



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

TEMA:

**“ANÁLISIS ELECTRÓNICO MEDIANTE SCANNER Y
OSCILOSCOPIO DEL SISTEMA CAN-BUS DE DATOS DEL
VEHICULO MAZDA 3”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO
DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

CHABLA LLIGUICOTA WILSON FABIÁN

GUAYAQUIL – ECUADOR

OCTUBRE 2017

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

CERTIFICADO

Ing. Daniela Jerez

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“ANÁLISIS ELECTRÓNICO MEDIANTE SCANNER Y OSCILOSCOPIO DEL SISTEMA CAN-BUS DE DATOS DEL VEHICULO MAZDA 3”** realizado por el estudiante: **CHABLA LLIGUICOTA WILSON FABIÁN**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: **CHABLA LLIGUICOTA WILSON FABIÁN**, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Octubre 2017



Ing. Daniela Jerez

Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, WILSON FABIÁN CHABLA LLIGUICOTA

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ANÁLISIS ELECTRÓNICO MEDIANTE SCANNER Y OSCILOSCOPIO DEL SISTEMA CAN-BUS DE DATOS DEL VEHICULO MAZDA 3”** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Octubre 2017



WILSON FABIÁN CHABLA LLIGUICOTA

C.I. 0923631196

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

AUTORIZACIÓN

Yo, WILSON FABIÁN CHABLA LLIGUICOTA

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ANÁLISIS ELECTRÓNICO MEDIANTE SCANNER Y OSCILOSCOPIO DEL SISTEMA CAN-BUS DE DATOS DEL VEHICULO MAZDA 3”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Octubre 2017



WILSON FABIÁN CHABLA LLIGUICOTA

C.I. 0923631196

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer primeramente a Dios, ya que sin su voluntad no hubiese podido alcanzar esta meta propuesta, hace mucho tiempo.

A la Universidad Internacional del Ecuador, por permitirme formar como persona y profesional.

A mi director académico, Ing. Edwin Puente por su arduo esfuerzo y dedicación, no solo para mí, sino para cada uno de los estudiantes.

A mi director de proyecto, Ing. Daniela Jerez por su incansable apoyo durante todo el trabajo realizado, que con sus consejos y conocimientos, satisfactoriamente se alcanzó el objetivo.

A mis compañeros de labores, quienes gracias a su aporte y trabajo en equipo se pudo adquirir experiencia y nuevos conocimientos, que me permitieron tener nuevos fundamentos para la realización de este proyecto.

En fin, a cada una de las personas que me forjaron con sus conocimientos tanto como estudiante así como trabajador, les agradezco enormemente, ya que siento que este éxito no es solo mío, sino de ellos también.

Para ustedes: Que Dios los guarde y los bendiga.

WILSON FABIÁN CHABLA LLIGUICOTA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis, principalmente a Dios por haberme dado la vida y la fuerza necesaria para caminar por ese largo sendero que significa obtener este título anhelado.

A mi madre María, quien con sus consejos, afecto y cariño no solo me dio la vida, sino el amor en cada una de las etapas de mi desarrollo.

A mi padre Juan, quien con su ahínco, apoyo y motivación me dio las herramientas necesarias para ser una persona de bien y con metas propuestas.

A mi hija Fabiana, quien, con sólo el hecho de verla crecer, me dio las fuerzas necesarias para culminar mis metas, en esos momentos que por más duros que parecían, ella incentivó en mi todo lo que necesitaba.

WILSON FABIÁN CHABLA LLIGUICOTA

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| CERTIFICADO | ii |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD | iii |
| AUTORIZACIÓN | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| RESUMEN GENERAL | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | 2 |
| PRELIMINARES..... | 2 |
| 1.1 Definición del problema..... | 2 |
| 1.2 Ubicación del problema..... | 3 |
| 1.3 Formulación del problema..... | 3 |
| 1.4 Sistematización del problema. | 3 |
| 1.5 Objetivos de la investigación..... | 4 |
| 1.5.1 Objetivo General. | 4 |
| 1.5.2 Objetivos Específicos..... | 4 |
| 1.6 Alcance..... | 4 |
| 1.7 Justificación e importancia de la investigación. | 5 |
| 1.7.1 Justificación Teórica. | 5 |
| 1.7.2 Justificación Metodológica..... | 5 |
| 1.7.3 Justificación Práctica. | 5 |
| 1.8 Hipótesis..... | 5 |
| 1.8.1 Variables de hipótesis..... | 5 |
| 1.8.2 Operacionalización de variables..... | 6 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO II | 7 |
| MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 2.1 Mazda 3 2008 1.6..... | 7 |
| 2.2 Sistema de Diagnostico a bordo – I generación (OBD I)..... | 8 |
| 2.3 Sistema de Diagnostico a bordo – II generación (OBD II)..... | 9 |
| 2.4 Redes de comunicación..... | 10 |
| 2.5 Protocolos de comunicación..... | 13 |
| 2.5.1 ISO 9141..... | 14 |
| 2.5.2 J1850 (SCP)..... | 14 |
| 2.5.3 ISO 11898 CAN-Bus..... | 15 |
| 2.6 Componentes de la red CAN Bus..... | 16 |
| 2.6.1 Controlador CAN..... | 16 |
| 2.6.2 Transceptor CAN..... | 17 |
| 2.6.3 Elemento final del bus de datos..... | 17 |
| 2.6.4 Cableado..... | 18 |
| 2.7 Ciclo de transmisión..... | 19 |
| 2.7.1 Protocolo de enlace de datos o datagrama..... | 19 |
| 2.7.2 Secciones del datagrama..... | 20 |
| 2.7.2.1 Campo de comienzo (1bit)..... | 20 |
| 2.7.2.2 Campo de estado (11 bit)..... | 20 |
| 2.7.2.3 Campo de control (6 bit)..... | 20 |
| 2.7.2.4 Campo de datos (64 bit)..... | 20 |
| 2.7.2.5 Campo de aseguramiento (16 bit)..... | 20 |
| 2.7.2.6 Campo de confirmación (2 bit)..... | 20 |
| 2.7.2.7 Fin del datagrama (7 bit)..... | 21 |
| 2.7.3 Prioridad del mensaje..... | 21 |
| 2.8 Fuentes parásitas..... | 22 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.9 | Clasificaciones CAN..... | 23 |
| 2.9.1 | CAN A | 23 |
| 2.9.2 | CAN B | 24 |
| 2.9.3 | CAN C | 24 |
| 2.10 | Problemas en la red de comunicación. | 25 |
| 2.10.1 | Interna abordo (On-board). | 25 |
| 2.10.2 | Externa (Off-board). | 25 |
| 2.11 | Procedimientos para la comprobación. | 26 |
| 2.11.1 | DLC. | 26 |
| 2.11.2 | Pin Out DLC. | 26 |
| 2.11.3 | Protocolos de Comunicación MAZDA. | 27 |
| 2.11.4 | Conector bus de datos (DLC), para vehículos MAZDA..... | 28 |
| 2.12 | Conector bus Módulos utilizados en el Mazda 3. | 30 |
| 2.12.1 | Módulo PCM. | 31 |
| 2.12.2 | Módulo ABS..... | 32 |
| 2.12.3 | Módulo TPMS..... | 33 |
| 2.12.4 | Módulo EHPAS..... | 34 |
| 2.12.5 | Módulo SAS..... | 35 |
| 2.12.6 | Módulo PJB. | 36 |
| 2.12.7 | Módulo de Navegación..... | 37 |
| 2.12.8 | Instrument Cluster | 37 |
| 2.13 | Protocolos de Comunicación del Mazda 3. | 38 |
| 2.13.1 | Protocolo CAN Bus MS CAN..... | 38 |
| 2.13.2 | Protocolo CAN Bus HS CAN..... | 38 |
| 2.14 | Sensor MAP | 39 |
| 2.15 | Escáner..... | 40 |
| 2.16 | Osciloscopio..... | 41 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| CAPÍTULO III | 42 |
| DESARROLLO DE PRUEBAS | 42 |
| 3.1 Conexión..... | 42 |
| CAPITULO IV | 51 |
| ANALISIS DE DATOS..... | 51 |
| 4.1 Datos del fabricante..... | 51 |
| CAPÍTULO V | 54 |
| CONCLUSIONES Y RCOMENDACIONES | 54 |
| 5.1 Conclusiones..... | 54 |
| 5.2 Recomendaciones | 55 |
| Bibliografía | 56 |
| Anexos..... | 57 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación UIDE Extensión Guayaquil | 3 |
| Figura 2. Simbología de luz MIL, según fabricantes de vehículos | 8 |
| Figura 3. Configuración anillo | 11 |
| Figura 4. Configuración estrella | 12 |
| Figura 5. Configuración bus | 13 |
| Figura 6. Correlación velocidad de datos, longitud bus, material e impedancia ... | 13 |
| Figura 7. Red de comunicación J1850 | 15 |
| Figura 8. Comunicación CAN-Bus | 16 |
| Figura 9. Controlador CAN..... | 17 |
| Figura 10. Transceptor CAN | 17 |
| Figura 11. Terminaciones del CAN | 18 |
| Figura 12. Señales CAN-High y CAN-Low | 19 |
| Figura 13. Ciclo de transmisión..... | 19 |
| Figura 14. Prioridad mensaje | 22 |
| Figura 15. Red CAN de alta velocidad y media velocidad..... | 24 |
| Figura 16. Ubicación del DLC Mazda 3 | 26 |
| Figura 17. Pin Out DLC | 27 |
| Figura 18. Pin Out DLC Mazda | 28 |
| Figura 19. Módulos presentes en el Mazda 3..... | 31 |
| Figura 20. Ubicación módulo PCM | 31 |
| Figura 21. Ubicación módulo hidráulico ABS..... | 32 |
| Figura 22. Ubicación módulo TPMS | 33 |
| Figura 23. Ubicación módulo EHPAS | 34 |
| Figura 24. Ubicación módulo SAS | 36 |
| Figura 25. Ubicación módulo PJB..... | 36 |
| Figura 26. Ubicación módulo de Navegación | 37 |
| Figura 27. Conexión del cluster | 37 |
| Figura 28. Ubicación del sensor MAP..... | 39 |
| Figura 29. G-Scan 2 | 40 |
| Figura 30. Mazda 3 | 42 |

| | |
|--|----|
| Figura 31. Ingreso al G-Scan 2..... | 42 |
| Figura 32. Selección por marca | 43 |
| Figura 33. Selección Internacional..... | 44 |
| Figura 34. Matricula Mazda 3..... | 44 |
| Figura 35. Elección del vehiculo | 45 |
| Figura 36. DTC P2228 | 45 |
| Figura 37. Valores reales | 46 |
| Figura 38. Lectura tras cambiar MAP | 46 |
| Figura 39. Monitoreo con osciloscopio del BAP..... | 47 |
| Figura 40. Opciones del menú de Mediciones..... | 48 |
| Figura 41. Menú de medición de resistencia | 48 |
| Figura 42. Valor en ohmios del sistema Can bus | 49 |
| Figura 43. Osciloscopio en opción 2 canales | 49 |
| Figura 44. Lectura osciloscopio HS-can bus..... | 49 |
| Figura 45. Lectura osciloscopio MS-can bus | 50 |
| Figura 46. Procedimiento mediante Mitchell On Demand | 52 |
| Figura 47. Especificaciones del CAN-Bus pines 6 y 14..... | 53 |
| Figura 48. Terminaciones de resistencias | 53 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación..... | 6 |
| Tabla 2. OBD I..... | 9 |
| Tabla 3. OBD II..... | 10 |
| Tabla 4. Denominación de Módulos..... | 25 |
| Tabla 5. Protocolos de comunicación MAZDA. | 27 |
| Tabla 6. Nomenclatura usada por Mazda en el DLC..... | 29 |
| Tabla 7. Procedimiento sustituir módulo SAS..... | 35 |

RESUMEN GENERAL

El análisis electrónico que se va a realizar, va a servir para identificar y familiarizar con el sistema CAN-Bus de datos del vehículo Mazda 3. Será un aporte para la materia de Nuevas Tecnologías, tendrá como finalidad la de interpretar los datos y gráficas correspondientes del funcionamiento del sistema, adicional a eso se va a efectuar una anomalía (código de falla) en el sistema para observar de qué manera lo interpreta el scanner y se utilizará el osciloscopio para verificar la variación de datos y gráficas en el sistema de bus de datos que utiliza este vehículo.

En el Capítulo I se detalla la definición, la ubicación, formulación del problema y sistematización, la justificación e importancia de la investigación e hipótesis.

En el Capítulo II hace referencia al marco teórico, al detallar el equipo a utilizar como es el G-Scan 2 que es scanner y osciloscopio.

En el Capítulo III se muestra en uso del scanner obteniendo los valores de trabajo del CAN-Bus de datos, mediante el osciloscopio, además de realizar una simulación de fallo, referente a un código de falla en particular.

En el capítulo IV se realizan las comparaciones de las mediciones, realizadas con las especificaciones técnicas dadas por el fabricante.

En el Capítulo V se indican las conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

ABSTRACT

The electronic analysis to be performed will serve to identify and relate to the CAN-Bus system data of the vehicle Mazda 3. It will be a contribution to the field of new technologies, you will have to interpret the data and graphs corresponding to the operation of the system, additional to this is going to carry out an anomaly in the system to see how to troubleshoot a DTC through the scanner and use the oscilloscope to check the variation of data and graphs in the can bus system.

In Chapter I detailed the definition, the location, problem formulation and systematization, the justification and significance of the research and theories.

In Chapter II refers to the theoretical framework, in detailing the equipment to be used as is the G-Scan 2 that is scanner and oscilloscope.

In Chapter III is shown in use of the scanner getting the values of work of the CAN-Bus data, using the oscilloscope is observed the work of the CAN-bus data, in addition also will simulate a DTC. The results will compare to MAZDA's specification.

In Chapter IV shown the data specifications of the CAN-bus, then the results will compare each others.

In Chapter IV show the conclusions, recommendations and bibliography.

INTRODUCCIÓN

El sistema CAN-Bus de datos presente en vehículos de mayores prestaciones como acelerador electrónico, transmisión automática, control de confort, elevadores de vidrios eléctricos entre otros hace que se necesite de una red multiplexada para poder controlar los sistemas electrónicos entre sí, para eso se hace el estudio del sistema CAN-Bus de datos a través de scanner y osciloscopio del equipo G-Scan 2.

Se pretende dar la información obtenida a través del scanner y poderla interpretar, de igual manera usando el osciloscopio obtener las gráficas de funcionamiento, para luego realizar la simulación de un código de falla y comparar los valores y gráficas con el estándar por el fabricante basado en software de base de datos automotriz.

Recordar que el uso de redes multiplexadas es cada vez más común en los vehículos del país, por lo que se necesita una preparación a profundidad de las maneras de comunicarse en el vehículo y qué importancia se tiene al contar con módulos que trabajan a una baja, mediana o alta velocidad de datos.

CAPÍTULO I

PRELIMINARES

1.1 Definición del problema.

El presente proyecto consiste en el estudio del sistema CAN-Bus de datos a través del uso de un scanner y de un osciloscopio para la interpretación de valores y de gráficas correspondientes al sistema. El proyecto será realizado en la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz Guayaquil perteneciente a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para ofrecer una ayuda a los estudiantes en el manejo de scanner, osciloscopio y en la materia de Nuevas Tecnologías.

