



**Diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de
vehículos de procedencia americana**

Ilaquiche Guanina, Marco Vinicio y Montenegro Becerra, Byron Steeven

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc.

27 de febrero del 2024

Latacunga



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Reporte de verificación de contenidos



Plagiarism and AI Content Detection Report

PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRIC...

Scan details

Scan time: February 23th, 2024 at 18:42 UTC
 Total Pages: 90
 Total Words: 22266

Plagiarism Detection

Types of plagiarism		Words
Identical	0.7%	163
Minor Changes	0%	0
Paraphrased	0%	0
Omitted Words	14.5%	3218

AI Content Detection

Text coverage	Words
AI text	0%
Human text	100%

[Learn more](#)

Plagiarism Results: (5)

Copleaks Internal Database

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

0.6%

Copleaks Internal Database

el mismo que cumple con los requisitos legales, técnicos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y

0.6%

Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc.

Director



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana" fue realizado por los señores Ilaquiche Guanina, Marco Vinicio y Montenegro Becerra, Byron Steeven, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 27 de febrero de 2024

Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc.

0501432637



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Ilaquiche Guanina, Marco Vinicio y Montenegro Becerra, Byron Steeven**, con cédulas de ciudadanía n° 1752705929 y 1726659178, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 27 de febrero de 2024

.....
Ilaquiche Guanina, Marco Vinicio

1752705929

.....
Montenegro Becerra, Byron Steeven

1726659178



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de Publicación

Nosotros Ilaquiche Guanina, Marco Vinicio y Montenegro Becerra, Byron Steeven, con cédulas de ciudadanía n°1752705929 y 1726659178, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana"**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 27 de febrero de 2024

.....
Ilaquiche Guanina, Marco Vinicio

1752705929

.....
Montenegro Becerra, Byron Steeven

1726659178

Dedicatoria

A mis amados padres Alberto Ilaquiche y Fabiola Licta que han sido el pilar principal para la realización de esta investigación que con su apoyo económico y moral han facilitado mi trayectoria estudiantil.

MARCO VINICIO ILAQUICHE GUANINA

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme salud y vida para culminar mi camino.

A lo largo de este trabajo tuve compañía, apoyo y palabras de aliento de varias personas que hicieron más amena esta etapa y por ellos considero necesario conceder un profundo agradecimiento.

A mis padres Alberto y Fabiola por ser quienes con los valores inculcados en mi forjaron mi carácter y como resultado de ellos estoy hoy aquí culminando una etapa importante de mi vida pese a las dificultades y desafíos que se presentaron a lo largo de esta trayectoria.

A mi novia Carolina por su paciencia, comprensión y aliento que fueron fundamentales para mantenerme motivado y enfocado a alcanzar este objetivo.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, por permitirme ser parte de esta prestigiosa institución y en sus aulas formarme con el conocimiento técnico y ético que identifica a sus profesionales.

Quiero hacer parte de mi agradecimiento a mi tutor Ing. Germán Erazo por su orientación, consejos, conocimiento y colaboración que fueron claves para culminar la realización de este proyecto.

MARCO VINICIO ILAQUICHE GUANINA

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, a mis padres quienes son mi ejemplo a seguir Marina Becerra y Marco Montenegro que me han guiado por el camino correcto, apoyándome en todo momento, incentivándome a estudiar, a cumplir mis sueños y a llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

Además, a mis hermanos Alexander y Jonathan que me han tenido paciencia y han creído en mi durante toda la etapa de mi carrera.

BYRON STEEVEN MONTENEGRO BECERRA

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios por darme sabiduría y paciencia en los momentos más difíciles, también a mi familia expreso mi más sincero agradecimiento por nunca dejarme solo, por apoyarme y darme fuerzas para seguir adelante en cada etapa de mi vida.

Agradezco de todo corazón a mis padres que han sido un pilar fundamental en mi vida y en el proceso de mi formación profesional, me han alentado a seguir adelante y a nunca rendirme en medio de la tempestad, quienes me han motivado y es por ellos que me convertí en la persona que soy hoy en día.

También quiero agradecer a mis hermanos que nunca dejaron de creer en mí y que me apoyaron y motivaron en todo momento para no rendirme en medio del camino.

No puedo pasar por alto el apoyo que me han brindado mis amigos y compañeros, quienes me han acompañado en este viaje y en lo que es hasta hoy en día la mejor etapa de mi vida, compartiendo risas, momentos de diversión, estudio y motivación para salir adelante.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por abrirme las puertas de sus instalaciones y darme la oportunidad de perseguir mis sueños a través de la mejor carrera que es Ingeniería Automotriz y proporcionarme los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

Al Ing. Washington Erazo, mi profundo agradecimiento por su orientación, dedicación, paciencia, conocimiento y sabiduría que ha sido una guía fundamental durante todo este proceso.

BYRON STEEVEN MONTENEGRO BECERRA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	1
Reporte de verificación de contenidos	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Dedicatoria.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenidos	10
Índice de tablas	19
Índice de figuras	21
Resumen	25
Abstract.....	26
Capítulo I: Marco metodológico.....	27
Antecedentes investigativos	27
Planteamiento del problema	28
Descripción del proyecto	30
Justificación e importancia.....	31
Objetivos	33

<i>Objetivo general</i>	33
<i>Objetivos específicos</i>	33
Metas del proyecto	33
Hipótesis	33
Variables de investigación	33
<i>Variable independiente</i>	33
<i>Variable dependiente</i>	34
Metodología de desarrollo del proyecto	34
Capítulo II: Marco teórico	36
Redes multiplexadas	36
Ventajas de la red multiplexada	36
Principio de la red multiplexada	38
Componentes de la red multiplexada	39
Topología de redes multiplexadas	40
<i>Configuración estrella.</i>	41
<i>Configuración en anillo</i>	42
<i>Configuración lineal</i>	43
<i>Configuración tipo árbol</i>	43
<i>Configuración utilizando una compuerta o GATEWAY</i>	44
Red multiplexada can-bus.	45
<i>Formato de un mensaje CAN</i>	46

Protocolos de comunicación.....	48
<i>Protocolo de comunicación VAN</i>	<i>49</i>
<i>Protocolo de comunicación CAN.....</i>	<i>50</i>
<i>Características de la red CAN.....</i>	<i>50</i>
<i>Protocolo de comunicación LIN.....</i>	<i>51</i>
<i>Características.....</i>	<i>53</i>
<i>Protocolo de comunicación MOST-Bus</i>	<i>53</i>
Bus de datos	54
Tipos de redes multiplexadas en el campo automotriz.....	56
<i>Redes clase A</i>	<i>56</i>
<i>LIN.....</i>	<i>56</i>
<i>UART.....</i>	<i>57</i>
<i>Aplicaciones en el vehículo</i>	<i>57</i>
<i>Ventajas</i>	<i>58</i>
<i>Desventajas.....</i>	<i>58</i>
Redes clase B	58
<i>Bus CAN de baja velocidad.....</i>	<i>58</i>
<i>Bus J 1850.....</i>	<i>59</i>
<i>Aplicaciones en el vehículo</i>	<i>60</i>
<i>Ventajas</i>	<i>61</i>
<i>Desventajas.....</i>	<i>61</i>

Redes clase C	61
<i>Bus CAN de alta velocidad.....</i>	<i>61</i>
<i>Aplicaciones en el vehículo</i>	<i>62</i>
<i>Ventajas</i>	<i>63</i>
<i>Desventajas.....</i>	<i>63</i>
Redes clase D.....	63
<i>Bus Most.....</i>	<i>64</i>
<i>IEEE1394.....</i>	<i>64</i>
<i>Aplicaciones en el vehículo</i>	<i>64</i>
<i>Ventajas</i>	<i>65</i>
<i>Desventajas.....</i>	<i>65</i>
Línea de datos para el diagnostico.....	65
Distribución de pines del conector OBD II.....	65
Códigos DTC del protocolo de comunicación OBD-II	67
Protocolos de comunicación.....	68
<i>ISO 9141-2</i>	<i>68</i>
<i>ISO 15765-4</i>	<i>69</i>
<i>SAE J1850 PWM</i>	<i>70</i>
<i>SAE J1850 VPW.....</i>	<i>70</i>
Unidades de control en el automóvil	71
Unidad de control del motor.....	71

Unidad de control electrónico del ABS	74
<i>Detección de fallas del sistema ABS mediante escáner</i>	75
<i>Código circuito</i>	75
Unidad de control de la tracción.	75
Unidad de control del cambio automático	77
Unidad de control del air bag	79
Unidad de control de la dirección.....	80
Trama de datos.....	82
Como diagnosticar una red CAN	85
Capítulo III: Arquitectura y protocolo de pruebas y diagnóstico avanzado	88
Vehículos americanos en el Ecuador	88
Sistemas de control de tracción y confort en vehículos americanos	89
<i>Sistemas de control de tracción</i>	89
<i>Sistemas de control de confort</i>	90
Requisitos	91
<i>Scanner automotriz multimarca Launch Thinkcar Thinktool Full</i>	91
Vehículos seleccionados para el diagnostico.....	94
Protocolo para la conexión del vehículo con el escáner	95
Chevrolet Silverado 2003	96
<i>Ubicación DLC</i>	96
<i>Módulos encontrados</i>	98

<i>Reporte de módulos</i>	98
<i>Eliminación de códigos de falla</i>	99
<i>Flujo de datos</i>	100
<i>Diseño Livewire</i>	101
Ford Escape 2019	103
<i>Características generales</i>	103
<i>Protocolo de pruebas</i>	103
<i>Ubicación DLC</i>	103
<i>Topología de red</i>	104
<i>Reporte de módulos</i>	105
<i>Flujo de datos en tiempo real</i>	105
<i>Flujo de DTC</i>	109
<i>Diseño Livewire</i>	109
Ford Edge 2013	111
<i>Características generales</i>	111
<i>Protocolo de pruebas</i>	111
<i>Ubicación DLC</i>	111
<i>Topología de red</i>	112
<i>Reporte de módulos</i>	112
<i>Flujo de datos en tiempo real</i>	113
<i>Flujo de DTC</i>	117

<i>Diseño Livewire</i>	118
Ford Escape 2010	119
<i>Características generales</i>	119
<i>Protocolo de pruebas</i>	119
<i>Ubicación DLC</i>	119
<i>Topología de red</i>	120
<i>Reporte de módulos</i>	120
<i>Flujo de datos en tiempo real</i>	121
<i>Flujo de DTC</i>	126
<i>Diseño Livewire</i>	126
Ford F-150 2007	128
<i>Características generales</i>	128
<i>Protocolo de pruebas</i>	128
<i>Ubicación DLC</i>	128
<i>Topología de la red</i>	129
<i>Módulos encontrados</i>	130
<i>Reporte de módulos</i>	130
<i>Eliminación de códigos de falla</i>	131
<i>Flujo de datos</i>	131
<i>Diseño Livewire</i>	133
Ford Ranger 2022	135

<i>Características generales</i>	135
<i>Protocolo de pruebas</i>	135
<i>Ubicación DLC</i>	135
<i>Topología de la red</i>	136
<i>Módulos encontrados</i>	137
<i>Reporte de módulos</i>	137
<i>Flujo de datos</i>	137
<i>Diseño livewire</i>	139
Jeep Comapss 2014	141
<i>Características generales</i>	141
<i>Ubicación DLC</i>	141
<i>Topología de la red</i>	142
<i>Módulos encontrados</i>	143
<i>Reporte de módulos</i>	143
<i>Eliminación de códigos de falla</i>	144
<i>Flujo de datos</i>	145
<i>Diseño livewire</i>	146
Capítulo IV: Marco administrativo	147
Recursos	147
Recursos humanos	147
Recursos tecnológicos	147

Recursos de apoyo	148
Costo neto del proyecto	148
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	149
Conclusiones	149
Recomendaciones	150
Bibliografía	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Aplicaciones de la red multiplexada de clase A en el vehículo.....</i>	57
Tabla 2 <i>Comparación de redes de clase B.....</i>	60
Tabla 3 <i>Aplicaciones de la red multiplexada de clase B en el vehículo.....</i>	60
Tabla 4 <i>Aplicaciones de la red multiplexada clase C en vehículos.....</i>	63
Tabla 5 <i>Aplicaciones de la red multiplexada clase D en el vehículo.</i>	64
Tabla 6 <i>Distribución de pines del conector OBD II.....</i>	66
Tabla 7 <i>Protocolos de comunicación según el fabricante.....</i>	71
Tabla 8 <i>Sensores y actuadores controlados por a ECU.....</i>	73
Tabla 9 <i>Códigos de falla de la unidad de control de tracción.....</i>	76
Tabla 10 <i>Códigos de falla más comunes en la unidad de control de cambio automático.....</i>	78
Tabla 11 <i>Principales códigos de falla generados por la unidad de control del Airbag.....</i>	80
Tabla 12 <i>Lista de marcas de vehículos americanos en el Ecuador.....</i>	88
Tabla 13 <i>Elementos que conforman el sistema de control de tracción</i>	90
Tabla 14 <i>Elementos de confort del vehículo.....</i>	90
Tabla 15 <i>Marca, modelo y año de los vehículos seleccionados.....</i>	94
Tabla 16 <i>Pasos a seguir para la comunicación del vehículo con el equipo de diagnóstico.....</i>	95
Tabla 17 <i>Características generales de la Chevrolet Silverado</i>	96
Tabla 18 <i>Red de comunicación de la Chevrolet Silverado 2003</i>	98
Tabla 19 <i>Códigos de falla presentes en los diferentes módulos.....</i>	99
Tabla 20 <i>Características generales de la Ford Escape 2019</i>	103
Tabla 21 <i>Pines del DLC</i>	104
Tabla 22 <i>Red de comunicación Ford Escape 2019 y módulos existentes.</i>	105
Tabla 23 <i>Características generales de la Ford Edge</i>	111
Tabla 24 <i>Pines del DLC</i>	112

Tabla 25 <i>Red de comunicación Ford EDGE 2013 y módulos existentes.</i>	113
Tabla 26 <i>Características generales de la Ford Escape</i>	119
Tabla 27 <i>Pines del DLC</i>	120
Tabla 28 <i>Red de comunicación Ford Escape 2019 y módulos existentes.</i>	121
Tabla 29 <i>Características generales de la Ford F-150</i>	128
Tabla 30 <i>Red de comunicación Ford F-150 2007</i>	130
Tabla 31 <i>Códigos de falla presentes en los diferentes módulos</i>	131
Tabla 32 <i>Características generales de la Ford Ranger</i>	135
Tabla 33 <i>Red de comunicación Ford F-150 2007</i>	137
Tabla 34 <i>Características generales de la Jeep Compass</i>	141
Tabla 35 <i>Red de comunicación de la Jeep Compass 2014</i>	143
Tabla 36 <i>Códigos de falla presentes en los diferentes módulos</i>	144
Tabla 37 <i>Recursos humanos que aportaron para el desarrollo del proyecto</i>	147
Tabla 38 <i>Recursos tecnológicos que aportaron para el desarrollo del proyecto</i>	147
Tabla 39 <i>Recursos de apoyo que colaboraron con el proyecto</i>	148
Tabla 40 <i>Costo total del proyecto</i>	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Conexión sin la presencia del sistema CAN BUS.</i>	37
Figura 2 <i>Conexión con sistema CAN BUS.</i>	38
Figura 3 <i>Sistema multiplexado</i>	39
Figura 4 <i>Topología de red.</i>	41
Figura 5 <i>Esquema de configuración de red en estrella</i>	42
Figura 6 <i>Esquema de configuración de red en anillo.</i>	42
Figura 7 <i>Esquema de configuración de red lineal.</i>	43
Figura 8 <i>Configuración con GATEWAY</i>	45
Figura 9 <i>Esquema de BUS de comunicación con 5 unidades de control.</i>	46
Figura 10 <i>Campos de un mensaje CAN.</i>	48
Figura 11 <i>Estructura de una red VAN</i>	50
Figura 12 <i>Recepción de una señal.</i>	52
Figura 13 <i>Medios destinados a la información y entretenimiento.</i>	54
Figura 14 <i>Transmisión de datos entre unidades.</i>	55
Figura 15 <i>Niveles de voltaje del bus Lin.</i>	56
Figura 16 <i>Niveles de voltaje del bus CAN de baja velocidad.</i>	59
Figura 17 <i>Rango de voltaje de un bus CAN de alta velocidad</i>	62
Figura 18 <i>Pines del conector OBD-II.</i>	66
Figura 19 <i>Distribución de pines según la norma ISO 9141-2 VPM.</i>	69
Figura 20 <i>Distribución de pines según la norma ISO 15765-4.</i>	69
Figura 21 <i>Distribución de pines según la norma SAE J1850 PWM.</i>	70
Figura 22 <i>Distribución de pines según la norma SAE J1850 VPW</i>	71
Figura 23 <i>Unidad de control del motor, sensores y actuadores</i>	72
Figura 24 <i>ECU del ABS y sus demás elementos del sistema</i>	74

Figura 25 <i>Control del acelerador electrónico para el TCS</i>	76
Figura 26 <i>Caja de cambios automática</i>	77
Figura 27 <i>Unidad de control del air bag</i>	79
Figura 28 <i>Sistema de dirección EPS</i>	81
Figura 29 <i>Formato de trama de datos CAN</i>	82
Figura 30 <i>Formatos de trama de datos CAN, estándar y extendida</i>	84
Figura 31 <i>Medición de la resistencia</i>	86
Figura 32 <i>Toma de diagnóstico</i>	87
Figura 33 <i>Scanner Thinktool Full</i>	91
Figura 34 <i>Accesorios del escáner</i>	94
Figura 35 <i>Ubicación del DLC en la Chevrolet Silverado 2003</i>	97
Figura 36 <i>Topología de red de la Chevrolet Silverado 2003</i>	97
Figura 37 <i>Módulos sin códigos de falla</i>	99
Figura 38 <i>Flujo de datos del módulo IPC</i>	100
Figura 39 <i>Flujo de datos del módulo ONSTAR</i>	101
Figura 40 <i>Diagrama de la topología de la Chevrolet Silverado 2003</i>	102
Figura 41 <i>Ubicación del DLC en la Ford Escape 2019</i>	103
Figura 42 <i>Topología de red de la Ford Escape 2019</i>	104
Figura 43 <i>ACM (Módulo de Control de Audio)</i>	106
Figura 44 <i>HVAC (Calefacción, Ventilación y A/C)</i>	106
Figura 45 <i>IPC (Módulo de Control del panel de Instrumentos)</i>	107
Figura 46 <i>ABS (Sistema de Freno de Anti-bloqueo)</i>	107
Figura 47 <i>BCM II (Módulo de Control de Carrocería)</i>	108
Figura 48 <i>PCM (Módulo de control del tren motriz)</i>	109
Figura 49 <i>Diagrama de la topología de la Ford Escape 2019</i>	110
Figura 50 <i>Ubicación del DLC en la Ford Edge</i>	111

