



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA INTERACTUAR ENTRE
PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico
Automotriz**

Autor

Christopher Paúl Carpio Guartambel

Director

Diego Francisco Torres Moscoso

Cuenca – Ecuador

2013

DEDICATORIA

Es grato saber que existen grandes personas que están junto a mí en buenas y malas situaciones, a quienes que con su ejemplo y sabiduría supieron guiar y apoyarme para que siempre logre grandes éxitos en mi vida.

A mi querida esposa Doris, que con su cariño, amor y comprensión, me impulsa siempre a seguir adelante cumpliendo mis sueños.

A Noí, no me equivoco si digo que eres la mejor mamá del mundo, gracias por tu esfuerzo, tu apoyo y por la confianza que tienes en mí.

A mi Papaíto José, pese a la distancia, siempre estas para enseñarme buenos valores y seguir por el buen camino.

A mi hermana Cristy, que siempre está a mi lado y me brinda su ayuda.

De la misma manera quiero dedicar a mis familiares, por su apoyo y palabras de aliento.

Christopher Paúl.

AGRADECIMIENTO

Es preciso conceder un profundo y muy sincero agradecimiento a todas las personas que han sido un apoyo constante para el desarrollo del presente trabajo.

Son muchas las personas que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y corazón, sin importar en donde estén quiero darles gracias por formar parte de mí y por todo lo que brindan.

Mi mayor gratitud a la Universidad del Azuay y sus directivos, por darme la oportunidad de conformar parte de esta prestigiosa institución y a aquellas grandes personas y profesores que hacen posible los conocimientos técnicos y éticos en las aulas para el desarrollo de mi profesión en servicio y aporte al desarrollo de nuestra sociedad.

Quiero hacer parte de este agradecimiento a mi director del presente trabajo, el Ing. Robert Rockwood y el Ing. Francisco Torres, su excelente respaldo, interés, conocimientos, consejos, y colaboración supieron guiar para la elaboración y conclusión de este proyecto. Asimismo, expresar mi agradecimiento a todos quienes estuvieron vinculados de alguna manera a este proyecto y que proporcionaron las facilidades necesarias para completar el trabajo con su valioso aporte.

Y, desde luego, llego al final de este proyecto gracias a Dios.

Christopher Paúl.

Handwritten signature and date: 150413

RESUMEN

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA INTERACTUAR ENTRE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ

El presente trabajo tuvo por objeto el estudio de los protocolos de comunicación en el ámbito automotriz, enfocándose en la revisión, aplicación, procesos de diagnóstico y en el análisis de varios sistemas de comunicación como por ejemplo el protocolo CAN entre otros; primeramente se recopiló información técnica sobre los sistemas de comunicación con diferentes configuraciones, se elaboró el manual de procedimientos con los equipos y herramientas requeridos para interactuar con los protocolos. Finalmente se analizó las nuevas tendencias de comunicación aplicadas al campo automotriz; consiguiendo realizar tareas de diagnóstico y mantenimiento, optimizando tiempo, calidad y precisión del trabajo.

Palabras claves: protocolos, comunicación, automotriz, red, diagnóstico, desarrollo.



Sr. Christopher Carpio
AUTOR



Ing. Francisco Torres
DIRECTOR



Ing. Hernán Viteri
JUNTA ACADEMICA

Handwritten word: JUEVES

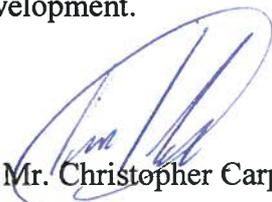
Buenos días
230413

ABSTRACT

PROCEDURE MANUAL FOR INTERACTION BETWEEN AUTOMOBILE COMMUNICATION PROTOCOLS

The goal of the present work was to study the communication protocols in the automobile industry. It was focused on the revision, application, diagnostic processes, and the analysis of various communication systems such as the CAN protocol among others. First, we gathered technical information regarding communication systems with different configurations. Then, we developed a procedures manual with the equipment and tools required to interact with the protocols. Finally, we analyzed the new communication trends that are applied in the automobile industry. We were able to carry out diagnostic and maintenance tasks, and optimize time, quality and work precision.

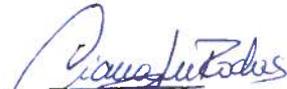
Key Words: protocols, communication, automobile, network, diagnosis, development.


Mr. Christopher Carpio
AUTHOR


Ing. Francisco Torres
DIRECTOR


Ing. Hernan Viteri
ACADEMIC BOARD


Universidad del Azuay
UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
DPTO. IDIOMAS


Translated by,
Diana Lee Rodas

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: HISTORIA DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ	
1.1 Introducción.....	2
1.2 Conceptualización.....	4
1.3 Estándares de diagnóstico de a bordo (ODB).....	4
1.3.1 Sistema de diagnóstico de a bordo - Primera generación (OBD-I).....	5
1.3.2 Sistema de diagnóstico de a bordo - Segunda generación (OBD-II).....	6
1.3.3 Sistema de diagnóstico de a bordo - Tercera generación (OBD-III).....	8
1.4 Redes de comunicación.....	10
1.4.1 Tipos de configuración de redes.....	12
1.4.1.1 Configuración punto a punto.....	12
1.4.1.2 Configuración en anillo.....	13
1.4.1.3 Configuración en estrella.....	13
1.4.1.4 Configuración lineal.....	14
1.4.1.5 Configuración Daisy Chain.....	14
1.4.1.6 Configuración Maestro-Esclavo.....	15
1.4.1.7 Configuración Gateway (compuerta).....	16
1.5 Estándares y normativas.....	17
CAPITULO II: DIAGNOSTICO EN LAS REDES DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ	

2.1 Aspectos Generales.....	22
2.2 Diagnóstico Electrónico.....	22
2.2.1 Interna de a bordo (<i>On-board</i>).....	23
2.2.2 Externa (<i>Off-board</i>).....	23
2.2.2.1 Externa in situ (<i>Off-board On-line</i>).....	23
2.2.2.2 Externa remota (<i>Off-board Off-line</i>).....	24
2.3 Procedimientos de comprobación.....	25
2.3.1 Ubicación del conector DLC.....	25
2.3.2 Conector físico J1962 (DLC).....	26
2.3.3 Comprobación de alimentación en el DLC.....	27
2.3.4 Comprobación CAN Bus.....	29
2.3.4.1 Comprobación de las resistencias terminales.....	29
2.3.4.2 Medición de la tensión.....	30
2.3.4.3 Comprobación del movimiento de CAN con el osciloscopio..	32
2.3.5 Proceso ante un fallo de comunicación de módulo.....	33
2.4 Funciones generales de las herramientas de escaneo.....	34
CAPITULO III: PROTOCOLOS DE ULTIMA GENERACION	
3.1 Introducción.....	39
3.2 Sistema MOST-Bus.....	40
3.3 Sistema FlexRay.....	41
3.4 Bluetooth.....	43
4. CONCLUSIONES	45
5. RECOMENDACIONES	46
6. BIBLIOGRAFIA	47
6.1 Referencias bibliográficas.....	47
6.2 Referencias electrónicas.....	48
7. GLOSARIO DE ACRONIMOS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Aspectos importantes del OBD-I.....	6
Tabla 1-2 Aspectos importantes del OBD-II.....	7
Tabla 1-3 Estándares SAE.....	17
Tabla 1-4 Estándares ISO.....	19
Tabla 2-1 Asignación de pines del conector.....	27
Tabla 2-2 Norma SAE J2012 para identificación de fallos de diagnóstico.....	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Recuperación y transmisión de datos al CAC.....	9
Figura 1-2 Representación del uso de redes en el automóvil.....	11
Figura 1-3 Esquema de configuración punto a punto.....	12
Figura 1-4 Esquema de configuración de red en anillo.....	13
Figura 1-5 Esquema de configuración de red en estrella.....	13
Figura 1-6 Esquema de configuración de red lineal.....	14
Figura 1-7 Esquema de configuración de red <i>Daisy Chain</i>	15
Figura 1-8 Esquema de configuración de red Maestro-Eslavo.....	16
Figura 1-9 Esquema de configuración <i>Gateway</i> (compuerta).....	16
Figura 2-1 Estructura de diagnóstico electrónica.....	22
Figura 2-2 Objetivos del crecimiento de la electrónica.....	24
Figura 2-3 Arquitectura de red a bordo de un automóvil.....	25
Figura 2-4 Ubicación del conector DLC.....	26
Figura 2-5 Conector físico J1962 de enlace de diagnóstico.....	26
Figura 2-6 Pines para medir la tensión de alimentación.....	28
Figura 2-7 Diagrama de flujo para localización de fallas en el DLC.....	29
Figura 2-8 Pines para medir la resistencia.....	30
Figura 2-9 Niveles nominales de señal.....	30
Figura 2-10 Osciloscopio OTC 3840 F.....	32
Figura 2-11 Grafica en el osciloscopio.....	32
Figura 2-12 Pines de conexión en el DLC para el osciloscopio.....	33
Figura 2-13 Injctronic CJ4 Scantool.....	35
Figura 2-14 Nomenclatura para los DTC del sistema OBD-II.....	37
Figura 3-1 Relaciones para el desarrollo en el ámbito automotriz.....	39
Figura 3-2 Arquitectura de red.....	40
Figura 3-3 Medios destinados a la información y entretenimiento.....	41
Figura 3-4 FlexRay Communications System.....	41
Figura 3-5 FlexRay dentro del sistema de control del automóvil.....	42
Figura 3-6 Sistema Bluetooth aplicado al automóvil	43

Carpio Guartambel Christopher Paúl

Trabajo de graduación

Ing. Torres Moscoso Diego Francisco

Mayo, 2013

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA INTERACTUAR ENTRE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ

INTRODUCCIÓN

Si bien el desarrollo de los sistemas automotrices en sus inicios fueron el fruto de grandes ingenios de países avanzados, hoy la globalización de mercados ha llevado a que esta actividad se desarrolle a nivel mundial ya sea en fábricas, ensambladoras, talleres, etc.

En la actualidad los automóviles están equipados con una gran cantidad de unidades de control electrónico que precisan de un intercambio permanente de datos e información para cumplir sus funciones, por ello, la importancia del presente estudio, el cual revisará los protocolos de comunicación del automóvil con el fin de ayudar a transferir conocimientos y con la expectativa de lograr una posterior implementación del mismo en futuras investigaciones, ya que este tema está ligado con el desarrollo de nuevas tecnologías.

Una parte fundamental son los sistemas de diagnóstico, pues son un medio de comunicación entre la unidad de control y las herramientas de escaneo, que facilitan la detección de averías, además resultan de mucha ayuda cuando se requiere reparar sistemas automotrices modernos.

Este trabajo investigativo tiene como finalidad, asentar las bases así como determinar las funciones de las redes de comunicación automotriz, las mismas que sirven para la transferencia y recepción de la información y datos generados por los diferentes módulos electrónicos equipados en el automóvil por medio de los protocolos de comunicación.

CAPITULO I

HISTORIA DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ

1.1 Introducción

La evolución de la electrónica aplicada en el automóvil en estos últimos tiempos ha sido tan radical, que ha pasado de ser una única unidad controladora, a varias unidades de control que cumplen funciones propias dentro del automóvil, como son los componentes y sistemas del motor, frenos, suspensión, seguridad y confort. Llevando a que la comunicación entre las diferentes unidades o computadoras sea un proceso de interacción de información entre una y otra.

Este progreso de la industria automotriz conlleva a que aumente la cantidad de sistemas en el automóvil controlados electrónicamente, por esta razón el uso de los protocolos de comunicación desempeña un papel primordial en el intercambio de información de los ordenadores, con la finalidad de disminuir la cantidad de cables que conectan a los diferentes elementos y así optimizan los recursos.

Los productores y fabricantes de automotores, han implementado las redes de comunicación por etapas, se detalla en síntesis la historia de los protocolos de comunicación automotriz:

- Nace el protocolo CAN (*Controller Area Network*), desarrollado en los años 80 por el alemán Robert Bosch originalmente para aplicaciones en automoción, pero en ese entonces las compañías automotrices le vieron como un sistema robusto para la aplicación automotriz.
- El principio de las redes de comunicación fue la comunicación entre diferentes controladores electrónicos como son: control en el motor, control de la transmisión automática y del sistema de freno.

