñal
P0386	Problema de rango/operación en circuito del sensor B de posición del cigüeñal
P0387	Entrada baja en circuito del sensor B de posición del cigüeñal
P0388	Entrada alta en circuito del sensor B de posición del cigüeñal
P0389	Intermitente en circuito del sensor B de posición del cigüeñal
P0390	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas (Banco 2)
P0391	Rango/desempeño del circuito del sensor de posición B del árbol de levas(Banco2)
P0392	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas entrada baja (Banco2)
P0393	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas entrada alta (Banco2)
P0394	Circuito del sensor de posición B del árbol de levas intermitente (Banco2)
P0400	Mal funcionamiento en caudal de recirculación de gases de escape
P0401	Insuficiente caudal de recirculación de gases de escape detectado
P0402	Exceso de caudal de recirculación de gases de escape detectado
P0403	Mal funcionamiento en circuito de recirculación de gases de escape
P0404	Problema de rango/operación en circuito de recirculación de gases de escape
P0405	Circuito del sensor A de recirculación de gases de escape bajo
P0406	Circuito del sensor A de recirculación de gases de escape alto
P0407	Circuito del sensor B de recirculación de gases de escape bajo
P0408	Circuito del sensor B de recirculación de gases de escape alto
P0409	Circuito del sensor A de recirculación de gases de escape
P0410	Mal funcionamiento en sistema de inyección de aire secundario
P0411	Sistema de inyección de aire secundario caudal incorrecto detectado
P0412	Mal funcionamiento en circuito de válvula de cambio A del sistema de inyección de aire secundario
P0413	Circuito de válvula de cambio A del sistema de inyección de aire secundario abierto
P0414	Circuito de válvula de cambio A del sistema de inyección de aire secundario encorto circuito
P0415	Mal funcionamiento en circuito de válvula de cambio B del sistema de inyección de aire secundario
P0416	Circuito de válvula de cambio B del sistema de inyección de aire secundario abierto
P0417	Circuito de válvula de cambio B del sistema de inyección de aire secundario en corto circuito

Código	Descripción
P0418	Mal funcionamiento en circuito de relevador A del sistema de inyección de aire secundario
P0419	Mal funcionamiento en circuito de relevador B del sistema de inyección de aire secundario
P0420	Eficiencia del sistema de catalizador inferior al umbral (Banco 1)
P0421	Eficiencia del catalizador de calentamiento inferior al umbral (Banco 1)
P0422	Eficiencia del catalizador principal inferior al umbral (Banco 1)
P0423	Eficiencia del catalizador con calefactor inferior al umbral (Banco 1)
P0424	Temperatura del catalizador con calefactor inferior al umbral (Banco 1)
P0425	Sensor de temperatura del catalizador (Banco 1)
P0426	Rango/desempeño del sensor de temperatura del catalizador (Banco 1)
P0427	Sensor de temperatura del catalizador entrada baja (Banco 1)
P0428	Sensor de temperatura del catalizador entrada alta (Banco 1)
P0429	Circuito de control del calefactor del catalizador (Banco 1)
P0430	Eficiencia del sistema de catalizador inferior al umbral (Banco 2)
P0431	Eficiencia del catalizador de calentamiento inferior al umbral (Banco 2)
P0432	Eficiencia del catalizador principal inferior al umbral (Banco 2)
P0433	Eficiencia del catalizador con calefactor inferior al umbral (Banco 2)
P0434	Temperatura del catalizador con calefactor inferior al umbral (Banco 2)
P0435	Sensor de temperatura del catalizador (Banco 2)
P0436	Rango/desempeño del sensor de temperatura del catalizador (Banco 2)
P0437	Sensor de temperatura del catalizador entrada baja (Banco 2)
P0438	Sensor de temperatura del catalizador entrada alta (Banco 2)
P0439	Circuito de control del calefactor del catalizador (Banco 2)
P0440	Mal funcionamiento en sistema de control de emisión de evaporación de combustible a la atmósfera
P0441	Sistema de control de emisión de evaporación de combustible a la atmósfera; caudal de purga incorrecto
P0442	P0442 Fuga pequeña detectada en sistema de control de emisión de evaporación de combustible a la atmósfera
P0443	Mal funcionamiento en circuito de la válvula de control del sistema de emisión de evaporación de combustible
P0444	Circuito de la válvula de control del sistema de emisión de evaporación de combustible a la atmósfera abierto
P0445	Circuito de la válvula de control del sistema de emisión de evaporación de combustible a la atmósfera en
P0446	Mal funcionamiento en circuito de la válvula de alivio del sistema de emisión de evaporación de combustible
P0447	Circuito de la válvula de alivio del sistema de emisión de evaporación de combustible a la atmósfera abierto
P0448	Circuito de la válvula de alivio del sistema de emisión de evaporación de combustible

Código	Descripción
P0449	Mal funcionamiento en circuito del solenoide/válvula de alivio del sistema de emisión de evaporación de
P0450	Mal funcionamiento en sensor de presión del sistema de control de emisión de evaporación de combustible
P0451	Problema de rango/operación en sensor de presión del sistema de control de emisión de evaporación de
P0452	Entrada baja en sensor de presión del sistema de control de emisión de evaporación de combustible a la
P0453	Entrada alta en sensor de presión del sistema de control de emisión de evaporación de combustible a la
P0454	Intermitente en sensor de presión del sistema de control de emisión de evaporación de combustible a la
P0455	Fuga grande detectada en sistema de control de emisión de evaporación de combustible a la atmósfera
P0456	Fuga detectada en sistema de control de contaminación por evaporación (fuga muy pequeña)
P0457	Fuga detectada en sistema de control de contaminación por evaporación (tapa del depósito de combustible)
P0460	Mal funcionamiento en circuito del sensor de nivel de combustible
P0461	Problema de rango/operación en circuito del sensor de nivel de combustible
P0462	Entrada baja en circuito del sensor de nivel de combustible
P0463	Entrada alta en circuito del sensor de nivel de combustible
P0464	Intermitente en circuito del sensor de nivel de combustible
P0465	Mal funcionamiento en circuito del sensor de caudal de purga
P0466	Problema de rango/operación en circuito del sensor de caudal de purga
P0467	Entrada baja en circuito del sensor de caudal de purga
P0468	Entrada alta en circuito del sensor de caudal de purga
P0469	Intermitente en circuito del sensor de caudal de purga
P0470	Mal funcionamiento en sensor de presión de escape
P0471	Problema de rango/operación en sensor de presión de escape
P0472	Entrada baja en sensor de presión de escape
P0473	Entrada alta en sensor de presión de escape
P0474	Intermitente en sensor de presión de escape
P0475	Mal funcionamiento en válvula de control de presión de escape
P0476	Problema de rango/operación en válvula de control de presión de escape
P0477	Entrada baja en válvula de control de presión de escape
P0478	Entrada alta en válvula de control de presión de escape
P0479	Intermitente en válvula de control de presión de escape
P0480	Mal funcionamiento en circuito de control de ventilador de enfriamiento1
P0481	Mal funcionamiento en circuito de control de ventilador de enfriamiento2