El análisis servirá como base de datos para el estudio de otros vehículos que posean el sistema CAN-Bus de datos, donde se podrá comparar el funcionamiento del mismo mediante datos obtenidos por el fabricante, prácticas con el sistema son escasas por lo que se busca dar el incentivo para el aprendizaje y futuro mantenimiento del mismo. Adicional se simulará el fallo de un sensor barométrico para el comportamiento del vehículo, posterior a esto se corregirá la falla.

En la actualidad los vehículos poseen dos o más módulos dentro del vehículo para una conducción confortante, segura por lo que la implementación de sistemas de confort, seguridad pasiva, testigos indicadores, módulos de transmisiones automáticas entre otros, es necesario una comunicación entre todos los módulos a una alta velocidad de datos para su ejecución inmediata. Debido a ello el Mazda 3 hace uso de una red CAN de Alta y Baja velocidad. Se presenta de manera clara que sistemas usan cada velocidad.

¿Cuál es la mejor herramienta para dar diagnóstico de la red CAN-Bus?

1.5 Objetivos de la investigación.

1.5.1 Objetivo General.

Analizar de manera electrónica mediante scanner y osciloscopio el sistema Can-Bus de datos al vehículo Mazda 3 perteneciente a la Universidad Internacional del Ecuador

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Interpretar los datos del sistema Can-Bus que nos brinda el scanner G-Scan 2.
- Identificar las señales de transmisión de datos mediante el uso del osciloscopio.
- Simular la identificación de un fallo del sensor de presión barométrica en el MAZDA 3, usando los equipos y comparando valores con la especificación del fabricante.

1.6 Alcance.

El alcance del proyecto tiene la familiarización del sistema CAN-Bus y su diagnóstico mediante equipos automotrices que todo ingeniero mecánico automotriz debe saber interpretar, para lo cual se pretende hacer uso del scanner y osciloscopio G-Scan 2 debido a que es un equipo muy completo y se verificará la diferencia en trabajar con cada uno de ellos.

1.7 Justificación e importancia de la investigación.

1.7.1 Justificación Teórica.

Se basa en datos automotrices recopilados en un software al alcance de cualquier usuario, el presente proyecto ayudará al estudiante a despejar dudas del funcionamiento del sistema CAN-Bus y de cómo se realiza un correcto diagnóstico del mismo.

1.7.2 Justificación Metodológica.

Se va a manejar metodología investigativa, científica, se dará uso de información de libros y manuales para la explicación e interpretación del sistema.

1.7.3 Justificación Práctica.

Se aumentará el aprendizaje del campo electrónico aplicado al vehículo como es el sistema CAN-Bus que se encuentra en vehículos de mejores prestaciones.

1.8 Hipótesis.

Analizar de manera electrónica mediante scanner y osciloscopio el sistema Can-Bus de datos al vehículo Mazda 3.

1.8.1 Variables de hipótesis.

Variable independiente: CAN Bus del vehículo Mazda 3

Variable dependiente: Análisis electrónico

1.8.2 Operacionalización de variables.

En la tabla 1 se indica el porcentaje que abarcan las variables dependientes e independientes del proyecto, dando así una idea de lo que se debe enfocar en primer lugar.

| Variable | Tipo de Variable | Dimensión | Indicadores |
|------------------------------|------------------|--|-------------|
| CAN Bus del vehiculo Mazda 3 | Independiente | Organización del tiempo | 30% |
| | | Estudio y búsqueda de información | 70% |
| Análisis electrónico | Dependiente | Recopilación de datos y gráficas | 100% |
| | | Interpretación y explicación de datos y gráficas | 100% |

Tabla 1. Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Mazda 3 2008 1.6

Mazda ha creado el modelo 3 1ª generación (serie BK) que pertenece a un sector de automóvil familiar compacto / pequeño. El vehículo fue comercializado como un sedán de 5 puertas entre los años 2003 y 2009. En 2006 se produjo un cambio importante ("estiramiento facial") durante una ejecución del modelo. Los automóviles venían equipados con una gama de motores de 1349 - 2261 cc (82,2 - 137,6 cui) de cilindrada, entregando 62 - 191 kW (84 - 260 PS, 83 - 256 hp) de potencia. Mazda 3 1ra generación (serie BK) automóvil familiar compacto / pequeño - sedán de 4 puertas, hatchback de 5 puertas años 2003 – 2009. (Zal, 2010)

El Mazda 3 2008 siguió el estilo del anterior modelo del año con algunos cambios, como un nuevo paragolpes y un sistema de audio configurado para conectarse con reproductores de MP3. Mazda ofrece el modelo 2008 como un sedán de cuatro puertas o hatchback de cinco puertas. Los compradores pueden comprar cualquiera de los estilos en una de dos versiones, "i" o "s". Motores

Mazda ofreció motores en línea, motores de cuatro cilindros de la línea 3 de 2008. Ambas centrales consistían en un bloque y cabezas de aluminio y un sistema tanto de las funciones Mazda variable de las válvulas de control de multi-puerto de inyección de combustible. Cada motor utiliza cuatro válvulas por cilindro, 16 válvulas en total. Siendo un vehículo muy cómodo y agresivo debido a su similitud a un vehículo deportivo, fue y sigue siendo la atracción de varios conductores.

2.2 Sistema de Diagnostico a bordo – I generación (OBD¹ I).

A principios del año 1987 California imponía normativas para reducir la emisión de gases producida por los automóviles que estuvo a cargo de la EPA y la SAE, por lo que se ven obligados a introducir sistemas electrónicos para detectar y controlar la emisión de gases mediante un sistema de diagnóstico.

Como se conoce los vehículos con sistema de inyección electrónica poseen una centralita llamada ECU² que se encarga de recibir la información captada por los diferentes sensores que tiene el vehículo y luego procede a la ejecución de acciones a través de los actuadores correspondientes, entre los parámetros que tenemos; velocidad del vehículo, carga del motor, temperatura del motor, consumo de combustible, caudal de aire, voltaje, presión de aire absoluta entre otros, y que sus parámetros van a variar dependiendo la situación a la que se encuentre sometido el vehículo, como la altitud, temperatura, o al requerimiento del usuario como la carga, rpm, velocidad. Los códigos de falla que se presenten en nuestro vehículo van a ser guardados en la memoria de nuestra ECU y próximo a esto encenderá el indicador MIL³ llamado *CHECK ENGINE* en el tablero de nuestro vehículo para indicarnos que existe un error tal como lo indica la figura 2.

[Capte la atención de los lectores mediante una cita importante extraída del documento o utilice este espacio para resaltar un punto clave. Para colocar el cuadro de texto en cualquier lugar de la página, solo

Figura 2. Simbología de luz MIL, según fabricantes de vehículos

Fuente: (America, 2001-2010)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

¹ On Board Diagnostic (Diagnóstico a bordo)

² Engine Control Unit (Unidad de control del motor)

³ Malfunction Indicator Lamp (luz de advertencia para fallas)

En caso de presentarse un error en el sistema además de presentarse el MIL vendría acompañado de un DTC⁴ para la lectura del código correspondiente a través del uso de un scanner automotriz. Al momento que se realice la corrección del sistema se podrá poner a prueba el sistema y si todo se encuentra en perfecto estado se procede a la evaluación por ende el indicador de fallos MIL se apagaría. La tabla 1 nos indica el acceso que se tiene a través del OBD I.

Tabla 2. OBD I

| | |
|-------|---|
| OBD I | Diagnóstico de fallo (DTC) |
| | Check Engine – (MIL) |
| | Sensores de entrada |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Engine Coolant Temperature (ECT) - Intake Air Temperature (IAT) - Throttle Position (TPS) |

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.3 Sistema de Diagnostico a bordo – II generación (OBD II).

Desde el año 1996 fue obligado el uso del sistema de diagnóstico a bordo para automóviles ligeros y turismo. Conforme fue avanzando la tecnología surge la segunda generación del diagnóstico a bordo con el motivo de mejorar el sistema donde entra el diagnóstico del sensor de oxígeno, diagnóstico y ajuste de combustible, tratamiento de gases de escape, evaluación continua y test de ciclos del funcionamiento del motor, detección de fallos en el motor. La tabla 3 nos indica la evaluación del funcionamiento de los componentes relacionados.

⁴ Data Trouble Code (Código de falla)

OBD II

| |
|---|
| Mejora diagnostico sensor de oxigeno |
| Automatizar eficiencia catalizador |
| Detección de fallos en el motor |
| DTC |
| Secuencia de datos de comunicación en serie |

Tabla 3. OBD II

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.4 Redes de comunicación.

En los automóviles se presenta los sensores, actuadores y la ECU, además debido a la utilización de más elementos electrónicos se necesitan otras centralitas que están comunicadas entre sí, respecto al funcionamiento, seguridad, emisión de gases y confort. Para eso se hace uso de una red de comunicación que sería “la interconexión entre dos o más unidades de control mediante cables para el intercambio de información o transmisión de datos” (Carpio, 2013).

El intercambio de datos se daba mediante cables individuales entre las unidades de control, pero la cantidad de cables era muy numerosa y debía existir una clavija en cada unidad de control para la conexión con otra, esto significaba que había mayor complejidad por lo que se necesita reducir toda esta cantidad de cableado volviéndolo eficiente.

2.4.1 Tipos de configuración de redes.

Existen diferentes formas de configuración de las redes multiplexadas, cada fabricante podrá tener formas diferentes entre una marca y otra, debido al diseño de la electrónica que fue construida y de la ubicación de los componentes electrónicos en el vehículo.

- **Configuración anillo**

En este tipo de configuración se pueden conectar de cuatro hasta veinte unidades de control, en la figura 3 se muestra su transmisión de datos bidireccional, quiere decir que viaja en ambas direcciones por lo que llega de manera rápida a las otras unidades de control, siendo esta su mayor ventaja.

Y su desventaja más resaltante es que requiere por cada módulo, mínimo de dos nodos de conexión, lo que resulta consigo es el exceso de cableado. La figura 3 detalla el tipo de configuración anillo.

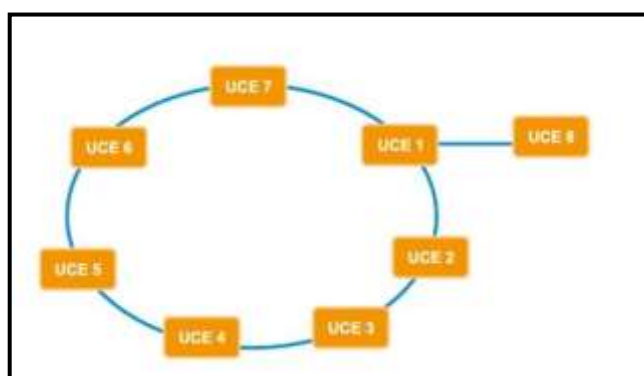


Figura 3. Configuración anillo
Fuente: (Volkswagen, 1997)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

Configuración estrella

Las unidades de control están unidas a una centralita principal donde es la encargada de gestionar toda la información de las otras unidades de control, un fallo en la unidad principal causaría una falla en toda la red.

Su principal ventaja es que, al tener una estructura muy centralizada, el fallo en un módulo afectaría sólo al mismo y no a la comunicación con los demás módulos, sin embargo, su principal desventaja es que acumula gran cantidad de cableado en el nodo maestro, el mismo que se refiere a la unión en común de todos los módulos. La figura 4 muestra una configuración estrella.

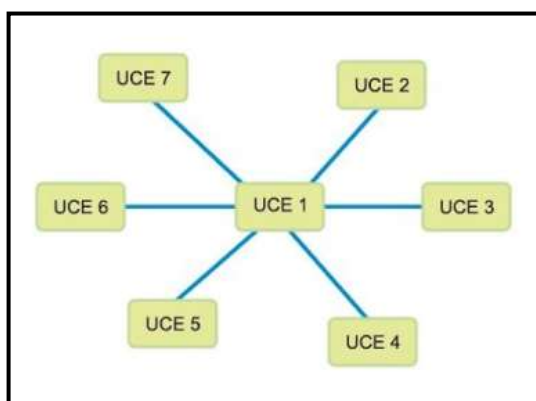
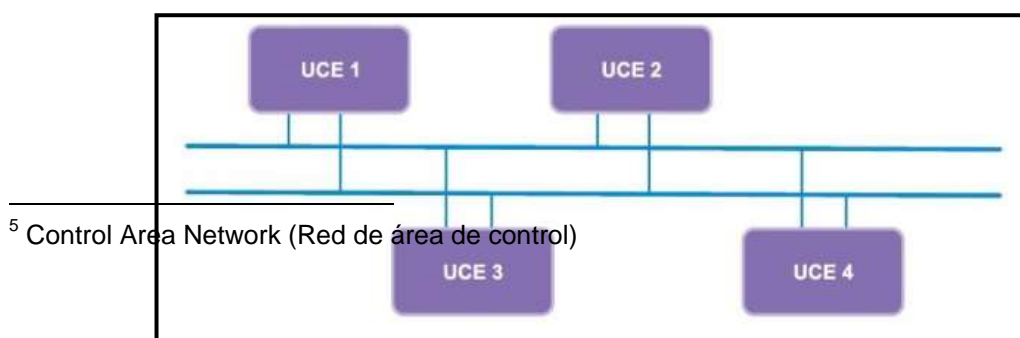


Figura 4. Configuración estrella
Fuente: (Volkswagen, 1997)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

Configuración bus

Es la más utilizada, como en la red CAN⁵, las unidades de control se intercomunican a través de un bus de datos. Su principal ventaja es que por su estructura sencilla de dos cables y con el menor número de nodos posibles nos brinda de una gran seguridad y un bajo costo, siendo su mayor desventaja cuando un módulo este defectuoso o queda fuera de servicio, así como alguna ruptura de las líneas, traería como consecuencia que la red quedase inhabilitada desde ese punto hasta el final de la red. Los cables del bus pueden ir en paralelo, trenzados y/o blindados dependiendo sea su requerimiento de la capacidad electromagnética. Deben estar muy cerca uno del otro, esto para reducir al mínimo las reflexiones. Los segmentos de cable para la conexión de los nodos deben ser muy cortos. Tanto al principio como al final se va a encontrar dos resistencias que tiene valor de 120 Ohm cada una.

La figura 5 nos muestra la configuración bus.



⁵ Control Area Network (Red de área de control)

Figura 5. Configuración bus
Fuente: (Volkswagen, 1997)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.4.2 Nivel de Señal.

En la especificación original de CAN, la capa física no fue definida, permitiendo diferentes opciones para la elección del medio y niveles eléctricos de transmisión. Las características de las señales eléctricas en el bus fueron establecidas más tarde por el estándar ISO 11898. La figura 6 muestra la relación entre la velocidad de datos, longitud bus, material e impedancia de la terminación.

| Longitud del bus | Cable del Bus | | Resistencia de terminación del bus | Máxima tasa de datos |
|------------------|---------------|---|------------------------------------|----------------------|
| | Resistencia | Cable c.s.a. | | |
| 0 – 40 m | 70 mΩ/m | 0.25 – 0.34 mm ² AWG23, AWG22 | 124 Ω (1 %) | 1 Mbits/s en 40m |
| 40 – 300 m | <60 mΩ/m | 0.34 – 0.6 mm ² AWG22, AWG20 | 127 Ω (1 %) | 500 Kbits/s en 100m |
| 300 – 600 m | <40 mΩ/m | 0.5 – 0.6 mm ² | 150 Ω a 300 Ω | 100 kbits/s en 500m |
| 600 m – 1 km | <26 mΩ/m | 0.75 – 0.8 mm ² AWG18 | 150 Ω a 300 Ω | 50 kbits/s en 1 km |

Figura 6. Correlación velocidad de datos, longitud bus, material e impedancia
Fuente: (Universidad Politécnica de Valencia, 2017)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.5 Protocolos de comunicación.