- Al inicio, los protocolos de comunicación fueron utilizados de manera exclusiva por cada fabricante de automóvil. Regulándose esto en el año de 1996 con la norma OBD-II.
- En 1987 nace el protocolo VAN (*Vehicle Area Network*) desarrollado por PSA (*Peugeot Société Anonyme*) y Renault.
- Gran parte de las industrias automotrices europeas se dedicaron a la fabricación de vehículos, aplicando la norma OBD-II desde el año 1992, para manejar la comunicación entre unidades de control, como es el caso de la marca Mercedes-Benz.
- En 1996 se aplica en EEUU la norma OBD-II, obligando así a los fabricantes a seleccionar entre cuatro diferentes protocolos de comunicación: J1859-PWM, J1850-VPW, ISO-9141 e ISO-14230.
- La Organización Internacional de Normalización (*ISO*) integra el protocolo de comunicación CAN (*Controller Area Network*) a la normativa OBD-II, estandarizándolo como Protocolo de Diagnóstico.
- Mientras que el CARB (*California Air Resources Board*) admitió el protocolo de comunicación CAN (*Controller Area Network*) y obligó su implementación para todos los automóviles.
- En el año de 1998, se fabricó una red de comunicación multiplexada de bajo costo LIN (Red Local de Interconexión)
- Desde el año 2003, los fabricantes de automóviles iniciaron con la introducción del protocolo de comunicación CAN, para una aplicación total del sistema en todas sus producciones hasta el 2008.
- Actualmente, los protocolos de comunicación existentes llevan los nombres de: CAN (*Controller Area Network*) desarrolladas por Bosch, de VAN (*Vehicle Area Network*) presentada por PSA (*Peugeot Societe Anonyme*), J1850 puesta a punto por la SAE (Sociedad Americana de Ingenieros del Automóvil) protocolo utilizado por Chrysler, GM, Ford y BEAN (*Body Electronic Area Network*) protocolo utilizado por Toyota.

1.2 Conceptualización

Se define a un protocolo de comunicación como la serie de reglas normalizadas que tienen como fin de representar, señalar, autentificar y detectar los errores necesarios, indispensables para trasladar la información por medio de un canal de comunicación. La presencia de nuevos sistemas electrónicos en los automóviles conlleva a la utilización de varias unidades de control de estos. Cada uno lleva sensores, actuadores y comunicación entre sí.

Por tal razón, la existencia de una red de comunicación es indispensable para compartir la información entre módulos además de proporcionar los datos al conector de diagnóstico DLC (*Data Link Connector*) que comunicara al operario por medio de una herramienta de escaneo.

El propósito del protocolo de comunicación es la de suprimir la gran cantidad de mazos de cables que se conforman en la instalación eléctrica de los automóviles, a través de procesos y técnicas más simple y baratas. El avance informático y la arquitectura de redes de comunicación de los ordenadores han llevado al progreso de las conexiones mediante el sistema multiplexado.

Hoy en día, se conoce la importancia que ya tiene la electrónica en los automóviles y el incremento de esta, de manera provechosa para la ejecución de automotores con mayor seguridad y fiabilidad.

1.3 Estándares de diagnóstico de a bordo (OBD)

En los años setenta se inicia con las investigaciones de la diagnosis de abordó para los automóviles, ejecutando de manera física a partir de los años ochenta, en el tiempo que las industrias automotrices inician con la introducción de sistemas electrónicos con el objetivo de realizar las funciones de diagnóstico y control del motor.

Los requerimientos exigidos por la EPA (*Environmental Protection Agency*) de los Estados Unidos que se fundamenta en la protección de la salud de los seres humanos y el medio ambiente fue el motivo que llevó a la incorporación de dispositivos electrónicos en el automóvil. Por ello, los fabricantes de automóviles vieron la

necesidad de integrar motores con inyección electrónica, y con esto la incorporación de sensores y unidades de control para diagnosticar el funcionamiento y realizar los ajustes correctivos para así lograr la menor contaminación, así como incrementar el rendimiento energético de los motores.

A continuación se detallan las diferentes generaciones estandarizadas relativas a la diagnosis del automóvil, conocida como OBD (*On Board Diagnostic*), que nacen en USA y se extienden a Europa (EOBD) y Asia (JOBD) con denominaciones similares. En definitiva son normas aceptadas e implantadas (algunas en fase de desarrollo) por los diversos fabricantes de automóviles con proyección internacional.

1.3.1 Sistema de diagnosis de a bordo – Primera generación (OBD-I)

A inicios del año 1987, cuando en California se impuso las normas para reducir las emisiones de gases y por ende la contaminación ambiental, exigida por las organizaciones americanas EPA (*Environmental Protection Agency*) y SAE (Sociedad Americana de Ingenieros del Automóvil) se introducen sistemas electrónicos en los automóviles y con ello la primera generación de sistema de diagnosis de a bordo.

La finalidad de dicho sistema de diagnosis era la reducción de la contaminación atmosférica producida en un gran porcentaje por el parque automovilístico, así de presentarse alguna anomalía en el sistema electrónico de control del motor, este mostraría una advertencia luminosa en el tablero, la cual alertaría al conductor para que lleve el vehículo a servicio.

Por ello el CARB (*California Air Resources Board*) en el año de 1988 definió los requerimientos de la primera generación de diagnosis de abordo OBD-I, entre las principales se tiene:

- La de integrar luces indicadoras de fallos MIL (*Malfunction Indicator Lamp*) con el propósito de informar al usuario la presencia de alguna avería en el automóvil.
- Para la interpretación de los códigos de fallos proporcionados por la unidad de control se tenía establecido un manual con los diferentes datos DTC (*Data*

Trouble Codes), para la correcta y oportuna lectura de los códigos adjuntos a los elementos averiados por parte de las personas de mantenimiento.

- Evaluar la emisión de los gases de escape relacionado estos con las averías de los componente electrónicos que se asocian con el funcionamiento del motor
- Poseer en la unidad de control una memoria que almacene las diferentes lecturas de fallo, teniendo así el historial para la posterior evaluación y corrección.

Con lo antedicho, se concluye que el primer sistema de diagnosis de a bordo tenía la finalidad de evaluar el funcionamiento de los componentes o sistemas del automóvil, e informar su defecto y así contribuir a la pronta reparación para evitar la masiva contaminación por los gases de escape.

A continuación en la Tabla 1-1 se detalla los aspectos más importantes de la primera generación de diagnosis de a bordo:

Tabla 1-1. Aspectos importantes del OBD-I

Código de diagnóstico de fallo DTC	
OBD-I	Luz testigo de mal funcionamiento (MIL)
	Monitorizar: <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de combustible - Sensores de entrada: ECT (<i>Engine Coolant Temperature</i>), IAT (<i>Intake Air Temperature</i>), TPS (<i>Throttle Position</i>) - Tratamiento de gases de escape EGR (<i>Exhaust Gas Recirculation</i>)
	Supervisor de cortocircuitos y circuitos abiertos

1.3.2 Sistema de Diagnostico de a bordo – Segunda generación (OBD-II)

Conocido que uno de los grandes generadores de contaminación hacia el medio ambiente es el uso de los automotores, y con la legislación existente de monitorear las emisiones contaminantes, con el avance tecnológico surge la segunda generación de diagnosis a bordo (OBD-II) con el afán de mejorar las prestaciones y asistencias

del OBD-I siendo las mismas entidades de control impulsadoras de mejorar en el sistema de diagnóstico de a bordo, en lo cual se hace referencia en la siguiente tabla 1-2 los aspectos más relevantes:

Tabla 1-2. Aspectos importantes del OBD-II

OBD-II	Evaluación continua y test de ciclos de funcionamiento del motor
	Mejorar la diagnosis del sensor de oxígeno
	Mejorar la diagnosis y ajuste del combustible
	Detección de fallos en el motor
	Automatizar la eficiencia de catalización
	Tratamiento de gases de escape
	Medir el flujo EPFM (<i>Evaporative Purge Flow Meter</i>)
	Monitorizacion secundaria del aire
	Nuevas reglas para MIL
	Estandarización: - DTC - Secuencia de datos de comunicación en serie
	Herramientas de escaneo

A partir de 1996, la segunda generación de diagnóstico de a bordo OBD-II es impuesta para todos los automóviles ligeros y de turismo, de ahí la importancia de normalización para la fabricación, construcción, diagnóstico de todos los componentes inmersos en el automóvil.

Además, una particularidad del sistema OBD-II es la de evaluar el funcionamiento de los componentes y elementos asociados principalmente con los gases de escape, para la oportuna detección de fallas en el automóvil y evitar la contaminación excesiva.

1.3.3 Sistema de Diagnostico de a bordo – Tercera generación (OBD-III)

Actualmente la experimentación y el gran avance de las Tecnologías de Información y Comunicaciones conocido con la abreviación TIC, muestra ya en nuestro entorno el desarrollo del nuevo sistema de diagnosis de a bordo de tercera generación (OBD-III), el mismo que tiene como principal funcionalidad el de disminuir el tiempo que se emplea para detectar el mal funcionamiento o fallo del automóvil y su breve reparación.

Por ende, el nuevo sistema de diagnosis debe procesar los datos generados por el sistema OBD-II, y a su vez interpretar los mismos para finalmente enviar la advertencia de la avería y recomendación de la evaluación a los propietarios de los automóviles y los talleres de servicio automotriz. Con ello se agiliza el proceso de mantenimiento.

Para todo este proceso, el sistema OBD-III contará con un Centro de Atención al Cliente (CAC) el cual se encargara de receptar la información emitida vía satélite o cualquier otro tipo de comunicación inalámbrica, para un posterior análisis y la comunicación oportuna para la solución al fallo.

El beneficio que trae este nuevo sistema, es de gran importancia, porque al contar con un banco de datos de fallos se provee soluciones futuras a los nuevos diseños de automóviles a las industrias automotrices.

La comunicación del sistema OBD-III se da relevancia al hacer que el automóvil pueda transferir sus datos hacia su entorno exterior. En lo que se propone muchas alternativas para procesar la información, y enviar por medio de los servicios móviles, centros de atención al cliente, servicio de mensajería celular, correos electrónicos, etc.

En lo que respecta a las tecnologías más destacadas para el sistema OBD-III en el auge de las comunicaciones se puede mencionar:

a. Lectores en los bordes de carreteras (*Roadside readers*)

El CARB (*California Air Resources Board*) evaluó este tipo de tecnología, la cual consiste en ordenadores de lectura que detectan un fallo en el automóvil, estos ordenadores van colocados en los bordes de las carreteras y tienen la

capacidad de cubrir hasta cincuenta metros y automóviles que circulan a velocidades de hasta 160km/h. Al detectar un fallo, emite él, o los códigos de fallo y el VIN (*Vehicle Identification Number*) al Centro de Atención al Cliente (CAC).

b. Satélites o estaciones de redes locales (*Local Networks or Satellites Stations*)

Este tipo de tecnología se fundamenta en el sistema satelital, lo cual permitiría conocer la ubicación exacta y el tipo de mantenimiento que requeriría el automóvil.

Aunque el CARB (*California Air Resources Board*) no ha probado esta tecnología, se avizora un importante aporte de comunicación, ya que existirá una interacción entre el conductor y los motoristas de centro de atención, disminuyendo así el tiempo de respuesta ante un fallo inminente.

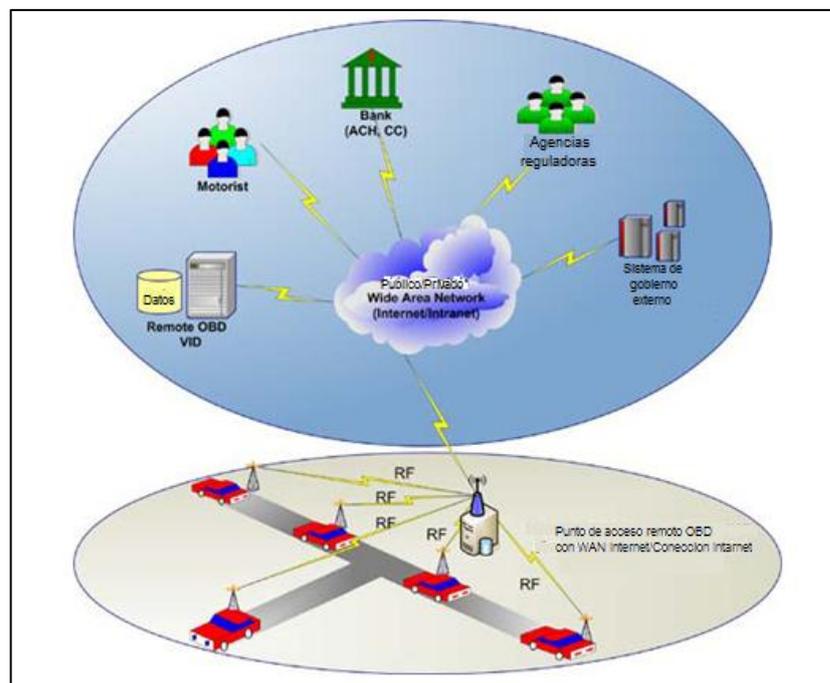


Figura 1-1: Recuperación y transmisión de datos al CAC

Fuente: <http://www.mxcom.net/hearst/motor/fuel/003/200809article.htm>, revisado 15 de marzo de 2012

A sabiendas que el OBD-III está en desarrollo y evaluación, ya se encuentran inmersas a las normas y estándares de la Comisión Federal de Comunicación (FCC), por el hecho que puede interferir con otras señales.