Código	Descripción
P0482	Mal funcionamiento en circuito de control de ventilador de enfriamiento3
P0483	Mal funcionamiento de razonabilidad en verificación del ventilador de enfriamiento
P0484	Exceso de corriente en circuito del ventilador de enfriamiento
P0485	Mal funcionamiento en circuito de alimentación/tierra del ventilador de enfriamiento
P0486	Circuito del sensor B de recirculación de gases de escape
P0487	Circuito de control de posición de mariposa de admisión de recirculación de gases de escape
P0488	Rango/desempeño del circuito de control de posición de mariposa de admisión de recirculación de gases
P0491	Sistema de inyección de aire secundario (Banco 1)
P0492	Sistema de inyección de aire secundario (Banco 2)
P0500	Mal funcionamiento en sensor de velocidad del vehículo
P0501	Problema de rango/operación en sensor de velocidad del vehículo
P0502	Entrada baja en circuito del sensor de velocidad del vehículo
P0503	Sensor de velocidad del vehículo intermitente/errático/alto
P0505	Mal funcionamiento en sistema de control de velocidad a marcha lenta del motor
P0506	RPM de velocidad a marcha lenta del motor inferior a lo esperado
P0507	RPM de velocidad a marcha lenta del motor superior a lo esperado
P0508	Circuito de control de velocidad mínima del motor bajo
P0509	Circuito de control de velocidad mínima del motor alto
P0510	Mal funcionamiento en interruptor de mariposa de admisión en posición cerrada
P0512	Circuito de solicitud de motor de arranque
P0513	"Llave del inmovilizador incorrecta (inmovilizador pendiente de aprobación por SAE J1930)
P0515	Circuito del sensor de temperatura de la batería
P0516	Circuito del sensor de temperatura de la batería bajo
P0517	Circuito del sensor de temperatura de la batería alto
P0520	Mal funcionamiento en circuito de presión/interruptor de presión de aceite del motor
P0521	Problema de rango/operación en circuito de presión/interruptor de presión de aceite del motor
P0522	Bajo voltaje en circuito de presión/interruptor de presión de aceite del motor
P0523	Alto voltaje en circuito de presión/interruptor de presión de aceite del motor
P0524	Presión de aceite del motor demasiado baja
P0530	Mal funcionamiento en circuito del sensor de presión del refrigerante de/C
P0531	Problema de rango/operación en circuito del sensor de presión del refrigerante de A/C
P0532	Entrada baja en circuito del sensor de presión del refrigerante de A/C
P0533	Entrada alta en circuito del sensor de presión del refrigerante de A/C
P0534	Pérdida de la carga de refrigerante del A/C
P0540	Circuito de calefacción del aire de admisión

Código	Descripción
P0541	Circuito de calefacción del aire de admisión bajo
P0542	Circuito de calefacción del aire de admisión alto
P0544	Circuito del sensor de temperatura del gas de escape (Banco 1)
P0545	Circuito del sensor de temperatura del gas de escape bajo (Banco 1)
P0546	Circuito del sensor de temperatura del gas de escape alto (Banco 1)
P0547	Circuito del sensor de temperatura del gas de escape (Banco 2)
P0548	Circuito del sensor de temperatura del gas de escape bajo (Banco 2)
P0549	Circuito del sensor de temperatura del gas de escape alto (Banco 2)
P0550	Mal funcionamiento en circuito del sensor de presión de la dirección hidráulica
P0551	Problema de rango/operación en circuito del sensor de presión de la dirección hidráulica
P0552	Entrada baja en circuito del sensor de presión de la dirección hidráulica
P0553	Entrada alta en circuito del sensor de presión de la dirección hidráulica
P0554	Intermitente en circuito del sensor de presión de la dirección hidráulica
P0560	Mal funcionamiento de voltaje en el sistema
P0561	Voltaje inestable en el sistema
P0562	Voltaje bajo en el sistema
P0563	Voltaje alto en el sistema
P0564	Señal de entrada multifunción del sistema de control de velocidad de crucero
P0565	"Mal funcionamiento en señal ""ON"" del control de velocidad de crucero
P0566	"Mal funcionamiento en señal ""OFF"" del control de velocidad de crucero
P0567	"Mal funcionamiento en señal ""reanudar"" del control de velocidad de crucero
P0568	"Mal funcionamiento en señal ""fijar velocidad"" del control de velocidad de crucero
P0569	"Mal funcionamiento en señal ""dejar correr sin potencia"" (coast) del control de velocidad de crucero
P0570	"Mal funcionamiento en señal ""acelerar"" del control de velocidad de crucero
P0571	Mal funcionamiento en control de velocidad de crucero/interruptor de freno A
P0572	Circuito bajo en control de velocidad de crucero/interruptor de freno A
P0573	Circuito alto en control de velocidad de crucero/interruptor de freno A
P0574	Sistema de control de velocidad de crucero - Velocidad del vehículo excesiva
P0575	Circuito de entrada del control de velocidad de crucero
P0576	Circuito de entrada del control de velocidad de crucero bajo
P0577	Circuito de entrada del control de velocidad de crucero alto
P0578	Reservados para códigos del sistema de control de velocidad de crucero
P0579	Reservados para códigos del sistema de control de velocidad de crucero
P0580	Reservados para códigos del sistema de control de velocidad de crucero
P0600	Mal funcionamiento en enlace serial de comunicaciones
P0601	Error de suma de verificación en memoria interna del módulo de control
P0602	Error de programación en módulo de control