Figura 51 <i>Topología de red de la Ford Edge</i>	112
Figura 52 <i>ACM (Módulo de Control de Audio)</i>	114
Figura 53 <i>BCM II (Módulo de Control de Carrocería)</i>	114
Figura 54 <i>IPC (Módulo de Control del panel de Instrumentos)</i>	115
Figura 55 <i>RCM (Airbag)</i>	115
Figura 56 <i>PCM (Módulo de control del tren motriz)</i>	116
Figura 57 <i>Diagrama de la topología de la Ford Edge 2013</i>	118
Figura 58 <i>Ubicación del DLC en la Ford Escape</i>	119
Figura 59 <i>Topología de red de la Ford Escape 2010</i>	120
Figura 60 <i>Módulo ACCM</i>	122
Figura 61 <i>BCM (Módulo de Mando de la Batería)</i>	122
Figura 62 <i>PCM (Módulo de control del tren motriz)</i>	123
Figura 63 <i>ABS (Sistema de Freno de Anti-bloqueo)</i>	124
Figura 64 <i>IC (Panel de Instrumentos)</i>	124
Figura 65 <i>RCM (Airbag)</i>	125
Figura 66 <i>GEM/SJB (Módulo Electrónico Genérico/Caja de Conexiones Inteligente)</i>	125
Figura 67 <i>HVAC (Calefacción, Ventilación y A/C)</i>	126
Figura 68 <i>Diagrama de la topología de la Ford Escape 2010</i>	127
Figura 69 <i>Ubicación del DLC en la Ford F-150</i>	129
Figura 70 <i>Topología de red de la Ford F-150</i>	129
Figura 71 <i>Flujo de datos del módulo 4x4</i>	131
Figura 72 <i>Flujo de datos del módulo IC</i>	132
Figura 73 <i>Flujo de datos del módulo PCM</i>	133
Figura 74 <i>Diagrama de la topología de la Ford F-150 2007</i>	134
Figura 75 <i>Ubicación del DLC en la Ford Ranger 2022</i>	136
Figura 76 <i>Topología de red de la Ford Ranger 2022</i>	136

Figura 77 <i>Flujo de datos del módulo IPC</i>	138
Figura 78 <i>Flujo de datos del módulo PSCM</i>	138
Figura 79 <i>Flujo de datos del módulo PCM</i>	139
Figura 80 <i>Diagrama de la topología de la Ford Ranger 2022</i>	140
Figura 81 <i>Ubicación del DLC en la Jeep Compass 2014</i>	142
Figura 82 <i>Topología de red de la Jeep Compass</i>	142
Figura 83 <i>Módulos sin códigos de falla</i>	144
Figura 84 <i>Flujo de datos del módulo BCM</i>	145
Figura 85 <i>Flujo de datos del módulo ABS</i>	145
Figura 86 <i>Diagrama de la topología de la Jeep Compass 2014</i>	146

Resumen

El progreso tecnológico en la industria automotriz ha dado lugar a la implementación de sistemas electrónicos de potencia que controlan una amplia gama de funciones, incluida la gestión del motor, la transmisión, la suspensión adaptativa, el control de tracción, confort y muchos más. Dando como resultado que cada vez sea más complejo realizar el diagnóstico de dichos sistemas y con el crecimiento del parque automotriz en el país llegan vehículos de diferentes procedencias que incorporan varios de estos sistemas electrónicos por ese motivo surge la necesidad de poder generar un protocolo de diagnóstico que se centre en cada marca. En esta investigación se tratará el diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana, para poder cumplir el objetivo de la investigación se dividirá en los siguientes puntos: Capítulo II. En este se detallará el marco metodológico del diagnóstico avanzado del sistema de control electrónico de tracción y confort de vehículos de procedencia americana. En el capítulo II se realizará el marco teórico enfocado en redes de comunicación multiplexada y tipología de redes. En el capítulo III se investigó sobre vehículos de procedencia americana en el país para luego seleccionar algunos para el diagnóstico con el equipo adquirido. En el capítulo IV se mencionan los recursos administrativos de la investigación como recursos tecnológicos, materiales, de apoyo y los colaboradores. En el apartado final, se presentarán las respectivas conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Palabras clave: redes de comunicación multiplexadas, sistemas electrónicos, diagnóstico avanzado del sistema electrónico.

Abstract

Technological progress in the automotive industry has led to the implementation of power electronic systems that control a wide range of functions, including engine management, transmission, adaptive suspension, traction control, comfort and many more. As a result, it is becoming increasingly complex to perform the diagnosis of these systems and with the growth of the vehicle fleet in the country, vehicles from different origins are arriving that incorporate several of these electronic systems, which is why the need arises to generate a diagnostic protocol that focuses on each brand. This research will deal with the advanced diagnosis of electronic power and body systems of American vehicles, in order to fulfill the objective of the research, it will be divided into the following points: Chapter I I. In this chapter, the methodological framework for the advanced diagnosis of the electronic traction and comfort control system of American vehicles will be detailed. In chapter II, the theoretical framework focused on multiplexed communication networks and network typology will be carried out. In chapter III, research on vehicles of American origin in the country was carried out in order to select some of them for the diagnosis with the acquired equipment. Chapter IV mentions the administrative resources of the research, such as technological resources, materials, support and collaborators. In the final section, the respective conclusions and recommendations of the research will be presented.

Key words: multiplexed communication networks, electronic systems, advanced electronic system diagnostics.

Capítulo I

Marco metodológico del diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana

Antecedentes investigativos

El parque automotriz ha ido evolucionando considerablemente con nuevas tecnologías a través de la electrónica de módulos, que comandan los sistemas de control de potencia y carrocería, los cuales permiten que el vehículo funcione en óptimas condiciones, así aumenta la fiabilidad y seguridad, además minimiza el impacto ambiental.

El diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería en vehículos de procedencia americana ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. La complejidad y diversidad de los sistemas electrónicos presentes en estos vehículos, junto con la necesidad de asegurar un rendimiento óptimo y una experiencia de conducción segura, han impulsado el desarrollo de métodos y herramientas de diagnóstico más sofisticados.

El avance tecnológico en la industria automotriz ha llevado a la implementación de sistemas electrónicos de potencia que controlan una amplia gama de funciones, como la gestión del motor, la transmisión, la suspensión adaptativa, el control de tracción y estabilidad, entre otros.

(Johnson, 2018) Estos sistemas, basados en unidades de control electrónico (ECU), utilizan sensores y actuadores para monitorear y ajustar constantemente el rendimiento del vehículo en tiempo real. Además, la integración de características de carrocería electrónica, como sistemas de asistencia al conductor, iluminación avanzada y comunicación vehicular, ha ampliado aún más la complejidad de los sistemas presentes en los vehículos americanos.

El diagnóstico efectivo de estos sistemas es crucial para identificar y resolver problemas de rendimiento, eficiencia y seguridad. Los talleres automotrices y los técnicos especializados requieren acceso a equipos de diagnóstico avanzado que puedan comunicarse con las diversas Ecus presentes en el vehículo y recopilar información en tiempo real sobre su funcionamiento.

Estos sistemas utilizan protocolos de comunicación como OBD-II (On-Board Diagnostics) para acceder a códigos de error, datos de sensores y otros parámetros de rendimiento. Así mismo, el análisis avanzado de datos a través de algoritmos y equipo especializado permite la detección de problemas sutiles y la predicción de posibles fallos.

(Smith, 2020) En el ámbito académico y profesional, los investigadores y expertos han contribuido al desarrollo de herramientas y métodos de diagnóstico avanzado para vehículos de procedencia americana. Estas contribuciones abarcan áreas como la ingeniería eléctrica, la informática, la electrónica y la mecánica automotriz. Investigaciones basadas en redes neuronales artificiales y acerca de técnicas de análisis de datos para sistemas de carrocería, han proporcionado enfoques innovadores y soluciones efectivas para mejorar el diagnóstico de estos sistemas.

El diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería en vehículos de procedencia americana es un campo en constante evolución. La creciente complejidad tecnológica exige la colaboración entre la industria, la academia y los profesionales del sector para desarrollar herramientas y métodos que permitan mantener un rendimiento óptimo y garantizar la seguridad en la conducción de estos vehículos.

Planteamiento del problema

Los vehículos vienen equipados con un gran número de sistemas electrónicos de control y regulación, cada vez la complejidad de los sistemas va incrementándose lo que

implica un mayor conocimiento sobre los sistemas electrónicos implementados en cada uno de sus sistemas de control de potencia y carrocería.

Los vehículos automotores han evolucionado considerablemente gracias a la integración de sistemas electrónicos avanzados que mejoran la seguridad, el confort y la eficiencia en la conducción. Estos sistemas dependen en gran medida de redes de comunicación internas para intercambiar información entre diferentes componentes y módulos electrónicos presentes en el vehículo. Sin embargo, a medida que aumenta la complejidad y la cantidad de sistemas interconectados, surgen desafíos significativos en la implementación y el rendimiento de estas redes de comunicación en automóviles.

El planteamiento del problema gira en torno a la necesidad de relacionar la operación de las redes de comunicación en vehículos:

(Yu S. L., 2018) Los fabricantes de automóviles implementan una variedad de sistemas y tecnologías electrónicas en sus vehículos. Esto puede llevar a la incompatibilidad entre diferentes sistemas y a la falta de estándares de comunicación universales. Esta falta de interoperabilidad puede obstaculizar la integración de nuevos sistemas y dificultar la realización de actualizaciones y mejoras en los vehículos.

(Rajamani, 2009). Los vehículos modernos requieren una amplia capacidad de ancho de banda para soportar la comunicación entre sistemas críticos, como la asistencia al conductor, la información y el entretenimiento, y las actualizaciones de software en tiempo real. La asignación inadecuada de ancho de banda y la falta de priorización de la información pueden llevar a retrasos en las respuestas y afectar la seguridad y la experiencia del conductor.

(Valente, 2016). Los sistemas en los vehículos, como los sistemas de frenado asistido y la detección de obstáculos, requieren una comunicación en tiempo real con mínima latencia.

Las redes de comunicación deben ser capaces de manejar esta demanda de respuesta rápida sin comprometer la precisión y la confiabilidad de la información transmitida.

En este contexto, es de importancia abordar los desafíos mencionados para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de los sistemas electrónicos en los vehículos modernos. La investigación y el desarrollo de soluciones que aborden la interoperabilidad, la seguridad, la priorización de datos y la adaptación a nuevas tecnologías serán fundamentales para el avance de las redes de comunicación en automóviles para mantener la integridad de la experiencia de conducción.

Descripción del proyecto

A través de la UIC, se desarrolló el proyecto de graduación denominado, Diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana, en este contexto se realizó la investigación del estado del arte en fuentes de consulta confiables para desarrollar las siguientes tareas que conformaran el trabajo de graduación.

Levantamiento de requerimientos del sistema

Verificación de protocolos de comunicación.

Determinación de sistemas de control electrónico tracción y confort implementados.

Definición de topologías de red implementadas

Obtención de PID's – por sistema de control electrónico tracción y confort.

DTC's del sistema de tracción y confort.

Diagramación de sistemas de control electrónico tracción y confort.

Diagnostico avanzado de redes de comunicación.

Tramas de comunicación.

Localización y solución de averías.

Justificación e importancia

El avance tecnológico en el área automotriz, amerita que, como profesionales, disponer un alto nivel académico en el desarrollo de experiencias de sistemas electrónicos de control de tracción y confort de vehículos automotrices.

Los vehículos de procedencia americana que circulan en el país, registran un gran número de redes electrónicas de control y regulación. Conforme al avance tecnológico en estos sistemas ameritan un mayor conocimiento sobre módulos de control, sensores, actuadores y códigos de falla para efectuar un diagnóstico eficiente del vehículo.

(Smith J. , 2022). El diagnóstico avanzado en las redes de comunicación del automóvil se basa en la creciente complejidad de los sistemas electrónicos y las redes interconectadas presentes en los vehículos modernos. A medida que los vehículos se vuelven más inteligentes y autónomos, la confiabilidad y el rendimiento de estas redes se vuelven críticos para la seguridad del conductor, los pasajeros y otros usuarios de la vía. La justificación se fundamenta en los siguientes puntos:

Las redes de comunicación en el automóvil son responsables de la transmisión de datos vitales entre sistemas críticos, como el frenado, la dirección y la asistencia al conductor. La detección y corrección temprana de problemas en estas redes es esencial para prevenir fallos catastróficos y garantizar la seguridad vial.

En diagnóstico avanzado permite identificar de manera eficiente los puntos débiles en las redes de comunicación. Al detectar y resolver problemas de latencia, pérdida de datos y

congestión, se mejora el rendimiento general de los sistemas electrónicos, lo que resulta en una experiencia de conducción más fluida y placentera.

La detección y resolución temprana de problemas en las redes de comunicación del automóvil pueden evitar daños mayores y costosos en los sistemas electrónicos. Además, un mantenimiento proactivo y la capacidad de realizar reparaciones precisas reducen los costos a largo plazo para los propietarios de vehículos y los fabricantes.

(García, 2022) El alcance del diagnóstico avanzado en las redes de comunicación del automóvil abarca una serie de áreas clave que contribuyen a la mejora de la seguridad y el rendimiento de los vehículos. Entre los principales componentes del alcance se incluyen:

El diagnóstico avanzado implica la supervisión constante de las redes de comunicación en tiempo real. Esto puede involucrar la recopilación de datos de sensores, el análisis de paquetes de datos y la identificación de patrones anómalos.

Se busca identificar problemas como la latencia excesiva, la pérdida de datos, la congestión de la red y los errores de transmisión. Estos problemas pueden afectar el funcionamiento de los sistemas electrónicos y la experiencia de conducción.

(Martínez, 2023) El diagnóstico avanzado se vincula a sistemas de control de tracción y de confort, que permitan tomar acciones correctivas en tiempo real. Esto podría incluir la redistribución de la carga de datos o la activación de medidas de seguridad.

La justificación del diagnóstico avanzado en las redes de comunicación del automóvil se basa en la necesidad de garantizar la seguridad, el rendimiento y la confiabilidad de los sistemas electrónicos en los vehículos modernos. Su alcance abarca desde la supervisión constante hasta el análisis avanzado de datos, con el objetivo de prevenir problemas y mejorar la experiencia de conducción.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar el proceso de diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana.

Objetivos específicos

- Investigar información referente a protocolos de comunicación en vehículos de procedencia americana.
- Definir los sistemas de control electrónico de tracción y confort.
- Definir PID's – DTCs en el sistema de control tracción y confort.
- Generar el protocolos de diagnóstico y reparación de sistemas de control electrónico tracción y confort.

Metas del proyecto

Realizar el diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana con una precisión del 90% en función de los parámetros.

Hipótesis

¿Desarrollar el proceso de diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana permitirá establecer procesos de verificación efectiva que garanticen la operación y el confort adecuado del vehículo?

Variables de investigación

Variable independiente

Sistema de control electrónico carrocería y confort.

Variable dependiente

Proceso de diagnóstico avanzado.

Metodología de desarrollo del proyecto

La metodología de investigación para el diagnóstico avanzado de sistemas electrónicos de control de tracción y confort en vehículos americanos, establece un enfoque integral que combine métodos deductivos, inductivos, experimentales, trabajo de campo, medición y síntesis, los que se abordaran en las siguientes etapas.

Definición del problema y revisión de literatura científica relacionada con sistemas electrónicos de control de tracción y confort en vehículos americanos, para establecer el estado actual del arte y a incursionar en el conocimiento generado por nuevas tecnologías aplicadas en el vehículo.

El planteamiento de la hipótesis y objetivos, se basaron en la revisión de literatura, con la aplicación de métodos claros para cumplir los objetivos de la investigación.

El método deductivo e inductivo valido la hipótesis basado en teorías existentes y conocimientos previos, el enfoque inductivo analizó datos empíricos para generar conclusiones basadas en observaciones.

Se desarrolló prácticas que permitieron recopilar datos relevantes sobre los sistemas electrónicos de control de tracción y confort en vehículos americanos, para traducirlos en procesos de verificación diagnóstico a través del diseño e interpretación de planos eléctricos.

Trabajo de campo, se desarrolló con equipos de tecnología de punta en el laboratorio de Autotrónica, haciendo pruebas y protocolos de verificación en vehículos americanos equipados con sistemas de control de tracción y confort.

La medición y análisis de datos, se fundamentó en la utilización de instrumentación adecuada para medir y establecer los parámetros clave de los sistemas electrónicos de control de tracción, carrocería y confort.

Se desarrolló la síntesis y conclusiones de los resultados obtenidos en la investigación para responder la hipótesis planteada y el cumplimiento de los objetivos trazados, comparando el estado del arte y analizar los hallazgos presentados en la generación de información sobre la temática, lo que permitirá presentar un informe completo que incluya el paso a paso académicos basado en los resultados obtenidos.

Capítulo II

Marco Teórico

Redes multiplexadas

De acuerdo con (Ruiz, 2013) las redes de comunicación multiplexadas en el vehículo hacen referencia a la interconexión que existe entre computadoras (Ecus) o módulos electrónicos a través de un medio de transportación. Esta interconexión se hace con el fin de compartir información de una computadora o modulo electrónico hacia otro u otros que la requieran.

Según (Martínez, 2014) la idea del multiplexado es utilizar un solo cable para realizar varias funciones, consiguiendo una importante reducción del cableado. El multiplexado utiliza una serie de unidades de control interconexionadas entre sí, que ponen en comunicación los aparatos receptores con los órganos de mando y control de forma electrónica, en lugar de hacerlo de modo convencional mediante la clásica instalación eléctrica, simplificando de esta forma la instalación.

La estrategia del multiplexado busca reducir el número de cables para enviar varias señales a través de un único cable reduciendo la complejidad y costo del cableado para una instalación. El multiplexado permite interconectar los módulos electrónicos de los diferentes sistemas del vehículo haciendo más eficientes la comunicación entre los dispositivos receptores y los sistemas de control.

Ventajas de la red multiplexada

Las ventajas de la red multiplexada según (Carvajal & Muñoz, 2023)mencionan que son:

Menor cableado: Se estima que la disminución del cableado es de 2 kilómetros ya que la información y la distribución de la misma pasa por una unidad y por dos cables hacia el sensor.

Menor sensores: Esto es gracias a que un solo sensor es el encargado de enviar la información hacia la centralita madre y esta distribuye hacia el resto de las centralitas esclavas, de esta forma se disminuye hacia los sensores.

Menor peso: La escasez de cableado trae consigo una disminución notable del peso en el vehículo, teniendo aproximadamente 40 kilogramos volviéndolo más ligero.

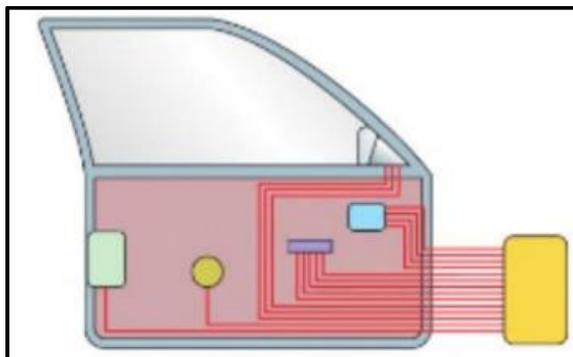
Menor costo de fabricación: El simple hecho de que haya un menor cableado y consigo la disminución de sensores hace que la fabricación sea menor.

Menor costo de mantenimiento: Al tener menor cantidad de elementos para reparar sustituir disminuye el mantenimiento y tiempo de reparación.