Otra prestación que se debe tener en cuenta es que el progreso de los sistemas de diagnóstico de a bordo en Europa se ha ejecutado a la par con las técnicas americanas, con la particularidad que se los conoce como E OBD-II y E OBD-III (*Enhanced On Board Diagnostic*).

Como información adicional, se sabe que la normalización en los sistemas de diagnóstico tanto europeas como americanas se adaptan para acceder a la información técnica y al diagnóstico del automóvil.

1.4 Redes de Comunicación

El uso de nuevos sistemas en los automóviles conlleva a la utilización de varios métodos de control de estos. Por ello, cada uno lleva sensores, actuadores y comunicación entre estos.

Los requisitos que tienen que cumplir los numerosos subsistemas específicos de un automóvil en cuanto al funcionamiento, la seguridad, el respeto al medio ambiente y el confort solo se puede garantizar con la ayuda de sistemas de control y regulación sofisticados. Los automóviles actuales están equipados con un gran número de unidades de control electrónicas que precisan de un intercambio permanente de datos e información para cumplir sus funciones.

Definiendo, una red de comunicación es la interconexión entre dos o más unidades de control mediante cables para el intercambio de información o transmisión de datos.

El uso de los protocolos de comunicación dentro de los automóviles es un conjunto de normas que deben cumplir con las siguientes funciones:

- a. Separar a los usuarios de enlaces utilizados (radio, telefonía inalámbrica, comunicación satélite) para el intercambio de datos.

- b. Admitir el cambio de información entre las unidades de control de manera segura, sin considerar el tipo de herramientas que estén conectadas.
- c. Ejecutar la conexión y la desconexión de forma ordenada.
- d. La facilidad de ubicar una unidad de control de modo seguro.
- e. La conexión con otro ordenador.

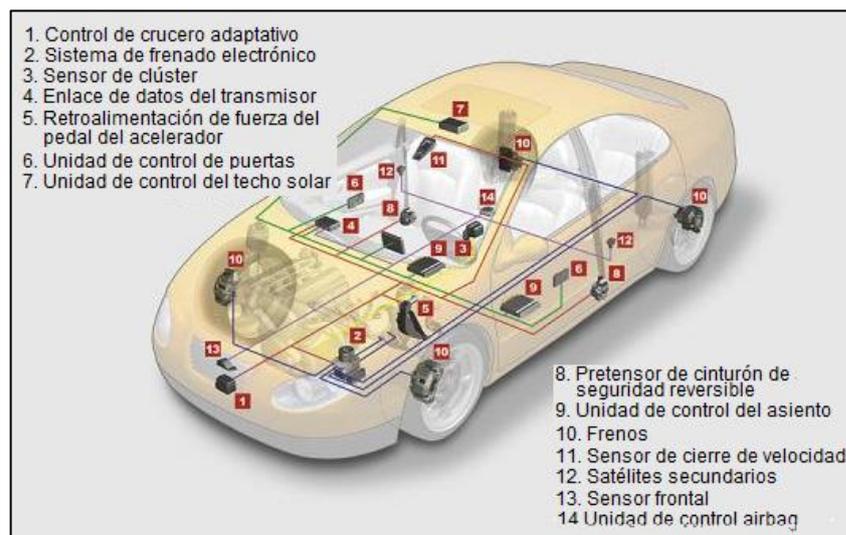


Figura 1-2: Representación del uso de redes en el automóvil

Fuente: http://www.injectronix.com/curso_inyeccion_electronica_automotriz.html, revisado 10 de marzo de 2012

Al inicio el intercambio de datos entre las unidades de control se daba a través de cables individuales. Pero este tipo de conexiones punto a punto era óptimo para una cantidad limitada de señales. Al introducir las redes de comunicación aplicadas al automóvil con la función de transmitir la información y datos de los ordenadores de control por intermedio de los multiplexados, aumenta en gran medida la conexión de microcontroladores y su eficiente funcionamiento.

Anteriormente se aplicaba un método convencional al conectar las líneas de comunicación individualmente, pero se limitaba su capacidad por el hecho que el mazo de cables era numeroso y la complejidad que este implicaba al operar y la pinera de los conectores era excesiva para las unidades de control. Ante esto, se da el uso de los sistemas de bus serial, estableciendo como estándar al protocolo CAN (*Controller Area Network*).

Ante lo mencionado, se dio gran solución a las averías electrónicas en el automóvil que en gran parte era consecuente de fallas del cableado entre los componentes y ordenadores de control, ya que el número elevado de conexiones reducía la eficiencia de funcionamiento. Entonces al disminuir el cableado, se dio una mejor distribución del sistema eléctrico, la manipulación y mantenimiento se facilitó, el montaje y desmontaje se realizó en menor tiempo, por lo consecuente la reducción de costos.

1.4.1 Tipos de configuración de Redes

Las redes de comunicación y su esquema constructivo – la arquitectura de redes – representan uno de los componentes más importantes para la realización de sistemas electrónicos modernos en el automóvil, la aplicación de estas presentan diferentes configuraciones, las mismas dependerán del fabricante automotriz, al diseño de su electrónica y de la ubicación de los diferentes componentes instalados en el automóvil.

1.4.1.1 Configuración punto a punto

Este tipo de configuración de red es la más sencilla, no tiene conexiones ni esta aledaños a varios sistemas de control, es decir, está compuesta únicamente por dos ordenadores, al ser tan elemental este tipo de red se usa uno o dos cables trenzados. Un claro ejemplo de red punto a punto se representa en la figura 1-3, en el cual se aprecia la comunicación entre la herramienta de escaneo y el ECM (Modulo de control del motor).

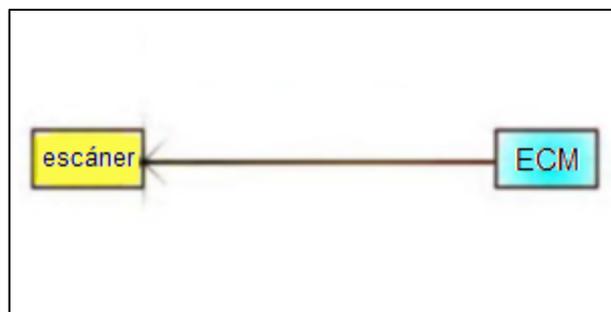


Figura 1-3: Esquema de configuración de red punto a punto

Fuente: Redes y multiplexados, CISE Electronics, revisado 05 de marzo de 2012.

1.4.1.2 Configuración en anillo

Este modelo de configuración de red, es de las más extensas puesto que se encuentran inmersos la conexión de cuatro hasta veinte módulos, presenta la ventaja en que la transmisión de datos es bidireccional, es decir que existe una superfluidad con la cual si el canal de comunicación se abre, la información puede viajar en otra dirección y llegar al resto de ordenadores.

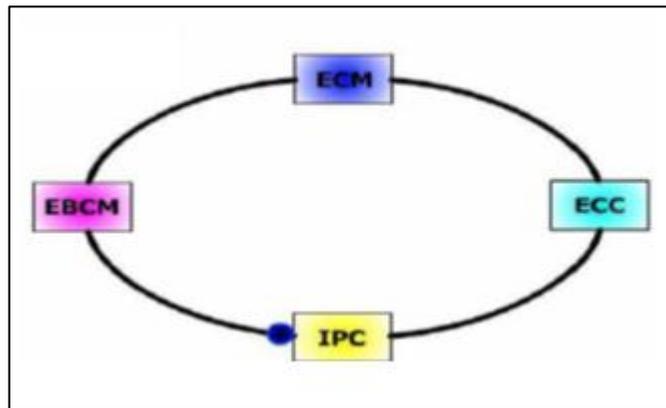


Figura 1-4: Esquema de configuración de red en anillo

Fuente: Redes y multiplexados, CISE Electronics, revisado 05 de marzo de 2012.

1.4.1.3 Configuración en estrella

La estructura en este tipo de configuración de red es centralizada por lo que conlleva a una importante ventaja, por lo que si ocurre algún problema en la conexión de un módulo o en el módulo, dejará afuera sólo ese componente.

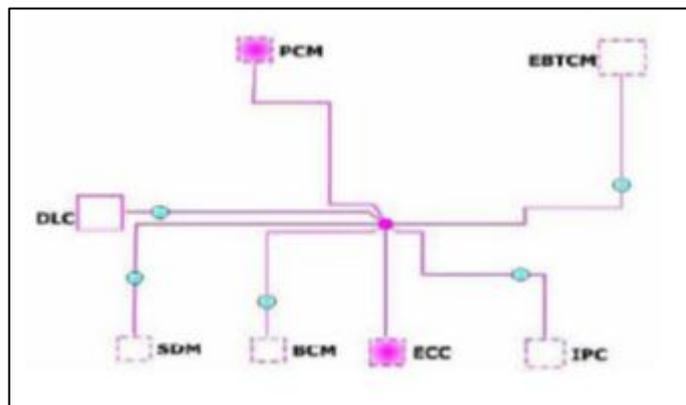


Figura1-5: Esquema de configuración de red en estrella

Fuente: Redes y multiplexados, CISE Electronics, revisado 05 de marzo de 2012.

La principal desventaja de esta configuración es la existencia de un nodo central, con lo cual se genera una gran cantidad de cableado desde cada uno de los módulos hasta este nodo, aquí se encuentran todas las uniones, por lo que se lo denomina nodo maestro. El método usado para la interconexión de los módulos es a través de un solo cable.

1.4.1.4 Configuración lineal

Una característica relevante en este modelo de configuración de red es la mínima cantidad de cable para su estructura, y se establece de una manera fácil y cómoda una ruta del alambrado a lo largo del automóvil y no requiere ningún tipo de orden en la lectura de los datos por parte de los ordenadores.

Un gran inconveniente en este tipo de configuración es cuando se presente un problema como es la rotura del cable de comunicación quedarán deshabilitadas las unidades desde la ruptura hasta el final de la red y también posee muchos nodos por los que puede ingresar ruido eléctrico. Generalmente la conexión en esta configuración se realiza de uno o dos cables trenzados.

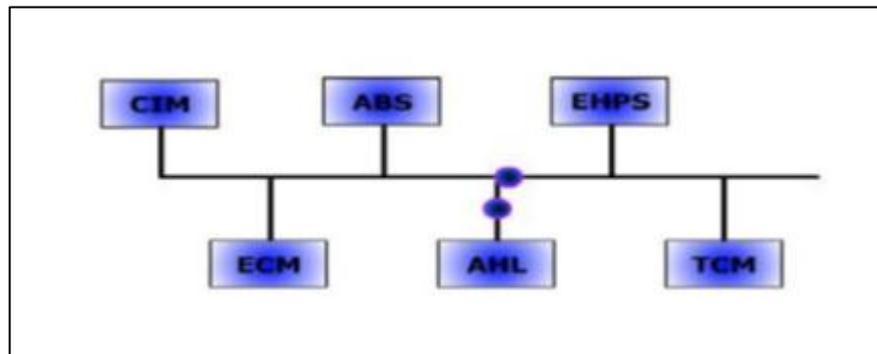


Figura 1-6: Esquema de configuración de red lineal

Fuente: Redes y multiplexados, CISE Electronics, revisado 05 de marzo de 2012.

1.4.1.5 Configuración Daisy Chain

Este arquetipo de configuración es una de las aplicadas en la conexión electrónica en el campo automotriz, al tener un mínimo de nodos hace que su estructura sea

sencilla, brindando mayor seguridad al poseer dos canales de comunicación con los mismos datos de transferencia.

Las desventajas que se tiene en este modelo de red, si se desconectar alguno de las unidades u ordenadores la red queda interrumpida en ese punto y si se da el caso de una ruptura del canal de comunicación puede quedar fuera de servicio varias unidades. La conexión que se aplica en esta configuración es de dos cables trenzados en toda la red.