Código	Descripción
P0603	Error en memoria interna no borrable (keep alive memory-KAM) del módulo de control
P0604	Error en memoria interna RAM del módulo de control
P0605	Error en memoria interna ROM del módulo de control
P0606	Falla en procesador del PCM
P0607	Desempeño del módulo de control
P0608	Mal funcionamiento en salida A del sensor de velocidad del vehículo del módulo de control
P0609	Mal funcionamiento en salida B del sensor de velocidad del vehículo del módulo de control
P0610	Error de opciones del vehículo en el módulo de control
P0615	Circuito del relevador del motor de arranque
P0616	Circuito del relevador del motor de arranque bajo
P0617	Circuito del relevador del motor de arranque alto
P0618	Error de KAM en módulo de control de combustible alternativo
P0619	Error de RAM/ROM en módulo de control de combustible alternativo
P0620	Mal funcionamiento en circuito de control del generador
P0621	"Mal funcionamiento en circuito de control de la lamparilla ""L"" del generador
P0622	"Mal funcionamiento en circuito de control de la lamparilla ""F"" del generador
P0623	Circuito de control de la luz del generador
P0624	Circuito de control de la luz de la tapa del depósito de combustible
P0630	VIN no programado o no concuerda - ECM/PCM
P0631	VIN no programado o no concuerda – TCM
P0635	Circuito de control de la dirección hidráulica
P0636	Circuito de control de la dirección hidráulica bajo
P0637	Circuito de control de la dirección hidráulica alto
P0638	Rango/desempeño del control del actuador de la mariposa de admisión (Banco 1)
P0639	Rango/desempeño del control del actuador de la mariposa de admisión (Banco 2)
P0640	Circuito de control del calefactor de aire de admisión
P0645	Circuito de control del relevador del embrague de A/C
P0646	Circuito de control del relevador del embrague de A/C bajo
P0647	Circuito de control del relevador del embrague de A/C alto
P0648	"Circuito de control de la luz del inmovilizador (inmovilizador pendiente de aprobación por SAE J1930)
P0649	Circuito de control de la luz de velocidad
P0650	Mal funcionamiento en el circuito de control de la luz indicadora de malfuncionamiento (MIL)
P0654	Mal funcionamiento en circuito de salida de RPM del motor
P0655	Mal funcionamiento en circuito de salida a luz indicadora de motor sobrecalentado
P0656	Mal funcionamiento en circuito de salida de nivel de combustible

Código	Descripción
P0660	Circuito de control de la válvula de sintonización del múltiple de admisión (Banco 1)
P0661	Circuito de control de la válvula de sintonización del múltiple de admisión bajo (Banco 1)
P0662	Circuito de control de la válvula de sintonización del múltiple de admisión alto (Banco 1)
P0663	Circuito de control de la válvula de sintonización del múltiple de admisión (Banco 2)
P0664	Circuito de control de la válvula de sintonización del múltiple de admisión bajo (Banco 2)
P0665	Circuito de control de la válvula de sintonización del múltiple de admisión alto (Banco 2)
P0700	Mal funcionamiento en sistema de control de la transmisión
P0701	Problema de rango/operación en sistema de control de la transmisión
P0702	Problema eléctrico en sistema de control de la transmisión
P0703	Mal funcionamiento en circuito del convertidor de par/interruptor de frenos B
P0704	Mal funcionamiento en circuito de entrada del interruptor del embrague
P0705	Mal funcionamiento en circuito del sensor del rango de la transmisión (entrada PRNDL)
P0706	Problema de rango/operación en circuito del sensor del rango de la transmisión
P0707	Entrada baja en circuito del sensor del rango de la transmisión
P0708	Entrada alta en circuito del sensor del rango de la transmisión
P0709	Intermitente en circuito del sensor del rango de la transmisión
P0710	Mal funcionamiento en circuito del sensor de temperatura del fluido de la transmisión
P0711	Problema de rango/operación en circuito del sensor de temperatura del fluido de la transmisión
P0712	Entrada baja en circuito del sensor de temperatura del fluido de la transmisión
P0713	Entrada alta en circuito del sensor de temperatura del fluido de la transmisión
P0714	Intermitente en circuito del sensor de temperatura del fluido de la transmisión
P0715	Mal funcionamiento en circuito del sensor de velocidad de entrada/turbina
P0716	Problema de rango/operación en circuito del sensor de velocidad de entrada/turbina
P0717	No hay señal en el circuito del sensor de velocidad de entrada/turbina
P0718	Intermitente en circuito del sensor de velocidad de entrada/turbina
P0719	Circuito del convertidor de par/interruptor de frenos B bajo
P0720	Mal funcionamiento en circuito del sensor de velocidad de salida
P0721	Problema de rango/operación en circuito del sensor de velocidad de salida
P0722	No hay señal en el circuito del sensor de velocidad de salida
P0723	Intermitente en circuito del sensor de velocidad de salida
P0724	Circuito del convertidor de par/interruptor de frenos B alto
P0725	Mal funcionamiento en circuito de entrada de velocidad del motor
P0726	Problema de rango/operación en circuito de entrada de velocidad del motor
P0727	No hay señal en el circuito de entrada de velocidad del motor
P0728	Intermitente en circuito de entrada de velocidad del motor
P0730	Relación de engranes incorrecta

Código	Descripción
P0731	Relación de engranes incorrecta en primera
P0732	Relación de engranes incorrecta en segunda
P0733	Relación de engranes incorrecta en tercera
P0734	Relación de engranes incorrecta en cuarta
P0735	Relación de engranes incorrecta en quinta
P0736	Relación de engranes incorrecta en reversa
P0737	Circuito de salida de velocidad del motor del TCM
P0738	Circuito de salida de velocidad del motor del TCM bajo
P0739	Circuito de salida de velocidad del motor del TCM alto
P0740	Mal funcionamiento en circuito de embrague del convertidor de par
P0741	Problema de operación en el circuito del embrague del convertidor de paro no embraga
P0742	Circuito del embrague del convertidor de par siempre energizado
P0743	Problema eléctrico en el circuito del embrague del convertidor de par
P0744	Intermitente en el circuito del embrague del convertidor de par
P0745	Mal funcionamiento en el solenoide de control de presión
P0746	Problema de rango/operación en el solenoide de control de presión o atorado apagado
P0747	Solenoide de control de presión o atorado encendido
P0748	Problema eléctrico en el solenoide de control de presión
P0749	Intermitente en el solenoide de control de presión
P0750	Mal funcionamiento en el solenoide de cambios A
P0751	Problema de rango/operación en el solenoide de cambios A o atorado apagado
P0752	Solenoide de cambios A atorado encendido
P0753	Problema eléctrico en el solenoide de cambios A
P0754	Intermitente en el solenoide de cambios A
P0755	Mal funcionamiento en el solenoide de cambios B
P0756	Problema de rango/operación en el solenoide de cambios B o atorado apagado
P0757	Solenoide de cambios B atorado encendido
P0758	Problema eléctrico en el solenoide de cambios B
P0759	Intermitente en el solenoide de cambios B
P0760	Mal funcionamiento en el solenoide de cambios C
P0761	Problema de rango/operación en el solenoide de cambios C o atorado apagado
P0762	Solenoide de cambios C atorado encendido
P0763	Problema eléctrico en el solenoide de cambios C
P0764	Intermitente en el solenoide de cambios C
P0765	Mal funcionamiento en el solenoide de cambios D
P0766	Problema de rango/operación en el solenoide de cambios D o atorado apagado
P0767	Solenoide de cambios D atorado encendido
P0768	Problema eléctrico en el solenoide de cambios D