Agregado a lo anteriormente mencionado se evidencia que los controles electrónicos son más reducidos en su tamaño presentando menor conexiones. Además, brinda mayor seguridad, fiabilidad y una mayor velocidad de trasmisión de información, esto sucede porque la información obtenida pasa por las centralitas a altas velocidades.

Figura 1

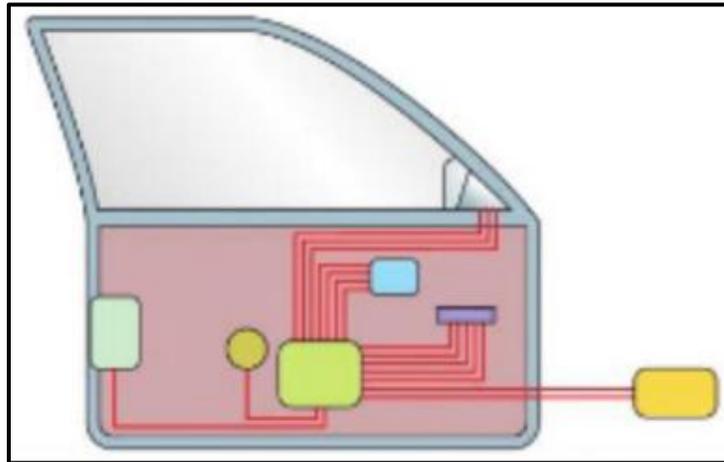
Conexión sin la presencia del sistema CAN BUS.



Nota. Se puede observar la cantidad de cables necesarias antes de que exista el sistema CAN BUS. Tomado de (Carvajal & Muñoz, 2023)

Figura 2

Conexión con sistema CAN BUS



Nota. Se puede observar la reducción de cables con el uso del sistema CAN BUS. Tomado de (Carvajal & Muñoz, 2023)

En las figuras se logra evidenciar las ventajas que se mencionaron con anterioridad, específicamente se logra observar la reducción del cableado empleado para la comunicación gracias a la implementación del sistema CAN BUS.

Principio de la red multiplexada

Para (López, 2021):

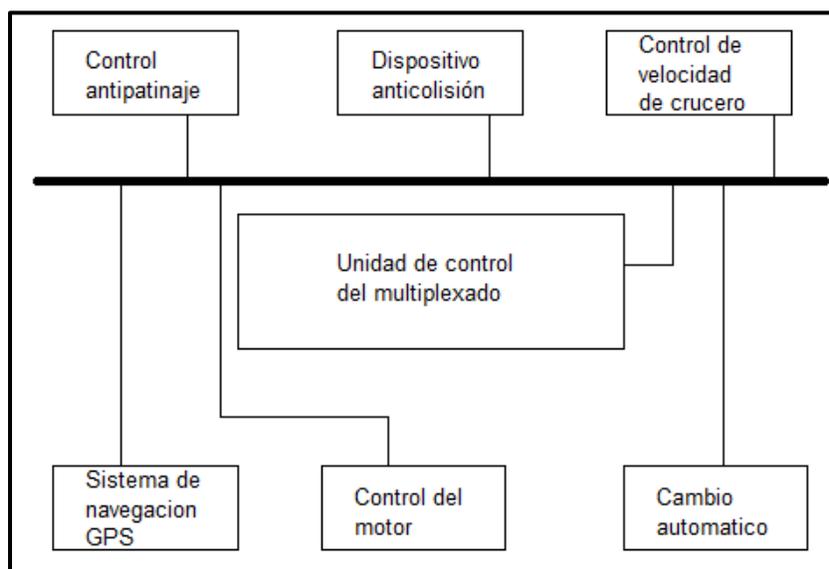
El sistema multiplexado consiste en el uso de multiplexores es decir circuitos combinatoriales con varias entradas y una salida de datos, que reemplazan a los cables que componen una instalación eléctrica de un automóvil, haciéndolo mucho más simple.

En este sentido, el sistema multiplexado supone un sistema que envía múltiples señales o flujos de información a través de un enlace de comunicaciones al mismo tiempo en

una forma única y compleja señal, es decir hace referencia a una conexión en RED de todos los elementos controlados por una unidad de control, de forma que pueden compartir información entre ellos, permitiendo así reducir una determinada cantidad de cable en el vehículo.

Figura 3

Sistema multiplexado



Nota. Se puede observar el proceso del sistema multiplexado. Tomado de (López, 2021)

Componentes de la red multiplexada

Para (Domínguez & Ferrer, 2012):

Los mensajes son transmitidos a través del bus de datos de forma muy similar a una transferencia telefónica. Un emisor deja el mensaje en la red y los receptores escuchan este mensaje que lo utilizan en caso de tener relevancia.

El proceso de transmisión es bidireccional, es decir, cada unidad emisora puede ser a la vez emisora o receptora en función de las necesidades. Por ello, estas unidades de

control incluyen una etapa multiplexora y otra desmultiplexora. Los componentes básicos que integran la red para la transmisión del mensaje son:

El emisor: genera y distribuye la información.

El codificador: transforma o codifica los datos del mensaje para que se puedan enviar.

El medio de transmisión: es el soporte o vía por donde circula el mensaje.

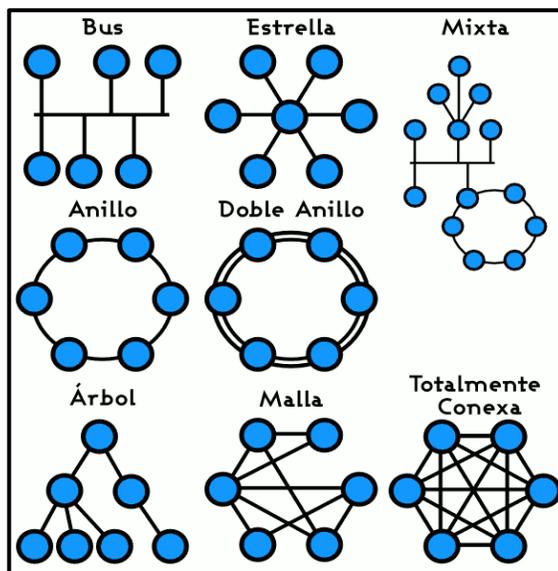
El decodificador: convierte los datos del mensaje recibidos para que el receptor los entienda.

El receptor: es el destinatario de la información y posiblemente el que la utilice.

Topología de redes multiplexadas

Desde el punto de vista de (López, 2021) :

Se determina como topologías de red a las distintas estructuras de intercomunicación en que se pueden organizar las redes de transmisión de datos entre los distintos dispositivos sean esto sensores, actuadores, autómatas programables, robots y demás elementos de automatización autónomos. La topología es de carácter físico y lógico, en el caso de la topología física define a la estructura física de la red, específicamente al modo en que se dispone el cable de interconexión entre los componentes de la red. Y en cuanto a la topología lógica hace referencia al conjunto de reglas que se asocian a una topología física, es decir que son aquellas que definen el modo en el que se gestiona la transmisión de los datos en la red. Entonces, se puede decir que la topología como tal está asociada directamente con el flujo de información en cuanto a la velocidad, transmisión, tiempo, etc., así como con el control de la red y la forma en que esta se expande y actualiza (p. 7).

Figura 4*Topología de red*

Nota. Se observa las diferentes topologías de red existentes. Tomado de (López, 2021).

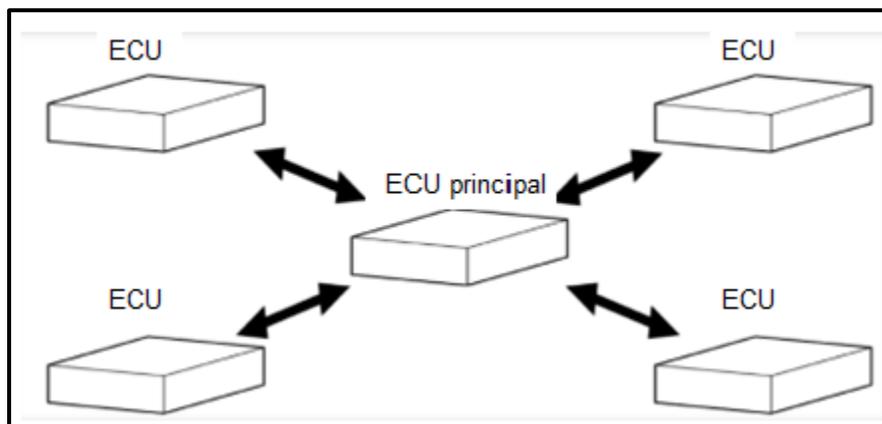
Configuración estrella.

Para (Balseca & Donoso, 2010):

Todas las estaciones están conectadas por un cable a un módulo central, como es una conexión de punto a punto, necesita un cable desde cada PC al módulo central. Una ventaja de usar una red de estrella es que ningún punto de falla inhabilita a ninguna parte de la red, sólo a la porción en donde ocurre la falla, y la red se puede manejar de manera eficiente. Un problema que sí puede surgir, es cuando a un módulo le ocurre un error, y entonces todas las estaciones se ven afectadas.

Figura 5

Esquema de configuración de red en estrella



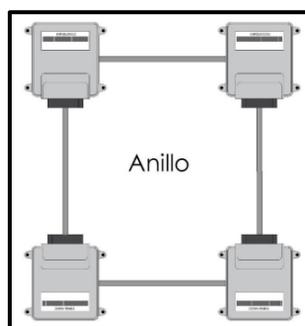
Nota. Se observa la configuración en estrella. Tomado de (Figuroa, 2015)

Configuración en anillo

Todas las estaciones repiten la misma señal que fue mandada por la terminal transmisora, y lo hacen en un solo sentido en la red. El mensaje se transmite de terminal a terminal y se repite, bit por bit, por el repetidor que se encuentra conectado al controlador de red en cada terminal. Una desventaja con esta topología es que, si algún repetidor falla, podría hacer que toda la red se caiga, aunque el controlador puede sacar el repetidor defectuoso de la red, así evitando algún desastre.

Figura 6

Esquema de configuración de red en anillo



Nota. Se observa cómo es la configuración en anillo. Tomado de (Flores, 2018)

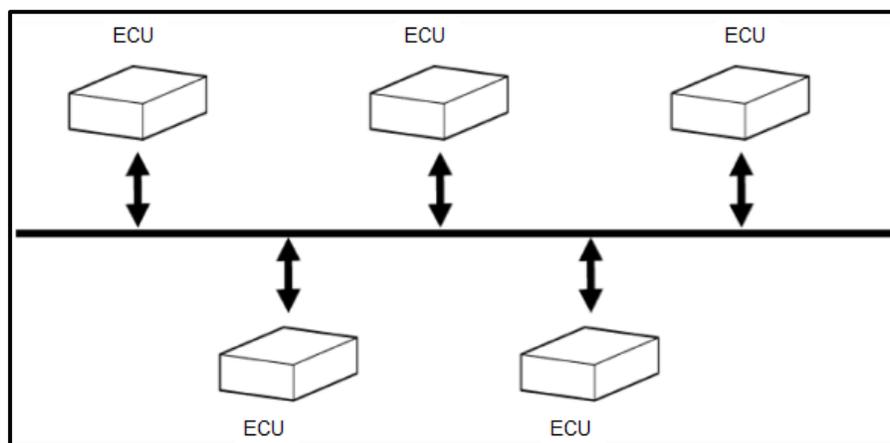
Configuración lineal

También conocida como topología lineal de bus, es un diseño simple que utiliza un solo cable al cual todas las estaciones se conectan. La topología usa un medio de transmisión de amplia cobertura, ya que todas las estaciones pueden recibir las transmisiones emitidas por cualquier estación.

El problema inherente de este esquema es que si el cable se daña en cualquier punto, ninguna estación podrá transmitir. Aunque Ethernet puede tener varias configuraciones de cables, si se utiliza un cable de bus, esta topología representa una red de Ethernet.

Figura 7

Esquema de configuración de red lineal



Nota. Se observa cómo está constituida la configuración lineal. Tomado de (Figuerola, 2015)

Configuración tipo árbol

El árbol tiene su primer nodo en la raíz, y se expande para afuera utilizando ramas, en donde se encuentran conectadas las demás terminales.

Esta topología permite que la red se expanda, y al mismo tiempo asegura que nada más existe una "ruta de datos" entre 2 terminales cualesquiera.

Configuración utilizando una compuerta o GATEWAY

Como se menciona en (Auto Avance , 2018)

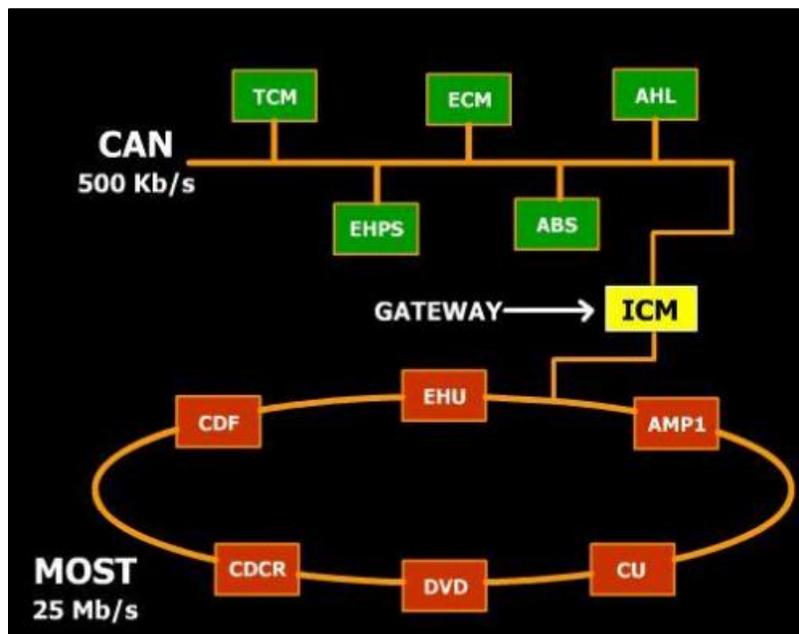
En los diferentes sistemas multiplexados de los automóviles se van a encontrar configuraciones de red independientes las cuales tienen su propio protocolo de comunicación y velocidad de transmisión de datos como también su arreglo ya sea por un cable por 2 cables etc.

Pero como al final entre todos los sistemas debe existir una comunicación se hace necesario que una configuración independiente se comunique con otra configuración diferente para esto se utiliza un módulo compuerta, el cual va a servir de unión entre 2 o más redes independientes en el mismo automóvil.

Este módulo compuerta (GATEWAY), debe manejar tantos protocolos de comunicación como redes este comunicando, pero muchas veces el gateway no trabaja para ninguna de las redes que enlaza puede ser un módulo que no tiene nada que ver con la gestión de las redes que comunica, simplemente traduce los mensajes.

Figura 8

Configuración con GATEWAY



Nota. Se observa como la Gateway comunica a dos redes de diferente configuración. Tomado de (Auto Avance , 2018)

Red multiplexada can-bus.

De acuerdo con (Arroyo, 2022):

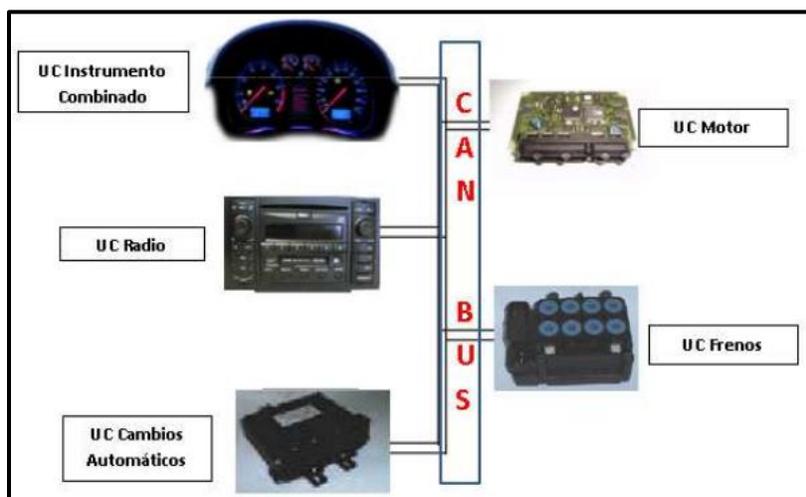
El CAN Bus es el protocolo más usado hasta el día de hoy por los fabricantes de autos dejando atrás los protocolos propios desarrollados por las empresas automotrices de manera particular. CAN (siglas del inglés Controller Area Network) es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además, ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs (unidades centrales de proceso).

Este protocolo ofrece alta inmunidad a las interferencias, habilidad para el autodiagnóstico y la reparación de errores de datos. Es un protocolo de comunicaciones

normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus. El procesador anfitrión (host) delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto, el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas. Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto, excepto en los enganches.

Figura 9

Esquema de BUS de comunicación con 5 unidades de control



Nota. Se puede observar cómo es la comunicación de diferentes módulos usando un sistema de comunicación CAN BUS. Tomado de (Arroyo, 2022)

Formato de un mensaje CAN

Como exponen (Domínguez & Ferrer, 2012) el mensaje CAN está estructurado por siete secciones:

Cada sección del mensaje tiene un cometido específico:

El **campo comienzo del datagrama**. Está compuesto por 1 bit y señala el inicio del protocolo mediante la transmisión del bit de aproximadamente 5 voltios en el cable CAN-High y de aproximadamente 0 voltios en el cable CAN-Low.

El **campo de estado (identificador)**. Este campo en la versión estándar está compuesto por 11 bits y en la extendida por 29 bits. Define la prioridad del protocolo, de tal manera que, si dos unidades de control intentan transmitir a la vez su protocolo de datos, se concede prioridad al protocolo superior.

El **campo de control**. Este campo está compuesto por 6 bytes. Especifica la cantidad de información que contiene el campo de datos, es decir, el número de bits que se transmiten. De esta manera cada receptor puede comprobar si ha recibido la información completa.

El **campo de datos**. Este campo utiliza 64 bits como máximo y contiene la información útil para el resto de unidades de control.

El **campo de aseguramiento**. Este campo de 16 bits, realiza una verificación fiable de la consistencia del mensaje permitiendo detectar fallos en la transmisión de datos.

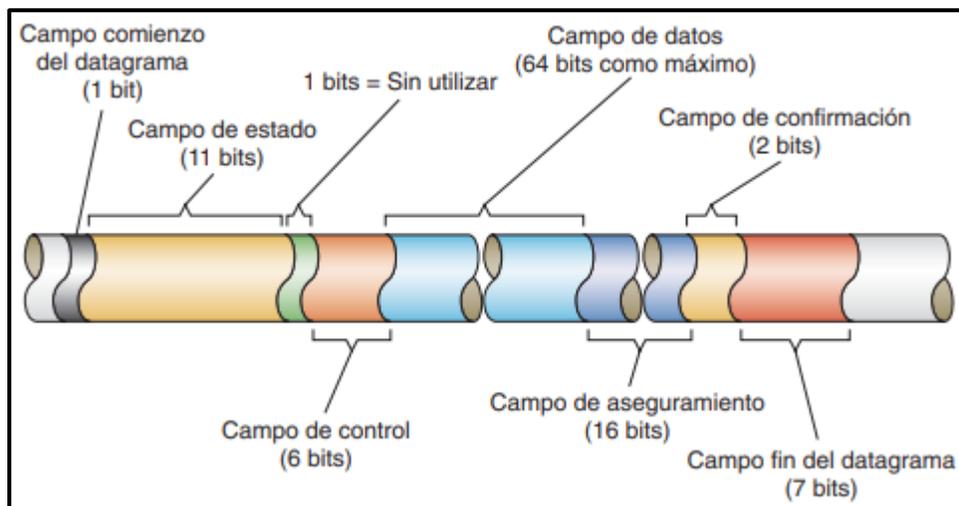
El **campo de confirmación**. Consta de 2 bits y gracias a él, los receptores indican al transmisor que ha recibido correctamente el protocolo de enlace de datos. Si detectan cualquier fallo, informa de inmediato al transmisor para que repita el mensaje.