Las redes de comunicación se van a identificar debido al lenguaje de comunicación que poseen, los diferentes módulos existentes en el vehículo van a recibir y enviar información utilizando el mismo lenguaje, a este lenguaje se le denomina protocolo de comunicación, el Mazda 3 ha utilizado dos protocolos diferentes siendo el MS⁶ CAN y el HS⁷ CAN.

⁶ Medium Speed
⁷ High Speed

2.5.1 ISO 9141.

Este tipo de comunicación es utilizada mediante un cable para cada información que se envía o recibe, que conecta el módulo al DLC⁸. La velocidad de comunicación es relativamente lenta de 10kb a comparación con las demás.

La ISO 9141 se encuentra en los vehículos para fines de diagnóstico a través de un equipo como un escáner. La conexión mediante el escáner y el DLC, y una vez activado se comunica a los módulos mediante el cableado al conector. Nos permitirá realizar las siguientes aplicaciones como:

- Acceso y visualización de los DTCs
- Parámetro Access Datos de identificación (PID)
- Iniciar comandos activos
- Prueba de comunicación de red

2.5.2 J1850 (SCP).

Es el protocolo muy común o también llamado Protocolo Corporativo Estándar ya que permite la comunicación entre varios módulos de control electrónico, un ejemplo es el PCM (Powertrain Control Module) realiza el intercambio de información al IC (Instrument Cluster) llamado tablero digital, aquí la información que es enviada por la PCM la recibe el Cluster y nos muestra la información del motor, como puede ser la temperatura del motor. Los datos de entrada recibidos se envían por uno de los módulos a cualquier otro módulo a través del bus de datos. Un ejemplo de ello es el módulo GEM Recibe información de la velocidad del módulo de ABS.

El módulo GEM (Generic Electronic Module) envía la información de la velocidad al módulo de IC y el PCM para control del motor. Un escáner lee los DTC, controla la entrada y salida de datos, y activa el módulo de control de salidas en la red J1850. La velocidad de comunicación es de aproximadamente 41.6 kb, los dos cables por los cuales se envía la información se encuentran enlazados en forma de trenza para resistir las interferencias de radio.

⁸ Data Link Conector (Conector de enlace de datos)

El cambio de voltaje de 5 V a 0 V hace mención al envío de información refiriéndose a un estado lógico de “1” o “0”, cuando no hay información que se envía en el bus de datos se encuentra un voltaje de 5 V en el pin (+), y un voltaje de 0 V en el pin (-) , cuando se envía información se va apreciar la forma de un espejo en cuanto a los voltajes, es decir, mientras un voltaje del Bus (+) sube el voltaje del Bus (-) baja y así sucesivamente. La figura 7 nos muestra la comunicación que existe en los diferentes módulos a través de la red de comunicación J1850.

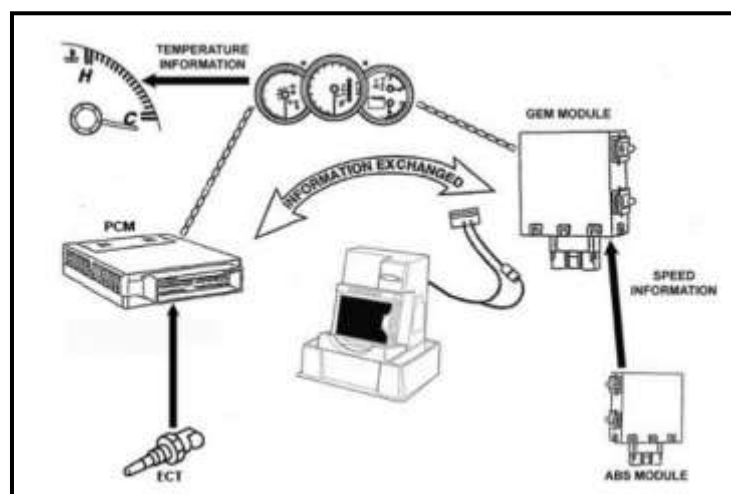


Figura 7. Red de comunicación J1850
Fuente: (Mazda Vehicles Network)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.5.3 ISO 11898 CAN-Bus.

Es una red multiplexada como su nombre lo indica es de tipo bus, ésta fue creada por Robert Bosch en 1980. Recordando que el tipo de red es multimaestra, es decir; que todas las unidades de control son maestras, la velocidad de transmisión de datos es de 1 Mbps, el cableado es mediante dos cables que están entrelazados para evitar el ruido electromagnético que se activa por los switches, radio, ondas de celular, etc. Detecta y corrige errores, en caso de encontrar una ECU que tiene problemas la discrimina, los errores que se presentan en la comunicación son en bajo porcentaje debido a la verificación continua de la información que es transmitida, brinda mayor espacio debido a que las unidades de control son más pequeñas y sus conectores son más compactos.

El CAN-Bus está normalizado a nivel mundial por estandarizaciones SAE, ISO, entre otras. La figura 8 indica la forma de comunicación CAN-bus.

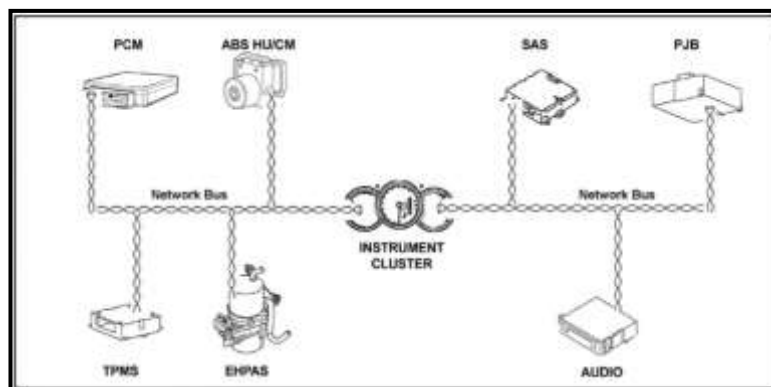


Figura 8. Comunicación CAN-Bus
Fuente: (Mazda Vehicles Network)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.6 Componentes de la red CAN Bus.

La red CAN-Bus se encuentra compuesta por un controlador, un transceptor, dos elementos finales del bus de datos y dos cables entrelazados para la transmisión de datos. Todos los elementos excepto los cables se encuentran almacenados en las unidades de control.

2.6.1 Controlador CAN.

Recibe del microprocesador los datos que van a ser transmitidos, este los acondiciona y luego los envía al transceptor CAN. Posterior recibe los datos procedentes del transceptor CAN, nuevamente los acondiciona y luego los pasa al microprocesador de la unidad de control. La figura 9 nos indica cada controlador en cada módulo.

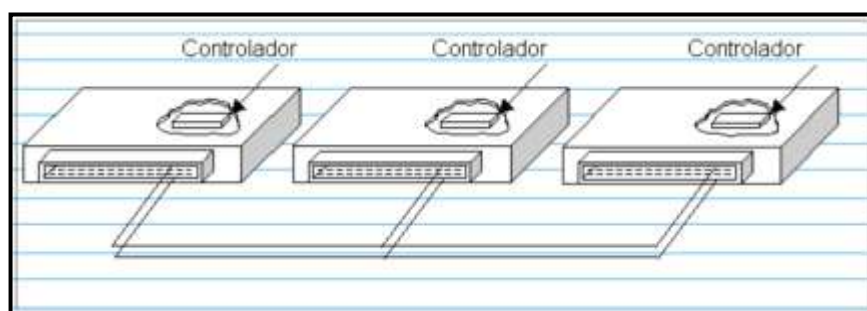


Figura 9. Controlador CAN
Fuente: (CAN BUS, 2017)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.6.2 Transceptor CAN.

Recibe así el nombre debido a que es un transmisor y un receptor, tiene como misión la de transformar los datos del controlador CAN en señales eléctricas y los transmite mediante los cables del CAN-Bus. De igual manera recibe los datos y los transforma para el controlador CAN. La figura 10 nos indica donde se ubica el transceptor, controlador y microprocesador.

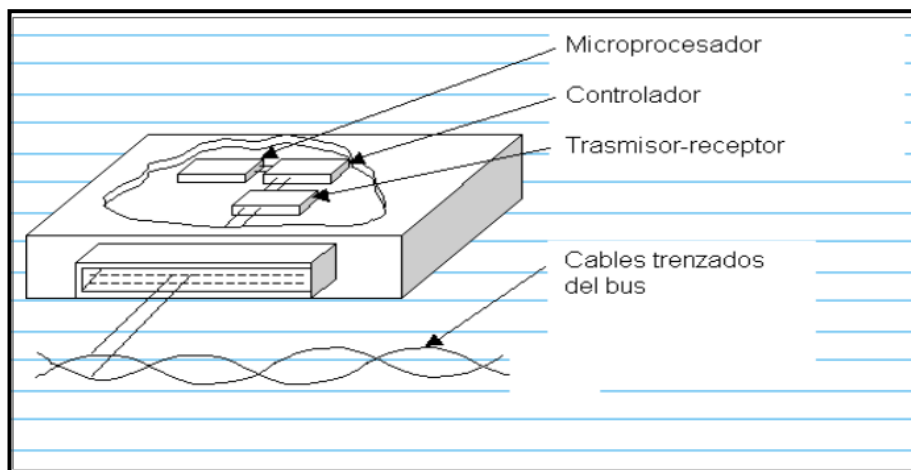
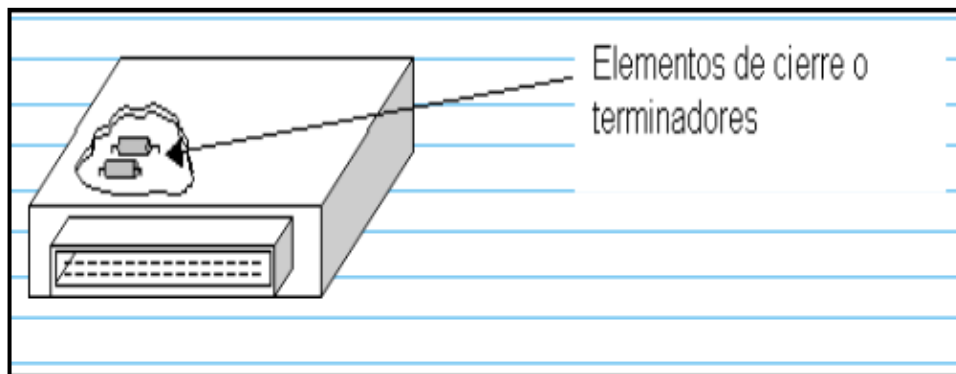


Figura 10. Transceptor CAN
Fuente: (CAN BUS, 2017)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.6.3 Elemento final del bus de datos.

Es una resistencia de 120 ohmios y evita que los datos transmitidos sean devueltos en forma de eco y que provoque que se falsifiquen los datos. Se



encuentran dentro de las unidades de control, la resistencia total en la red es de 60 ohmios. La figura 11 nos indica la imagen de las 2 resistencias en paralelo.

Figura 11. Terminaciones del CAN
Fuente: (CAN BUS, 2017)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.6.4 Cableado.

Funciona de forma bidireccional, dos cables entrelazados, tiene la denominación CAN-High para señales de nivel lógico alto y CAN-Low para señales de nivel lógico bajo. La figura 8 indica como son los cambios lógicos alto y bajo para la red CAN. La figura 12 nos indica la manera en la que se observa las señales de manera digital o lógica a través de 1 equivaliendo a 3.5 v Y 0 a 2.5 V. en CAN High , 1 a 1.5 V y 0 a 2.5 V en CAN Low.

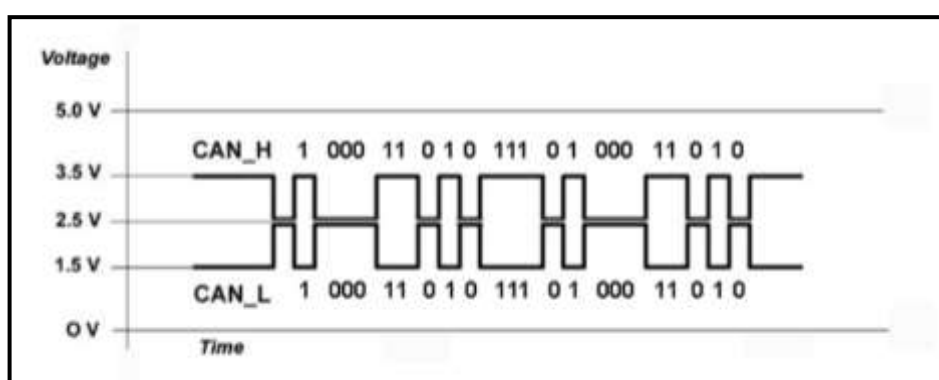


Figura 12. Señales CAN-High y CAN-Low

Fuente: (Mazda Vehicles Network)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.7 Ciclo de transmisión.

El proceso de transmisión de datos empieza por la unidad de control que provee los datos al controlador CAN para que sean transmitidos, el transceptor CAN recibe los datos del controlador CAN, se transforma en señales eléctricas y los transmite. En este momento las unidades de control conectadas se transforman en receptores, se hace una revisión de la información de los datos que se transmiten y revisan si necesitan los datos recibidos para ejecutar sus funciones o no, en caso de ser datos importantes la unidad de control acepta y procesa la información, si no es importante los desprecia. En la figura 13 se muestra el proceso de ciclo de transmisión en los diferentes módulos.

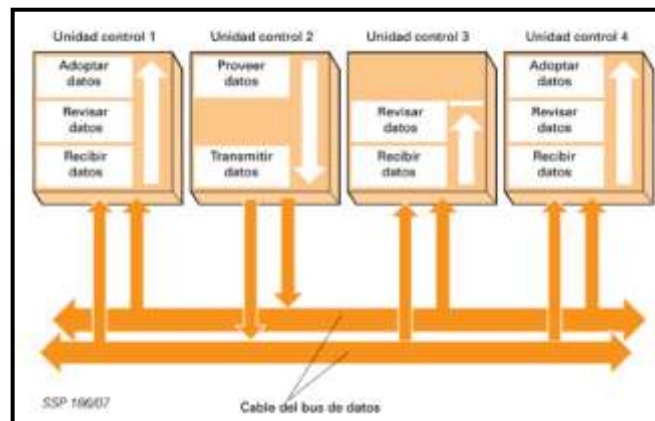


Figura 13. Ciclo de transmisión

Fuente: (Volkswagen, 1997)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.7.1 Protocolo de enlace de datos o datagrama.

Es la información transmitida en forma de bits que es un estado de conmutación por unidad de tiempo, se traduce en valores de “0” o “1”, o en “Si” o “No” respectivamente.