Código	Descripción
P0769	Intermitente en el solenoide de cambios C
P0770	Mal funcionamiento en el solenoide de cambios E
P0771	Problema de rango/operación en el solenoide de cambios E o atorado apagado
P0772	Solenoide de cambios E atorado encendido
P0773	Problema eléctrico en el solenoide de cambios E
P0774	Intermitente en el solenoide de cambios E
P0775	Solenoide B de control de presión
P0776	Desempeño del solenoide B de control de presión o pegado apagado
P0777	Solenoide B de control de presión pegado encendido
P0778	Solenoide B de control de presión problema eléctrico
P0779	Solenoide B de control de presión intermitente
P0780	Mal funcionamiento en cambio
P0781	Mal funcionamiento en cambio 1 a 2
P0782	Mal funcionamiento en cambio 2 a 3
P0783	Mal funcionamiento en cambio 3 a 4
P0784	Mal funcionamiento en cambio 4 a 5
P0785	Mal funcionamiento en solenoide de sincronización de cambios
P0786	Problema de rango/operación en solenoide de sincronización de cambios
P0787	Solenoide de sincronización de cambios bajo
P0788	Solenoide de sincronización de cambios alto
P0789	Intermitente en solenoide de sincronización de cambios
P0790	Mal funcionamiento en circuito del interruptor normal/alto desempeño
P0791	Circuito del sensor de velocidad del eje intermedio
P0792	Rango/desempeño del circuito del sensor de velocidad del eje intermedio
P0793	Circuito del sensor de velocidad del eje intermedio no tiene señal
P0794	Circuito del sensor de velocidad del eje intermedio intermitente
P0795	Solenoide C de control de presión
P0796	Desempeño del solenoide C de control de presión o pegado apagado
P0797	Solenoide C de control de presión pegado encendido
P0798	Solenoide C de control de presión problema eléctrico
P0799	Solenoide C de control de presión intermitente
P0801	Mal funcionamiento en circuito de control de inhibición de reversa
P0803	Mal funcionamiento en circuito de control del solenoide de cambio 1 a 4(skip shift)
P0804	Mal funcionamiento en circuito de control de la luz indicadora de cambio 1 a 4(skip shift)
P0805	Circuito del sensor de posición del embrague
P0806	Rango/desempeño del circuito del sensor de posición del embrague
P0807	Circuito del sensor de posición del embrague bajo
P0808	Circuito del sensor de posición del embrague alto

Código	Descripción
P0809	Circuito del sensor de posición del embrague intermitente
P0810	Error en control de posición del embrague
P0811	Deslizamiento excesivo en el embrague
P0812	Circuito de entrada invertido
P0813	Circuito de salida invertido
P0814	Circuito del indicador de posición de la transmisión
P0815	Circuito de control de cambio ascendente
P0816	Circuito de control de cambio descendente
P0817	Circuito de inhabilitación del motor de arranque
P0818	Circuito del interruptor de desconexión del tren motriz
P0820	Circuito del sensor de posición X-Y de la palanca de cambios
P0821	Circuito de posición X de la palanca de cambios
P0822	Circuito de posición Y de la palanca de cambios
P0823	Circuito de posición X de la palanca de cambios intermitente
P0824	Circuito de posición Y de la palanca de cambios intermitente
P0825	Interruptor de tirar-empujar de la palanca de cambios (anticipación de cambios)
P0830	Circuito del interruptor A del pedal del embrague
P0831	Circuito del interruptor A del pedal del embrague bajo
P0832	Circuito del interruptor A del pedal del embrague alto
P0833	Circuito del interruptor B del pedal del embrague
P0834	Circuito del interruptor B del pedal del embrague bajo
P0835	Circuito del interruptor B del pedal del embrague alto
P0836	Circuito del interruptor de tracción en las 4 ruedas (4WD)
P0837	Rango/desempeño en circuito del interruptor de tracción en las 4 ruedas(4WD)
P0838	Circuito del interruptor de tracción en las 4 ruedas (4WD) bajo
P0839	Circuito del interruptor de tracción en las 4 ruedas (4WD) alto
P0840	Circuito del sensor/interruptor A de presión del fluido de la transmisión
P0841	Rango/desempeño en circuito del sensor/interruptor A de presión del fluido de la transmisión
P0842	Circuito del sensor/interruptor A de presión del fluido de la transmisión bajo
P0843	Circuito del sensor/interruptor A de presión del fluido de la transmisión alto
P0844	Circuito del sensor/interruptor A de presión del fluido de la transmisión intermitente
P0845	Circuito del sensor/interruptor B de presión del fluido de la transmisión
P0846	Rango/desempeño en circuito del sensor/interruptor B de presión del fluido de la transmisión
P0847	Circuito del sensor/interruptor B de presión del fluido de la transmisión bajo
P0848	Circuito del sensor/interruptor B de presión del fluido de la transmisión alto
P0849	Circuito del sensor/interruptor B de presión del fluido de la transmisión intermitente
P1031	Problema en circuito del sensor de O2 con calefactor

Código	Descripción
P1106	Voltaje alto o bajo intermitente en circuito del sensor MAP
P1107	Voltaje bajo intermitente en circuito del sensor MAP
P1108	Comparación de sensor BARO con MAP demasiado alta
P1111	Voltaje alto intermitente en circuito del sensor IAT
P1112	Voltaje bajo intermitente en circuito del sensor IAT (excepto Catera)
P1112	Control de válvula de conmutación del recinto de admisión (Catera)
P1113	Control de válvula de conmutación de resonancia de la admisión
P1114	Voltaje bajo intermitente en circuito del sensor ECT
P1115	Voltaje alto intermitente en circuito del sensor ECT
P1120	Circuito del sensor 1 de posición de la mariposa de admisión
P1121	Problema de operación en circuito del sensor 1, 2 de posición de la mariposa de admisión/Circuito del sistema
P1122	Voltaje bajo intermitente en circuito TPS
P1125	Sistema APP
P1133	Insuficiente conmutación en sensor de O2 con/sin calefactor (Sensor 1 o Banco 1, Sensor 1)
P1134	Relación de tiempo de transición del sensor de O2 con calefactor Banco 1Sensor1
P1137	Bajo voltaje en sensor de O2 con calefactor durante mezcla enriquecida para potencia
P1138	Alto voltaje en sensor de O2 con calefactor durante corte de combustible al desacelerar
P1139	Insuficiente conmutación en sensor de O2 con calefactor Banco 1 Sensor 2
P1140	Relación de tiempo de transición del sensor de O2 con calefactor Banco 1Sensor2
P1141	Circuito de control del calefactor del sensor de O2 con calefactor
P1153	Insuficiente conmutación en sensor de O2 con calefactor Banco 2 Sensor 1
P1154	Relación de tiempo de transición del sensor de O2 con calefactor Banco 2Sensor1
P1158	Sensor de O2 con calefactor conmutado a rico (Banco 2 Sensor 2)/Protección de sobretemperatura de metal
P1161	Relación de tiempo de transición del sensor de O2 con calefactor Banco 2Sensor2
P1171	Sistema de combustible mezcla pobre durante aceleración
P1187	Bajo voltaje en sensor de temperatura de aceite del motor (excepto Corvette de1997)
P1187	Bajo voltaje en sensor de temperatura de aceite del motor (en Corvette de 1997)
P1188	Alto voltaje en sensor de temperatura de aceite del motor (excepto Corvette de 1997)
P1188	Alto voltaje en sensor de temperatura de aceite del motor (en Corvette de 1997)
P1189	Circuito del sensor de presión de aceite del motor
P1200	Circuito de control de inyector
P1214	Desviación de sincronización de bomba de inyección
P1215	Circuito de accionador del generador
P1216	Tiempo de respuesta del solenoide de combustible demasiado corto
P1217	Tiempo de respuesta del solenoide de combustible demasiado largo
P1218	Circuito de calibración de la bomba de inyección