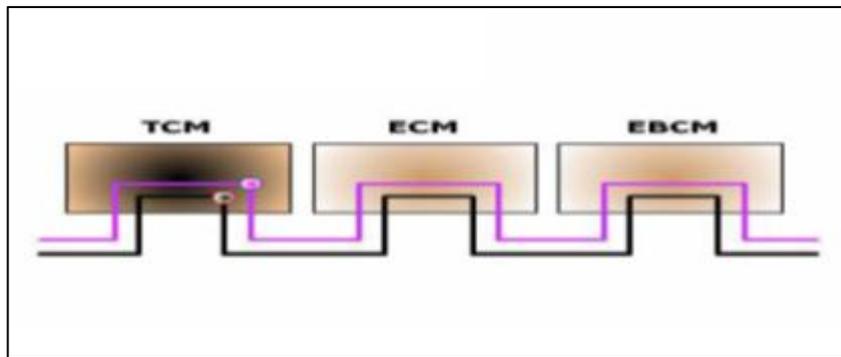


Figura 1-7: Esquema de configuración de red Daisy Chain

Fuente: Redes y multiplexados, CISE Electronics, revisado 05 de marzo de 2012.

1.4.1.6 Configuración Maestro-Esclavo

Si bien hasta ahora hemos visto configuraciones en las que las unidades se interconectan entre sí, pero se da el caso en el que una unidad de control debe estar comunicada con la red principal y comandar bajo sus requerimientos a otros ordenadores.

La unidad de control que se halla conectada a la de comunicación principal se lo conoce como maestro y el o los ordenadores que se encuentren conectados a esta unidad maestro se los referirán como esclavos, como se aprecia en el circuito de la Figura 1-8.



Figura 1-8: Esquema de configuración de red Maestro-Esclavo

Fuente: Redes y multiplexados, CISE Electronics, revisado 06 de marzo de 2012.

1.4.1.7 Configuración Gateway (compuerta)

Un *Gateway* es una puerta de enlace que permite realizar la conversión de la comunicación de un protocolo a otro. En dicha conversión, se intenta que la aplicación se comunique a través de la compuerta con la menor influencia.

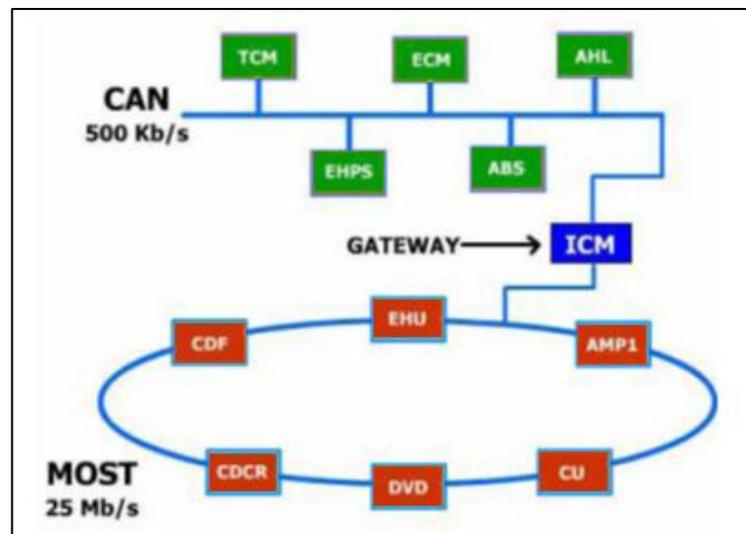


Figura 1-9: Esquema de configuración Gateway (compuerta)

Fuente: Redes y multiplexados, CISE Electronics, revisado 06 de marzo de 2012.

Esta clase de configuración, cada vez más aplicado en los sistemas de conexión electrónica de los automóviles, hace que protocolos independientes con su propia

velocidad de transmisión de información y propios métodos de conexión, se comuniquen por medio de compuertas a configuraciones diferentes, se esclarece al apreciar la figura 1-9 en donde se une diferentes protocolos de comunicación.

La compuerta (*Gateway*), debe manejar los protocolos que se los requiera, cumpliendo la función de traductor de datos del protocolo usado en una red al protocolo utilizado a la red de destino.

1.5 Estándares y normativas

Las organizaciones internacionales para garantizar el acoplamiento de las redes de comunicación inmersos al ámbito automotriz establecen las normas y estándares a nivel de la diagnosis de automóvil, con esto se garantiza los componentes de comunicación, el funcionamiento, y el trabajo seguro de las redes, con la finalidad de tener un óptimo ordenamiento en los ámbitos en que desempeñe.

En la tabla 1-3 y tabla 1-4 se aprecian los estándares SAE e ISO respectivamente, relacionados al diagnóstico del automóvil. Desde el año 2008 las organizaciones reguladoras de las normativas de diagnóstico, proponen al protocolo CAN (*Controller Area Network*) como la única red multiplexada de comunicación en los automóviles, para la verificación y diagnosis de fallos OBD-II.

Tabla 1-3: Estándares SAE

Estándar	Descripción
J1850	Especifica los requisitos de las redes de comunicación de datos en los automóviles.
J1972	Detalla las funciones de CARB/EPA y los mensajes asociados.
J2190	Define los mensajes de diagnosis y mal funcionamiento en los automóviles (versión modificada del J1979).
J1962	Requisito de un conector de 16pines (Data Link Conector - DLC) utilizado para la diagnosis y situado debajo del tablero. Este estándar es implementado en todos los vehículos producidos desde 1996 en los EEUU.
J1978	Es el documento que define las especificaciones de las herramientas de escaneo utilizado para la OBD-II.

Continúa...

Continuación.

J2178	Indica el formato básico de los mensajes utilizados en la comunicación en el OBD-I.
J1113	Indica el procedimiento de medida de la compatibilidad electromagnética de los componentes del automóvil.
J1211	Incluye recomendaciones para el diseño de los equipos electrónicos utilizados en los automóviles.
J1213	Recoge un glosario de términos para las redes implementadas en los automóviles.
J1547	Representa el procedimiento de medir la compatibilidad electromagnética en módulos de inyección.
J1587	Detallan las aplicaciones de intercambio de datos entre microcomputadores instalados en los camiones. Además se especifica el formato de los mensajes utilizados con el J1708 en la etapa física.
J1699	Indica las pruebas de conformidad y los métodos para el J1850.
J1708	Define la comunicación serie entre los microcontroladores implementados en los camiones. Además especifica la etapa física para el J1587 y J1922.
J1879	Incluye los criterios de aceptación general y de producción de circuitos integrados para las aplicaciones automotrices.
J1922	Indica el interfaz del control electrónico del motor usado en los camiones. Además define el formato de los mensajes utilizados para pasar datos entre motor, transmisión, ABS, etc.
J1930	Representa los términos de diagnóstico de los sistemas eléctricos y electrónicos, como definiciones, abreviaciones y siglas.
J2008	Incluye las recomendaciones de la organización SAE para el servicio de información de automóviles.
J2012	Recoge los códigos de diagnóstico.
J2205	Un protocolo extendido de diagnóstico para las herramientas de escaneo OBD-II.
J2300	Recoge el proceso de conformidad de prueba para las herramientas de escaneo OBD-II.

Tabla 1-4: Estándares ISO

Estándar	Descripción
ISO 7639	Especifica los símbolos gráficos utilizados por los equipos de diagnóstico.
ISO 8093	De aplicación a los sistemas electrónicos incluyendo los módulos de control, sensores, actuadores e indicadores.
ISO 9141	Especifica los requisitos para el intercambio de información digital entre las unidades de control electrónico a bordo (ECU) y los equipos de diagnóstico externo. Se establece esta comunicación para facilitar la inspección, las pruebas de diagnóstico y el ajuste de la ECU.
ISO 9141-2	Este estándar se limita a los vehículos con alimentación de 12V. Describe un subconjunto del ISO 9141 que especifica los requisitos para la configuración del intercambio de información digital entre las unidades de control relacionadas con la emisión de gases y la herramienta de escaneo, según lo especificado en SAE J1978.
ISO 9141-3	Detalla los métodos de verificación de la comunicación entre los automóviles y las herramientas de escaneo.
ISO 14229	Especifica los servicios de diagnóstico.
ISO/DIS 14229-1	Identifica las especificaciones y los requisitos de la diagnosis.
ISO 14230	Describe la capa física de la diagnosis.
ISO 14230-2	Especifica la capa de enlace de datos de la diagnosis.
ISO 14230-3	Describe la capa de aplicación de la diagnosis.
ISO 14230-4	Requisitos para los sistemas relacionados con las emisiones.
ISO 15031-3	Especifica unos requisitos mínimos para el conector de diagnóstico usado en la comunicación entre el vehículo y las herramientas de escaneo, fundamentalmente en lo relativo a las emisiones.
ISO/DIS 15031-5.4	Indica las reglas de comunicación entre el automóvil y los equipos de diagnosis externa utilizados para el diagnóstico de emisiones, detallando el servicio de la diagnosis.
ISO/DIS 15031-6.4	Presenta las normas de comunicación entre el automóvil y los equipos de diagnosis externa utilizados para realizar el análisis relacionado con las emisiones, definiendo los códigos de fallos.
ISO 15765-3	Especifica la implementación de un sistema común de los servicios de diagnóstico unificados (UDS), de acuerdo con ISO 14229-1, para el bus CAN. Da los servicios de diagnóstico y los requisitos de programación de la memoria del servidor para todos los servidores de la red CAN de comunicación interna y el equipo de diagnóstico interno.

Una exigencia aplicada por las organizaciones reguladoras para el diagnóstico de los automóviles es el estándar de diagnóstico de a bordo OBD, con el fin de generalizar la implementación de esta estructura en las actuales unidades producidas por la industria automotriz, y así implementar las herramientas de escaneo.

Esto implica que también los fabricantes de equipos y escáneres de diagnóstico automotriz, se rijan a las normas y estándares para confirmar la compatibilidad y ofrecer servicios de mantenimiento y reparación.

En la siguiente lista se presenta algunas de las normas aplicadas al diagnóstico en el automóvil, las mismas que se deben tener en cuenta para la mejor comprensión de estas:

- a. Norma J1962 – se refiere al conector DLC (*Data Link Connector*) que actualmente posee todos los automóviles para interactuar con las herramientas de escaneo, está constituido por 16 pines y se somete a las especificaciones impuestas por las organizaciones reguladoras, tanto en forma, y determinaciones físicas y eléctricas.
- b. Norma J1978 - especifica las funciones mínimas que debe tener una herramienta de escaneo para cumplir con la norma OBD:
 1. Manejo automático del protocolo OBD que incorpora el automóvil.
 2. Recogida y visualización de los datos acerca del estado y resultados de las evaluaciones de diagnóstico, como la disponibilidad de los equipos electrónicos e información procedente del indicador luminoso de fallo.
 3. Recogida y visualización de:
 - Códigos de diagnóstico de fallos (DTCs)
 - Datos históricos sobre emisiones y resultados de diferentes chequeos (i.e., Modo 6 de SAE J1979)
 - Datos relativos a emisiones (i.e., parámetros del motor)
 - Otros parámetros de emisiones descritos en SAE J1979
 - Puesta a cero de toda la información comentada en el punto anterior.

- c. Norma J1979 - detalla los modos de chequeo y diagnóstico para la obtención de datos relativos a las emisiones de gases. A continuación se enlistan los diferentes modos:
- Modo 1 – solicitud de los datos de diagnóstico actuales acerca del motor y estado de disponibilidad.
 - Modo 2 – demanda de información histórica sobre la transmisión de datos.
 - Modo 3 – petición de códigos de fallo referentes a las emisiones (DTC)
 - Modo 4 – reseteo o borrado de los códigos de fallo.
 - Modo 5 – solicitud de los resultados de evaluación del sensor de oxígeno.
 - Modo 6 – solicitud de los últimos resultados de la inspección realizada por la unidad de control de a bordo sobre sistemas evaluados de forma no continua, como son: el catalizador, recirculación del gas, sistema de evaporación.
 - Modo 7 – solicitud de los últimos resultados de control hecha por la unidad de control de a bordo sobre sistemas evaluados de forma continua, como son: la admisión, sistema de inyección.
- d. J1850, ISO 9141-2 e ISO 14230-4 – especifica los diferentes protocolos de comunicación y los formatos de notas que los productores automotrices usan en las herramientas OBD.
- e. J2012 - describe los códigos numéricos DTC (*Data Trouble Codes*) y su respectiva sugerencia sobre la solución del fallo.

CAPITULO II

PROBLEMAS EN REDES DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ

2.1 Aspectos Generales

En esta sección se presenta el estudio de la diagnosis electrónica aplicada en el automóvil abarcando sus modalidades: interna y externa. De la manera más concreta se trata de establecer su funcionalidad, aplicación y su composición.