El **campo fin del datagrama**. Este campo indica el fin del protocolo de datos. Ofrece una última posibilidad de dar un aviso de error que conduzca a una repetición.

Una vez terminada la trama, aparece un campo de 3 bits antes de una nueva, y cuya misión es espaciar tramas dando tiempo a las unidades de control receptoras a procesarlas.

Figura 10

Campos de un mensaje CAN



Nota. Se observa cómo está estructurado el mensaje CAN. Tomado de (Domínguez & Ferrer, 2012)

Protocolos de comunicación.

Para (Ruiz, 2013)

Un protocolo es un conjunto de reglas o un estándar usado entre computadoras o módulos de control electrónico. Los protocolos incluyen conectores eléctricos y niveles de voltaje y frecuencia de los mensajes transmitidos. Los protocolos, además, incluyen el hardware y el software que se necesita para la comunicación entre módulos (p. 7).

Para (Carpio, 2013)

Se define a un protocolo de comunicación como la serie de reglas normalizadas que tienen como fin de representar, señalar, autenticar 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. Casa uno lleva sensores, actuadores y comunicación entre sí (p. 4).

Según (Domínguez & Ferrer, 2012)

Para que dos o más unidades de control se comuniquen es necesario que estas utilicen el mismo lenguaje de comunicación o protocolo.

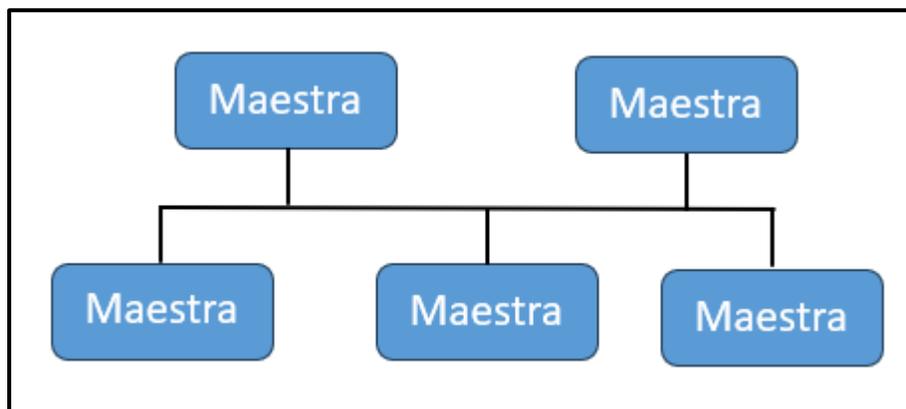
En la actualidad se utilizan diferentes tipos de protocolo para el intercambio de información entre unidades de control.

Los protocolos están normalizados de tal manera que para cada protocolo se fijan unas reglas de comunicación; codificación de la información (estructura de la trama), velocidad de transmisión y, a veces, los componentes que tienen que ser utilizados. Los protocolos más utilizados en los vehículos en la actualidad son: VAN, CAN, LIN, MOST, etc.

Protocolo de comunicación VAN

Tal como expresan (Sánchez, y otros, 2016) en su publicación:

El protocolo VAN (Vehicle Area Network) fue creado en 1987 por PSA y Renault, con el apoyo del Gobierno de Francia. Este protocolo es muy similar a CAN y es empleado en sistemas que no requieren de una alta velocidad de transmisión de datos, ya que trabaja, como máximo, a 125 kbps. Normalmente ha sido empleada en sistemas como el de cierre centralizado, que pertenecen a la línea de carrocería; actualmente ya no es usado en ningún vehículo. Su estructura, al igual que el CAN, es multimaestro; pues todas las centrales están conectadas al bus y pueden intercambiar datos entre sí, respetando la prioridad en el protocolo de transmisión de datos.

Figura 11*Estructura de una red VAN*

Nota. Se puede observar la estructura de una red VAN compuesta por centrales maestras.

Tomado de (Sánchez, y otros, 2016)

Protocolo de comunicación CAN

De acuerdo con (Pérez, 2019)

El bus CAN es un protocolo de comunicaciones diseñado por la marca alemana Bosch, cuyo objetivo era el de reducir el cableado en los automóviles. El estándar que rige este protocolo es la ISO 11898 [1]. Generalmente sólo define las 2 primeras capas del modelo OSI (capa física y capa de enlace), pudiendo llegar a la capa de aplicación en algún protocolo específico.

Se trata de un sistema multimaestro que trabaja en modo difusión, es decir; cada mensaje enviado a través del bus llega a todos los nodos por igual.

Características de la red CAN

Para (Sánchez, y otros, 2016) las características de la red CAN BUS son:

Es una red serial de comunicación para soluciones embebidas

Necesita solo dos cables CAN_H (alto) y CAN_L (bajo).

Opera en tasas de hasta 1 Megabit por segundo

Soporta máximo 8 bytes por mensaje de trama

No soporta ID de nodos, solo ID de mensajes. Una aplicación puede soportar múltiples ID de mensajes.

Soporta prioridad de mensajes. El ID menor es el ID de mayor prioridad

Soporta dos tamaños de ID, uno de 11 bits (estándar) y otro de 29 bits (extendido)

No experimenta colisión de mensajes (esto ocurre en otras tecnologías de comunicación serial)

No demanda requerimientos de cableado, con solo tener un par de cables trenzados es suficiente.

Protocolo de comunicación LIN

Como señalan (Carvajal & Muñoz, 2023) el protocolo de comunicación LIN

Se caracteriza porque dispone de un componente maestro y varios esclavos, el maestro es el principal ya que tiene dos tareas con respecto a su propia tarea y relacionado con el esclavo, mientras que el esclavo se encarga de asegurar su trabajo. El protocolo aprueba el cambio de datos de un maestro y 16 esclavos mediante un solo hilo conductor sin blindaje. El maestro es el encabezado de realizar las tareas en su dispositivo. Cabe mencionar que el sistema radica por tres campos; interrupción, sincronía e identificador.

Generalmente su aplicación se ve en seguros de puertas, en elevavidrios, ajustes de espejos laterales entre otros. Su aplicación es limitada debido a los mensajes que

emiten son cortos, por otro lado, la tasa de transferencia de datos es de 20 kbps y su longitud no supera los 40 metros y 16 nodos.

(Flores, 2018) mencionó que:

El tiempo es diferente para un nodo maestro y un nodo esclavo. La razón es que el nodo maestro controla la programación de mensajes y sabe cuándo deben ser enviados. Un nodo esclavo obtiene esta información cuando el encabezado se transmite en el bus.

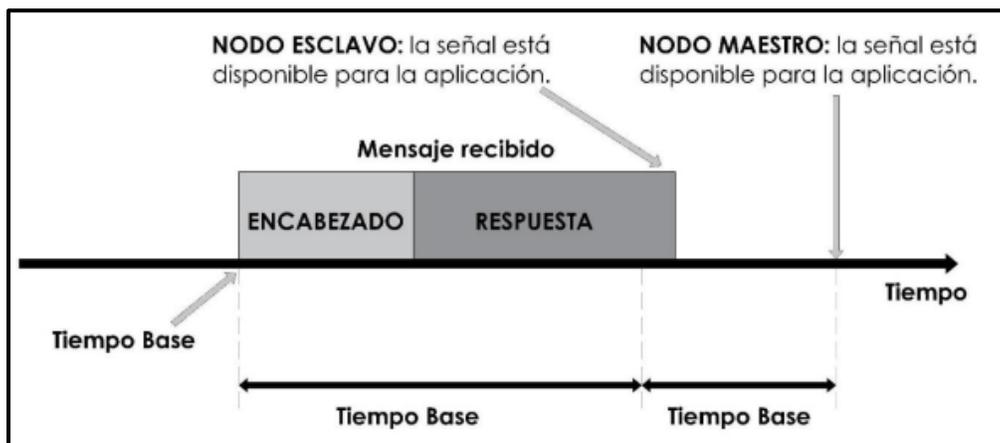
Una señal se considera recibida y disponible para la aplicación de la siguiente manera:

Nodo maestro: En la siguiente base de tiempo cuando el mensaje ha sido enviado. El nodo maestro actualiza sus señales recibidas periódicamente en el inicio de cada base de tiempo de tiempo.

Nodo esclavo: Cuando se valida la suma de verificación para el mensaje recibido. El nodo esclavo actualiza sus señales recibidas directamente después de que el mensaje ha sido recibido.

Figura 12

Recepción de una señal



Nota. Se observa cómo es la recepción de una señal en un protocolo LIN. Tomado de (Flores, 2018)

Características

Desde el punto de vista de (López, 2021) las características principales de la red LIN son:

Opción de bajo costo (si la velocidad / tolerancia a fallas no son críticas)

Los clústeres LIN constan de 1 maestro y hasta 16 nodos esclavos

Un solo cable (+ tierra) con 1-20 kbit / s a una longitud máxima de bus de 40m

Programación activada por tiempo con tiempo de latencia garantizado

Longitud de datos variable (2, 4, 8 bytes)

LIN admite detección de errores, sumas de verificación y configuración

Voltaje de funcionamiento de 12V

Capa física basada en ISO 9141 (línea K)

Modo de suspensión y soporte para despertar

La mayoría de los vehículos más nuevos tienen más de 10 nodos LIN

Protocolo de comunicación MOST-Bus

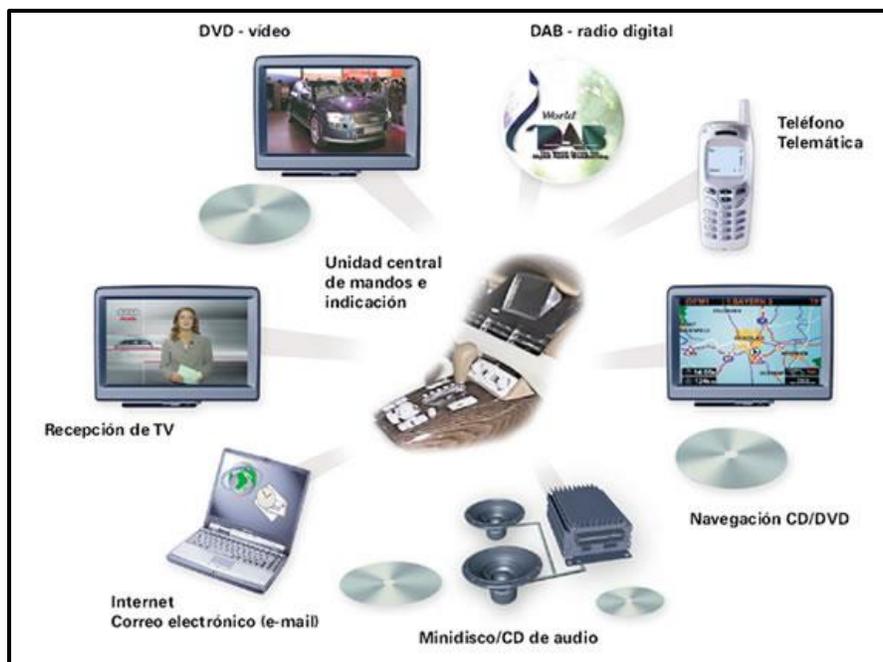
Para (Carpio, 2013) un protocolo MOST-BUS es:

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 de servicio para la transmisión de servicios de audio y video.

Figura 13

Medios destinados a la información y entretenimiento



Nota. Se observan los medios comunicados por el protocolo MOST. Tomado de (Carpio, 2013)

Bus de datos

Como señalan (Domínguez & Ferrer, 2012):

El bus de datos es la línea de comunicación que permite intercambiar informaciones numéricas de forma bidireccional entre las diferentes unidades de control del vehículo (UEC). El bus facilita que una unidad de control pueda enviar varios mensajes de información a través de una única línea de comunicación y a una velocidad elevada, y que estos mensajes sean recibidos por las unidades de control conectadas a dichas líneas. Cada unidad de control

determinara si la información recibida a través del bus de datos es de utilidad y procederá a procesarla o rechazarla.

Los buses de datos consiguen reducir la complejidad en el conexionado, el tamaño de los conectores, el volumen ocupado por los cables, el peso del vehículo y por lo tanto el consumo de combustible.

El bus está formado por un conjunto de conductores eléctricos por donde circulan las señales correspondientes a los datos binarios.

Para construir un bus de datos e pueden utilizar diferentes soportes:

Hilo de cobre, para mensaje en forma de señales eléctricas.

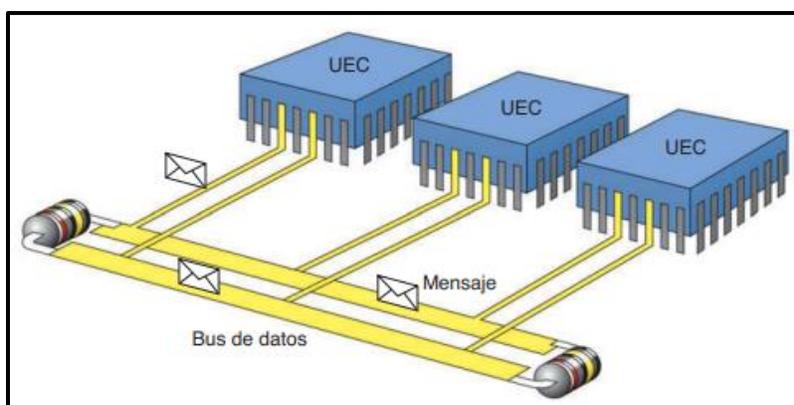
Fibra óptica, para mensajes en forma de señales luminosas.

Ondas de radio, para mensajes en forma de frecuencia de radio.

Infrarrojos, para mensajes en forma de señales luminosas transmitidas sin hilo, invisible al ojo humano.

Figura 14

Transmisión de datos entre unidades



Nota. Se observa cómo es la comunicación entre módulos a través de un bus de datos.

Tomado de (Domínguez & Ferrer, 2012)

Tipos de redes multiplexadas en el campo automotriz

Redes clase A

Las redes multiplexadas de clase A según (Hollembek, 2011) es un protocolo genérico de baja velocidad de receptor/transmisor asíncrono universal (UART) que tiene una velocidad de transferencia de hasta 10 Kbits/s (10 000 bits por segundo).

Entre las clases de buses más comunes se encuentran los siguientes:

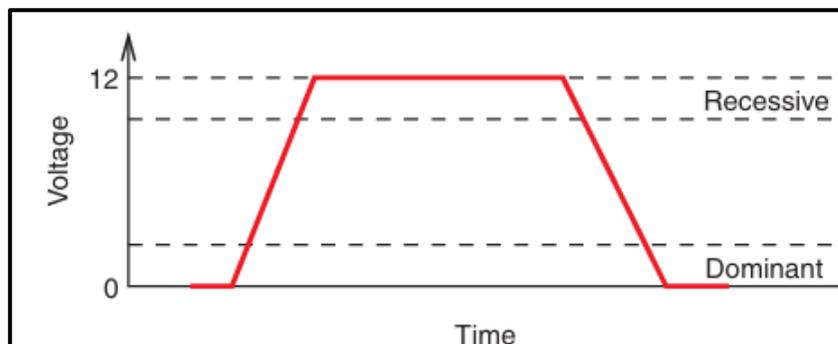
LIN

El bus LIN típicamente usa la configuración maestro-esclavo. El master generalmente es una la unidad de control electrónica conectado a un sistema de bus subordinado, y los esclavos. Los esclavos generalmente son actuadores inteligentes, sensores inteligentes o simplemente *switches* con hardware adicional para la interface del bus LIN.

El rango de trabajo en voltaje del bus LIN es de 0 a 12 V.

Figura 15

Niveles de voltaje del bus Lin.



Nota. En la figura se observa el rango de voltaje en que trabaja el bus LIN. Tomado de (Hollembek, 2011)

UART

Según (Ruiz, 2013a) el bus UART es utilizado por los vehículos de General Motors para algunos módulos o sistemas electrónicos, trabajo en un rango de voltaje de 0 a 5V. Además una característica de este bus es que trae su propio puerto de diagnóstico directo al conector de vinculo de datos (DLC). En los vehículos General Motors que equipan UART, viene habilitado el pin 9, que es el pin de diagnóstico del bus.

Aplicaciones en el vehículo

Tabla 1

Aplicaciones de la red multiplexada de clase A en el vehículo

SISTEMA	Componente	VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN
Control del motor	Temperatura de motor (ECT)	Entre 10kbits/s y 1Mbits/s
	Posición del cigüeñal (CKP)	
	Velocidad del vehículo (VSS)	
Seguridad	Frenos antibloqueo (ABS)	500 kbits/s a 1Mbit/s
	Control de estabilidad electrónico (ESC)	250 kbits/s a 1Mbit/s
	Airbags	125 kbits/s a 500 kbits/s
Confort	Elevallas eléctricos	125 kbits/s a 250 kbits/s
	Asientos eléctricos	
	Cierre centralizado de puertas	
Iluminación	Luces de freno	Bajo
	Luces de estacionamiento	
	Luces interiores	

Nota. En esta tabla se muestran las aplicaciones de la red multiplexada de clase A y sus velocidades de comunicación.

Ventajas

- Las redes multiplexadas de clase A mantienen un bajo costo en el mercado
- Reducción del número de cables
- Se puede realizar un mejor diagnóstico

Desventajas

- Mantiene una baja velocidad al momento de procesar la información
- Diagnóstico en tiempo real escaso
- Es un complemento para diagnóstico en otros tipos de buses

Redes clase B

Las redes multiplexadas de clase B para (Ruiz, 2013a) menciona que los buses de clase B son de media velocidad, y su velocidad de transferencia de datos está entre 10kb/s y 125kb/s. El estándar de esta clase es el bus CAN-B o CAN de baja velocidad, que es usado por la mayoría de los vehículos modernos de media y alta gama. Sin embargo, se va a describir también el bus J1850 que es usado por Ford, General Motors y Daimler Chrysler.