Código	Descripción
P1220	Falla en circuito del sensor 2 de posición de la mariposa de admisión (TP)
P1221	Operación del sensor 1, 2 de posición de la mariposa de admisión (TP)
P1222	Intermitente en circuito de control de inyector
P1250	Circuito del calefactor del evaporador rápido de combustible (EFE)
P1257	Condición de control de presión de admisión/Exceso de presión en sistema del supercargador
P1260	Circuito de control del relevador de velocidad de la bomba de combustible
P1271	Correlación de sensores 1-2 de posición del pedal del acelerador
P1272	Correlación de sensores 2-3 de posición del pedal del acelerador
P1273	Correlación de sensores 1-3 de posición del pedal del acelerador
P1275	Condición de control de presión de admisión (Corvette 1997-98)
P1275	Circuito del sensor (APP) 1 de posición del pedal del acelerador (Corvette 1997-98)
P1276	Operación del circuito del sensor 1 de posición del pedal del acelerador(APP)
P1280	Circuito del sensor 2 de posición del pedal del acelerador (APP)
P1281	Operación del circuito del sensor 2 de posición del pedal del acelerador(APP)
P1285	Circuito del sensor 2 de posición del pedal del acelerador (APP)
P1286	Operación del circuito del sensor 2 de posición del pedal del acelerador(APP)
P1300	Circuito de retroalimentación del primario de la bobina de encendido 1
P1305	Circuito de retroalimentación del primario de la bobina de encendido 2
P1310	Circuito de retroalimentación del primario de la bobina de encendido 3
P1315	Circuito de retroalimentación del primario de la bobina de encendido 4
P1320	Demasiados pulsos en circuito de referencia ICM 4X (excepto 4.0L 1996 a98)
P1320	No hay pulsos en circuito de referencia ICM 4X (4.0L 1996 a 98)
P1323	Baja frecuencia en circuito de referencia ICM 24X
P1335	Circuito de sensor de posición del cigüeñal
P1336	No se aprendió la variación del sistema CKP
P1345	Falla de correlación de posición del cigüeñal al árbol de levas
P1346	No se aprendió la variación del sistema CKP/Operación de la posición del árbol de levas
P1349	Sistema de posición del árbol de levas
P1350	Sistema de control del encendido
P1351	Alto voltaje en circuito de control del encendido (excepto 3.1L 1998)
P1351	Circuito de control del encendido abierto (3.1L 1998)
P1352	Circuito de derivación (bypass) abierto o alto voltaje
P1359	Circuito de control de grupo 1 de bobinas de encendido
P1360	Circuito de control de grupo 2 de bobinas de encendido
P1361	Circuito de control de encendido no conmuta
P1361	Bajo voltaje en circuito de control del encendido (encendido con distribuidor)
P1362	Circuito de derivación (bypass) en corto circuito o bajo voltaje

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
P1370	Demasiados pulsos en referencia ICM 4X
P1371	Muy pocos pulsos en referencia ICM 4X (excepto Caprice, Fleetwood, Impala SS y Roadmaster)
P1371	Baja resolución en encendido con distribuidor (excepto Caprice, Fleetwood, Impala SS y Roadmaster)
P1372	Correlación A-B en sensor CKP
P1374	Circuito de referencia 3X
P1375	Alto voltaje en referencia ICM 24X
P1376	Circuito de tierra del encendido
P1377	Comparación de pulso de referencia leva ICM a 4X
P1380	DTC detectado ABS/EBCM/EB(T)CM/Datos de camino con baches no es utilizable
P1381	Mala combustión detectada no hay datos seriales de EBCM/EB(T)CM/PCM
P1401	Falla en prueba de caudal de recirculación de gases de escape (EGR)
P1403	Error de EGR
P1404	Posición cerrada en vástago de válvula EGR
P1404	Válvula EGR pegada abierta o funcionamiento del circuito
P1405	Error de EGR
P1406	Circuito de posición del vástago de válvula de EGR
P1408	Circuito del sensor MAP
P1410	Sistema de presión del tanque de combustible
P1415	Sistema AIR Banco 1
P1416	Sistema AIR Banco 2
P1431	Operación del circuito del sensor 2 de nivel del combustible
P1432	Bajo voltaje en circuito del sensor 2 de nivel del combustible
P1433	Alto voltaje en circuito del sensor 2 de nivel del combustible
P1441	Flujo en sistema EVAP no estando en purga
P1442	Circuito del interruptor de vacío de EVAP
P1450	Circuito del sensor BARO
P1451	Circuito del sensor BARO
P1460	Circuito del ventilador de enfriamiento (excepto Catera)
P1460	Mala combustión detectada con bajo combustible (Catera)
P1483	Operación del sistema de enfriamiento del motor
P1500	Circuito de señal del motor de arranque
P1501	Sistema contra robos
P1502	No se recibió contraseña en sistema contra robos
P1503	Contraseña incorrecta en sistema contra robos
P1508	Bajas RPM en sistema de control de aire a marcha lenta (IAC)
P1509	Altas RPM en sistema de control de aire a marcha lenta (IAC)
P1510	Fuente de alimentación de respaldo