2.7.2 Secciones del datagrama.

2.7.2.1 Campo de comienzo (1bit).

Es el comienzo del protocolo de enlace de datos, aquí se transmite un bit de aproximadamente 5 voltios a través del cable CAN-High, y en el cable CAN-Low se transmite un bit con aproximadamente 0 voltios.

2.7.2.2 Campo de estado (11 bit).

Aquí se define la prioridad del protocolo, en el caso de que haya dos unidades de control que tratar de transmitir a la vez un protocolo de datos se va a conceder preferencia al protocolo de prioridad superior.

2.7.2.3 Campo de control (6 bit).

Se especifica la cantidad de información que se encuentra contenida en el campo de datos, de esta manera se revisa que se haya recibido completa la información.

2.7.2.4 Campo de datos (64 bit).

Transmite toda la información para las otras unidades de control.

2.7.2.5 Campo de aseguramiento (16 bit).

Detecta fallos en la transmisión de datos.

2.7.2.6 Campo de confirmación (2 bit).

Los receptores señalizan al transmisor que se ha recibido de manera correcta el datagrama, en caso de detectar un fallo se informa de inmediato al transmisor, por ese motivo el transmisor repite su transmisión.

2.7.2.7 Fin del datagrama (7 bit).

Culmina el protocolo de datos, presenta la última oportunidad de dar el aviso de que exista un error y que conduzca a una repetición.

2.7.3 Prioridad del mensaje.

Si varias unidades de control pretenden transmitir simultáneamente su protocolo de datos es preciso decidir cuál de ellos se transmite primero. Como en el caso de la comunicación entre las personas, para que exista comunicación y que sea efectiva no podemos hablar todos a la vez. El protocolo con la prioridad superior se transmite primero. Así, por ejemplo, el protocolo de datos de la unidad de control para ABS es, por motivos de seguridad, más importante que el protocolo de la unidad de control para cambio automático, si los motivos están referidos al confort de la conducción.

Cada bit tiene un valor, al cual se le asigna una validación. Puede ser de validación superior (0) o inferior (1), o también llamados bit dominante y recesivo respectivamente.

Se ha comentado anteriormente, en función de su prioridad. Las tres unidades de control empiezan simultáneamente con la transmisión de su protocolo de datos. Al mismo tiempo comparan los bits, de uno en uno, en el cable del bus. Si una unidad de control transmite un bit de validación inferior (1) y detecta uno de validación superior (0), interrumpe la transmisión y se transforma en receptor. La figura 14 detalla un ejemplo de la prioridad de los mensajes.

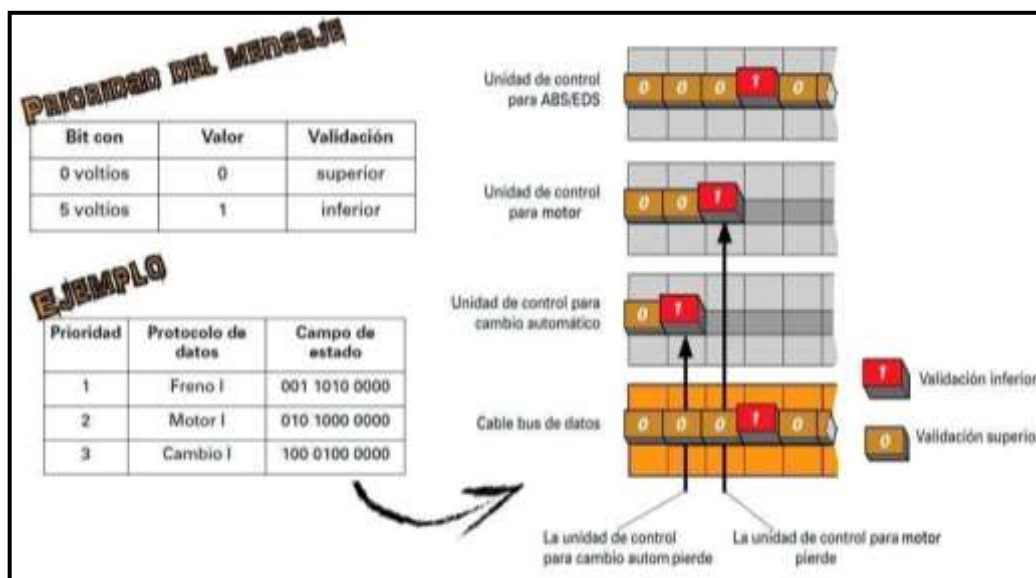


Figura 14. Prioridad mensaje
Fuente: (Volkswagen, 1997)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

Para la detección de prioridad se va a tomar en cuenta los siguientes datos.

Primer bit:

La unidad de control para ABS/EDS transmite un bit de validación superior (0). La unidad de control para motor transmite asimismo un bit de validación superior (0). La unidad de control para cambio automático transmite un bit de validación inferior (1) y detecta un bit de validación superior en el cable del bus de datos. Con ello pierde la adjudicación y se transforma en receptor, es decir, deja de transmitir para dar paso a mensajes más importantes para el vehículo.

Segundo bit:

La unidad de control para ABS/EDS transmite un bit de validación superior (0). La unidad de control para motor transmite un bit de validación inferior (1) y detecta un bit de validación superior en el cable del bus de datos. Con ello pierde su adjudicación y se transforma en receptor.

Tercer bit:

La unidad de control para ABS/EDS tiene la máxima prioridad y obtiene por tanto la adjudicación del bus. Sigue transmitiendo su protocolo de datos hasta el final de su mensaje. Después de que la unidad de control para ABS/EDS ha transmitido su protocolo de datos hasta el final, las demás vuelven a hacer el intento de transmitir su propio protocolo de datos, y el proceso de adjudicación de prioridad vuelve a empezar.

2.8 Fuentes parásitas

En un vehículo se conocen como fuentes parásitas aquellos componentes que produzcan chispas o abran o cierran circuitos de corriente. Por ejemplo, los celulares y radios también se conocen como fuentes parasitas debido a que

generan ondas electromagnéticas, estas ondas pueden influir en la transmisión de datos o incluso podrían hacer una falsa lectura.

Las tensiones que existen en ambos cables se van a encontrar contrapuestas entonces, si un cable del bus tiene una tensión de 0 V, el otro cable va a tener un valor aproximado de 5 V y viceversa. Debido a eso la suma de tensiones es constante en todo momento y de esta manera se anulan los efectos electromagnéticos de campo de ambos cables del bus. Por tal motivo mantienen un blindaje para evitar la penetración de fuentes parasitas que vayan a modificar los mensajes transmitidos.

Además, se le suma el trenzado de ambas líneas se logra anular los efectos de campos magnéticos y protegerlo de fuentes parasitas, también del ruido electrónico evitando así que la señal transmitida por el bus sea falseada por cualquier interferencia. La señal podría ser afectada debido a una perturbación en el voltaje de la señal y va a afectar a los dos cables por lo que los receptores no van a ser capaces de distinguir la señal original puesto que la diferencia de voltaje se mantendrá intacta.

Por todo lo que hemos visto no se debe modificar en ningún caso ni el paso ni la longitud de dichos cables.

2.9 Clasificaciones CAN.

Los sistemas CAN se pueden dividir en tres categorías dependiendo de los requerimientos en tiempo real.

2.9.1 CAN A

Para bajas velocidades que necesiten comunicación a una velocidad aproximada de 10kbps⁹, tales como el control de chasis.

⁹ Kilo bytes per second (Kilo bytes por segundo)

2.9.2 CAN B

Comunicaciones con una velocidad media entre 10 kbps a 125 kbps, ejemplo esta la comunicación del SAS¹⁰, Instrument Cluster, PJB¹¹.

2.9.3 CAN C

Se utiliza para comunicaciones que necesiten una alta velocidad de envío de información tal como es el caso del Anti-lock Brake System(ABS), Tire Pressure Monitoring System(TPMS), Instrument Cluster(IC), Powertrain Control Module(PCM). La velocidad que se utiliza es de 125 kbps hasta 1Mbps¹². La figura 15 se logra observar los módulos conectados entre sí y su velocidad de comunicación.

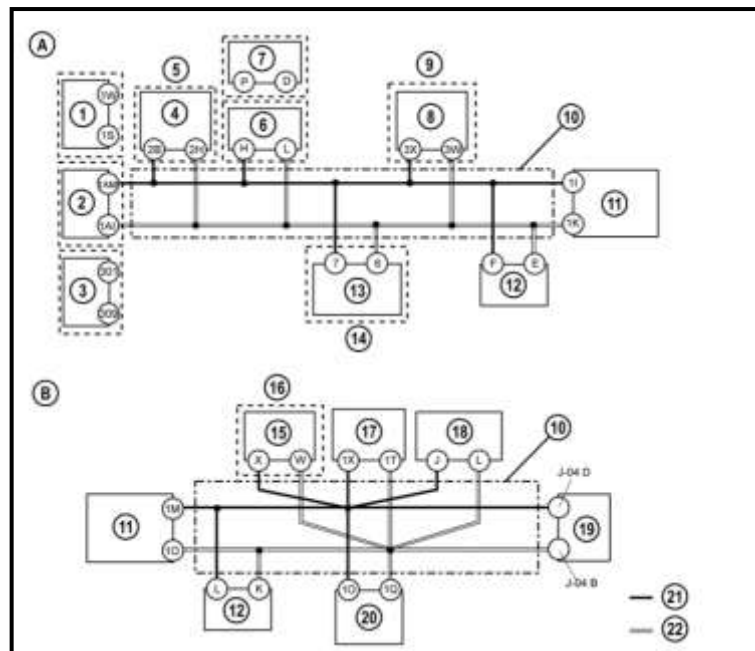


Figura 15. Red CAN de alta velocidad y media velocidad

Fuente: (Mazda)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

¹⁰ Sensor Angulo de Dirección

¹¹ Passenger Junction Box (Caja de fusibles interior)

¹² Mega bytes per second (Megabytes por segundo)

Tabla 4. Denominación de Módulos

| A | High-speed CAN bus | B | Mid-speed CAN bus |
|----|--|----|----------------------------------|
| 1 | PCM (ZJ/Z6 engine) | 12 | DLC-2 |
| 2 | PCM (LF engine) | 13 | Fuel additive control module |
| 3 | PCM (1.6 MZ-CD engine) | 14 | With 1.6 MZ-CD high-power engine |
| 4 | EHPAS control module | 15 | Climate control unit |
| 5 | With 2.0 MZR/1.6 MZ-CD engine | 16 | With full-auto A/C |
| 6 | ABS HU/CM | 17 | SAS control module |
| 7 | DSC HU/CM | 18 | Information display |
| 8 | Keyless control module | 19 | PJB |
| 9 | With Advanced Keyless Entry and Start System | 20 | Audio unit (base unit) |
| 10 | Twisted pair | 21 | CAN high |
| 11 | Instrument cluster | 22 | CAN low |

Fuente: (Mazda)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

En la tabla 4 esta descrito la correspondencia de los módulos que están conectados, si pertenecen a alta o media velocidad.

2.10 Problemas en la red de comunicación.

La existencia de problemas en la red de comunicación genera inconvenientes al momento de analizar la comunicación entre las unidades de control, entre las unidades de control. Entre los diagnósticos electrónicos se realiza los siguientes:

2.10.1 Interna abordo (On-board).

La evaluación la hace el vehículo a través de las comprobaciones de comunicación entre una unidad de control y otra por lo que en caso de existir una anomalía se encenderá la luz del testigo MIL.

2.10.2 Externa (Off-board).

Se realiza a través de equipos de diagnóstico como el scanner G-Scan 2 y que va conectado al DLC, mediante el uso de un instrumento de comprobación se puede realizar las pruebas correspondientes, dar un diagnóstico y proceder a la corrección del mismo.

2.11 Procedimientos para la comprobación.

La comprobación de la red de comunicación se la realiza al conector DLC que se encuentra estandarizado para los vehículos que cuenten con estandarización OBD I u OBD II. Se puede realizar a través de un escáner, de un osciloscopio, multímetro, pero si se necesita una comprobación a profundidad se puede hacer uso de equipos especiales, para este caso se realizará mediante osciloscopio.

2.11.1 DLC.

Es el llamado *Data Link Conector* siendo el conector para la comunicación entre un equipo de diagnóstico y el vehículo. Su ubicación se encuentra estandarizada mediante norma SAE J1962 indicando que los vehículos OBD II utilicen este tipo de conector en cualquier región, y por ende van a trabajar con el protocolo ISO 9141-2 y SAE J1850 estandarizado. En caso de no recibir comunicación entre el vehículo y el scanner se procede a realizar un chequeo del conector DLC que se encuentra del lado izquierdo inferior tomando como referencia el puesto de conductor, así como se observa en la figura 16.



Figura 16. Ubicación del DLC Mazda 3

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

2.11.2 Pin Out DLC.

En el DLC se encuentran las conexiones provenientes de la ECU, tales como señales para la lectura mediante un escáner, la alimentación, tierras y los diferentes protocolos de comunicación que posea el vehículo. La figura 17 muestra a que corresponde cada pin del conector.

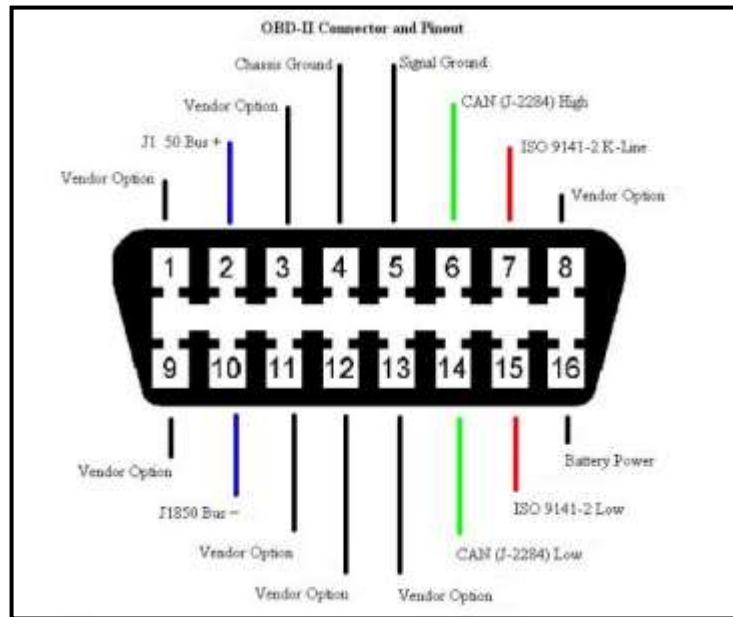


Figura 17. Pin Out DLC

Fuente:

2013)

(Carpio,

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

Para realizar una verificación en el protocolo CAN-Bus se debe medir con osciloscopio de 2 canales los pines 6 y masa para un canal y el pin 14 y masa para otro canal.

2.11.3 Protocolos de Comunicación MAZDA.

El siguiente cuadro menciona los diferentes protocolos de comunicación, utilizado por la marca MAZDA.