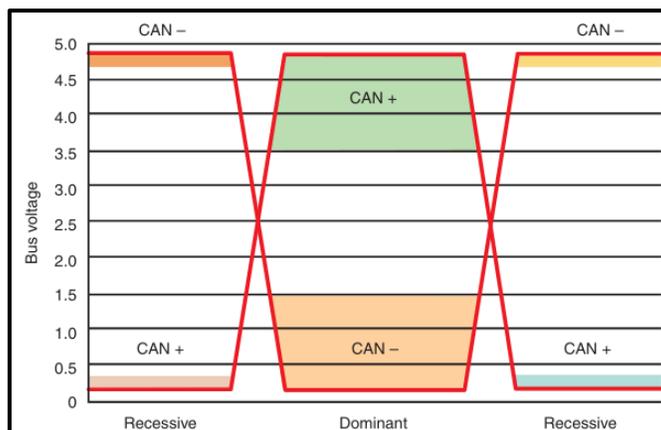
Bus CAN de baja velocidad

Según (Figuroa, 2015) el bus CAN de baja velocidad mantiene una comunicación confiable entre los dispositivos como sensores, actuadores y diversas unidades de control del vehículo, el bus CAN de baja velocidad se lo utiliza comúnmente en dispositivos donde se pueda mantener una transmisión de datos con velocidades bajas como en los sistemas de climatización, sistemas de vidrios eléctricos, entre otros.

El rango de trabajo de un bus CAN de baja velocidad es entre 0 y 5V

Figura 16

Niveles de voltaje del bus CAN de baja velocidad.



Nota. A continuación, se puede observar el rango de voltajes que existe en el bus CAN de baja velocidad. Tomado de (Hollembek, 2011)

Bus J 1850

De acuerdo con (Cortés, 2021) los atributos del protocolo J1850 incluyen una arquitectura abierta, de bajo costo, con una configuración maestro - esclavo, y un solo nivel de topología de bus. El estándar SAE J1850 implica dos alternativas, velocidades de transmisión de 41.6 Kb/s en PWM y 10.4 Kb/s en VPW.

El bus J 1850 básicamente se relaciona con las líneas de comunicación de los siguientes sistemas: Seguridad, transmisión, motor, entre otros sistemas. Este bus cuenta con dos líneas de comunicación de señales positiva y negativa permitiendo una comunicación eficiente entre diferentes módulos del vehículo.

Tabla 2

Comparación de redes de clase B

CARACTERÍSTICAS	NOMBRE DEL BUS			
	CAN - B		J 1850	
AFILIACIÓN	Bosch/ISO/SAE	GM	Ford	Chrysler
APLICACIÓN	Control y diagnóstico	General y Diagnóstico	General y Diagnóstico	General y Diagnóstico
MEDIO FÍSICO	2 cables trenzados	1 cable	2 cables trenzados	1 cable
BIT DE CODIFICACIÓN	NRZ-5	VPW	PWM	VPW
LONGITUD DE DATOS	0-8 byts	0-8 byts	0-8 byts	0-10 byts
VELOCIDAD	10 kbits a 1 Mbit	10.4 kbits	41.6 kbits	10.4 kbits
LONGITUD MÁXIMA DEL BUS	No especifica (típico 40m)	35m (5m para el puerto de diagnóstico)	35m (5m para el puerto de diagnóstico)	35m (5m para el puerto de diagnóstico)
COSTO	Medio	Bajo	Bajo	Bajo

Nota. En la tabla se muestra la comparación del bus de baja velocidad con el bus J 1850.

Tomado de (Ruiz, 2013)

Aplicaciones en el vehículo

Tabla 3

Aplicaciones de la red multiplexada de clase B en el vehículo

SISTEMA	Componente	VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN
Carrocería y suspensión	Control de acceso sin llave	Entre 125 kbits/s y 1Mbits/s
	Dirección asistida	
	Suspensión activa	

SISTEMA	Componente	VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN
Entretenimiento e información	Multimedia audio y video	1 Mbit/s a más
	Navegación	
	Retroalimentación del usuario	
Iluminación	Faros delanteros automáticos	125 kbits/s a 250 kbits/s
	Luces de freno	
	Luces de lluvia automáticos	
Seguridad	Asiento del conductor	125 kbits/s a 250 kbits/s
	Alarma antirrobo	
	inmovilizador	

Nota. Se observa las principales aplicaciones de la red multiplexada de clase B con sus respectivas velocidades de comunicación.

Ventajas

- Mantienen una mayor velocidad de comunicación con respecto a otras redes
- Mayor capacidad de datos

Desventajas

- Costos elevados en comparación con otras redes
- Mantiene un diseño complejo

Redes clase C

Las redes multiplexadas de clase C según (Cortés, 2021) posee velocidades de transmisión de datos de hasta 1Mb/s, y es empleada para elementos críticos y control en tiempo real del automóvil, facilita el control distribuido por medio de la alta velocidad de transmisión de señales asociadas con los sistemas de control de tiempo real.

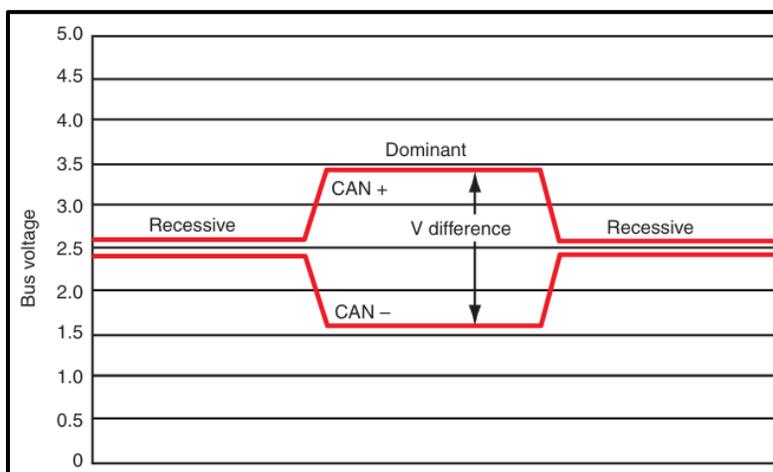
Bus CAN de alta velocidad

El bus can de alta velocidad según (Ruiz, 2013a) “opera en un rango de datos de entre 125kbts/ y un 1Mbit/s. La transferencia de datos es además capaz de reunir requerimientos de tiempo real flexible para tren de potencia”.

El rango de voltaje en el que trabaja un bus CAN de alta velocidad es entre 1.5 a 2.5V y 2.5 a 3.5V

Figura 17

Rango de voltaje de un bus CAN de alta velocidad



Nota. Se observa el rango de voltajes de un bus CAN de alta velocidad. Tomado de (Hollemeak, 2011)

Las redes de clase C realizan la comunicación de datos en tiempo real, según (Hollemeak, 2011) “estos módulos serían el módulo de frenos antibloqueo y el módulo de control del tren motriz. El fabricante también podrá incluir el módulo de control de la transmisión y otros módulos que requieran información en tiempo real” (p.294)

Aplicaciones en el vehículo

Tabla 4

Aplicaciones de la red multiplexada clase C en vehículos

SISTEMA	Componente	VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN
Asistencia al conductor y seguridad	Control de cruceo	
	Monitoreo de presión de neumáticos	125 kbits/s y 250 kbits/s
	Sensores con cámaras	
Navegación	Multimedia audio y video	250 kbits/s a 500 kbits/s
	Navegación en tiempo real	250 kbits/s a 500 kbits/s
	Pantalla de visualización frontal	500 kbits/s a 1 Mbits/s
Control de potencia	Sistemas de gestión del motor	
	Control y transmisión	Entre 125 kbits/s y 1Mbits/s
	Gestión de energía eléctrica	

Nota. En la siguiente tabla se muestran las aplicaciones de las redes multiplexadas de clase C con sus respectivas velocidades de comunicación.

Ventajas

- Lectura de comunicación en tiempo real
- Tiene la capacidad de conectar un número alto de nodos

Desventajas

- Al igual que las redes de clase B, mantiene un costo elevado
- Tiene un sistema muy complejo

Redes clase D

Las redes multiplexadas de clase D de acuerdo con (Ruiz, 2013) “son de muy alta velocidad, sus velocidades de transferencia de datos esta sobre los 10Mbits/s. Los Buses más comunes son el MOST y el IEEE 1394”.

Bus Most

El bus MOST fue originalmente definido como un agente de transmisión óptica que usa fibra óptica plástica (POF). La señal óptica es generada por un LED en el lado de transmisión designado con Tx-FOT (FOT= transceptor de fibra óptica). En el ladoreceptor, Rx-FOT, la señal óptica es convertida a señal eléctrica por un fotodiodo (p. 41).

El bus MOST es un sistema de comunicación muy utilizado en el campo automotriz, comúnmente este bus se lo utiliza en dispositivos multimedia en sistemas de navegación y entretenimiento, para su transferencia de datos a diferencia de otros sistemas, este utiliza cables de fibra óptica lo que garantizaría mayor velocidad de comunicación.

IEEE1394

Es un bus para sistemas de audio y video de abordo, además este bus es el competidor directo del bus MOST. La clave para el éxito del bus 1394 es el apoyo de la poderosa Automotive Multimedia Interface Collaboration (AMIC), un grupo de la industria que incluye 12 de los mayores fabricantes de automóviles del mundo, como son: BMW, DaimlerChrysler, Ford, Fiat, General Motors, Honda, Mitsubishi, Nissan, PSA Peugeot-Citroen, Renault, Toyota y Volkswagen

Aplicaciones en el vehículo

Tabla 5

Aplicaciones de la red multiplexada clase D en el vehículo.

SISTEMA	Componente	VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN
Seguridad	Freno antibloqueo (ABS)	250 kbits/s y 500 Kbits/s
	Control de tracción	250 kbits/s a 500 kbits/s

SISTEMA	Componente	VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN
Seguridad	Estabilidad electrónico (ESC)	500 kbits/s a 1 Mbit/s
Navegación y entretenimiento	Navegación	500 kbits/s a 1 Mbits/s
	Audio	
	Telefonía manos libres	

Nota. En la tabla se muestran las aplicaciones de la red multiplexada clase D con sus respectivas velocidades de comunicación

Ventajas

- Transmisión de datos a velocidad muy altas

Desventajas

- Mantiene costos muy elevados a diferencia de las redes multiplexadas de clase A, B y C.
- Es muy común que tenga inconvenientes con la interferencia electromagnética

Línea de datos para el diagnóstico

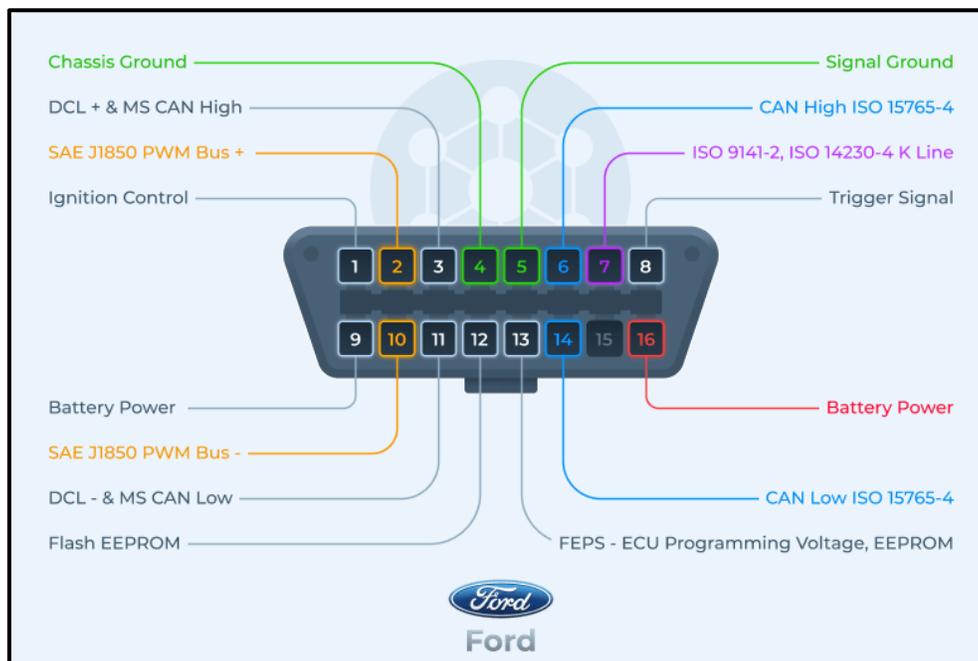
Para conocer la línea de diagnóstico automotriz se utiliza la interfaz de comunicación OBD II el cual es muy útil y proporciona una alta cantidad de datos del vehículo en tiempo real, para su comunicación se utilizan diferentes protocolos dependiendo la tecnología, marca y modelo de cada uno de los vehículos.

Distribución de pines del conector OBD II

De acuerdo con (Arévalo & Ortega, 2016) “en la mayoría de vehículos por no decir en todos están implementados los protocolos de comunicación, los cuales se puede deducir con los pines del conector OBD II”

Figura 18

Pines del conector OBD-II



Nota. En la figura se observa los pines de un conector OBD-II

Tabla 6

Distribución de pines del conector OBD II

PIN	Descripción	PIN	Descripción
1	Sin uso	9	Sin uso
2	J 1850 Bus +	10	J 1850 Bus -
3	Sin uso	11	Sin uso
4	Tierra del vehículo	12	Sin uso
5	Tierra de la señal	13	Tierra de la señal
6	Can (J-2234) High	14	Can (J-2234) Low
7	ISO 9141-2 Línea K	15	ISO 9141-2 Línea L Low
8	Sin uso	16	Batería (positivo)

Nota. En la tabla se observa la distribución de pines del conector OBD II. Tomado de (Electronline, 2012).

Códigos DTC del protocolo de comunicación OBD-II

Tal como expresa (ebay, 2020) el código no necesariamente te dice qué componente está defectuoso, solo indica que un componente, su circuito o su control de vacío no están funcionando adecuadamente. Quizá represente un síntoma para un mal funcionamiento causado por un sistema completamente diferente.

Los códigos DTC tienen una configuración de una primera letra seguido de 4 dígitos la cual se presenta a continuación.

Ejemplo de un código DTC: YXXXX

Primer dígito: SISTEMA

- B – Carrocería
- C – Chasis
- P – Motor
- U - Red

Segundo dígito: Tipo de código

- 0 – Genérico SAE
- 1 – Armadura o fabricante del vehículo

Tercer dígito: SUBSISTEMA

- 1 – Medición de combustible y aire
- 2 – Fallas en el circuito del inyector

- 3 – Ignición y encendido
- 4 – Controles de la emisión auxiliar
- 5 – Control de velocidad y control de riesgo
- 6 – Salidas de la computador y auxiliares (ECM)
- 7 y 8 - Transmisión

Cuarto dígito y quinto dígito

- Descripción de la falla

Protocolos de comunicación

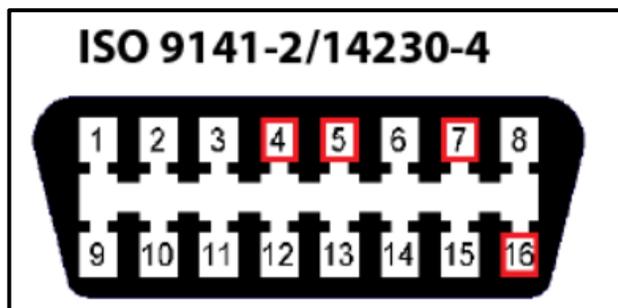
Para (Ortiz, 2014) es protocolo de comunicación es un conjunto de reglas y normas establecidas que permiten una comunicación exitosa entre dos o más dispositivos para el intercambio de información. Si se quiere acceder a la ECU para diagnosticar el automóvil se hace indispensable una herramienta de diagnóstico con el protocolo de comunicación que resida dentro del automóvil. Los tipos de protocolo se originan de dos organizaciones: ISO y SAE.

ISO 9141-2

El Protocolo de comunicación ISO-9141-2 es el más antiguo de todos y fue definido por ISO en 1989 en respuesta a la solicitud de CARB. Está basado en la comunicación en serie asíncrona representado el bit 0 con cero voltios y el bit 1 con 12 voltios. La velocidad de transmisión de ISO 9141-2 es de 10400 baudios. Generalmente es utilizado por Chrysler, automóviles europeos y asiáticos (p.8)

Figura 19

Distribución de pines según la norma ISO 9141-2 VPM



Nota. En la figura se observa la distribución de pines según la norma ISO 9141-2, el pin 15 es opcional. Tomado de (Electronline, 2012)

ISO 15765-4

Según (Ortiz, 2014) es un protocolo desarrollado por Bosch para la industria automotriz, aeroespacial, industrial y de equipo médico, permitiendo:

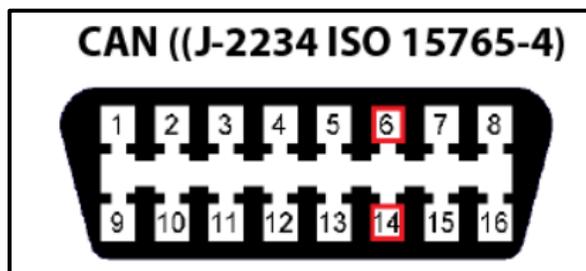
La comunicación entre dispositivos sin una computadora host.

La velocidad máxima de transferencia es de hasta 1Mbit/s o 1 000 000 baudios en redes con distancia menor a los 40 metros de distancia.

Al disminuir la velocidad de transmisión aumenta la distancia entre dispositivos (p.9).

Figura 20

Distribución de pines según la norma ISO 15765-4



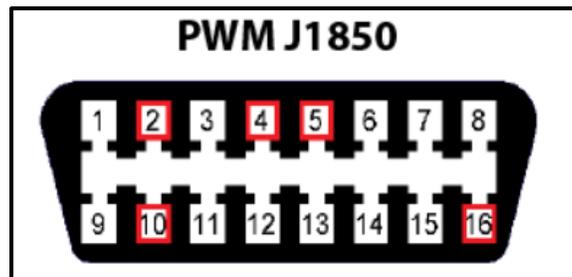
Nota. En la figura se observa la distribución de pines según la norma ISO 15765-4. Tomado de (Electronline, 2012)

SAE J1850 PWM

De acuerdo con (Ortiz, 2014) “la técnica de modulación la cual se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica para transmitir por un canal de comunicación, se relaciona con OBDII debido a que es la codificación utilizada para transmitir a 41,7 Kbps”.

Figura 21

Distribución de pines según la norma SAE J1850 PWM



Nota. En la figura se observa la distribución de pines según la norma SAE J1850 PWM.

Tomado de (Electronline, 2012)

SAE J1850 VPW

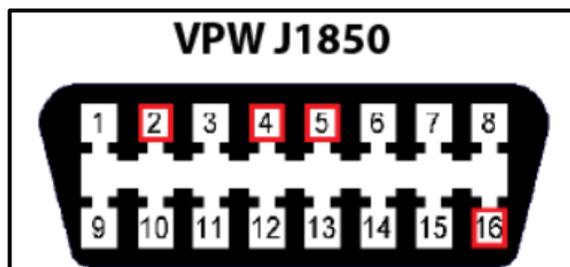
Para (Ortiz, 2014) el protocolo SAE J1850 VPW tienen las siguientes características:

- Modulación en donde la señal tiene un periodo variable para representar un bit 0 y 1.
- Utiliza para hacer la transición de bit 1 a 0 y de 0 a 1, 64 y 128 microsegundos respectivamente.
- Se utiliza en OBDII con velocidad de transmisión de 10400 baudios

- Es el protocolo estándar para General Motors Company.