Código	Descripción
P1511	Sistema de control de la mariposa de admisión - Operación del sistema de respaldo
P1514	Operación de MAF en sistema TAC
P1515	Posición actual contra comandada de la mariposa de admisión (PCM)
P1516	Posición actual contra comandada de la mariposa de admisión (Módulo TAC)
P1517	Módulo procesador TAC
P1518	Circuito de datos seriales PCM a Módulo TAC
P1519	Módulo de control del actuador de la mariposa de admisión
P1520	Circuito del interruptor de Park/Neutral, sistema de indicador de cambios
P1523	Operación de mariposa de admisión cerrada
P1524	Grados del ángulo aprendido del TPS de la mariposa de admisión cerrada fuera de rango
P1526	Aprendizaje del TPS no se ha terminado
P1527	Comparación del interruptor de presión/velocidad en la transmisión
P1530	Circuito del interruptor de ajuste de sincronización de la chispa
P1530	Error en sensor de presión del refrigerante de A/C
P1531	Baja carga de refrigerante en el aire acondicionado
P1532	Bajo voltaje en circuito de temperatura del evaporador de A/C
P1533	Circuito del sensor de temperatura del lado bajo del A/C
P1535	Circuito del sensor de temperatura del lado alto del A/C
P1536	Sobret temperatura en el ECT del sistema de A/C
P1537	Bajo voltaje en circuito de demanda de A/C
P1538	Alto voltaje en circuito de demanda de A/C
P1539	Alto voltaje en circuito del interruptor de alta presión del A/C
P1540	Alta presión en sistema de A/C
P1542	Alta presión/alta temperatura en sistema de A/C
P1543	Operación del sistema de A/C
P1545	Circuito de control del relevador del embrague de A/C
P1546	Bajo voltaje en circuito de control del relevador del embrague de A/C (excepto Camaro /Firebird 1996-1998
P1546	Bajo voltaje en circuito de estado del embrague de A/C (Camaro/Firebird1996-1998 y Corvette 1997-98)
P1550	Control de velocidad del motor por pasos
P1554	Circuito de estado del control de velocidad
P1555	Falla en orificio electrónico variable (Saturn)
P1558	Control de velocidad (SPS bajo)
P1560	Sistema de control de velocidad/Transmisión no está en Drive
P1561	Solenoides de alivio del control de velocidad
P1562	Solenoides de vacío del control de velocidad
P1564	Sistema de control de velocidad/exceso de aceleración del vehículo (excepto Catera)
P1564	Pérdida de voltaje de la batería del ECM (Catera)

Código	Descripción
P1565	Sensor de posición del servo de control de velocidad
P1566	Sistema de control de velocidad/RPM del motor excesivas
P1567	Interruptores del control de velocidad/ABCS activo
P1568	Sistema de control de velocidad (SPS alto)
P1570	Sistema de control de velocidad/sistema de control de tracción activo
P1571	Circuito de par deseado del TCS (excepto 4.0L, 4.6L y Corvette 5.7L de 1997-98)
P1571	No hay frecuencia en circuito PWM del sistema de control de velocidad (4.0L y 4.6L)
P1571	Par deseado del ASR (Corvette 5.7L de 1997-98)
P1572	Bajo voltaje durante tiempo excesivo en circuito de sistema de control de tracción activo
P1573	Circuito serial de datos del PCM/EBTCM
P1573	Circuito de control del indicador de motor sobrecalentado
P1574	Sistema EBTCM/alto voltaje en circuito de luces de freno (excepto Corvette de 1997-98)
P1574	Circuito de control de luces de freno (Corvette de 1997-98)
P1575	Alto voltaje en circuito del interruptor de exceso de carrera en el freno
P1576	Alto voltaje en circuito del sensor de vacío del reforzador de frenos
P1577	Bajo voltaje en circuito del sensor de vacío del reforzador de frenos
P1578	Bajo vacío en circuito del sensor de vacío del reforzador de frenos
P1579	Cambio de Par/Neutral a Drive/Reverse con alto ángulo de la mariposa de admisión
P1580	Bajo voltaje en circuito de movimiento del módulo de control de velocidad de cruceo
P1581	Alto voltaje en circuito de movimiento del módulo de control de velocidad de cruceo
P1582	Bajo voltaje en circuito de dirección del módulo de control de velocidad de cruceo
P1583	Alto voltaje en circuito de dirección del módulo de control de velocidad de cruceo
P1584	Control de velocidad de cruceo desactivado
P1585	Circuito de salida de inhibición del control de velocidad de cruceo
P1586	Circuito del interruptor 2 de frenos del control de velocidad de cruceo
P1599	Se detectó motor parado o a muy baja velocidad
P1600	Batería del ECM
P1600	Comunicación serial entre PCM y TCM
P1601	Pérdida de comunicación serial (excepto Catera)
P1601	Exceso de temperatura en el ECM
P1602	Pérdida de datos seriales de EBC/EBTCM (excepto Catera)
P1602	Circuito del módulo KS (Catera)
P1603	Pérdida de datos seriales de SDM
P1604	Pérdida de datos seriales de IPC
P1605	Pérdida de datos seriales de HVAC
P1607	Circuito del interruptor de nivel de aceite del motor
P1610	Pérdida de datos seriales de PZM (1996-97 excepto Cutlass y Malibu de 1997)
P1610	Fallo en controlador de funciones de la carrocería (Cutlass y Malibu de 1997)

Código	Descripción
P1610	Circuito de datos seriales del módulo de carrocería estándar (1998)
P1611	Pérdida de datos seriales de CVRTD
P1617	Circuito del interruptor de nivel de aceite del motor
P1619	Circuito de reposición de la luz indicadora del vigilante de aceite del motor
P1620	Bajo nivel de refrigerante del motor (Saturn)
P1621	Operación de la memoria del PCM (excepto 1998 5.7L)
P1621	Operación del EEPROM del VCM (1998 5.7L)
P1623	Error en la memoria del PCM/Falla en resistencia a voltaje positivo de temperatura de la transmisión/diferencial
P1624	Existen datos de foto instantánea de cliente (Saturn)
P1625	Falla de suma de verificación del TCM Flash (Saturn)
P1626	Circuito de habilitación de combustible del sistema contra robos
P1627	Operación del A/D
P1628	Resistencia a voltaje positivo del control de temperatura del motor del PCM
P1629	Señal incorrecta detectada durante arranque del motor en circuito de habilitación de combustible del sistema
P1629	Mal funcionamiento en señal de operación del motor de arranque en sistema contra robos (2.2L, 2.4L, 3.1L)
P1630	Sistema contra robos/PCM/VCM en modo de aprendizaje
P1631	Contraseña incorrecta en sistema contra robos
P1632	Combustible inhabilitado por el sistema contra robos
P1633	Bajo voltaje en circuito de alimentación suplementaria al encendido
P1634	Bajo voltaje en circuito de alimentación 1 al encendido
P1635	Circuito de voltaje de referencia de 5 voltios (A ó 1)
P1637	Circuito de la terminal L del alternador
P1638	Circuito de la terminal F del alternador
P1639	Circuito de voltaje de referencia de 5 voltios (B ó 2)
P1640	Alto voltaje en entrada del accionador 1
P1641	Circuito de control de MIL (excepto 5.7L con VIN P y 5; 3.1L y 3.8L de 1998)
P1641	Circuito de control del relevador 1 de control del ventilador (5.7L con VIN P y 5)
P1641	Circuito de control del relevador de A/C (3.1L y 3.8L de 1998)
P1642	Circuito de salida de velocidad del vehículo (excepto 3.4L; 5.7L con VINP y 5;y 3.8L de 1998)
P1642	Circuito de control del relevadores 2 y 3 de control del ventilador (5.7L con VIN P y 5)
P1642	Circuito de control de AIR (3.4L)
P1642	Circuito de control de la lámpara de cambio de aceite (Lumina y Monte Carlo de 3.1L de 1998)
P1643	Circuito de control de la bomba de combustible del PWM (excepto 5.7L con VIN P y 5)
P1643	Circuito de control de las RPM del motor (5.7L con VIN P y 5)