También, se detalla de una manera técnica y didáctica los procedimientos para diagnosticar de manera eficaz las averías con sus fuentes de fallos en las redes de comunicación automotriz para su posterior solución y calibración.

En el caso de los equipos para la diagnosis externa, se describe cómo es el enlace con el automóvil y las funcionalidades disponibles en las herramientas de escaneo actuales.

2.2 Diagnóstico Electrónico

El crecimiento tecnológico en los automóviles ha llevado que el sistema de diagnóstico electrónico crezca de acuerdo a las especificaciones estandarizadas para este hecho. Configurándose a la diagnosis en forma de pirámide, como se muestra en la figura 2-1.

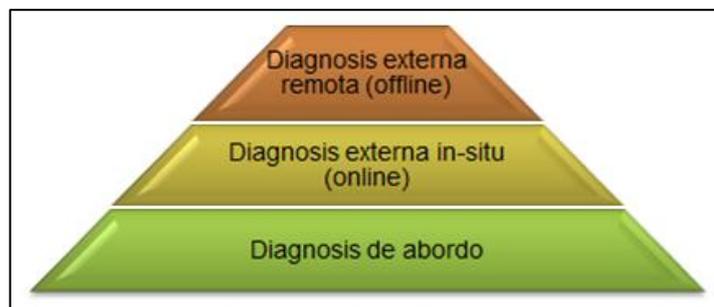


Figura 2.1 Estructura de la diagnosis electrónica

Fuente: <http://www.redtecnicautomotriz.com>, revisado 08 de abril de 2012

Donde en el nivel más bajo está conformado por los sistemas de diagnóstico de a bordo, en el nivel intermedio se aprecia el diagnóstico externo que se realiza con conexión directa al automóvil y finalmente se tiene en el nivel más alto los sistemas remotos de diagnóstico.

En la actualidad, los dos primeros niveles antes mencionados se hallan muy avanzados e impuestos en los automóviles, en cambio en lo que respecta al diagnóstico externo por medio de conexiones inalámbricas aún se encuentra en investigación y pruebas.

El diagnóstico electrónico en los automóviles, se complementan por medio de dos acciones que a continuación se detallan:

2.2.1 Interna de abordó (*On-board*)

Esta acción se ejecuta continuamente en el automóvil en tiempo real desde que se pone en contacto por intermedio del usuario, pues los componentes y unidades electrónicas realizan autoevaluaciones y diagnóstico sobre sus periféricos, detectando posibles averías o fallos, alertando al usuario mediante la iluminación de la luz testigo MIL.

2.2.2 Externa (*Off-board*)

Esta operación se procede al conectar equipos o herramientas de escaneo al conector DLC, cuando en el automóvil se presenta fallos o averías de gran consideración, logrando con esto un examen más íntegro y así poder dar solución de los problemas y la reparación de los sistemas defectuosos.

En relación con la diagnosis externa, es común la utilización de otros dos conceptos:

2.2.2.1 Externa in situ (*Off-board On-line*)

Este tipo de análisis electrónico se refiere a la conexión de la herramienta de diagnóstico, la misma que se hace por medio de un cable especializado al conector DLC (*Data Link Connector*) que se encuentra en el interior del automóvil, en donde el operario realiza las tareas de verificación con el fin de determinar las fallas para su posterior mantenimiento.

2.2.2.2 Externa remota (*Off-board Off-line*)

En este caso, la conexión se realiza de una manera inalámbrica entre el automóvil y un Centro de Atención al Cliente (CAC).

Al estar este proceso en crecimiento, el diagnóstico del automóvil se basa en cuatro fundamentos claros, para el continuo avance de estos sistemas: mejor respuesta del automóvil, asistencia al conductor, aumentar el nivel de confort y cumplir con la normativa vigente, como se aprecia en la Figura 2-2.

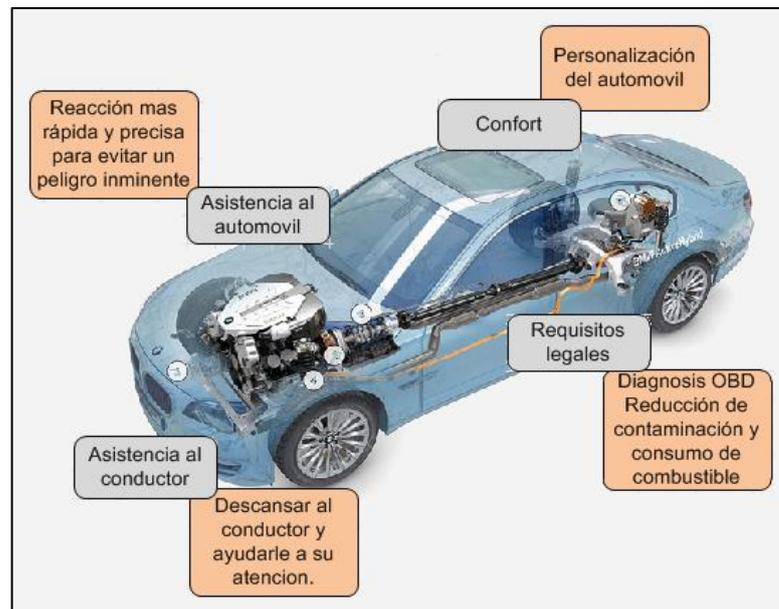


Figura 2-2: Objetivos del crecimiento de la diagnosis electrónica

Fuente: <http://autos-carros.com/2009/10/el-hibrido-de-bmw-en-abril/>, revisado 11 de abril de 2012

El diagnóstico electrónico del automóvil, trabaja asociada con los componentes electrónicos encargados de receptor datos e información del funcionamiento real del automóvil, bajo el estándar ISO 14230, en el cual se detalla en la figura 2-3, su arquitectura general:

- Lámpara indicadora de mal funcionamiento
- Red de comunicación
- Sensores y actuadores
- Unidad de control electrónico ECU

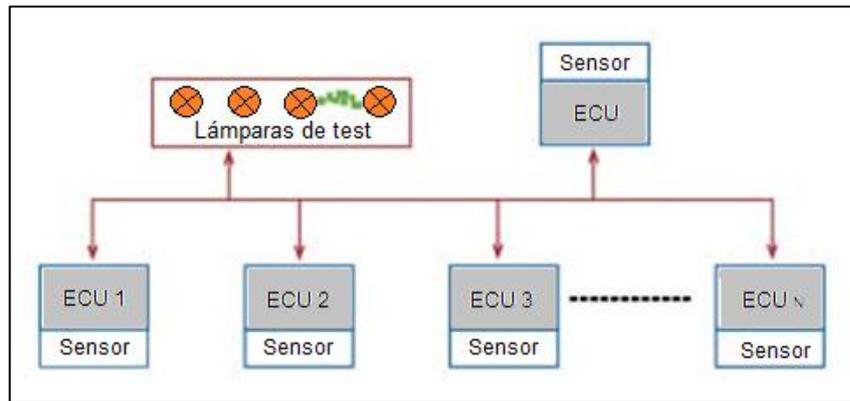


Figura 2-3: Arquitectura de red a bordo de un automóvil

Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>, revisado 12 de abril de 2012.

2.3 Procedimientos de comprobación

En el procedimiento de comprobación de la red de comunicación se suele recurrir al conector físico (interfaz de bus) también llamado DLC. Se debe tener en cuenta que la siguiente información se enfoca a los modelos existentes en nuestro medio, por lo que se debe tomar las medidas de seguridad necesarias en la manipulación de las herramientas y conectores del vehículo, dicha indagación es dirigida a técnicos, operarios, estudiantes y catedráticos en la rama automotriz.

2.3.1 Ubicación del conector DLC

La ubicación del DLC (*Data Link Connector*) en el automóvil la define el estándar J1962, preferentemente está ubicado bajo el tablero, en el lado del puesto del conductor. En los casos en que el DLC no se ubique bajo el tablero como se indicó, debe pegarse en la zona en que se ubicara el DLC una etiqueta autoadhesiva que indique su ubicación real.

En la Figura 2-4 se muestra la posición que ocupa el conector DLC de forma habitual, generalmente viene cubierta con una tapa desplegable, en donde el operario debe retirarla para visualizar el conector.



Figura 2-4: Ubicaciones del conector DLC

Fuente: Manual de usuario Peugeot 206 XR, revisado 01 de abril de 2012.

2.3.2 Conector físico J1962 (DLC)

El DLC (*Diagnostic Link Connector*) es conocido también con el nombre de terminal físico J1962, el mismo que toma las especificaciones de forma, eléctrica y física de la norma ejecutada por la SAE. Esta norma menciona que todos los automóviles con sistema OBD-II utilicen la misma terminal, es decir el conector DLC, que es compatible entre todos los automóviles, sean estos estadounidenses, europeos o asiáticos, en el caso de estos dos últimos con los tipos de protocolos (ISO 9141-2 y J1850) respectivamente.

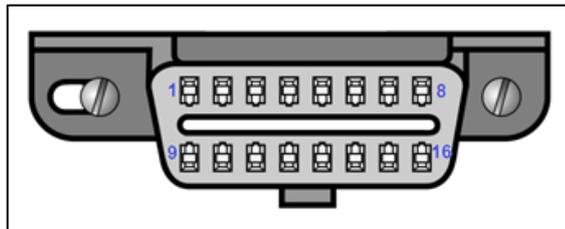


Figura 2-5: Conector físico J1962 de enlace de diagnóstico

Fuente: *Actron Electronic GuideBook*, revisado 21 de abril de 2012.

A continuación en la Tabla 2-1 se detallan la designación de los pines del conector DLC según cada fabricante. Se denota la pinera de las marcas más concurrentes en nuestro medio, donde se concibe la diferente designación de pines, en la mayor parte de pines normalizados, y otros de uso particular a cada fabricante según sus necesidades y requerimientos.

Tabla 2-1. Asignación de pines del conector

Terminal	SAE	GM	DaimlerChrysler	Ford
1	Discretionary	UART (secondary)	Keyless entry enabler	Ignition control
2	J1850 +	Class 2	J1850 +	SCP +
3	Discretionary	Ride control enabler	CCD +	
4	Chassis ground	Chassis ground	Chassis ground	Chassis ground
5	Signal ground	Signal ground	Signal ground	Signal ground
6	CAN H line	CAN H line	CAN H line	CAN H line
7	ISO 9141-2 K	ISO 9141-2 K	ISO 9141-2 K	ISO 9141-2 K
8	Discretionary	Keyless entry enabler	Switched Vbatt	Trigger signal in
9	Discretionary	UART (primary)		Switched Vbatt
10	J1850-	Unused	J1850-	SCP -
11	Discretionary	Steering control	CCD -	
12	Discretionary	ABS, CCM enabler		Flash EEPROM
13	Discretionary	SIR diagnostics		Flash EEPROM
14	CAN L line	CAN L line	CAN L line	CAN L line
15	ISO 9141-2 L	ISO 9141-2 L	ISO 9141-2 L	ISO 9141-2 L
16	Unswitched Vbatt	Unswitched Vbatt	Unswitched Vbatt	Unswitched Vbatt

2.3.3 Comprobación de alimentación en el DLC

En el DLC (*Data Link Connector*) es muy común los problemas, y el primer paso para verificar su funcionamiento es una inspección visual y activa, verificando cuidadosamente lo siguiente:

- Un problema muy común es la aislación deteriorada del cableado eléctrico, debido a objetos agudos o superficies calientes.
- Cerciorarse que los cables no se hallen corroídos o cortados.
- Verificar si presenta corrosión o materiales extraños en los terminales (pines).
- Visualizar si las terminales no presenten doblados o daños.

- Inspeccionar que los contactos no estén hundidos o no insertados correctamente en el alojamiento.
- Malas conexiones de cables en terminales de compresión.
- El DLC usa en sus contactos una grasa especial, conocida como grasa dieléctrica que sirve para evitar la corrosión, y esta no se la debe remover. Y si es necesario se debe aplicar más grasa al conector.

Comprobar la alimentación eléctrica en el DLC, tomando las debidas precauciones, con un multímetro o medidor de voltaje, comprobamos entre el pin 16 (Vbat +) y el pin 4 (señal de tierra) como se muestra en la figura 2-6.

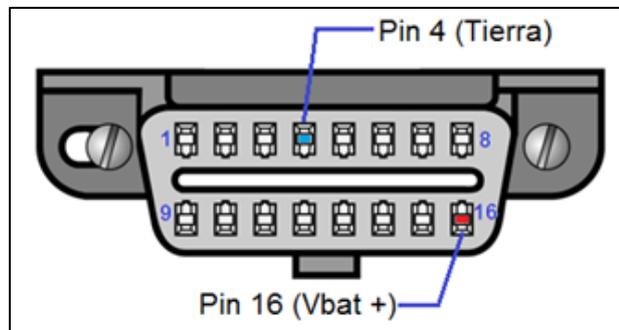


Figura 2-6: Pines para medir la tensión de alimentación

Fuente: Snap-on, (2005) Automotive Diagnostics Tool and Shop Equipment, revisado 28 de abril de 2012.