Figura 22

Distribución de pines según la norma SAE J1850 VPW



Nota. En la figura se observa la distribución de pines según la norma SAE J1850 VPM. Tomado de (Electronline, 2012)

Tabla 7

Protocolos de comunicación según el fabricante

PROTOCOLO	FABRICANTE DEL AUTOMOVIL
ISO 9141-2	Varios automóviles asiáticos y europeos incluyendo Alfa Romeo, Audi, BMW, Citroen, Fiat, Honda, Hyundai, Jeep post-2004, Kia, Land Rover, Mazda, Mercedes, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Saab, Skoda, Subaru, Toyota, Vauxhall, Volkswagen post-2001, Volvo pre-2004
ISO 15765-4	Ford, Mazda, Volvo desde 2004.
SAE J1850 PWM	Ford pre-2003. Jaguar pre-2003. Mazda pre-2004
SAE J1850 VPM	General Motors, Chrysler

Nota. En la tabla se muestra los protocolos de comunicación que utilizan las diferentes marcas de vehículos. Tomado de (Ortiz, 2014)

Unidades de control en el automóvil

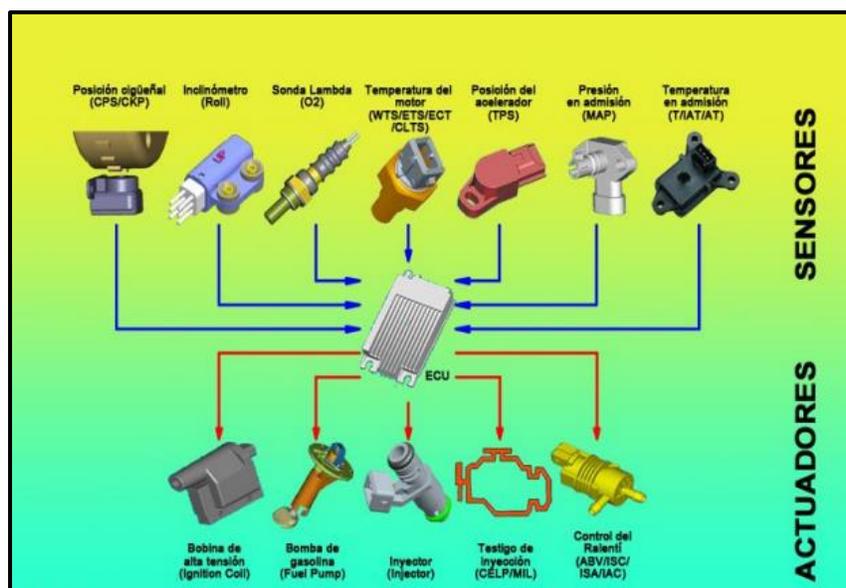
Unidad de control del motor.

La unidad de control del motor según (Palena, 2015) es el componente principal del sistema. Un dispositivo electrónico encargado de leer y procesar las señales provenientes de los sensores estratégicamente ubicados en el motor, para controlar operaciones básicas del funcionamiento del mismo. Como ser, volumen de combustible pulverizado y momento de ejecución de la chispa, entre otras.

La unidad de control del motor (ECU) es la encargada de controlar el funcionamiento de todos los sensores y actuadores que forman parte del motor del automóvil, incluyendo varios sistemas como son el sistema de encendido, sistema de inyección y controla la emisión de gases.

Figura 23

Unidad de control del motor, sensores y actuadores



Nota. En la figura se observa la unidad de control del motor junto a sensores y actuadores.

Tomado de (Universidad Nacional de la Plata, 2019)

Tabla 8

Sensores y actuadores controlados por a ECU

Sensor/Actuador	Significado
CKP	Sensor de posición del cigüeñal
ECT	Sensor de temperatura del refrigerante
TPS	Sensor de posición del acelerador
MAP	Sensor de presión de aire
IAT	Sensor de temperatura de admisión
CMP	Sensor de posición del árbol de levas
MAF	Sensor de flujo de masa de aire
Inyector	Inyector de combustible
EGR	Válvula de control de la recirculación de gases de escape
IAC	Válvula de control de ralentí

Nota. En la tabla se muestra los sensores y actuadores que son controlados por la ECU del vehículo.

Según (Auto Avance, 2018) En algunos casos se acude a la reparación de la ECU sin antes solucionar problemas existentes en el auto, y al momento de instalar la ECU, el fallo persiste, a continuación se presentan algunas de las fallas más comunes en la ECU.

- **El auto no arranca:** Una ECU defectuosa podría enviar un voltaje inadecuado al sistema, este tipo de fallas se presenta cuando la ECU no envía señal a los sensores esenciales para hacer andar el motor.
- **Luz de Check Engine o Testigo Luz Mil encendida:** se debe realizar una prueba de la ECU. En este caso se deben revisar los circuitos relacionados al DTC que tiene pendiente de borrado. Un buen proceso sería simular las señales relacionados al código de falla.

- **Cambios fuera de tiempo en la caja o transmisión automática:** Cuando se presenta cambios de marcha a destiempo en la caja, puede estar relacionado a una ECU defectuosa. La ECU se comunica con el módulo de la Transmisión Automática o TCM

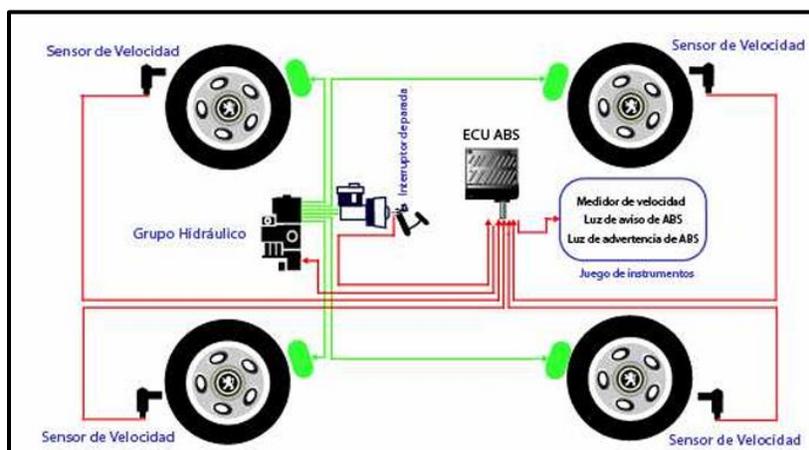
Unidad de control electrónico del ABS

Para (WABCO, 2020) el ABS es un sistema diseñado para proporcionar y mantener la mejor tracción y el mejor control de dirección posibles durante un evento de frenado extremo. Durante un evento potencial de bloqueo de las ruedas, la ECU del ABS, usando información proporcionada por los sensores de velocidad de las ruedas, envía una o varias señales a las válvulas apropiadas del modulador para sostener, aplicar o liberar los frenos según sea necesario.

El sistema de funcionamiento del ABS es automático, es decir, el conductor no tiene que realizar ninguna maniobra para activar el sistema de control ABS.

Figura 24

ECU del ABS y sus demás elementos del sistema



Nota. A continuación, se puede observar la ECU del ABS y los diferentes componentes que forman parte del sistema. Tomado de (Luna & Tenesaca, 2007)

Detección de fallas del sistema ABS mediante escáner

De acuerdo con (Robles, 2020) las computadoras de motor pueden encontrar problemas. Un sistema de computadora de un vehículo de hoy en día hacen más en controlar el funcionamiento del motor también puede ayudar a detectar problemas. Tiene habilidades especiales de verificación, programadas permanentemente en la computadora por los ingenieros de fábrica. Esas pruebas verifican los componentes conectados a las computadoras.

Código circuito

- 11 Sensor de velocidad de la rueda delantera derecha
- 12 Sensor de velocidad de la rueda delantera izquierda
- 13 Sensor de velocidad de la rueda trasera derecha
- 14 Sensor de velocidad de la rueda trasera izquierda
- 15 Sensor de velocidad de la rueda
- 22 Unidad del circuito hidráulico
- 51 Relé de seguridad
- 53 Motor o relé del motor
- 61 Unidad de control del ABS

Unidad de control de la tracción.

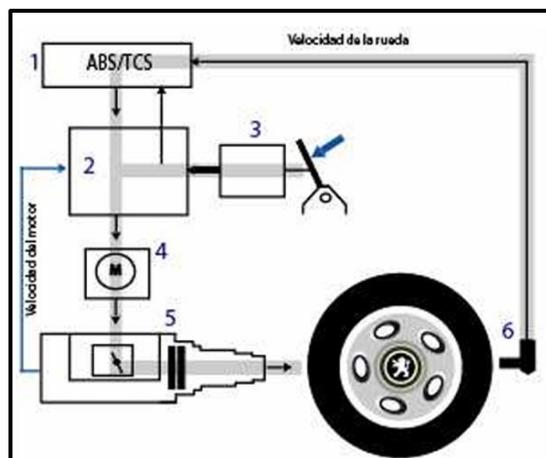
Según (Luna & Tenesaca, 2007) “la función principal del sistema de tracción es evitar que las ruedas tractoras patinen mientras el automóvil está en marcha, de esta manera se evitará pérdidas de maniobrabilidad y control por parte del conductor”.

Tanto el sistema de tracción como el sistema de frenos ABS comparten mismos componentes como son: sensores de velocidad que están incorporados en las ruedas, unidad de control y sistemas hidráulicos. Estos dos sistemas trabajan de

forma diferente, el sistema de tracción entra en marcha cuando el conductor presiona el pedal del acelerador y el sistema ABS cuando el conductor presiona el pedal de freno.

Figura 25

Control del acelerador electrónico para el TCS



Nota. En la figura se puede apreciar el circuito de control electrónico para el TCS, 1 ECU ABS/TCS, 2 ECU motor, 3 Acelerador electrónico, 4 Servomotor, 5 Válvula de admisión, 6 Sensor de velocidad. Tomado de (Luna & Tenesaca, 2007)

A continuación se presenta algunos códigos de falla más comunes en la unidad de control de tracción

Tabla 9

Códigos de falla de la unidad de control de tracción

CODIGO	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN
C1214	Controlador de freno de tracción activo durante el frenado normal	Se debe verificar el funcionamiento de los sensores de velocidad, dar una revisión del cableado y verificar si los actuadores están trabajando con normalidad

CODIGO	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN
C1232	Fuga en el circuito hidráulico del control de tracción	Buscar el lugar exacto de la fuga y reemplazar los componentes que sean necesarios
C1283	Presión de frenado de tracción anormal	Se debe verificar que los sensores y actuadores estén conectados correctamente al igual que el cableado.

Nota. En la tabla se muestra algunos de los principales códigos de falla que genera la unidad de control de tracción del vehículo

Unidad de control del cambio automático

Como señala (Técnica, 2019) la unidad de control de cambio automático o módulo de control de transmisión (TCM) cumple una función importante, la cual es monitorear el correcto funcionamiento de una transmisión automática, controlando los cambios, garantizando cambios de marchas eficientes y larga duración de vida útil. El módulo TCM recibe la información emitida por los componentes instalados en la caja de cambios y la ECM se encarga de procesar esta información para que el motor haga los cambios con seguridad.

Figura 26

Caja de cambios automática



Nota. Se observa la caja de cambios automática junto a sus componentes internos. Tomado de (RODES, 2017)

La unidad de control del cambio automático presenta algunas características que garantizan un funcionamiento eficiente de todo el sistema:

- **Algoritmos de cambio de marcha:** Estos algoritmos sincronizan los cambios en el momento adecuado para tener mayor potencia del vehículo con el menos consumo de combustible.
- **Ajuste adaptativo:** El sistema adapta el estilo un conducción ofreciendo un cambio de marchas más suave para la comodidad del conductor.
- **Modos de conducción:** La unidad de control de cambio automático ofrece al usuario varios estilos de conducción para mayor comodidad como son normal, deportivo y manual.

Tabla 10

Códigos de falla más comunes en la unidad de control de cambio automático

CODIGO	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN
P0700	Mal funcionamiento del sistema de transmisión	Realizar un diagnóstico completo del sistema con el escáner y con ayuda de los códigos de falla solucionar los problemas descritos.
P0715	Sensor de velocidad de entrada	Se debe verificar que el circuito se encuentre completamente cerrado y no esté en cortocircuito, caso contrario se debe reemplazar los componentes afectados.
P0750	Solenoides de cambio en mal funcionamiento	Reemplazar el solenoide si es necesario y revisar el cableado

Nota. En la tabla se observa los códigos de falla más comunes en el sistema de cambio automático del vehículo y sus posibles soluciones.

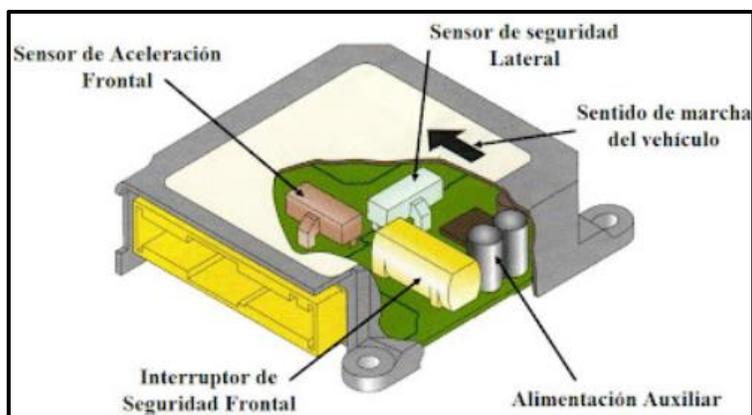
Unidad de control del air bag

De acuerdo con (Moriche, 2008) “el airbag es un sistema de retención suplementario que disminuye la posibilidad de sufrir daños irreparables hasta en un 30% siempre que actúe conjuntamente con el cinturón de seguridad, de ahí su definición de suplementario”.

El sistema de control del air bag es un componente muy importante en la actualidad ya que con este sistema se puede evitar lesiones graves en los ocupantes del vehículo, tanto para el conductor como para los acompañantes. Su funcionamiento consiste en que la unidad de control del air bag recibe información de los sensores de impacto, sensores de aceleración, entre otros, facilitando la detección de impactos producidos en el vehículo.

Figura 27

Unidad de control del air bag



Nota. En la figura se puede observar el módulo de control del sistema airbag. Tomado de (Dioni, 2013)

Para (Moriche, 2008) la unidad de control también se puede ver representada por las siglas ACU (en inglés Airbag Control Unit). Se encuentra situada en el túnel de la caja de cambios. A continuación se muestra sus componentes:

- Sensor de colisión, que mide la deceleración.
- Interruptor de mercurio.
- Microprocesador.
- Unidad de alimentación (p.33)

Tabla 11

Principales códigos de falla generados por la unidad de control del Airbag

CODIGO	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN
B0100 - 0104	Falla del circuito del airbag	Se debe verificar que todos los conectores del sistema estén conectados correctamente sin interferencias, se comprueba resistencia de sus componentes.
B0106 – B0109	Falla del sensor de impacto	Verificar que el sensor se encuentre en buen estado, caso contrario toca reemplazarlo.
B0001 – B0020	Falla de la unidad de control del airbag	Realizar un diagnóstico completo con el escáner y según los resultados se debe cambiar por una nueva y reprogramarla

Nota. Se observa los principales códigos de falla generados por la unidad de control

Unidad de control de la dirección

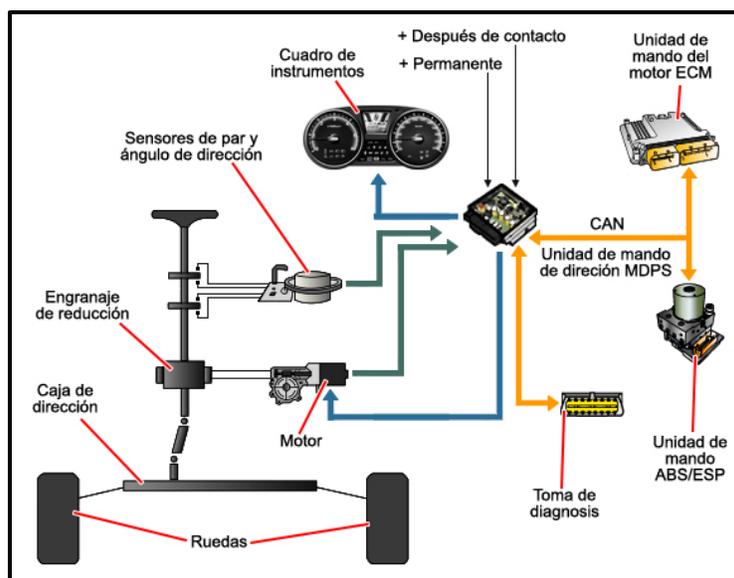
La unidad de control de la dirección es un sistema de mucha importancia para los vehículos actuales que cuentan con varios sistemas incorporados como lo es la dirección electrónica asistida, la función de la unidad de control de la dirección es monitorear estos sistemas y controlar la asistencia que se proporciona al conductor en el momento de girar el volante lo que facilita la maniobrabilidad de conducción en cualquier terreno.

La unidad de control de la dirección realiza algunas funciones principales como son:

- Mantiene un control constante de la asistencia de la dirección y monitorea la velocidad del vehículo.
- Ayuda a compensar las fuerzas que se generan en el exterior como la resistencia que se genera por el viento
- En vehículos que cuenten con sistemas más actuales la unidad de control puede corregir la trayectoria del vehículo.

Figura 28

Sistema de dirección EPS



Nota. Se puede observar los componentes de un sistema de dirección EPS. Tomado de (Muñoz, 2017)

A continuación, se presentan las fallas más comunes de la unidad de control de la dirección del vehículo:

- **Pérdida de asistencia de dirección:** En esta falla se pierde el control de la dirección casi en su totalidad lo que podría resultar muy peligroso, se debe

verificar que la unidad de control y los sensores de dirección se encuentren trabajando correctamente, caso contrario se debería reemplazar los componentes defectuosos.

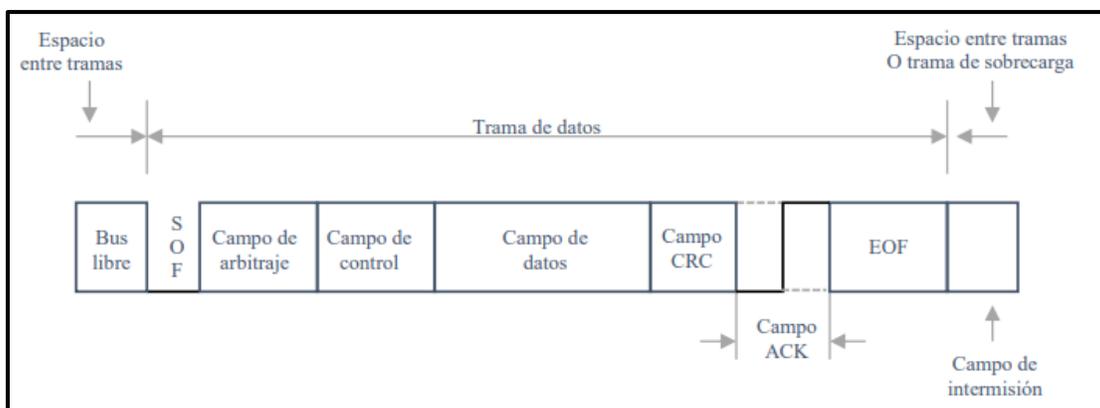
- **Vibraciones y ruidos anormales en la dirección:** Esta falla se da por un mal funcionamiento del motor de asistencia sea por el desgaste o por el tiempo de vida útil, se debe reparar o reemplazar de ser necesario
- **Luces de advertencia de la dirección encendidas en el tablero de instrumentos:** Lo recomendable para este problema es realizar un diagnóstico completo del sistema con el escáner y con ayuda de los códigos de falla solucionar el problema.