- ISO 9141 (ISO)
- J1850 (SCP)
- ISO 11898 (MS/HS CAN)

Tabla 5. Protocolos de comunicación MAZDA.

| Vehicle | ISO | SCP | MS CAN | HS CAN |
|------------------|-----|-----|--------|--------|
| 94 – 02 626 | X | X | | |
| 95 – 02 Millenia | X | | | |
| 01 – 03 Tribute | X | X | | |
| 04 Tribute | X | X | | X |
| 05 Tribute | X | | X | X |
| 95 – 03 Truck | X | X | | |

| | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|
| 04 Truck | X | X | | X |
| 99 – up Miata | X | | | |
| 99 – 03 Protege | X | | | |
| 00 – 01 MPV | X | | | |
| 02 – 04 MPV | X | | | X |
| 03 – up Mazda3 | | | X | X |
| 03 – up Mazda6 | | | | X |
| 04 – up RX-8 | X | | | X |

Fuente: (Mazda Vehicles Network)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

En la tabla 5, podemos claramente observar que el Mazda 3, utiliza dos protocolos de comunicación, el MSCAN y el HSCAN.

2.11.4 Conector bus de datos (DLC), para vehículos MAZDA.

En la figura 18, se encuentra el DLC, mostrando la nomenclatura que utiliza Mazda para cada uno de sus pines.

Este conector es de un sistema OBD2.

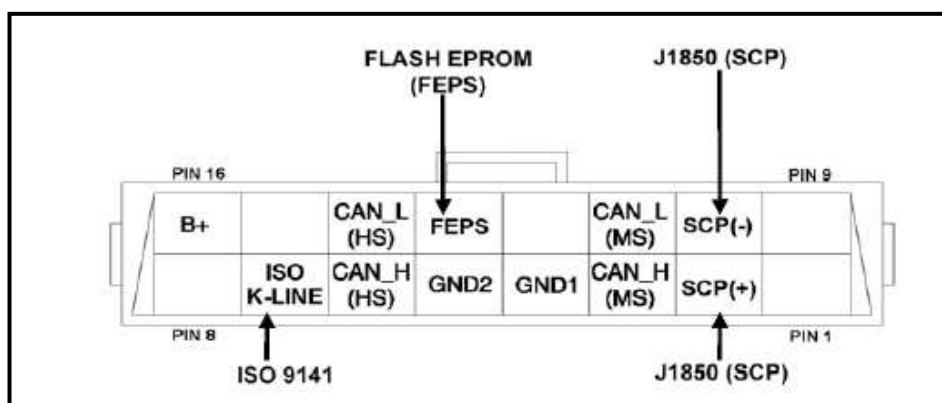


Figura 18. Pin Out DLC Mazda

Fuente: (Mazda Vehicles Network)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

Tabla 6. Nomenclatura usada por Mazda en el DLC

| PIN # | CIRCUIT | NOTES |
|--------------|----------------|---|
| 1 | | Open |
| 2 | SCP + | 5 volt – No messages being sent. Alternates between 5 and 0 volts with SCP – when messages are being sent. |
| 3 | CAN_H (MS) | Key ON – 2.5v ~ 2.6v |
| 4 | | Ground 1 |
| 5 | | Ground 2 |
| 6 | CAN_H (HS) | Key ON – 2.5v ~ 2.6v |
| 7 | ISO K-LINE | 0 – 12 volt signals |
| 8 | Open | |
| 9 | Open | |
| 10 | SCP – | 0 volt – No messages being sent. Alternates between 0 and 5 volts with SCP + when messages are being sent. |
| 11 | CAN_L (MS) | Key ON – 2.3v ~ 2.4v |
| 12 | Open | |
| 13 | FLASH EPROM | For ISO, SCP, and Visteon CAN networks Signals PCM to erase EPROM and begin programming 12 – 18v signal only during programming |
| 14 | CAN_L (HS) | Key ON – 2.3v ~ 2.4v |
| 15 | Open | |
| 16 | Battery + | |

Fuente: (Mazda Vehicles Network)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

Un lápiz óptico para un manejo preciso, es robusto y posee la opción de ser escáner automotriz y si una persona desea lo puede adquirir con osciloscopio integrado. Entre las características principales destacan sus 3 procesadores que corren a la misma velocidad permitiendo una respuesta inmediata del sensor u actuador.

2.12 Conector bus Módulos utilizados en el Mazda 3.

La figura 19 muestra los módulos utilizados en el sistema can bus del vehículo en mención, son los siguientes:

- PCM
- ABS HU/CM
- TPMS
- EHPAS
- SAS
- PJB
- AUDIO
- INSTRUMENT CLUSTER

También se puede implementar un módulo de navegación que también trabaja mediante redes CAN.

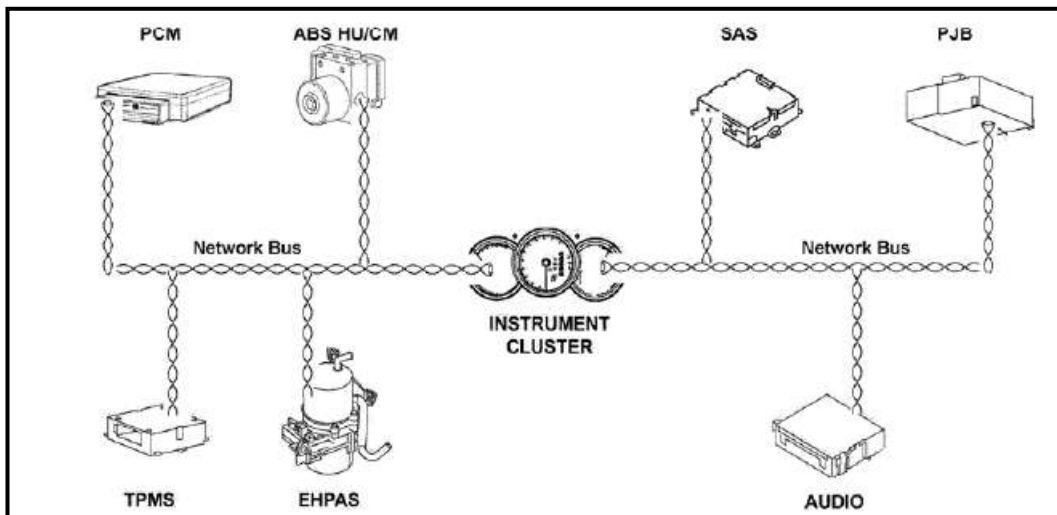


Figura 19. Módulos presentes en el Mazda 3

Fuente: (Mazda Vehicles Network)
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.12.1 Módulo PCM.

Es la unidad de control electrónica del motor, recibe los datos directamente desde los diferentes sensores del motor, además de controlar cada uno de sus actuadores. La figura 20 indica la ubicación del módulo PCM, se encuentra cerca del motor.

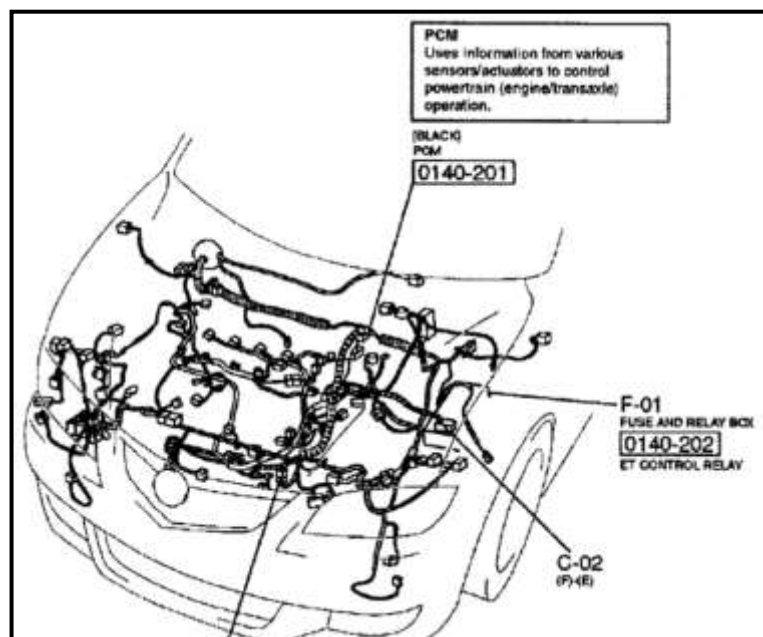


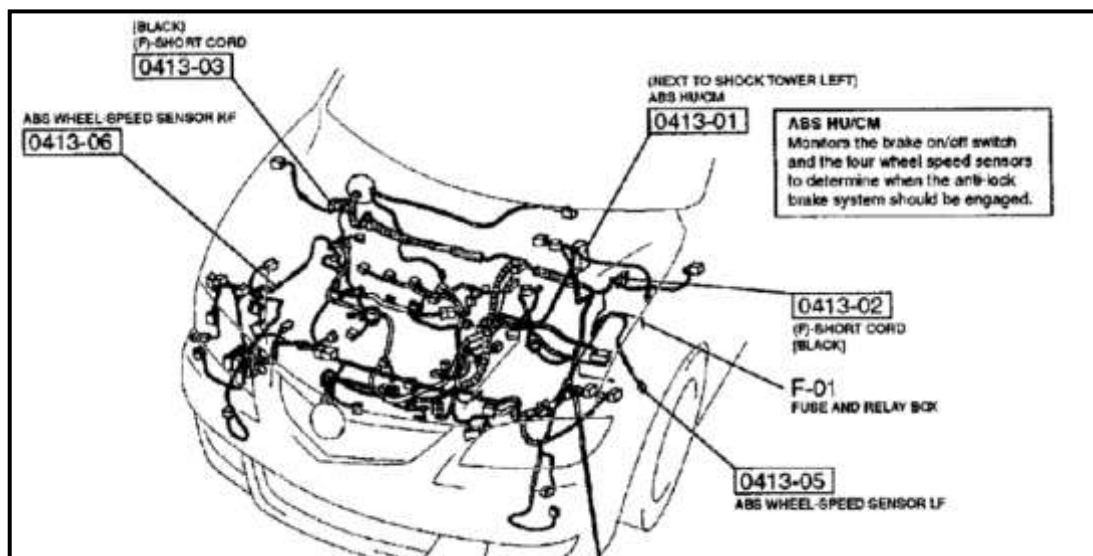
Figura 20. Ubicación módulo PCM
Fuente: Mitchell On Demand 2015

2.12.2 Módulo ABS

Controla todo el sistema de antibloqueo de frenos, recibe la información desde los sensores ubicados uno en cada rueda, controlando que las mismas no se bloqueen cuando existan frenadas bruscas o precipitadas. Para ejecutar las acciones se hace uso de una unidad hidráulica, la figura 21 indica la ubicación del modulo hidraulico del sistema ABS.

La función del sistema antibloqueo de frenos impide que cuando exista una frenada de emergencia o cuando se frena en una superficie resbaladiza éstos se bloqueen de tal manera que el vehículo reduzca su velocidad y el conductor tenga un mayor control sobre la trayectoria del vehículo.

Cuando las ruedas se bloquean éstas ya no son capaces de transmitir la fuerza de giro de tal manera que el vehículo actúa por inercia debido a la velocidad con la que transitaba y por ende el conductor no posee ningún control del vehículo, para evitarlo se hace uso del sistema ABS que es controlado por un módulo electrónico que recibe la información de las ruedas y cuando detecta que exista una frenada brusca el módulo hidráulico entra en acción y evita que se



bloqueen.

2.12.3 Módulo TPMS.

Este módulo es el encargado de recibir la información de la presión de los neumáticos a través del sensor ubicado en el interior de cada neumático, para dar aviso al conductor por medio del tablero de instrumentos sobre alguna anomalía sobre la presión de los mismos. La diferencia de presión en los neumáticos causa inestabilidad al momento de su conducción, se la percibe como vibración en el volante por lo que el conductor va a sentir falta de inestabilidad. La presión de los neumáticos casi no es revisada por los conductores debido a la poca importancia del mismo por lo que se implementó éste sistema, ya es amigable con el conductor, en el caso de presentarse algún DTC o testigo indicador se procede a la revisión de la presión de cada uno de los neumáticos y posterior a un re-aprendizaje de los sensores de rueda, para detectar la presión en los neumáticos, si la presión es la correcta en todos los neumáticos el testigo indicador va a apagarse. La figura 22 indica donde se ubica el módulo de presión de neumáticos.

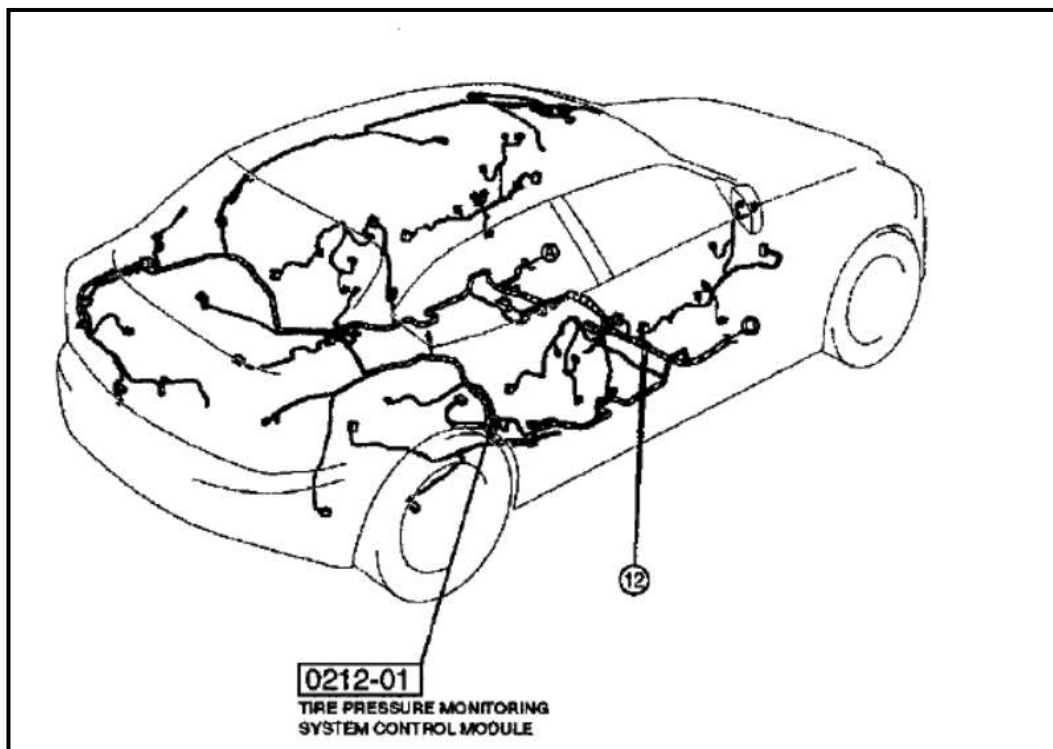


Figura 22. Ubicación módulo TPMS

Mitchell On Demand 2015

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

Fuente:

2.12.4 Módulo EHPAS.

A través de sus sensores, en el momento que requiera el conductor el volante, solo en ese momento este módulo hace accionar la bomba hidráulica de la dirección, para de esta manera el ahorro de energía y eficiencia de la misma sea el óptimo. Conocido como el control módulo de control dirección asistida electrohidráulica, la figura 23 indica la ubicación del módulo EHPAS.