Código	Descripción
P1644	Circuito de salida de par desarrollado
P1645	Circuito del solenoide de control de presión de súper/turbocargador (excepto 4.0L y 4.6 L)
P1645	Circuito de salida del solenoide EVAP (4.0L y 4.6 L)
P1646	Circuito de control del solenoide de control de presión de súper/ turbocargador(excepto 4.0L y 4.6 L)
P1646	Circuito de salida de válvula de alivio del EVAP (4.0L y 4.6 L)
P1650	Alto voltaje en entrada del accionador 2
P1651	Circuito de control de arranque del ventilador/Módulo del accionador de salida
P1652	Circuito de control del relevador del ventilador (excepto Cadillac y Corvette)
P1652	Circuito de salida del sensor (VSS) de velocidad del vehículo (Corvette1996)
P1652	Circuito de salida de inclinamiento del chasis ocasionado por el tren motriz (Corvette 1997-98)
P1652	Circuito de salida de levantamiento/Drive
P1653	Circuito de control del par desarrollado del TCS (excepto Caprice, Roadmaster y3.8L de 1998)
P1653	Circuito de control del indicador de nivel de aceite (Caprice, Fleetwoody Roadmaster)
P1653	Circuito de control de salida de nivel de combustible (3.8L de 1998)
P1654	Circuito de control del relevador de A/C (excepto 4.0L y 4.6L)
P1654	Circuito de control de salida de inhabilitación del control de velocidad de cruceo (4.0L y 4.6L)
P1655	Circuito de control del solenoide de purga de EVAP
P1656	Circuito de control del solenoide de la compuerta de alivio
P1657	Inhabilitación del cambio directo de 1 a 4
P1660	Circuito de control del ventilador de enfriamiento
P1661	Circuito de control de MIL
P1662	Circuito de control de inhibición del control de velocidad de cruceo
P1663	Circuito de control del indicador del alternador (excepto Caprice, Fleetwood y Roadmaster)
P1663	Circuito de control del indicador de cambio de aceite (Caprice, Fleetwood y Roadmaster)
P1664	Circuito de control del indicador de cambio directo de 1 a 4
P1665	Circuito de datos seriales de DBCM/DBTCM (1996-97)
P1665	Circuito de control del solenoide de la válvula de alivio de EVAP (1998)
P1667	Circuito de control del solenoide de inhibición de cambio a reversa (1998)
P1667	Circuito de control de velocidad de la bomba de combustible (1998)
P1670	Circuito QDM 4
P1671	Circuito de control de
P1671	Circuito de control del indicador de cambio de aceite
P1672	Circuito del indicador de bajo nivel de aceite del motor
P1673	Circuito de control del indicador de motor sobrecalentado

Código	Descripción
P1674	Circuito de control del tacómetro
P1675	Circuito de control del solenoide de alivio de EVAP
P1676	Circuito de control del solenoide de purga del depósito de EVAP
P1689	Circuito de control de par desarrollado del TCS
P1700	Luz MIL solicitada por el TCM
P1701	Circuito de solicitud de luz MIL
P1740	Circuitos de solicitud de administración de par, transmisión y control de tracción (excepto Catera)
P1740	Control de par/ Circuitos de solicitud de administración (Catera)
P1760	Voltaje de alimentación interrumpido a módulo de control de la transmisión
P1780	Circuito del interruptor de posición Park/Neutral
P1781	Circuito de señal del par del motor
P1792	Señal de temperatura de refrigerante del motor del ECM al módulo de control de la transmisión
P1800	Señal de temperatura de refrigerante del motor del ECM al módulo de control de la transmisión
P1810	Mal funcionamiento en interruptor de posición de la válvula manual de presión del líquido de la transmisión
P1811	Cambio largo y adaptación máxima
P1812	Condición TOT
P1814	Exceso de esfuerzo en el convertidor de par
P1819	No arranca - interruptor de modo interno
P1820	"Circuito ""A"" del interruptor de modo interno bajo"
P1822	"Circuito ""B"" del interruptor de modo interno bajo"
P1823	"Circuito ""P"" del interruptor de modo interno bajo"
P1825	Interruptor de modo interno - rango inválido
P1826	Interruptor de modo interno - rango inválido
P1835	Circuito del interruptor de cambio descendente
P1842	Entrada baja en circuito de solenoide de cambio 1-2
P1843	Entrada alta en circuito de solenoide de cambio 1-2
P1845	Entrada baja en circuito de solenoide de cambio 2-3
P1847	Entrada alta en circuito de solenoide de cambio 2-3
P1850	Solenoide de aplicación de banda de freno
P1860	Circuito del solenoide PWM del TCC
P1864	Circuito de habilitación del solenoide del TCC
P1868	Vida útil del fluido de la transmisión
P1870	Deslizamiento en componente de la transmisión
P1875	Problema eléctrico en circuito de tracción de las 4 ruedas en baja
P1886	Cambio de la transmisión, operación del solenoide de sincronización

Código	Descripción
P1887	Mal funcionamiento en interruptor de soltar TCC
P1890	Entrada de señal de posición de la mariposa de admisión
P1895	Circuito de par desarrollado en el motor

**ANEXO 4.**  
**TABLA DE LOS ACCIDENTES AUTOMOVILÍSTICOS**  
**OCURRIDOS EN MEXICO EN EL 2007.**

En la siguiente tabla se puede ver la cantidad de accidentes que ocurrieron en México en el año 2007, de acuerdo al estudio anual realizado por el INEGI.

	Entidad	Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo de los Accidentes (Dólares)	Jerarquización
15	México	5,078	503	2,498	6,878,981	64,672,981	1
30	Veracruz	4,667	300	2,110	8,748,431	45,078,431	2
16	Michoacán	2,831	278	1,805	4,562,596	37,777,596	3
14	Jalisco	2,815	242	1,865	5,410,702	35,205,702	4
11	Guanajuato	2,502	274	1,320	3,553,701	34,913,701	5
28	Tamaulipas	3,103	233	1,603	5,413,633	33,522,633	6
2	Baja California	1,995	219	1,704	3,835,307	30,847,307	7
21	Puebla	2,257	217	1,390	3,521,595	29,391,595	8
5	Coahuila	2,735	195	1,567	5,095,434	29,296,434	9
13	Hidalgo	1,469	211	784	1,827,373	25,279,373	10
22	Querétaro	1,627	180	897	2,680,353	23,371,353	11
24	San Luis Potosí	2,085	155	1,054	4,543,155	23,205,155	12
19	Nuevo León	2,120	146	1,262	4,787,122	23,173,122	13
26	Sonora	1,633	156	947	3,487,868	21,928,868	14
25	Sinaloa	1,411	146	840	3,616,648	20,736,648	15
12	Guerrero	2,179	133	1,227	3,353,936	20,334,936	16
20	Oaxaca	1,672	136	1,079	3,252,655	20,089,655	17
8	Chihuahua	1,512	136	1,098	3,130,779	20,024,779	18
	TOTAL	43,691	3860	25,050	77,700,269	538,850,269	

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS.