Trama de datos

Para (Gutiérrez, 2017) Una trama de datos está compuesta por siete campos:

Figura 29

Formato de trama de datos CAN



Nota. Se observan los campos que componen a una trama de datos CAN. Tomado de (Gutiérrez, 2017)

Inicio de trama (SOF, Start of Frame): muestra el inicio de una trama de datos o una trama remota, que se indica con un bit dominante que sincroniza a todos los nodos activos en la red. Se usa lo mismo para la trama estándar y extendida.

Campo de arbitraje (Arbitration field): es diferente según el formato de trama (Figura 30).

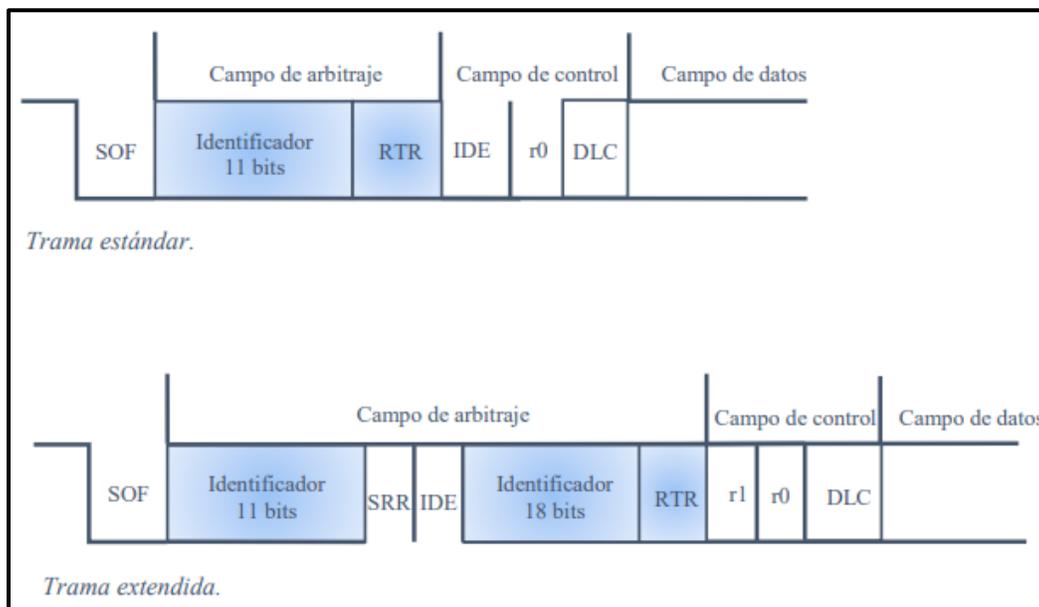
En el formato estándar está formado por un identificador de 11 bits y el bit de petición de transmisión remota (RTR, Remote Transmission Request). El bit menos significativo del

identificador se transmite al último y los 7 bits más significativos no pueden ser todos recesivos.

El formato extendido está formado por un identificador de 29 bits, el bit de petición remota substituta (SRR, Substitute Remote Request), el bit de extensión del identificador (IDE, Identifier Extension) y el bit RTR. El identificador se divide en dos secciones, la primera de 11 bits denominada base (Base ID) que corresponde al identificador del formato estándar, y la segunda sección de 18 bits, conocida como extendida (Extended ID). Los bits de ambas secciones del identificador se transmiten en orden de mayor a menor prioridad.

Figura 30

Formatos de trama de datos CAN, estándar y extendida



Nota. Se observan los formatos de trama estándar y extendida de la red CAN. Tomado de (Gutiérrez, 2017).

El bit RTR debe ser dominante para ambos formatos de trama de datos y el bit SRR es un bit recesivo, por lo tanto, las posibles colisiones entre ambos tipos de formatos de trama que tengan el mismo valor en el campo Base ID, se resuelven de manera que el formato de trama estándar predomina sobre el formato de trama extendida. En dicha resolución también se involucra el bit IDE, el cual pertenece al campo de arbitraje en el caso de un formato extendido y se encuentra en el campo de control para el caso de un formato de trama estándar. La transmisión del bit IDE es dominante para el formato estándar y recesivo para el extendido.

Campo de control (Control field): está compuesto de seis bits, IDE/r1, r0 y cuatro bits que forman el código de longitud de datos (DLC, Data Length Code). El primer bit que se transmite es IDE, el cual distingue entre los dos tipos de tramas; enseguida r0, en

nivel dominante y está reservado para futuras aplicaciones del protocolo CAN; finalmente, se transmite el DLC para indicar el número de octetos contenidos en el campo de datos.

Campo de datos (Data field): contiene el mensaje a transmitir dentro de una trama CAN y puede tener una longitud de 0 a 8 octetos. Se transfiere primero el bit con mayor prioridad.

Campo CRC (CRC field): está constituido por una secuencia de 15 bits de verificación y un bit delimitador CRC (CRC delimiter), este último se transmite en un nivel recesivo. Mediante este campo, el receptor verifica si la secuencia de bits recibidos fue alterada. Se utiliza el polinomio generador $X^{15}+X^{14}+X^{10}+X^8+X^7+X^4+X^3+1$.

Campo de aceptación (ACK field): está constituido por dos bits, ranura ACK (ACK slot) y delimitador ACK (ACK delimiter), este último siempre se transmite en un nivel recesivo. Todo nodo activo en la red CAN que recibe una trama válida, sobrescribe la ranura ACK con un nivel dominante, y con ello, el transmisor verifica que su mensaje se envió correctamente; si por el contrario ningún nodo sobrescribe dicha ranura, el transmisor considera un error de transmisión.

Fin de trama (EOF, End of Frame): tanto la trama de datos como la trama remota están delimitadas por una secuencia de 7 bits recesivos que indican el fin de trama CAN. Cuando EOF está activo se realiza una falta al procedimiento de inserción de bit. Por ello, dicho procedimiento no se aplica a este campo.

Como diagnosticar una red CAN

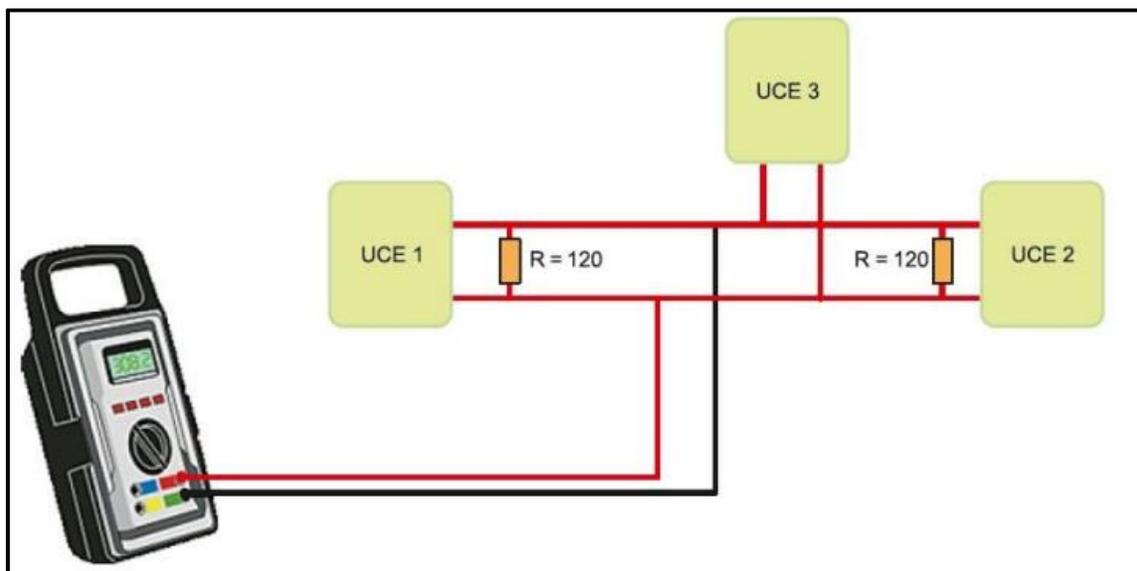
Para (Calderón & Paredes, 2016), al momento de diagnosticar averías el equipo presentará los diferentes resultados: interrupción de los cables, cortocircuito de los cables,

cortocircuito positivo o a masa de los cables; estos diagnósticos se pueden realizar con una maquina compactible, como la que se detalla a continuación:

Diagnóstico con multímetro: Los cables del CAN-BUS presentan un color naranja con una franja negra, Una vez localizados sin desconectar nada podemos medir el valor de la resistencia en paralela del conjunto. Este valor es de 55 a 65 ohmios, cuando las resistencias finales son de 120 ohmios, o de 30 a 36 ohmios existe avería en el circuito.

Figura 31

Medición de la resistencia



Nota. Se observa que el valor de la resistencia de terminación marca 60 ohmios. Tomado de (Manzanares, 2020)

(Domínguez & Ferrer, 2012) en su libro dicen que:

Para conocer el estado de las resistencias de terminación se puede utilizar la medición de la resistencia total y analizar los resultados. Para ello se puede seguir este proceso:

1. Desembornar la batería

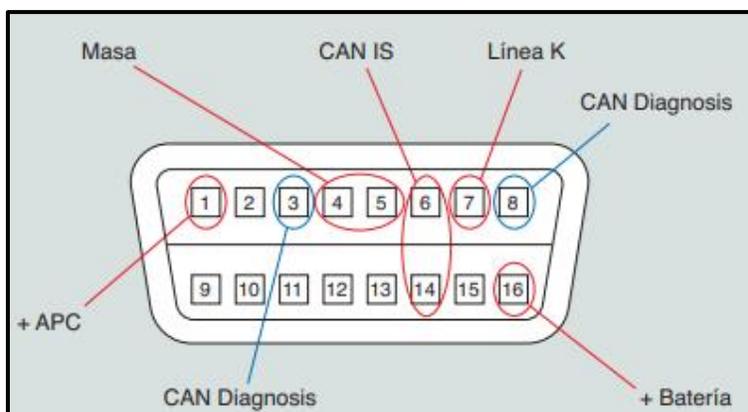
2. Esperar unos 5 minutos hasta que se hayan descargado todos los condensadores.
3. Conectar el multímetro en las vías 6 y 14 del conector de diagnóstico y medir la resistencia total.

Las resistencias de terminación de la red CAN IS(Intersistema) tienen aproximadamente una resistencia de 60 ohmios. Como en la red las resistencias están conectadas en serie, la suma total de la resistencia debe ser aproximada a 120 ohmios. Si la resistencia medida es aproximadamente este valor, las resistencias están correctas.

Si el resultado no es este y aparece infinito, se desconectará una unidad de control con resistencia de terminación y se volverá a medir la resistencia. Si la resistencia es aproximada a 60 ohmios indica que la resistencia de terminación de la unidad conectada esa en perfectas condiciones y que en la unidad desconectada hay una posible avería o el cable esta defectuoso.

Figura 32

Toma de diagnosis



Nota. Se observan los terminales que se emplean para la diagnosis. Tomado de (Domínguez & Ferrer, 2012)

Capítulo III

Arquitectura y protocolo de pruebas y diagnóstico avanzado de sistemas de control de tracción y confort de vehículos americanos

Vehículos americanos en el Ecuador

En Ecuador se inició la importación de vehículos americanos desde el siglo XIX directamente con los fabricantes de las distintas marcas como, por ejemplo: Ford, Chevrolet y Chrysler, en la actualidad el mercado de vehículos americanos ha incrementado con el ingreso de marcas como Jeep, Ram, Dodge, Cadillac, entre otros.

De acuerdo con el diario el universo en el año 2023 las ventas de vehículos han tenido un incremento en un 13,5% en el país comparado con el periodo anterior.

Según las cifras de la AEADE una de las marcas americanas que lidera las ventas en el Ecuador es Chevrolet con 6.965 unidades vendidas, seguido de Ford con 621 unidades vendidas

Los vehículos americanos en el Ecuador han ganado gran acogida por los usuarios ya que son conocidos por su confiabilidad, potencia y estilo, existen variedad de modelos que incluyen tecnología avanzada y características como es la seguridad avanzada que incluye frenos antibloqueo (ABS), control electrónico de estabilidad (ESC) y bolsas de aire (Airbag)

Tabla 12

Lista de marcas de vehículos americanos en el Ecuador

País de origen	Marca	Logo
Estados Unidos	Ford	

País de origen	Marca	Logo
Estados Unidos	Chevrolet	
Estados Unidos	Jeep	
Estados Unidos	Dodge	 DODGE
Estados Unidos	Chrysler	
Estados Unidos	RAM	 RAM
Estados Unidos	Cadillac	
Estados Unidos	GMC	

Nota. Se observa la lista de vehículos de procedencia americana vendidos en el Ecuador.

Sistemas de control de tracción y confort en vehículos americanos

Sistemas de control de tracción

El sistema de control de tracción (TCS) se incorpora este sistema con la finalidad de generar mayor estabilidad y control en los vehículos, la Red de Tracción está constituida por la de la caja de transmisión, ABS y las ECU del motor, la cual se encarga de controlar el tren motriz.

Tabla 13

Elementos que conforman el sistema de control de tracción

Sistema	Descripción
BTCS	Este sistema actúa sobre los frenos, simulando el efecto de un diferencial autoblocante.
Advance Trac	Control de tracción para repartir la potencia entre los 4 neumáticos, según se requiera, manteniendo la estabilidad y el agarre.
SFTC (Spark Fuel Traction Control)	Se refiere al control de tracción con intervención de frenos y par motor

Nota. Se observa los elementos que conforman el sistema de control de tracción

Sistemas de control de confort

La Red de Confort que involucra a varias ECU como las de las puertas, la BCM, esta es la encargada de la comodidad de los pasajeros, además se encarga del habitáculo, el aire acondicionado, las luces, entre otros.

Tabla 14

Elementos de confort del vehículo

Elementos de confort	Definición
Asientos multicontou con función de masaje	Garantiza máxima comodidad durante viajes largos gracias a la función de masaje con lo que se reduce la fatiga de los ocupantes
Cajuela eléctrica manos libres	Esta tecnología facilita abrir y cerrar la puerta trasera del SUV con solo tener la llave cerca y pasar el pie por debajo de la fascia trasera del vehículo.
Asistencia de estacionado optimizada	Este sistema ayuda a encontrar un espacio para estacionar el vehículo sin necesidad que el conductor tenga las manos en el volante.

Elementos de confort	Definición
Sistema de infoentretenimiento SYNC	Sincroniza el Smartphone con la pantalla táctil equipada en el vehículo de manera inalámbrica.

Nota. Se observa los elementos de confort del vehículo

Requisitos

Scanner automotriz multimarca Launch Thinkcar Thinktool Full

THINKCAR THINKTOOL Full, es un scanner de sistema avanzado para vehículos 12v con sistema operativo Android 10 que se ejecuta en pantalla táctil de 10 pulgadas + memoria interna de 64Gb + 4Gb Ram que hacen que esta Tablet sea super rápida para el diagnóstico, 28 funciones especiales, compatible para programación de computadoras en línea, calibración ADAS, y 2 años de actualización gratuita online.

Figura 33

Scanner Thinktool Full



Nota. Se observa el scanner y su VCI

Realiza las siguientes funciones de diagnóstico:

- Comunicación por OBD2 vía Bluetooth.
- Diagnóstico de los sistemas electrónicos del vehículo (Motor, Abs, Srs, At, etc.).
- Lectura de los códigos de error.
- Borrado de los códigos de error.
- Prueba de actuadores.
- Lectura de componentes electrónicos (valores de sensores en tiempo real).
- Visualización gráfica de componentes electrónicos.
- Almacenamiento de pruebas e informe de problemas.

Algunas funciones especiales que posee son:

- Reseteo de aceite por kilometraje.
- Regeneración de filtro de partículas (DPF).
- Aprendizaje del cuerpo de acelerador electrónico (TAC).
- Reseteo de batería.
- Calibración de ángulo de dirección electrónica (EPS).
- Reseteo de pastillas de frenos.
- Reseteo de inmovilizador y programación de llaves.
- Reseteo de freno electrónico.
- Codificación de inyectores Diésel.

- Reseteo de odómetro.
- Reseteo de luces (AFS).
- Reseteo de suspensión.
- Reseteo y adaptaciones en cajas automáticas.
- Reseteo de adblue.
- Reseteo de SRS.
- Sangrado de Coolant.
- Cambio de idioma computador.
- Reseteo de sensor de Nox.
- Reseteo de Start – Stop.
- Programación de control remotos y puertas.

Cobertura general.

Obd2: Acceso rápido al módulo motor.

AMERICANO:

Buick, Cadillac, Chevrolet, Chrysler, Dodge, Fiat Brasil, Ford, Ford Australia, Gm, Gm Brasil, Holden, Jeep, Lincoln.

Figura 34

Accesorios del escáner



Nota. Se observa la lista de accesorios que vienen con el equipo.

Vehículos seleccionados para el diagnostico

Para llevar a cabo esta investigación, se optará por vehículos que sean fáciles de disponer para el estudiante dentro o fuera de las instalaciones de la universidad.

Tabla 15

Marca, modelo y año de los vehículos seleccionados

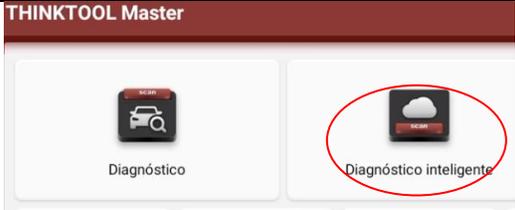
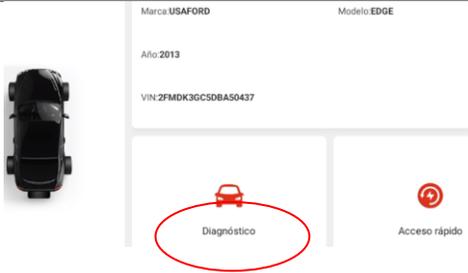
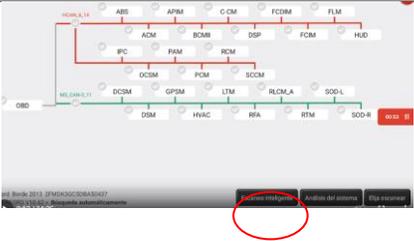
Marca	Modelo	Año
Chevrolet	Silverado	2003
Ford	Escape	2019
Ford	Edge	2013
Ford	Escape	2010
Ford	F-150	2007
Ford	Ranger	2022
Jeep	Compass	2014

Nota. Se especifica la marca, modelo y año de los vehículos usados para el diagnóstico.