Verificamos la prueba y como mínimo debe darnos una lectura de 8V, para seguir con el diagnóstico o si se desea proseguir con la conexión de una herramienta o equipo de escaneo.

Para la mejor comprensión en la comprobación de la alimentación en el DLC (*Data Link Connector*), en la Figura 2-7 se representa un diagrama con los pasos a seguir, utilizando como medio los pines antes mencionados del conector, cabe recordar que se debe proseguir con las herramientas y equipos adecuados para la evaluación y pruebas del sistema, y con las precauciones del caso con el fin de tener inconvenientes en la manipulación de las herramientas y conexiones.

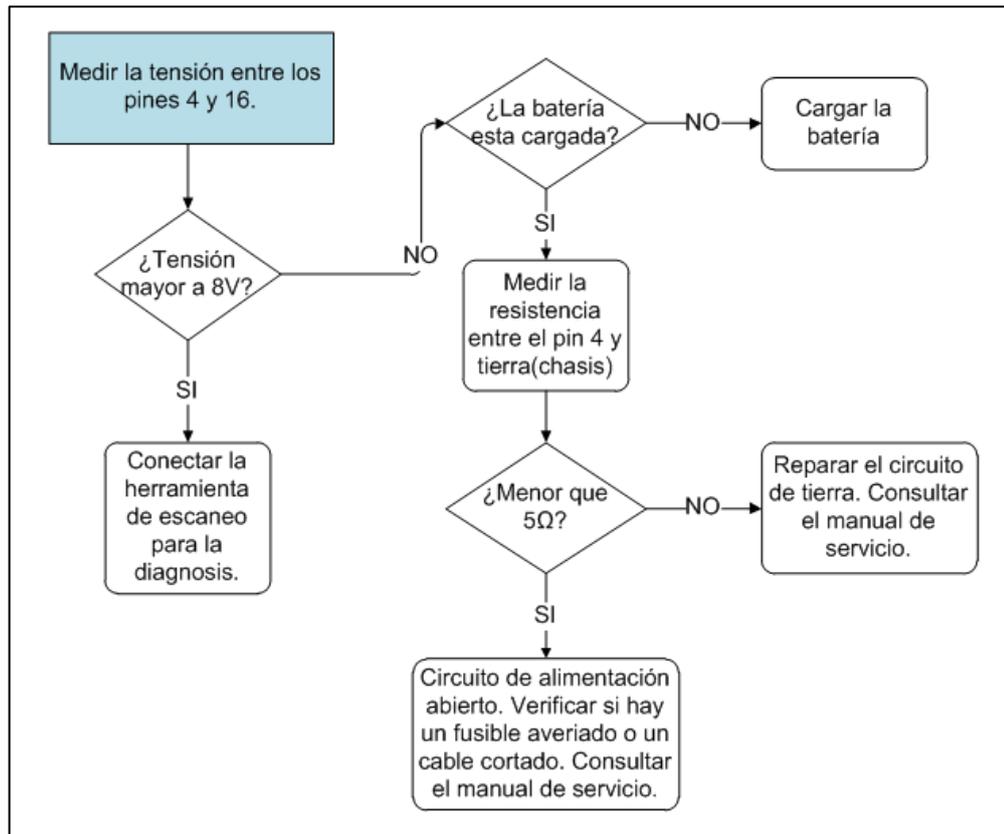


Figura 2-7: Diagrama de flujo para localización de fallas en el DLC

Fuente: Snap-on, (2005) Automotive Diagnostics Tool and Shop Equipment, revisado 02 de mayo de 2012.

2.3.4 Comprobación CAN Bus

El bus de comunicación más extendido y desarrollado por la industria automotriz es el protocolo estandarizado CAN.

Para la comprobación del sistema de red de datos CAN existen tres posibilidades, las mismas que se las irán describiendo a continuación:

- Comprobación de las resistencias terminales.
- Medición de la tensión.
- Comprobación del movimiento de CAN con el osciloscopio.

2.3.4.1 Comprobación de las resistencias terminales

Para evitar las interferencias de las señales en las redes de comunicación del bus de datos, se blindan en los dos extremos con resistencias terminales de 120 ohmios.

Las resistencias terminales están conectadas entre sí en paralelo y en la actualidad, en los automóviles modernos se pueden comprobar a través del DLC.

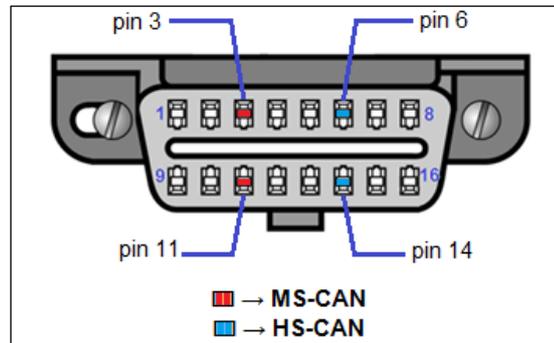


Figura 2-8: Pines para medir la resistencia

Fuente: Error Detection Analysis of Automotive Communication Protocols, revisado 05 de mayo de 2012.

Comprobación de las resistencias terminales a través del DLC:

- CAN HS: entre el pin 6 (CAN High) y el pin 14 (CAN Low)
- CAN MS: entre el pin 3 (High) y el pin 11 (Low)

Las lecturas de las resistencias de forma general nos dan las siguientes medidas:

- Ambas resistencias terminales entre: 55 a 65 ohmios.
- Una resistencia terminal defectuosa: unos 120 ohmios.

2.3.4.2 Medición de la tensión

Cuando la red de datos está activa, es decir que no se envían ni reciben protocolos, se encuentra en estado recesivo, figura 2-9.

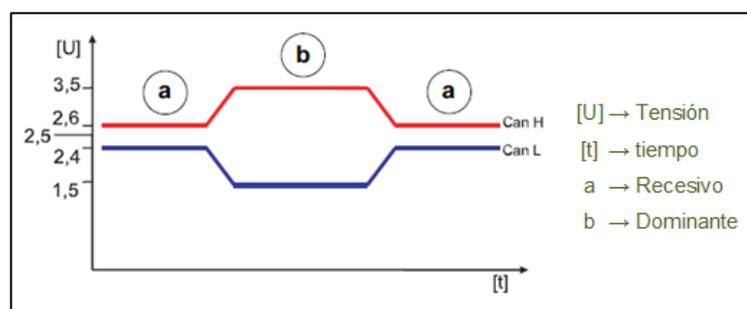


Figura 2-9: Niveles nominales de señal

Fuente: Error Detection Analysis of Automotive Communication Protocols, revisado 11 de mayo de 2012

En un sistema de bus de datos activo se usa un 50% de su capacidad, por lo que la activación en un multímetro digital tiene lugar en respuesta al nivel de los datos CAN recesivos.

De esta forma es posible medir la tensión entre *CAN-High* y masa y entre *CAN-Low* y masa.

Con el sistema eléctrico en contacto (motor en marcha) normalmente se miden las siguientes tensiones en los terminales correspondientes del DLC:

- entre CAN-High y masa: 2,6 V aprox.
- entre CAN-Low y masa: 2,4 V aprox.

Evaluando las lecturas que se presentan por lo común, se tiene:

- Medición de la tensión en una o ambas líneas de bus = casi 12 V:
∴ En este caso hay un cortocircuito a batería (+).
- Medición de la tensión en una o ambas líneas de bus = 0 V:
 - En este caso hay un cortocircuito a masa o
 - un cortocircuito entre las dos líneas CAN.

Si el resultado de la medición es correcto, es que las líneas de datos están en orden y la tensión es recesiva.

Sin embargo, el resultado de la medición no indica si se envían datos por el sistema de bus de datos. Para determinar si también hay señales de datos dominantes en el sistema de bus de datos, es necesario realizar una comprobación con el osciloscopio.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta, si se tiene un resultado de medición incorrecto, no implica que unos de los módulos este averiado, por tal razón, se debe verificar la presencia de un cortocircuito o una interrupción, o un conector dañado.

Entonces, para realizar un mantenimiento eficaz, habría que comprobar primero las conexiones eléctricas, y si al no tener alguna falla en las conexiones, se sigue con la comprobación de continuidad de todas las conexiones de línea CAN entre los módulos y el conector correspondiente.

2.3.4.3 Comprobación del movimiento CAN con el osciloscopio

Es una comprobación más detallada ya que con el osciloscopio se puede determinar si hay movimiento en el bus de datos.



Figura 2-10 Osciloscopio OTC 3840 F

Fuente: http://www.otctools.com/products/automotive_scope

En este caso, al movimiento se lo refiere cuando que se transmiten protocolos, es decir, el bus de datos cambia entre los estados recesivo y dominante.

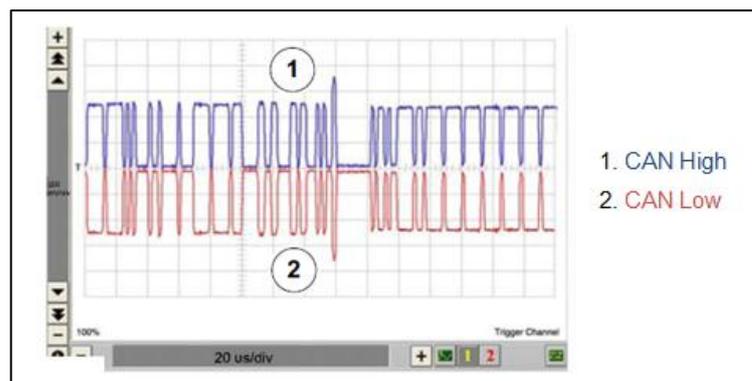


Figura 2-11: Grafica en el osciloscopio

Fuente: FORD Motor Company, (2010) Manual técnico de servicio

La comprobación del movimiento en el bus de datos se puede realizar también a través del DLC (*Data Link Connector*).

Para ello se deben seleccionar las dos puntas de prueba correspondientes en el osciloscopio. A continuación, a estas puntas de prueba se las coloca en los dos terminales del DLC, como se ve en la figura 2-12, para el sistema de bus de datos correspondiente (MS o HS).

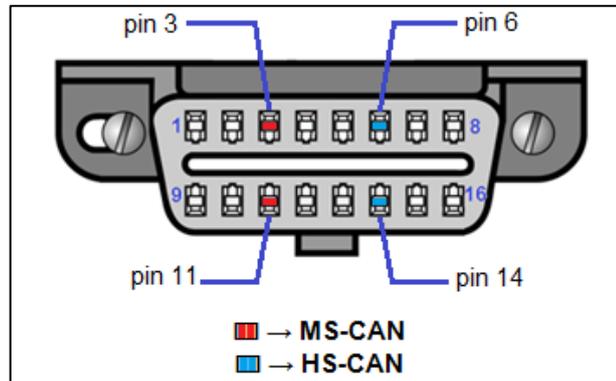


Figura 2-12: Pines de conexión en el DLC para el osciloscopio

Fuente: Error Detection Analysis of Automotive Communication Protocols

Como se muestra en la figura 2-12, ambas señales del bus CAN (*High* y *Low*) deben ocupar terminales opuestos en el conector.

- Con esta prueba se puede determinar si se produce un intercambio de datos en el bus de datos o no.
- Aunque se registre movimiento en ambas líneas CAN, no se puede decir si también todas las señales se transmiten por el bus de datos.
- Para ello es importante qué tipo de anomalía ha aparecido o qué indicaciones proporciona el o los DTC (Código de avería) de la memoria de averías.

2.3.5 Proceso ante un fallo de comunicación de módulo

Por regla general, la memoria interna de la unidad de control reconoce un fallo de comunicación en la red. Cuando se accede a la memoria de averías se obtienen indicaciones sobre el módulo o los módulos con los que no se puede establecer la comunicación.