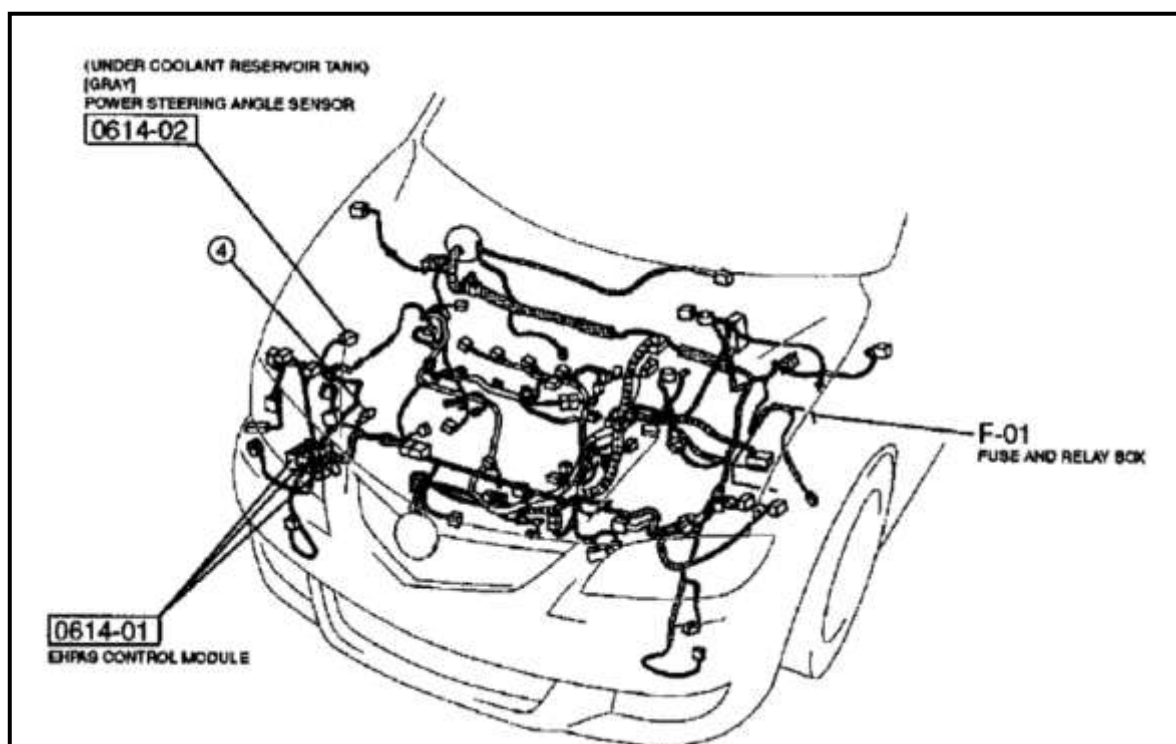


Figura 23. Ubicación módulo EHPAS
Fuente: Mitchell On Demand 2015
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.12.5 Módulo SAS.

Es el sistema que controla los airbags laterales, hay que tener un debido cuidado al manipular el módulo SAS debido a que se puede accionar los airbags principales y los pretensores del cinturón de seguridad, para realizar un trabajo sobre dicho módulo se recomienda el procedimiento de la tabla 7.

Tabla 7. Procedimiento sustituir módulo SAS

| | |
|---|---|
| 1 | Ubicar el switch de arranque en la posición LOCK. Es decir no ingresar la llave por ningún motivo. |
| 2 | Desconectar el cable negativo de la batería y esperar durante 1 minuto o más . |
| 3 | Quitar la consola. |
| 4 | Quitar según el orden indicado en la tabla. |
| | <p>1. Conector 2. Perno 3. Módulo SAS</p>  <p>7,9—11,7 N·m (81—119 kgf·cm; 70—103 in·lb)</p> |
| 5 | Instalar en el orden contrario al de la remoción. |
| 6 | Abrir el switch en posición ON. |
| 7 | Si se sustituye el módulo de control SAS, poner el conmutador de arranque en posición ON durante 20 segundos o más después de la configuración. |
| 8 | Comprobar que la luz de aviso del sistema airbag se ilumine durante 6 segundos aproximadamente y luego se apague |

Fuente: (Club Mazda Venezuela, 2017)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

La figura 24 nos identifica el módulo SAS en el interior del vehículo.

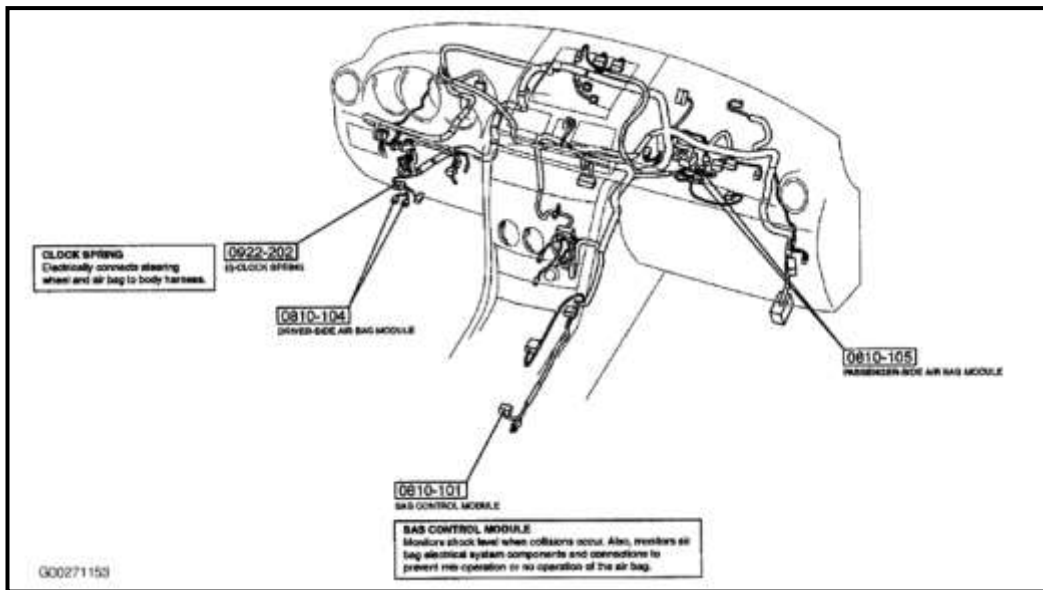


Figura 24. Ubicación módulo SAS
Fuente: Mitchell On Demand 2015
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.12.6 Módulo PJB.

Controla lo referente a relés y fusibles en la caja de fusibles interior del vehículo, uno de sus ejemplos es el control A/C. Este módulo se encuentra en el lado del pasajero, detrás de la guantera como lo indica la figura 25.

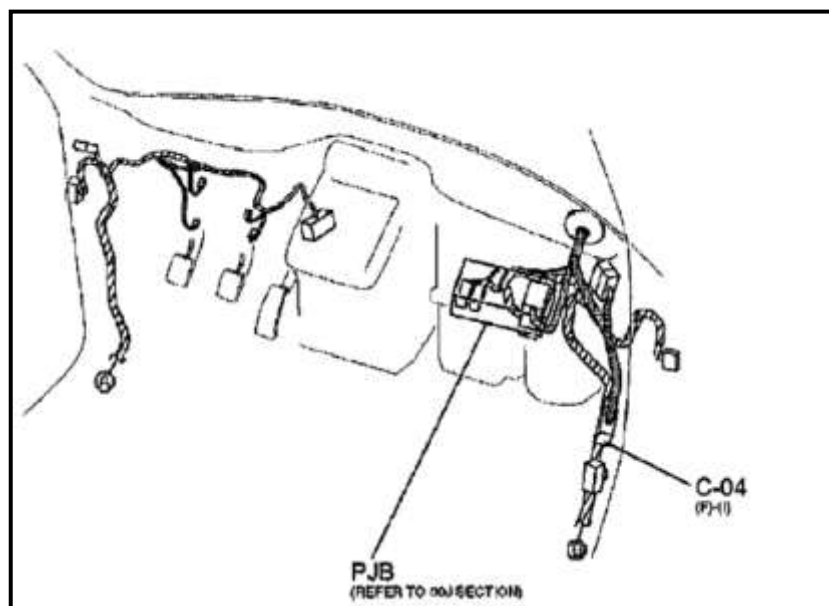


Figura 25. Ubicación módulo PJB

Fuente: Mitchell On Demand 2015
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.12.7 Módulo de Navegación.

Como su nombre lo indica, controla el GPS implementado en el vehículo. La figura 26 indica la ubicación del módulo de navegación.

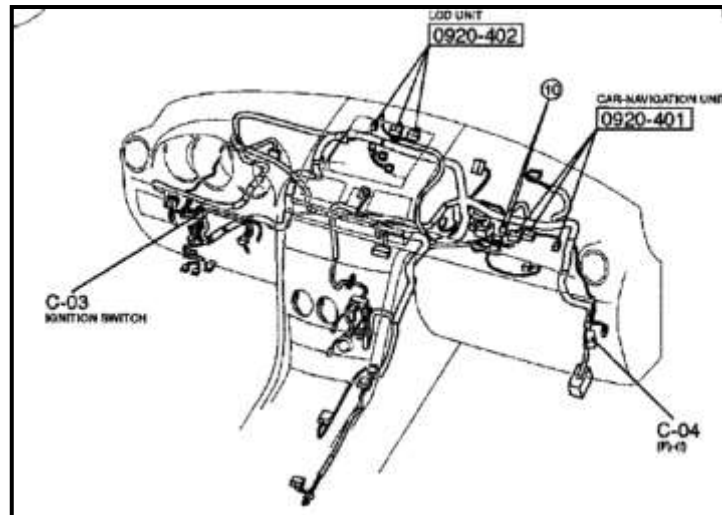


Figura 26. Ubicación módulo de Navegación

Fuente: Mitchell On Demand 2015
Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

2.12.8 Instrument Cluster

También llamado tablero digital, es el encargado de mostrar al conductor los avisos sobre lo que sucede en el vehículo, como son los diferentes testigos provenientes de los diferentes módulos mediante el uso de la red CAN, o algún testigo que no sea comunicado a través de red CAN. La figura 27 muestra las líneas de computadora usando la red CAN.

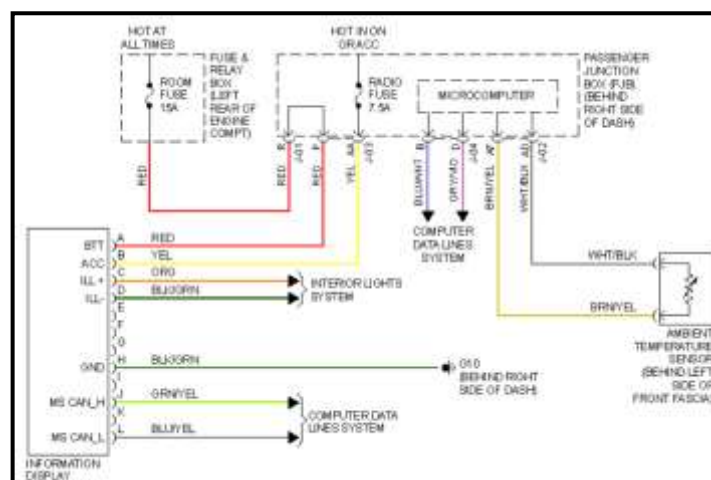


Figura 27. Conexión del cluster

2.13 Protocolos de Comunicación del Mazda 3.

Los protocolos de comunicación que utiliza el Mazda 3, son los siguientes:

- MS CAN
- HS CAN

Siendo la configuración aplicada a este vehículo el de tipo bus.

2.13.1 Protocolo CAN Bus MS CAN.

Este tipo de protocolo es el sistema CAN patentado por BOSCH, simplemente que utiliza una velocidad de comunicación media, la misma que maneja rangos de 1 kbps a 125 kbps aproximadamente.

Los módulos que se comunican por esta vía son los siguientes:

- SAS (Sistema de airbag lateral)
- PJB (Caja de fusibles interior)
- AUDIO
- Cluster (Panel de instrumentos)

Cabe recalcar, que el modulo del cluster se comunica tanto con el protocolo HS CAN, así como con el protocolo MS CAN

2.13.2 Protocolo CAN Bus HS CAN.

Este protocolo es el mismo que el MS CAN, con la única diferencia que la velocidad de comunicación es muy superior, al protocolo antes mencionado.

El rango de velocidad que maneja esta red es de aproximadamente 125 kbps a 1 Mbps.

2.14 Sensor MAP

Conocido como *Manifold Air Pressure* que tiene por misión la de sensar la presión barométrica existente en el motor al momento de ralentí, cuando se produce una aceleración y desaceleración. Es uno de los principales sensores en el vehículo debido a que se encarga de controlar la entrega de combustible hacia el motor depende si este acelera o desacelera. Es un sensor piezoeléctrico que trabaja mediante un diafragma que se mueve cuando hay más o menos vacío en el motor, este sensor envía la información a la PCM para que ejecute las acciones a controlar el tiempo de inyección de combustible por medio de los inyectores. El vacío se suministra al sensor MAP a través de una manguera de caucho cuando se encuentra afuera del múltiple de admisión, o se encuentra directamente sobre el mismo. La conexión del sensor es de tres cables y sería la siguiente: 1. GND o masa, 2. Señal hacia la computadora, 3. Alimentación de 5 V. La figura 28 nos indica la ubicación del sensor en el vehículo.

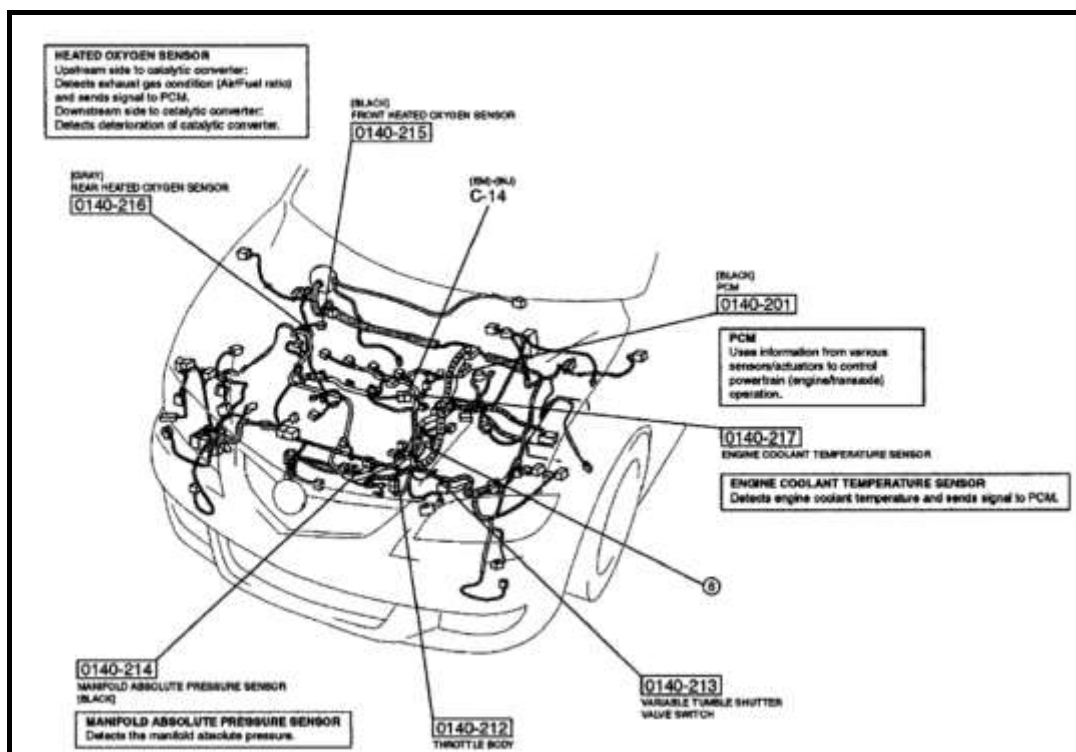


Figura 28. Ubicación del sensor MAP
Fuente: Mitchell On Demand 2015
Editado por: Wilson Chabla Liguicota

2.15 Escáner.

El G-Scan 2 es un escáner profesional multimarcas que como principal objetivo las marcas de Hyundai y Kia, siendo el escáner original para estas marcas. A pesar de ello maneja marcas de diferentes países como Chevrolet, GM USA, Ford, Mazda, Toyota, Sangyong, Renault, entre otros. Entre las características que brinda el equipo está la opción de ver DTC, datos en vivo, realizar reprogramaciones, funciones especiales, lectura de VIN, revisar datos guardados que son las fotografías almacenadas en el escáner para un estudio sin necesidad de tener conectado el escáner al vehículo.