Las abreviaturas que se encuentran en este glosario, están listadas en orden alfabético.

- ANCAP. Programa de Evaluación de Automóviles Nuevos Australia.
- BAL. Bolsas de Aire Laterales (SAB por sus siglas en inglés).
- CARB. *California Air Resources Board.*
- CEE. Control Electrónico de Estabilidad (ESC por sus siglas en inglés).
- CESVI MÉXICO. Centro de Experimentación y Seguridad Vial México.
- DTC. *Diagnostic Trouble Codes.*
- ECU. *Engine Control Unit.*
- EDR. *Event Data Recorder.*
- EGR. *Exhaust Gas Recirculation.*
- EOBD II. *European On Board Diagnosis.*
- EuroNCAP. Programa de Evaluación de Automóviles Nuevos Europa.
- FEE. Factor de Estabilidad Estático.
- FIA. Federación Internacional de Automóviles.
- IIHS. *Insurance Institute for Highway Safety.*
- JNCAP. Programa de Evaluación de Automóviles Nuevos Japón.
- MIL. *Malfunction Indicator Lamp.*
- NHTSA. *National Highway Traffic Safety Administration.*
- NTSB. *National Transportation Safety Board.*
- OBD II. *On Board Diagnostic.*

- ONSAAV. Organización Nacional para la Seguridad Automotriz y Ayuda a las Víctimas.
- PCM. *Powertrain Control Module*.
- PID. Parámetro de Identificación.
- SMPLL. Sistema de Monitoreo de la Presión de Aire en las Llantas. (TMPS por sus siglas en inglés).

## REFERENCIAS

- National Highway Traffic Safety Administration, "*Buying a safer car 2008: Valuable information on crash test, rollover ratings, and safety features*", NHTSA, 2008.
- Kreeb, Robert, "*SAE Vehicle Event Data Interface Committee (VEDI): Status Report*", IEEE P1616 Standards Group, Washington, DC, (6 de Mayo de 2003).
- Hampton, C. Gabler, Douglas, J. Gabauer, Heidi, L. Newell, "*Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Highway Crash Data Analysis*", Transportation Research Board of the National Academies, Arlington, Virginia, Diciembre de 2004.
- H., Crouse, L., Anglin, "*Puesta a punto y rendimiento del motor*", 3a edición, Alfaomega, Mayo 2007.
- Asociación Mexicana de instituciones de Seguros, A.C., "*El robo y la recuperación en el ramo de automóviles*", AMIS, 2007.
- National Highway Traffic Safety Administration, "*EDR Technology in support of a crash reconstruction*", NHTSA, 2008.
- Federal Highway Administration, "*Highway Safety Information System: Guidebook for the California State Data Files*", FHWA, Marzo 2000.
- Kullgren, A., Ydenius, A., Tingvall, C. "*Frontal Impacts with Small Partial Overlap: Real Life Data from Crash Records*", International Journal of Crashworthiness, Vol. 3, No. 4 1998.

## MESOGRAFÍA

- Requerimientos y equipos soportados por el módulo de software mobile en LABVIEW. Obtenido el 20 de Septiembre de 2008 en <http://digital.ni.com/public.nsf/websearch/7D65D66EB07111F186256EBD005A5499?OpenDocument>.
- Desarrollo de aplicaciones Bluetooth en LABVIEW. Obtenido el 28 de Septiembre de 2008 en <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/3260>.
- ¿Qué y cuáles son las características de los sistemas EDR. Obtenido el 8 de Junio de 2008 en <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/edr-site/>.
- Programa de evaluación de automóviles nuevos Australia. Obtenido el 18 de Mayo de 2008 en <http://www.ancap.com.au>.
- Códigos de error genéricos (ISO9141). Obtenido el 10 de Junio de 2008 en <http://www.autoxuga.net/cursos/averiasp.htm>.
- Centro de experimentación y seguridad vial México. Obtenido el 18 de Julio de 2008 en [www.cesvimexico.com](http://www.cesvimexico.com).
- Resultados de pruebas de choque de diversos modelos de automóviles. Obtenido el 2 de Junio de 2008 en <http://www.crashtest.com/>.
- Datos históricos de automóviles asegurados en el 2007. Obtenido el 12 de Junio de 2008 en [http://www.cronica.com.mx/nota.php?id\\_notas=337259](http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_notas=337259).
- Programa de evaluación de automóviles nuevos Europa. Obtenido el 18 de Mayo de 2008 en <http://www.euroncap.com>.

- El TWG SAB es el Grupo de Trabajo Técnico, encargado de probar las bolsas de aire. Obtenido el 18 de Julio de 2008 en <http://www.euroncap.com/glossary.aspx>.
- Inovaciones de la compañía Ford en diseño y seguridad. Obtenido el 16 de Mayo de 2008 en <http://www.ford.com/innovation/auto-design/creating-innovative-designs>.
- Crash Data Recorder, ¿qué son y armadoras de automóviles los utilizan?. Obtenido el 16 de Mayo de 2008 en <http://www.harristechnical.com/cdr.htm>.
- Programa de evaluación de automóviles nuevos Japón. Obtenido el 20 de Mayo de 2008 en <http://www.jafmate.co.jp/anzen/ncap/>.
- National Highway Traffic Safety Administration. Obtenido el 20 de Mayo de 2008 en [www.nhtsa.dot.gov](http://www.nhtsa.dot.gov).
- NHTSA Vehicle Crash Test Database. Obtenido el 11 de Junio de 2008 en [http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/database/nrd-11/veh\\_db.html](http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/database/nrd-11/veh_db.html).
- La NTSB es una organización no gubernamental que realiza investigaciones sobre colisiones automovilísticas y sistemas de prevención. Obtenido el 7 de Agosto de 2008 en [http://www.nts.gov/Abt\\_NTSB/history.htm](http://www.nts.gov/Abt_NTSB/history.htm).
- Explicación de los códigos OBD II. Obtenido el 10 de Junio de 2008 en <http://www.obd-codes.com/faq/obd2-codes-explained.php>.
- Estudios y datos estadísticos sobre la seguridad automotriz. Obtenido el 20 de Mayo de 2008 en <http://www.safercar.gov/>.