A continuación se describe cómo se debe proceder cuando se produce un fallo de comunicación en el módulo:

- Supervisar si el conector del módulo y las conexiones eléctricas están firmes y no presenten corrosión.
- Verificar el estado de los fusibles de alimentación de tensión del módulo correspondiente.
- Si el fusible o los fusibles están en orden, compruebe la alimentación de tensión entre el fusible y masa.
- Comprobar si hay tensión de la batería.
- Revisar si los relés están alimentados. Si no hay tensión de la batería, se debe comprobar el circuito entre el relé y el fusible.
- Constatar la alimentación de tensión en el conector del módulo. Si no hay tensión de la batería, se comprueba el circuito entre el alojamiento del relé y el conector del módulo.
- Supervisar las conexiones a masa en el módulo (continuidad y corrosión).
- Cerciorarse que los circuitos de las líneas de bus de datos entren al módulo y al DLC.
- Examinar los circuitos de las líneas de bus de datos en todas las interfaces al módulo.
- Una vez concluidas las evaluaciones antes mencionadas, y se descarten otras anomalías, se debe sustituir el módulo.

En lo posible se debe apoyar a la documentación de taller actual (*DataSheet*) si se desea instrucciones de comprobación detalladas sobre cada módulo.

2.4 Funciones generales de las herramientas de escaneo

La principal funcionalidad de estas herramientas es el diagnóstico de los diferentes subsistemas de un automóvil. Pero se utilizan tanto en la diagnosis como en la reparación de los protocolos de comunicación y los módulos que lleven incorporado un sistema de diagnóstico de a bordo. Los sistemas electrónicos de los automoviles que se fabrican actualmente hacen más que controlar las operaciones del motor; también sirven junto con una herramienta de diagnosis, para encontrar, prever y solucionar posibles fallos.

Al existir diferentes normas y regulaciones, hoy en día se aplica la norma del sistema OBD-II en todos los automóviles.

En la Figura 2.13 se muestra la herramienta de escaneo, usada generalmente en el entorno.



Figura 2-13 Injelectronic CJ4 Scantool

Fuente: <http://www.flashtuner.com/proddetail.asp?prod=Injelectronic-CJ4>, revisado 10 de mayo de 2012.

A continuación se listan las funciones más comunes disponibles en las herramientas de escaneo:

- **Control Bi-direccional.**- las herramientas de escaneo pueden controlar ciertos componentes del automóvil y realizar ciertas pruebas de test. Así el técnico operario tiene la posibilidad de leer los datos de entrada y salida de los módulos, sensores, y actuadores. También puede actualizar por medio de la herramienta o de otra manera cuando el motor se enciende se restablecerá el sistema.
- **Visualizador gráfico.**- en las herramientas de escaneo se puede visualizar de forma gráfica los parámetros de diagnóstico.
- **LEDs adicionales.**- las herramientas de escaneo tienen diferentes luces testigo leds que indican cambios en los principales valores de estado del motor para que sea su lectura sea sencilla por parte del técnico de servicio.
- **Menú de ayuda.**- las herramientas escaneo poseen en su sistema, la información y procesos técnicos a seguir durante un test.
- **Librería de códigos de fallo DTC.**- disponen de todos los posibles códigos de fallos definidos por la norma

- Salida a impresora o conexión a un computador.- las herramientas de escaneo suelen poder conectarse a una impresora o PC para imprimir la información del diagnóstico realizado.
- Modo de almacenamiento y visualización / modo foto.- las herramientas de escaneo almacenan los parámetros y datos durante la lectura en el proceso de diagnóstico, lo cual servirá al técnico de mantenimiento para realizar los ajustes y reparaciones pertinentes.
- Pruebas de sensores de oxígeno.- Registra y presenta datos de los sensores de oxígeno.
- Reprogramación del PCM del automóvil.- la herramienta de diagnóstico puede realizar una reprogramación de los módulos del ordenador del vehículo, específicamente de la transmisión (PCM).
- Medidores y osciloscopios.- la herramienta de escaneo puede operar como un multímetro, proporcionando valores de tensión, resistencia, corrientes..., o bien como osciloscopio.
- Ayuda al diagnóstico y resolución de posibles fallos.- las herramientas de escaneo comienzan a incorporar información adicional que pueda ser de utilidad para la diagnosis de problemas, normalmente se apoya en una base de datos con las posibles situaciones de fallo y los componentes asociados con la avería.

La gran parte de las herramientas de diagnóstico poseen en sus programas, información técnica detallada, en donde se incluye datos de diagnóstico para las diferentes fallas englobando así la mayor parte de los sistemas que conforman el automóvil, como son el motor, la transmisión, sistemas de frenos, suspensión, chasis, sistema eléctrico, etc.

Es así que en muchas marcas de automóviles vienen incorporados sistemas adicionales sea este por confort, seguridad, etc. Por ejemplo, para los automóviles de la marca Ford algunas de las capacidades que se adicionan en sus modelos son:

- ABS.- Esta función es utilizada para obtener códigos de error en el sistema de frenos anti-bloqueo.
- Prueba de balance de cilindros.- es una modalidad bi-direccional que por intermedio de la herramienta de escaneo, hace que la unidad de control realice

un test de balance de los cilindros en el motor, la forma que procede es deshabilitando los inyectores de uno en uno, y evalúa la diferencia de revoluciones, delatando el problema.

- Datos del DLC (*Data Communication Link*).- Enseña los datos de operación existentes.
- Bomba de combustible.- esta función es de forma bi-direccional en donde la unidad de control enciende por 45 segundos la bomba de combustible con el motor apagado, evaluando así la presión de combustible sin necesidad de encender el motor.
- Ajuste de marcha mínima.- es una manera de comprobar si el motor está dentro de las especificaciones designadas a su correcto funcionamiento.

Las herramientas de escaneo al poseer software proporcionados por cada fabricante, este debe ser sometido a periódicas actualizaciones, tanto de base de datos, funciones, y prestaciones; por el hecho que la mejora en los sistema electrónicos de los automóviles sigue en avance.

Uno de los inconvenientes que comúnmente se presenta al manipular una herramienta de escaneo es la diferencia de ciertas peculiaridades de cada fabricante, pese a que el sistema ODB se encuentra normalizado, los productores de estas herramientas crean distintas interpretaciones que confunden a los técnicos operarios.

Por ello, los códigos de falla usualmente se almacenan con códigos numéricos para su posterior identificación, a estos se los conoce como DTC.

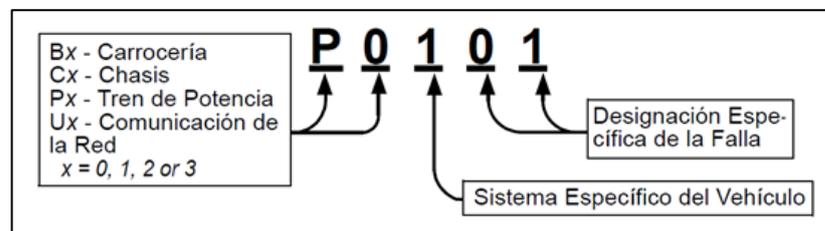


Figura 2-14: Nomenclatura para los DTC del sistema OBD-II

Fuente: Manual de servicio, LAUNCH X431, revisado 27 de marzo de 2012.

Los significados de los códigos genéricos forman parte del software proporcionado por la herramienta de escaneo OBD-II. Para entender los DTC específicos de cada

marca de automóviles se necesita la adquisición del software original o del manual de servicio del automóvil.

Tabla 2-2. Norma SAE J2012 para la identificación de códigos de fallos

Códigos del Tren de Potencia	Códigos de carrocería
P0xxx - Genéricos (SAE)	B0xxx - Genéricos (SAE)
P1xxx - Específicos del fabricante	B1xxx - Específicos del fabricante
P2xxx - Genéricos (SAE)	B2xxx - Específicos del fabricante
P30xx-P33xx - Específicos del fabricante	B3xxx - Genéricos (SAE)
P34xx-P39xx - Genéricos (SAE)	
Códigos de chasis	Códigos de comunicación de red
C0xxx - Genéricos (SAE)	U0xxx - Genéricos (SAE)
C1xxx - Específicos del fabricante	U1xxx - Específicos del fabricante
C2xxx - Específicos del fabricante	U2xxx - Específicos del fabricante
C3xxx - Genéricos (SAE)	U3xxx - Genéricos (SAE)

CAPITULO III

PROTOCOLOS DE ÚLTIMA GENERACION

3.1 Introducción

Las innovaciones tecnológicas en el campo de automóviles que se están desarrollando en los laboratorios, modificarán muchos aspectos de nuestra vida, tanto en ámbitos sociales, económicos, políticas de preservación del medio ambiente, desarrollos tecnológicos, Políticas relacionadas y de infraestructura vial, Todo ello para optimizar en todo sentido la transportación de las personas.



Figura 3-1: Relaciones para el desarrollo en el ámbito automotriz

Fuente: página web de Peugeot Société Anonyme, revisado 07 de junio de 2012.

Actualmente se puede ver como la industria automotriz aplica avanzadas redes de comunicación, en la Figura 3-2 se muestra una red de comunicación electrónica, estructurándose cuatro niveles con las compuertas de enlace. La conexión en estas redes dependerá de la velocidad de comunicación y distancia a cubrir, por lo que se puede usar desde un cable trenzado, apantallado hasta fibra óptica.

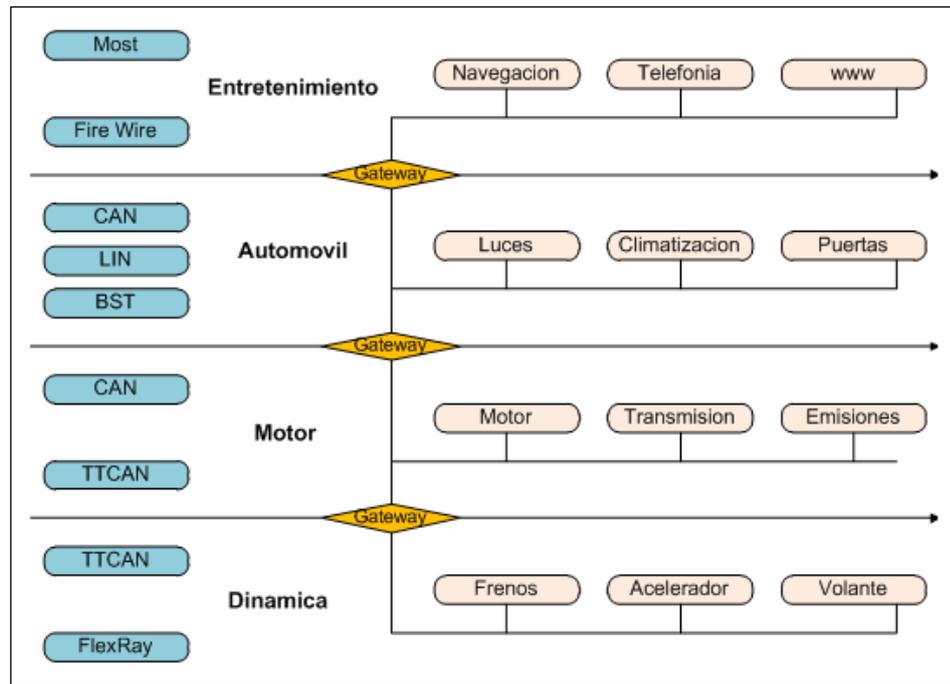


Figura 3-2: Arquitectura de red

Fuente: <http://www.altera.com/end-markets/auto/network/aut-network.html>, revisado 10 de junio de 2012.

3.2 Sistema MOST-Bus

El sistema MOST (*Media Oriented Systems Transport*) es el estándar para la creación de redes de información y entretenimiento multimedia para la industria automotriz. La tecnología fue diseñada desde cero para proporcionar un tejido eficiente y rentable de transmitir audio, video, datos e información de control entre los dispositivos conectados, incluso a las duras condiciones de un automóvil. Su naturaleza síncrona permite que los dispositivos simples para ser capaz de proporcionar el contenido y otros para hacer que el contenido con el mínimo de hardware. Al mismo tiempo que proporciona una calidad única de servicio para la transmisión de servicios de audio y video.

Aunque sus raíces están en la industria del automóvil, la mayoría puede ser utilizada para aplicaciones en otras áreas tales como aplicaciones de transporte, una red de A/V, aplicaciones de seguridad e industriales.



Figura 3-3: Medios destinados a la información y entretenimiento

Fuente: Web MOST Cooperation, revisado 05 de junio de 2012.

En la actualidad consta de 16 fabricantes de automóviles internacionales y más de 60 proveedores de componentes clave. Ellos se han unido para trabajar más con la tecnología y contribuir a su innovación. MOST también está dispuesta a unir los esfuerzos destinados a mejorar y estandarizar la tecnología para otras industrias y para establecer las estructuras de trabajo correspondientes.

3.3 Sistema FlexRay

El sistema FlexRay es un nuevo protocolo de comunicaciones para buses de datos aplicados a la automotriz, todavía en evolución por la empresa FlexRay. Es un protocolo más desarrollado que el protocolo CAN y el sistema MOST, con mayores prestaciones y por ende con mayor costo.