Figura 29. G-Scan 2

Fuente: (Globaltech , s.f.)

Editado por: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 29 se observa como es el escáner automotriz que se utiliza para las mediciones correspondientes. Es un escáner táctil a color, posee un lápiz óptico para un manejo preciso, es robusto y posee la opción de ser escáner automotriz y si una persona desea lo puede adquirir con osciloscopio integrado. Entre las características principales destacan sus 3 procesadores que corren a la misma velocidad permitiendo una respuesta inmediata del sensor u actuador.

2.16 Osciloscopio.

Este modelo de scanner, posee la característica de trabajar en modo 2 canales y de 4 canales, para así de esta manera, poder tener mayor cobertura y comparabilidad en un diagnostico a realizar.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE PRUEBAS

3.1 Conexión.

A continuación, se detalla el proceso de conexión del escáner para realizar la lectura de los DTC y la lectura del CAN-Bus.



Figura 30. Mazda 3

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 30 se observa el vehículo donde se realiza el análisis a través del osciloscopio.



Figura 31. Ingreso al G-Scan 2

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 31 se aprecia el menú principal del escáner donde vamos a realizar en primer lugar un diagnóstico de los DTC presentes en el vehículo.



Figura 32. Selección por marca

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

la figura
a
todas
que el



En
32 vamos
a observar
todas las marcas
que el escáner es

capaz de dar lectura, aquí vamos a seleccionar MAZDA.

Figura 33. Selección Internacional
Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Tras seleccionar la marca ahora se procede a hacer la selección INTERNACIONAL como se aprecia en la figura 33. Debido al ensamblaje del vehículo como lo describe la matricula se toma en cuenta los datos para hacer una selección correcta del vehículo, año, cilindraje, modelo de motor.

| PLACA ACTUAL | | PLACA ANTERIOR | FECHA MATRÍCULA | |
|-------------------|-------------------------|----------------|-----------------|----------|
| GQ00771 | | GQ0077 | 16-ENE-2016 | |
| MARCA | | CLASE | TIPO | |
| MAZDA | | AUTOMOVIL | SEDAN | |
| AÑO FAB. | MODELO | PAIS ORIGEN | | |
| 2008 | MAZDA3 SEDAN 1.8 MT FL. | COLOMBIA | | |
| MOTOR | COLOR | CATEG. | | |
| Z8638445 | PLOMO | SIN GRAYAMEN | | |
| VIN | CARRILAS | COMBU | PESAJE | REBELAJE |
| 9FCBK42608D10S210 | MET | GAS | 5 | .75 |
| OBSERVACION | CARRILAS | CARRILAS | CARRILAS | |
| SIN GRAYAMEN | 14-ENE-3021 | 1800 CC. | | |

Figura 34. Matricula Mazda 3
Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 34 se encuentra los datos del vehículo a diagnosticar, los datos que encontramos son: número de VIN, número de chasis, año, modelo, cilindraje, que ayudarán a seleccionar en el escáner. El vehículo sería un Mazda 3 año 2008 1600 cc de cilindraje y serie de motor z6, chasis BK.

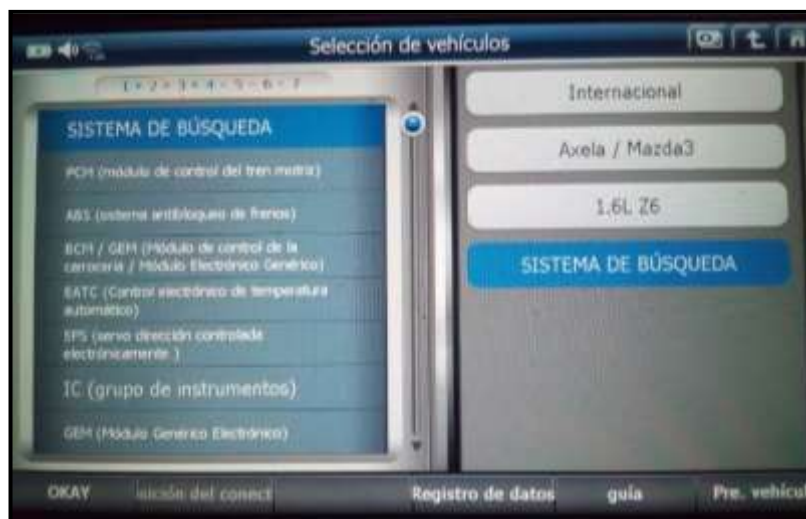


Figura 35. Elección del vehículo
Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Como se observa en la figura 35 encontramos todos los módulos que se encuentran en el vehículo siendo estos, PCM, ABS, BCM, EPS, IC, GEM tal como se describe en la figura. Al existir diferentes módulos que se van a estar intercomunicando la marca Mazda hace uso de la red CAN para su comunicación, adicional de los protocolos de comunicación ya antes mencionados.



Figura 36. DTC P2228
Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

La figura 36 nos indica el código de error presente en el vehículo, es el P2228 con la descripción de *La presión barométrica del sensor A circuito bajo*. Tras observar el código ahora se procede a revisar los datos en vivo del vehículo fijándonos en la presión barométrica.

| artículo(P.1/8) | valor | unidad | artículo(P.2/8) | valor | unidad |
|---|-------|--------|---|---------|--------|
| Indicador de sistema de compresión del aire acondicionado | OFF | | Banco de resistencia deseado catalizador 1, Sensor 1 | 469 | °C |
| Señal de petición de aire acondicionado | OFF | | Luz de advertencia de generador | OFF | |
| Señal del campo generador de deber de control actual | 57.1 | % | Interruptor de presión del refrigerante (presión media) | OFF | |
| Voltaje de salida del generador | 15.0 | V | Interruptor de posición del Pedal de embrague | OFF | |
| Revoluciones RPM | 894 | rpm | Circuito interruptor de embrague posición del Pedal Interruptor/Neutral | NEUTRAL | |
| Voltaje positivo de la batería | 13.9 | V | Cuenta DTC | 3 | |
| Presión barométrica | 0 | kPa | temperatura del refrigerante del motor | 46 | °C |
| Presión (v) barométrica | 0.0 | V | temperatura del refrigerante (v) | 1.8 | V |
| Freno con. / desc. | OFF | | Equivalencia deseada Ratio(Lambda) | 1.00 | |
| Interruptor de presión del freno | OFF | | Riesgo de emisiones por evaporación purga Válvula deber cc | 0.0 | % |

Figura 37. Valores reales

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Una vez encendido el vehículo la figura 37 muestra los valores reales del vehículo teniendo una presión barométrica de 0 KPa¹³ o en unidades de Voltaje siendo 0 V. Lo correcto en el manual nos indica que debe de tener 33 KPa en ralentí y 101 KPa en KOEO¹⁴.



Figura 38. Lectura tras cambiar MAP

¹³ Kilo Pascal

¹⁴ Key On Engine Off (Llave en Ignición Motor apagado)

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Después de cambiar el sensor MAP por uno en buen estado la figura 38 nos indica que ya no existen DTC en nuestro vehículo.

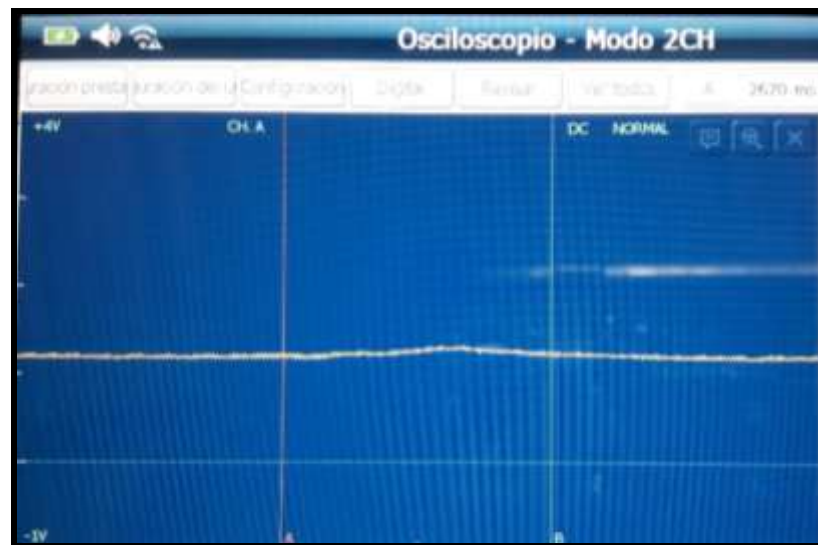


Figura 39. Monitoreo con osciloscopio del BAP

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 39, muestra la curva del BAP dando los siguientes datos Voltaje máximo 1,36V, voltaje mínimo 1,21V.

Para verificar la red can bus, vamos a proceder a utilizar el multímetro y osciloscopio, del equipo GSCAN 2.



Figura40. Opciones del menú de Mediciones

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

La figura 40, muestra las opciones que tenemos a escoger en el menú de mediciones, para la revisión del sistema Can bus, en nuestro Mazda 3.

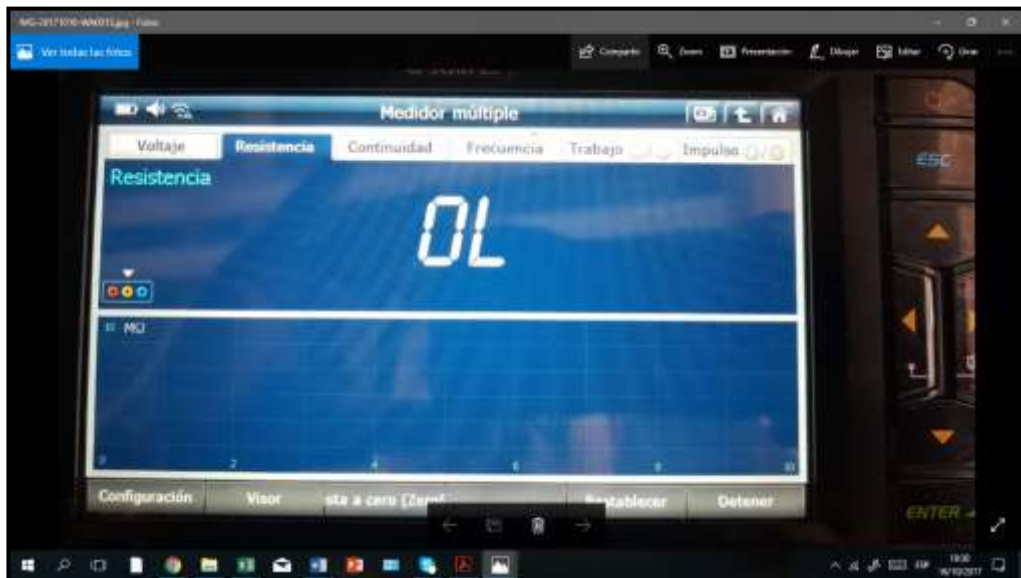


Figura 41. Menú de medición de resistencia

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 41, hemos escogido la opción de medición de resistencia, para verificar el ohmiaje entre la señal Can Hi y la señal Can Low.



Figura 42. Valor en ohmios del sistema Can bus
Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

La figura 42, muestra el valor de la medición entre los pines CAN Hi y CAN Low, en el conector OBD 2, el mismo que se encuentra en buen rango.



Figura 43. Osciloscopio en opción 2 canales

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

Se ha escogido la opción de 2 canales en el osciloscopio, según la figura 43; Esto nos va a permitir verificar la onda del canal Hi y la onda del canal Low.

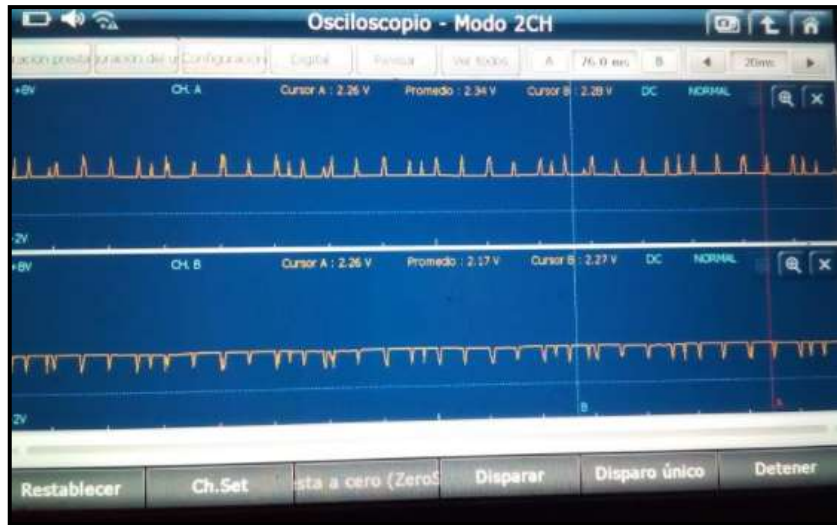


Figura 44. Lectura osciloscopio HS-can bus

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 44, se puede observar las ondas de la señal HS-Can, cómo se reflejan una de la otra, así como también se verifica el voltaje en cada una de las señales como varía. Se aprecia la interacción de los mensajes entre los módulos presentes.



Figura 45. Lectura osciloscopio MS-can bus

Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

En la figura 45, se puede observar las ondas de la señal HS-Can, cómo se reflejan una de la otra, así como también se verifica el voltaje en cada una de las señales como varía. Se aprecia la interacción de los mensajes entre los módulos presentes.