Figura 3-4: FlexRay Communications System

Fuente: <http://www.flexray.com>, revisado 03 de junio de 2012.

FlexRay es un sistema de bus de serie en progreso que tiene como función la transferencia con mayor velocidad de datos entre los componentes del automóvil. Este sistema es empleado para interconectar distintos sistemas con seguridad y precisión, como son los nuevos y rápidos sistemas de asistencia al conductor y de control del bastidor se traducen en una mejora de la seguridad y comodidad en vías.

El aumento de eficaces sistemas electrónicos para asistir el manejo exige una respuesta veloz y por ello la rápida transferencia de datos a las unidades de control. Una de las grandes empresas automotrices como es BMW, colabora con estas empresas con el objeto de perfeccionar un nuevo sistema de bus que innovara las exigencias más requeridas en el mercado, como son la seguridad y rapidez de comunicación.

Esta tecnología ya es empleada en modelos de la marca BMW X5 desde el año 2007 y se emplea para controlar los estabilizadores de control del bastidor y válvulas electromagnéticas en los amortiguadores, con buenos resultados en el control del automóvil. Cada vez el sistema FlexRay se introduce al campo automotriz por ello varias marcas (BMW, Audi, Volkswagen) están aplicando esta tecnología.

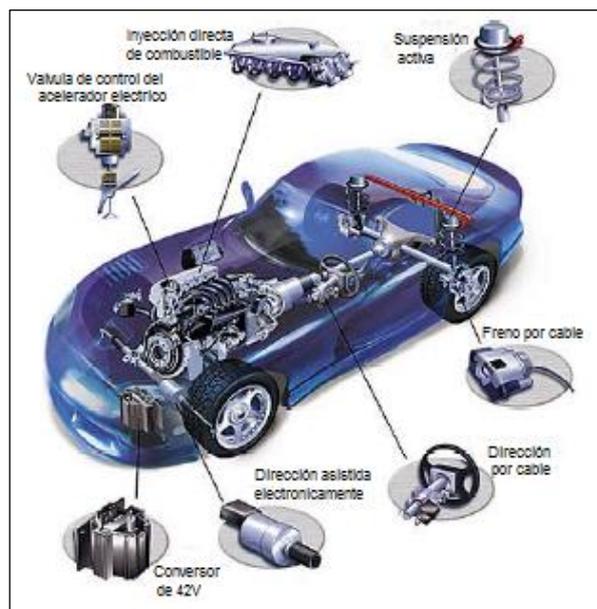


Figura 3-5: FlexRay dentro del sistema de control del automóvil

Fuente: <http://jcwinnie.biz/wordpress/?p=1633>, revisado 04 de junio de 2012.

FlexRay tiene como principal ventaja una elevada tasa de transferencia de datos, que llega a velocidades de hasta 10 MBytes por segundo, siendo esta veinte veces más veloz comparado al protocolo CAN. Para garantizar la comunicación, FlexRay usa un segundo canal, redundando la transferencia de datos, lo que brinda una seguridad muy alta.

En conclusión, el sistema consigue aumentar en gran medida la comodidad y la seguridad en carretera, pues los sistemas del automóvil se pueden comunicar con mayor rapidez y fiabilidad.

3.4 Bluetooth

La tecnología Bluetooth es desarrollada por la empresa sueca Ericsson, con el fin de crear un sistema normalizado para la transmisión de datos por medio de radiofrecuencia de corta distancia.

La revolución de este sistema de comunicación, ha generado que muchas empresas participen en el desarrollo de esta tecnología, por ello se ha introducido de gran manera a las nuevas tecnologías, como son las telecomunicaciones, procesamiento de datos, productores de equipos y aparatos electrónicos, y no puede quedar de lado los automóviles.



Figura 3-6: Sistema Bluetooth aplicado al automóvil.

Fuente: <https://bluetooth.org/apps/content>, revisado 23 de junio de 2012.

Actualmente la tecnología Bluetooth desempeña un rol muy importante en el campo automotriz, pues cada vez se incorpora sistemas de comunicación por radiofrecuencia, automóviles de alta performance incorporan unidades de navegación, de audio y telecomunicaciones. Pues es más frecuente ver equipos para automóviles que dan facilidad de comunicarse por teléfonos celulares con el sistema manos libres.

Otra innovación que presenta Bluetooth, es el sistema de navegación GPS, con esto complementa a la seguridad y ubicación al momento de la conducción. También se aplica esta tecnología para la interconexión entre automóviles y centros de atención al cliente.

4. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto, se ha cumplido con los objetivos planteados. Se especifica las conclusiones más importantes tras la ejecución de los capítulos:

Mediante este estudio se ha realizado un manual de procedimientos que da a conocer los protocolos de comunicación automotriz, en el cual se detalla el fundamento teórico que sustentan los diferentes sistemas, así como los procedimientos que permiten evaluar su funcionamiento.

Adjunto a esto, la teoría investigada sobre el arribo de nuevas tecnologías electrónicas y de comunicación en los automóviles muestra la importancia del estudio, las funciones de control de los subsistemas y la diagnosis de los mismos, que se complementan día a día con el mejoramiento, actualización y desarrollo de las redes de comunicación.

Se presenta un aporte con la diagnosis y procesos de mantenimiento de los principales problemas que se encuentran en las redes de comunicación, para su referencia se han tomado los modelos de automóviles más comunes y relevantes que actualmente se hallan en nuestro medio, con el objetivo de aportar con información técnica que permita proceder correctamente cuando se realicen tareas de mantenimiento o diagnóstico.

No se sabe con certeza que tecnologías serán las que se incorporen en las tareas de comunicación de datos en el futuro, así como la evolución exacta de los diferentes sistemas del automóvil. Lo que sí es seguro, es que estas estarán directamente relacionadas al desarrollo tecnológico que se suscite en el campo de la electrónica, y en las telecomunicaciones.

Hoy en día resulta muy difícil realizar diagnósticos, reparaciones, y mantenimiento de los vehículos, si no se cuenta con una herramienta de escaneo de los sistemas de control electrónico implementados en los mismos. Estas herramientas de diagnóstico permiten optimizar las tareas relacionadas al automóvil; no obstante estas de nada sirven si la persona que ejecuta dichas labores, no conoce los principios de operación tanto de los equipos, como de los diferentes sensores y actuadores de cada sistema, así como la forma en que las diferentes unidades de control interactúan entre si.

5. RECOMENDACIONES

Las personas que se desempeñan como técnicos en el diagnóstico de sistemas electrónicos de control, deben implementar en sus puestos de trabajo manuales que permitan operar con facilidad los equipos y herramientas de diagnóstico; con ello se logra incrementar la productividad de los talleres.

La adquisición de una herramienta de escaneo para realizar tareas de diagnóstico en los sistemas dentro del automóvil, incrementará la efectividad al momento de realizar tareas de mantenimiento, por ello se recomienda implementar los mismos en los diferentes talleres, así como incorporar bibliotecas en las que se pueda acceder a los diferentes circuitos eléctricos, así como a listas detalladas de los diferentes códigos de fallo que se presenten en los automóviles.

Para proceder a un correcto mantenimiento sobre los protocolos de comunicación automotriz, es importante contar con los manuales de operación de mantenimiento y reparación o con las hojas de datos emitidas por el fabricante del vehículo.

Se recomienda operar y manipular cuidadosamente los componentes electrónicos de las redes de transmisión de datos, así como tener presente las condiciones de seguridad al momento de realizar tareas de mantenimiento, como lo son: desconectar la batería cuando se desmonten componentes sensibles, y utilizar una pulsera electrostática, conectada a tierra.

La creación de un banco de pruebas para determinar averías en los diferentes componentes de la red de transmisión de datos, así como un emulador que permita generar las diferentes señales de sensores y actuadores; es viable, por esta razón se recomienda a los futuros investigadores interesarse en esta propuesta, ya que la experiencia les permitirá conocer a profundidad los sistemas de control electrónico equipados en los automóviles.

6. BIBLIOGRAFIA

6.1 Referencias Bibliográficas

- AUGUERI Fernando, “Manual de Reparación de ECUs”, Miami CISE Electronics, 2007.
- AUTOMOTIVE Scope / GMM, “Manual de usuario OTC 3840 F”, 2010.
- BOSH Robert GmbH, “Manual de la Técnica del Automóvil BOSCH”, Alemania, 2005.
- CHAMÚ Carlos, “Desarrollo de un sistema educativo para la enseñanza del protocolo de comunicaciones CAN”, 2005.
- CONCEPCION Mandy, “Estrategias de Sistemas Automotrices OBD-II”. USA, 2004.
- DEFAZ Mario, “Estudio del protocolo CAN y su aplicación en redes de control”, 2007.
- FITSA y UNIVERSIDAD de Alcalá, “Diagnosis Electrónica del Automóvil” 200-.
- LAUNCH, “User Guide X431”, 2010.
- SCANTOOL, “Manual de usuario CJ4” (www.injectronic.com), 2010.
- Snap-on, (2005) “Automotive Diagnostics Tool and Shop Equipment”, 2005.
- TOMASI Wayne, “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas”, México, 2003.
- TRISCO Technology Corp, “Operation Instructions Professional Automotive”, 2011.
- UNRUH, J; MATHONY, H; KAISER, K, “Error Detection Analysis of Automotive Protocols”, SAE International Congress, Detroit, 1990.

6.2 Referencias Electrónicas

- http://es.wikipedia.org/wiki/protocolo_de_comunicaciones [consulta, 13 de mayo del 2012]
- <http://www.aficionadosalamecanica.com/can-lin-most-bluetooth-intro.htm> [consulta, 28 de enero de 2012]
- http://www.aficionadosalamecanica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=64 [consulta, 25 de marzo del 2012]
- <http://www.asintra.com.es/documentos%20tecnicos/EI%20Multiplexado.pdf> [consulta 22 de enero 2012]
- http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R14_A6.pdf [consulta, 25 de enero de 2012]
- <http://www.cnlaunch.com> [consulta, 15 de abril del 2012]
- <http://www.interfacebus.com/Standards.html> [consulta, 06 de junio del 2012]
- <http://www.ross-tech.com> [consulta, 29 de mayo del 2012]
- <http://www.snapondiag.com> [consulta, 10 de junio del 2012]
- <http://www.vetronix.com/diagnostics/mts5100/description.html> [consulta 21 de enero 2012]

7. GLOSARIO DE ACRONIMOS

Abreviatura	Descripción
ABS	Anti Blockier System
BCM	Body Control Module
BEAN	Body Electronic Area Network (Toyota)
Bluetooth	Interface universal para conectividad sin cables entre diferentes tipos de dispositivos, tanto informáticos como domóticas.
BSI	British Standard Institution
BUS	Broadcast Unknown Server (vía de comunicación que comparten varios elementos entre sí)
CAC	Centro de Atención al Cliente
CAN	Controllor Area Network
CARB	California Air Resources Board
CCD -	Charge Coupled Device -
CCD +	Charge Coupled Device +
CCM	Comprehensive Components Monitoring
DLC	Data Link Connector
EBCM	Electronic Brake Control Module
ECC	Electronic Climate Control
ECM	Engine Control Module
ECT	Engine Coolant Temperature
ECU	Electronic Control Unit
EEPROM	Electronically Erasable Programmable ROM
EGR	Exhaust Gas Recirculation
EPA	Environmental Protection Agency
EPFM	Evaporative Purge Flow Meter
EPS	Electric Power Steering
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones
Gateway	Denominación normalizada de los dispositivos que permiten la interconexión de dos redes con arquitecturas distintas.
GPS	Global Postionning System
HS-CAN	High Speed - CAN
IAT	Intake Air Temperature
IDS	Inferred Distance Sensor
IDS	Information Display System
IPC	Instrument Panel Cluster
ISO	International Standardization Organization
LIN	Local Interconnect Network

Continúa...

Continuación.

MAF	Mass Air Flow
MAP	Manifold Absolute Temperature
MIL	Malfunction Indicator Lamp
MOST	Media Oriented Systems Transport
MS-CAN	Medium Speed - CAN
OBD	On Board Diagnostics
PCM	Powertrain Control Module
PSA	Peugeot Société Anonyme
ROM	Read Only Memory
SAE	Society of Automotive Engineers
Scantool	Herramienta de escaneo
SCP	Standard Corporate Protocol
SIG	Special Interest Group
SIR	Supplemental Inflatable Restraints
TCM	GM – Transmission Control Module
TICs	Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
TP	Throttle Position
TPS	Throttle Position Sensor
VAN	Vehicle Area Network
VIN	Vehicle Identification Number