CAPITULO IV

ANALISIS DE DATOS

4.1 Datos del fabricante.

En el campo automotriz se hace uso de softwares que recopilan base de datos de los fabricantes y que ayudan al técnico a realizar un trabajo con eficacia, aquí se hace uso del software Mitchell On Demand donde se aprecia en la figura 46 el procedimiento correcto a realizar en el caso que presentar el DTC P2228.

| DTC P2228 [LF, L3] | |
|--|--|
| DTC P2228 (LF, L3) DETECTION CONDITION AND POSSIBLE CAUSES | |
| DTC P2228 | BARO sensor circuit low input <ul style="list-style-type: none"> The PCM monitors input voltage from BARO sensor into the PCM. If input voltage is below 2.1 V⁽¹⁾, 1.95 V⁽²⁾, PCM determines that BARO sensor circuit has malfunction. |
| DETECTION CONDITION | <p>Diagnostic support note</p> <ul style="list-style-type: none"> This is a continuous monitor (CCM). The MIL illuminates if PCM detects the above malfunction condition during first drive cycle. PENDING CODE is available if PCM detects the above malfunction condition. FREEZE FRAME DATA is available. DTC is stored in PCM memory. |
| POSSIBLE CAUSE | <ul style="list-style-type: none"> BARO sensor malfunction PCM malfunction |
| <p>⁽¹⁾ California emission regulation applicable model</p> <p>⁽²⁾ Except for California emission regulation applicable model</p> | |

Figura 46. Procedimiento mediante Mitchell On Demand
Fuente: Wilson Chabla Lliguicota

A continuación, detallaremos, las especificaciones del sistema CAN Bus, para el Mazda 3.

| PIN # | CIRCUIT | NOTES |
|-------|-------------|---|
| 1 | Open | |
| 2 | SCP + | 5 volt – No messages being sent. Alternates between 5 and 0 volts with SCP – when messages are being sent. |
| 3 | CAN_H (MS) | Key ON – 2.5v ~ 2.6v |
| 4 | Ground 1 | |
| 5 | Ground 2 | |
| 6 | CAN_H (HS) | Key ON – 2.5v ~ 2.6v |
| 7 | ISO K-LINE | 0 – 12 volt signals |
| 8 | Open | |
| 9 | Open | |
| 10 | SCP – | 0 volt – No messages being sent. Alternates between 0 and 5 volts with SCP + when messages are being sent. |
| 11 | CAN_L (MS) | Key ON – 2.3v ~ 2.4v |
| 12 | Open | |
| 13 | FLASH EPROM | For ISO, SCP, and Visteon CAN networks Signals PCM to erase EPROM and begin programming 12 – 18v signal only during programming |
| 14 | CAN_L (HS) | Key ON – 2.3v ~ 2.4v |
| 15 | Open | |
| 16 | Battery + | |

Figura 47. Especificaciones del CAN-Bus pines 6 y 14

Fuente: (Mazda Vehicles Network)

Editado por: Wilson Fabián Chabla Lliguicota

En la figura 47, nos muestra la especificación de la red Can bus, que para los protocolos MS-CAN y HS-CAN, serían los siguientes:

- MS-CAN Hi: 2,5V a 2,6V
- MS-CAN Low: 2,3V a 2,4V
- HS-CAN Hi: 2,5V a 2,6V
- MS-CAN Low: 2,3V a 2,4V

Por ende, en la comparación de la medición real vs la especificada tenemos lo siguiente:

- MS-CAN Hi: 2,5V
- MS-CAN Low: 2,3V
- HS-CAN Hi: 2,5V
- MS-CAN Low: 2,3V

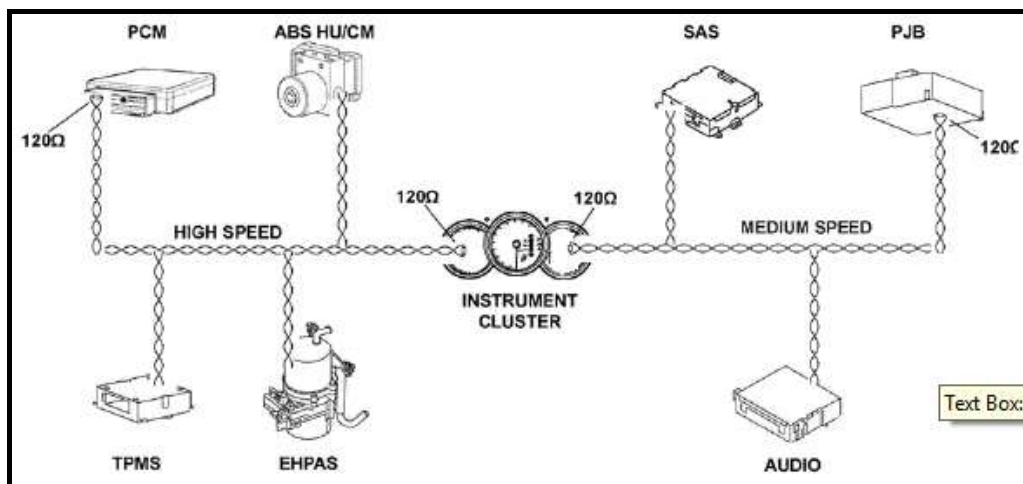


Figura 48. Terminaciones de resistencias

Fuente: (Mazda Vehicles Network)

Editado por: Wilson Fabián Chabla Lliguicota

En la figura 48, observamos las terminaciones de resistencias, que son de 120 ohmios.

Es decir que como su conexión es en paralelo, cuando realicemos la medición de las resistencias entre los pines del can Hi y Low, ésta nos debe dar 60 ohmios aproximadamente, es decir la mitad de cada terminación, que como anteriormente mencionamos 120 ohmios.

El resultado de nuestra medición fue de 57,1 ohmios.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con el uso del escáner G-Scan 2 se logró determinar la resistencia presente en los módulos del vehículo, se realizó la prueba y nos da una resistencia de 57.1 Ohm.
- A través del osciloscopio se aprecia la comunicación existente entre los módulos que posee el vehículo, para que se observe una comunicación normal, ésta tiene que reflejarse una con otra, de no ser así existiría algún fallo en la red.

- Se produjo la falla del sensor MAP en el vehículo colocando uno en mal estado, se leyó los DTC presentes, realizando una lectura de datos en vivo se logró determinar que el fallo es el sensor MAP , procediéndose a cambiar y a corroborar su buen funcionamiento.

5.2 Recomendaciones

- Realizar las pruebas con un osciloscopio que tenga mínimo 2 canales o más
- Configurar el tiempo en ms para una buena apreciación de la gráfica.
- Configurar el voltaje del osciloscopio, para obtener una curva correcta.
- Colocar el disparador, de ser posible en la mitad de la curva, así se obtendrá una lectura fiable.
- Crear una base de datos, según las curvas obtenidas para usos posteriores.
- Verificar la alimentación, masa y señal en el cableado debido a que ciertas fallas son por cables rotos.

Bibliografía

America, D. T. (2001-2010). *Daimler Trucks North America LLC*. Obtenido de <http://www.selectruckhouston.com/pdf/resources/manual-del-conductor-columbia.pdf>

C., A. C. (s.f.). *DTC Database (OBD II - Trouble Codes)*. Obtenido de http://www.auto-consulting.it/DWN/DTC_Database.pdf

CAN BUS. (22 de 10 de 2017). Obtenido de <http://usuaris.tinet.cat/fbd/comunicaciones/canbus/can.html>

Carpio, C. (2013). Manual de procedimientos para interactuar entre protocolos de comunicación automotriz. Cuenca, Ecuador.

Club Mazda Venezuela. (10 de 22 de 2017). Obtenido de http://www.clubmazdavenezuela.com/apps/manuals/3/man_taller_m3/esicon/es/srvc/html/B3E081057030W01.html

Globaltech . (s.f.). Obtenido de <http://www.globaltech-car.com/detalle.php?idprd=123>

Mazda. (s.f.). Training Manual Mazda 3 Facelift FL-005. Obtenido de https://www.mazdabg.com/ftp-uploads/MAZDA%20material%20for%20technician/Mazda3_FL_English.pdf

Mazda Vehicles Network. (s.f.).

Universidad Politécnica de Valencia. (22 de 10 de 2017). Obtenido de <http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/PAEEES/2005-06/A05-A06%20-%20Controlador%20CAN%20-%20Trabajo.pdf>

Volkswagen. (Diciembre de 1997). El CAN-Bus de datos. Wolfsburgo, Alemania.

Zal. (11 de Enero de 2010). *Automobile catalog the complete catalog of cars since 1945*. Obtenido de http://www.automobile-catalog.com/model/mazda/3_1gen.html

Anexos

High-speed CAN Signal Chart

- The following signals are transmitted via the high-speed CAN bus.

| Signal | Multiplex module | | | | | |
|--|------------------|-----------|---------------------------|-----------|-----------------------------|--------------------|
| | PCM | FACM (*1) | EHPAS control module (*2) | ABS HU/CM | Keyless control module (*3) | Instrument cluster |
| | | | | DSC HU/CM | | |
| Engine speed | OUT | IN | IN | IN | IN | IN |
| Vehicle speed | OUT | IN | IN | — | IN | IN |
| Engine torque | OUT | — | — | IN | — | — |
| Accelerator pedal position (*2) | IN (*1) | — | — | — | — | OUT (*1) |
| | OUT | | | IN | | — |
| Throttle position (*4) | OUT | — | — | IN | — | — |
| Brake pedal position | IN (*1) | — | — | — | — | OUT (*1) |
| | OUT | | | IN | | — |
| Clutch pedal position | IN (*1) | — | — | — | — | OUT (*1) |
| | OUT | | IN | | | — |
| ATX gear position/ Selector lever position (ATX) | OUT | — | IN | — | — | IN |
| Transaxle specifications | OUT | — | — | — | — | — |
| | | | | IN | | |
| Engine specifications | OUT | — | — | — | — | — |
| | | | | IN | | |
| TCC status (ATX) | OUT | — | — | — | — | — |
| | | | | IN | | |
| AT warning light on request (ATX) | OUT | — | — | — | — | IN |
| Torque reduction request | IN | — | — | — | — | — |
| Torque reduction inhibit | OUT | — | — | — | — | — |
| | | | | IN | | |
| Immobilizer-related information (*5) | IN | — | — | — | — | OUT |
| | OUT | | | | | IN |
| Immobilizer-related information (*3) | IN | — | — | — | OUT | — |
| | OUT | | | | IN | |
| Engine coolant temperature | OUT | — | — | — | — | IN |
| Traveled distance | OUT | — | — | — | — | IN |
| Fuel injection amount | OUT | — | — | — | — | IN |
| MIL on request | IN | OUT | — | — | — | — |
| | OUT | — | | | | IN |
| Generator warning light on request | OUT | — | — | — | — | IN |
| Tire circumference | IN | — | — | OUT | — | — |
| | OUT | | | IN | | |

*1 : With 1.6 MZ-CD high-power engine

*2 : With 2.0 MZR/1.6 MZ-CD engine

*3 : With Advanced Keyless Entry and Start System

*4 : With 1.3/1.6 MZR engine

*5 : With standard keyless entry system

*6 : With 1.6 MZ-CD engine

| Signal | Multiplex module | | | | | |
|---|------------------|-----------|---------------------------|-----------|-----------------------------|--------------------|
| | PCM | FACM (*1) | EHPAS control module (*2) | ABS HU/CM | Keyless control module (*3) | Instrument cluster |
| | | | | DSC HU/CM | | |
| EHPAS warning light on request (*2) | — | — | OUT | — | — | IN |
| Brake system status (EBD/ABS/DSC) | IN | — | — | OUT | — | — |
| Wheel speed (LF, RF, LR, RR) | IN | — | — | OUT | — | — |
| Brake system warning light on request | — | — | — | OUT | — | IN |
| ABS warning light on request | — | — | — | OUT | — | IN |
| DSC indicator light on request | — | — | — | — | — | IN |
| DSC OFF indicator light on request | — | — | — | OUT | — | IN |
| Security light on request | — | — | — | — | OUT | IN |
| Keyless warning/indicator light on request (*3) | — | — | — | — | OUT | IN |
| Interior buzzer on request (*3) | — | — | — | — | OUT | IN |
| Cruise control system-related information (*6) | IN | — | — | — | — | OUT |
| Cruise/Cruise main indicator light on request | OUT | — | — | — | — | IN |
| Fuel tank level | IN | IN | — | — | — | OUT |
| Total additive injection amount (*1) | IN | OUT | — | — | — | — |
| Fuel additive injection status (*1) | IN | OUT | — | — | — | — |
| A/C on request | IN | — | — | — | — | OUT |
| Transaxle in reverse position | IN | — | — | — | — | OUT |
| Parking brake position | — | — | IN | — | — | OUT |
| Brake fluid level | — | — | — | IN | — | OUT |
| Ambient temperature | IN | — | — | — | — | OUT |
| Front wiper status | IN | — | — | — | — | OUT |
| TNS status | IN | — | — | — | — | OUT |
| PTC heater on request (*6) | IN | — | — | — | — | OUT |
| Glow indicator light on request (*6) | OUT | — | — | — | — | IN |
| Oil pressure warning light on request (*6) | OUT | — | — | — | — | IN |
| Generator load (*6) | OUT | — | — | — | — | IN |
| Generator control duty cycle (*6) | OUT | — | — | — | — | IN |

*1 : With 1.6 MZ-CD high-power engine

*2 : With 2.0 MZR/1.6 MZ-CD engine

*3 : With Advanced Keyless Entry and Start System

*4 : With 1.3/1.6 MZR engine

*5 : With standard keyless entry system

*6 : With 1.6 MZ-CD engine

Mid-speed CAN Signal Chart

- The following signals are transmitted via the mid-speed-CAN bus.

| Signal | Multiplex module | | | | | |
|--|------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|---------------------|--------------------|
| | PJB | Climate control unit (*1) | SAS control module | Audio unit (base unit) | Information display | Instrument cluster |
| Ambient temperature | OUT | IN | — | — | IN | IN |
| Front wiper status | OUT | IN | — | — | — | IN |
| Turn indicator light on request | OUT | — | — | — | — | IN |
| Security light on request | OUT | — | — | — | — | IN |
| Alarm on request | OUT | — | — | — | — | IN |
| Door ajar warning light on request | OUT | — | — | — | — | IN |
| Brake fluid level | OUT | — | — | — | — | IN |
| High-beam indicator light on request | OUT | — | — | — | — | IN |
| Transaxle in reverse position | OUT | — | — | — | — | IN |
| Parking brake position | OUT | — | — | — | — | IN |
| Rear window defroster on request (*1) | IN | OUT | — | — | — | — |
| | OUT | IN | | | | |
| A/C on request | IN | OUT | — | — | — | — |
| | OUT | — | | | | |
| PTC heater on request (*2) | IN | OUT | — | — | — | — |
| | OUT | — | | | | |
| A/C status display request | — | OUT | — | — | IN | — |
| Airbag system warning light on request | — | — | OUT | — | — | IN |
| Airbag system warning chime on request | — | — | OUT | — | — | IN |
| Buckle switch status | — | — | OUT | — | — | IN |
| Seat belt warning light on request | — | — | OUT | — | — | IN |
| Seat belt warning chime on request | — | — | OUT | — | — | IN |
| Temperature unit | OUT | — | — | — | IN | — |
| | — | | | IN | OUT | |
| INFO switch status | — | — | — | — | OUT | IN |
| Audio status display request | — | — | — | OUT | IN | — |
| Engine speed | IN | — | — | — | — | OUT |
| Vehicle speed | IN | IN | IN | IN | — | OUT |
| Engine coolant temperature | IN | IN | — | — | — | OUT |
| Key reminder switch position | IN | — | — | — | — | OUT |
| Ignition key position | — | — | — | IN | IN | OUT |
| Airbag system warning light status | — | — | IN | — | — | OUT |
| Driver information system data | — | — | — | — | IN | OUT |
| Generator load (*2) | IN | — | — | — | — | OUT |
| Generator control duty cycle (*2) | IN | — | — | — | — | OUT |

*1 : With full-auto A/C

*2 : With 1.6 MZ-CD engine