Protocolo para la conexión del vehículo con el escáner

Tabla 16

Pasos a seguir para la comunicación del vehículo con el equipo de diagnóstico

	<p>Después de conectar el VCI al DLC poner el vehículo en la posición I (accesorios) y seleccionar diagnóstico inteligente en la pantalla del equipo.</p>
	<p>El equipo de manera automática detectara el VIN del vehículo, así como la marca, modelo y año.</p>
	<p>Una vez completado el paso anterior seleccionar la opción de diagnóstico en la versión más actual que aparezca.</p>
	<p>Poner en contacto (posición II) el vehículo y seleccionar aceptar en la pantalla del equipo.</p>
	<p>Una vez aparezca la topología del vehículo seleccionar en la parte inferior la opción de escaneo inteligente y el equipo procederá a escanear los módulos existentes del vehículo.</p>

Nota. Se describen los pasos a seguir para poder comunicar el vehiculó con el equipo de diagnóstico.

Chevrolet Silverado 2003

Tabla 17

Características generales de la Chevrolet Silverado



Motor	2.0L V6
Potencia	195 hp @ 4600 rpm
Torque	351 Nm a 2800 rpm
Transmisión	Automático 5 velocidades
Tracción	4x4
Combustible	Gasolina
Tipo	PICK UP

Nota. En la tabla se describe las principales características del vehículo.

Ubicación DLC

El DLC de la Chevrolet Silverado se encuentra ubicado debajo del panel de instrumentos, delante de la columna de dirección.

Figura 35

Ubicación del DLC en la Chevrolet Silverado 2003

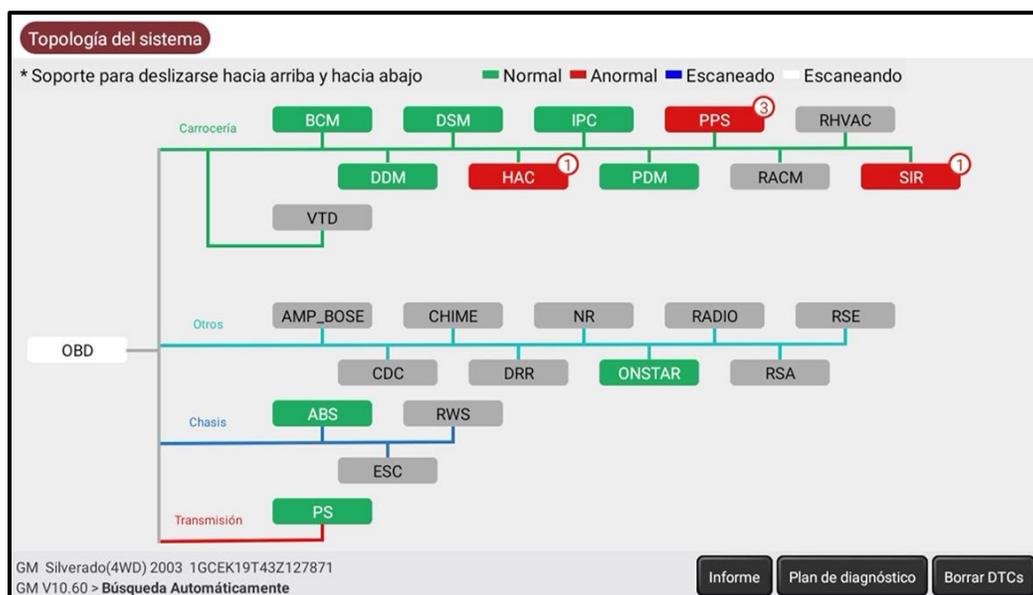


Nota. Se observa el DLC del vehículo y los pines que dispone para su comunicación

Pines 2: Carrocería

Figura 36

Topología de red de la Chevrolet Silverado 2003



Nota. Se observa las líneas de comunicación y los módulos existentes en la Chevrolet Silverado

Módulos encontrados

Con la ayuda del escáner se puede observar la topología del vehículo el cual incorpora ciertos módulos que ayudan a mantener estable el vehículo con su respectiva red de comunicación, en su sistema trae redes de carrocería, chasis, transmisión y otros. Todas estas redes en conjunto cuentan con 11 módulos encargados de mantener al vehículo en óptimas condiciones. Se trabaja a una comunicación entre 1 kbit/s a 1Mbit/s.

Reporte de módulos

Tabla 18

Red de comunicación de la Chevrolet Silverado 2003

Línea	Módulo	Descripción
Carrocería	BCM	Módulo de Control del Carrocería
	DSM	Módulo de Asiento del Conductor
	IPC	Grupo de Panel de Instrumentos
	PPS	Sistema de presencia de Pasajeros
	DDM	Módulo de la Puerta del Conductor
	HAC	Calefacción y Aire Acondicionado
	PDM	Módulo de Puerta del Pasajero
	SIR	Restricción Inflable Suplementaria
Otros	ONSTAR	OnStar
Chasis	ABS	Sistema de Frenos Anti-bloqueo
Transmisión	PS	Sistema de Tren Motriz

Nota. En la tabla se describen los módulos que existen en la red de comunicación de la Chevrolet Silverado 2003

En los redes descritos anteriormente se encontró 3 módulos que presentan códigos de falla de los cuales se describe a continuación detalladamente cada uno de ellos

Tabla 19

Códigos de falla presentes en los diferentes módulos

Módulo	Código DTC	Observación
PPS	B1001	Error de configuración de opción de vehículo de clase 1
	U1000	Sin estado de salud desde el módulo
	U1096	Pérdida de IPC comunicaciones
HAC	U1000	Fallo de funcionamiento en el enlace de datos de clase 2
SIR	B1001	Error en la configuración de opción de vehículo

Nota. En la tabla se observan los códigos de falla encontrados en los módulos PPS, HAC y SIR

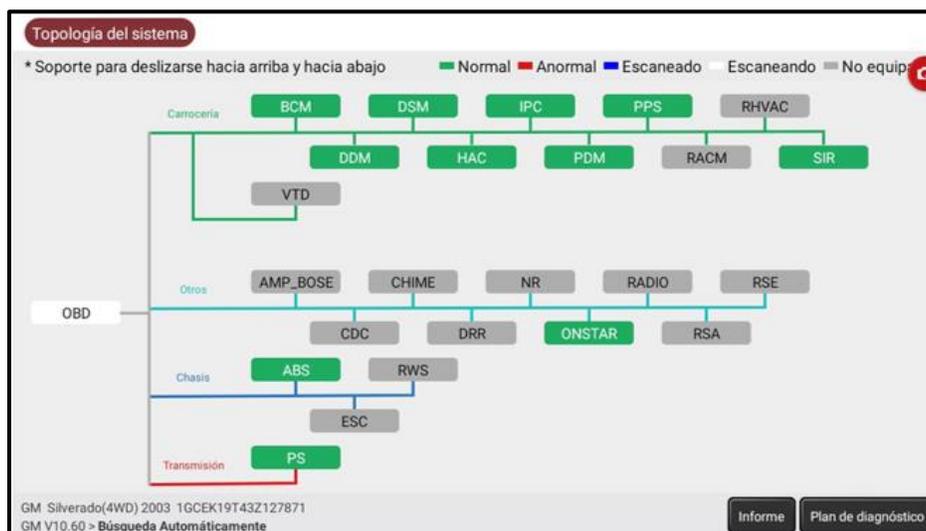
Eliminación de códigos de falla

Una vez realizado el diagnóstico de los códigos de falla que presenta el vehículo se procede a borrar estos códigos de la memoria y realizar un nuevo diagnóstico.

Los resultados obtenidos de esta prueba nos indica que todos los módulos se encuentran trabando de manera correcta.

Figura 37

Módulos sin códigos de falla



Nota. Módulos de la red de comunicación de la Chevrolet Silverado 2003 sin códigos de falla.

Flujo de datos

Figura 38

Flujo de datos del módulo IPC

Nombre	Valor
Régimen del motor	0 rpm ∨
Temperatura de Aceite de Transmisión Demostrada	38 degreeC
Temperatura Monitoreada de Refrigerante	22 degreeC
Temperatura Refrigerante Mostrada	40 degreeC
Tensión de la batería	9.2 V ∨
Velocidad del vehículo	0 km/h ∨

Nota. En la figura se observa los parámetros del flujo de datos de módulo IPC.

El diagnóstico de este vehículo se lo hizo con el motor apagado, el módulo IPC se observan los parámetros relacionados con el motor como lo que es las revoluciones del motor, la temperatura del aceite de 38° y el refrigerante 22° por lo que son valores correctos al estar el motor sin funcionamiento, se tiene una tensión de batería baja y la velocidad del vehículo es de 0 km/h al estar en posición de estacionamiento.

Figura 39*Flujo de datos del módulo ONSTAR*

Nombre	Valor
año	2024
Día	10
Hora	18
Mes	2
Minuto	22
Segundo	57

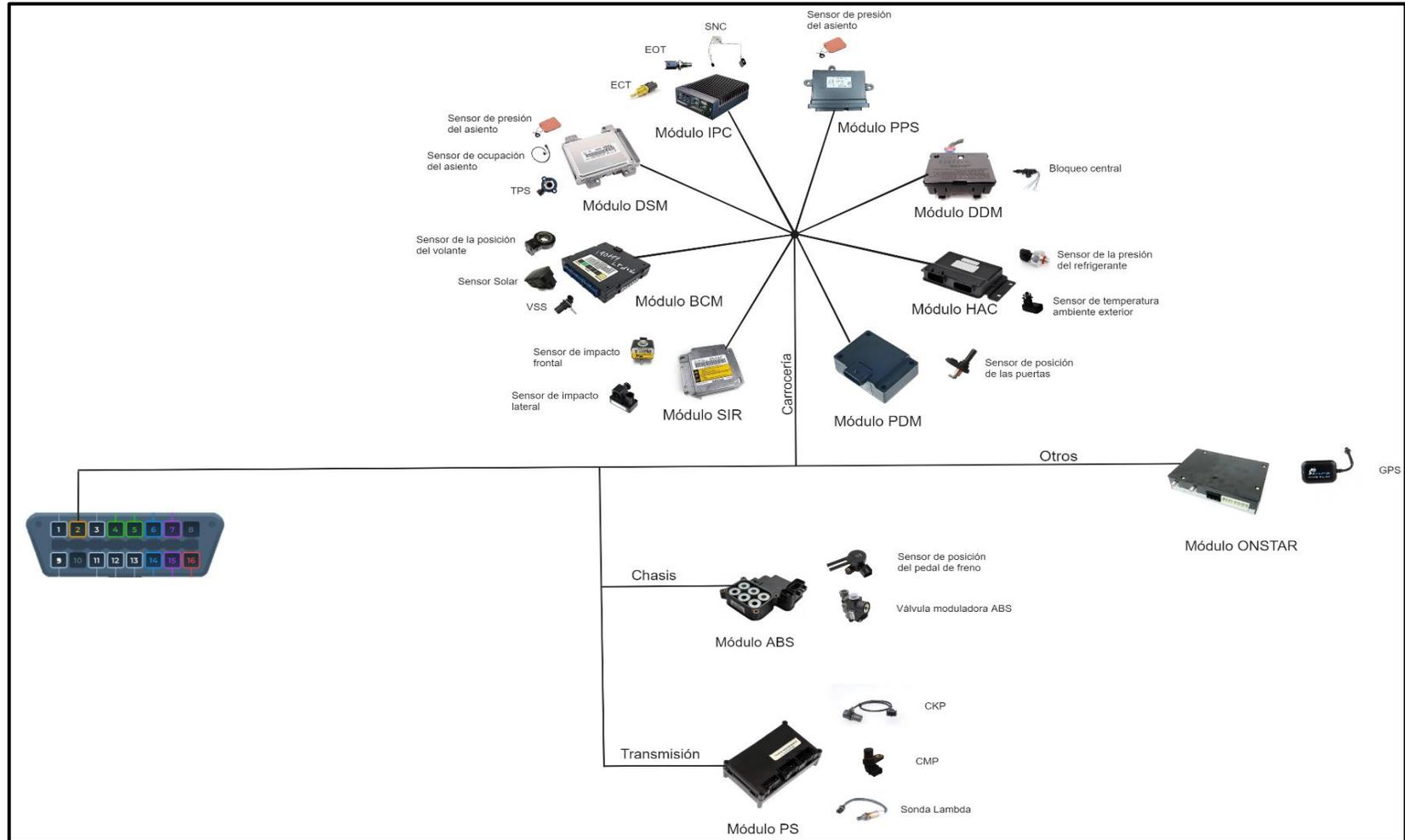
Nota. Se observa el flujo de datos del módulo ONSTAR

El módulo ONSTAR es muy exacto con información de GPS ya que nos da la fecha exacta, hora, minuto y segundo en la que estamos, este sistema es muy útil ya que muchas veces estos parámetros se desconfiguran y con la ayuda del GPS nos podemos evitar este problema ya que no necesita configuración manual.

Diseño Livewire

Figura 40

Diagrama de la topología de la Chevrolet Silverado 2003



Nota. En la figura se observa el diagrama de la topología de la Chevrolet Silverado 2003.

Ford Escape 2019

Características generales

Tabla 20

Características generales de la Ford Escape 2019



Motor	2.5 L EcoBoost
Potencia	245hp @ 5700 rpm
Torque	275 lb. a 3.000 r.p.m.
Transmisión	Automática
Tipo	SUV

Nota. Se describen las características relevantes del vehículo.

Protocolo de pruebas

Ubicación DLC

Figura 41

Ubicación del DLC en la Ford Escape 2019



Nota. Se observa el DLC del vehículo y los pines que dispone para su comunicación.

Tabla 21

Pines del DLC

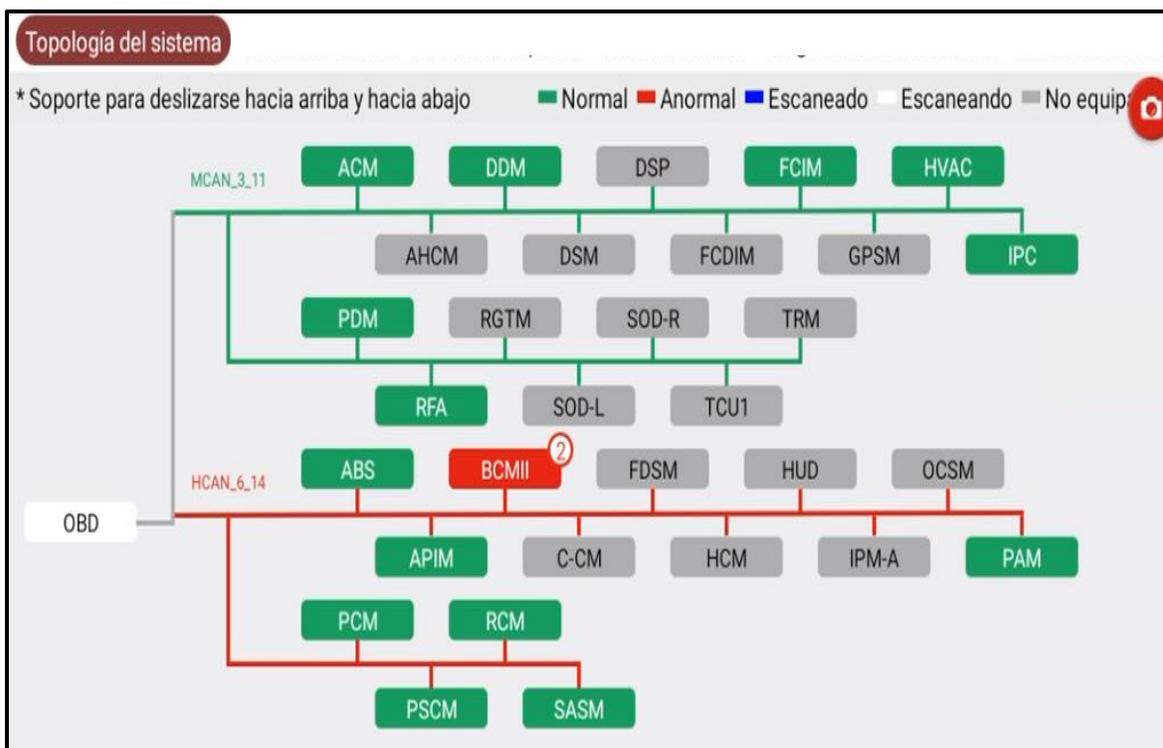
PIND 1	PIN 3	PIN 4	PIN 5	PIN 6	PIN 8	PIN 11	PIN 14	PIN 16
GM UART	Detección de objetos CAN BUS+	Masa del chasis	Señal de tierra	CAN High ISO 15765- 4	Sin uso	Detección de objetos CAN BUS-	CAN High ISO 15765- 4	Batería+

Nota. Descripción de pines del DLC de la Ford Escape 2019

Topología de red

Figura 42

Topología de red de la Ford Escape 2019



Nota. Se observa las líneas de comunicación y los módulos existentes en la Ford Escape 2019

Reporte de módulos

Tabla 22

Red de comunicación Ford Escape 2019 y módulos existentes.

Línea	Módulo	Descripción
MCAN	ACM	Módulo de Control de Audio
	DDM	Módulo de puerta delantera del conductor
	FCIM	Módulo de la Interfaz de Controles Delanteros
	HVAC	Calefacción, Ventilación y A/C
	IPC	Módulo de Control del panel de Instrumentos
	PDM	Módulo de la Puerta Delantera del Pasajero
	RFA	Actuador de Función Remota
HCAN	ABS	Sistema de Freno de Anti-bloqueo
	APIM	Módulo de la Interfaz del Protocolo de Accesorios
	BCM II	Módulo de Control de Carrocería
	PAM	Módulo de ayuda al estacionamiento
	PCM	Módulo de control del tren motriz
	PSCM	Módulo de Control de la Dirección Asistida
	RCM	Airbag
	SASM	Módulo del Sensor del Ángulo de dirección

Nota. Se describen los módulos que existente en la red de comunicación de la Ford Escape 2019.

Flujo de datos en tiempo real

Figura 43*ACM (Módulo de Control de Audio)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Frecuencia modulada	88.5 mHz	- - 88,5
Potencia de señal de antena	55	- - 55
Velocidad Vehículo	0 km/h ▼	0 - 255
Voltaje de Alimentación del Módulo	13.4 V ▼	0 - 20

Nota. Los datos proporcionados en el módulo ACM son importantes para comprender el estado y el funcionamiento del sistema de audio del vehículo. Los valores al encontrarse dentro del rango estándar permiten una experiencia placentera al ocupante.

Figura 44*HVAC (Calefacción, Ventilación y A/C)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Temperatura del aire de la salida de los pies izquierda	45 degreeC	-40 - 215
Temperatura del aire de la salida del salpicadero izquierda	40 degreeC	-40 - 215
Temperatura del aire de salida, lado derecho del piso	44 degreeC	-40 - 215
Temperatura del aire de salida, lado derecho del salpicadero	41 degreeC	-40 - 215
Velocidad de motor de ventilador	0 %	0 - 100

Nota. Los datos proporcionados ayudan a comprender el estado y el funcionamiento de los sistemas del módulo HVAC, la temperatura del aire de salida en diferentes zonas del habitáculo

y la velocidad del motor de ventilador son aspectos que influyen en el confort térmico de los ocupantes del vehículo.

Figura 45

IPC (Módulo de Control del panel de Instrumentos)

Nombre	Valor	Rango estándar
Control del indicador del medidor de combustible	26 %	0 – 100
Control del indicador del tacómetro	11 %	0 – 100
Cuentakilómetros parcial	1033.2 km	-- 1033,2
Indicador de temperatura	51 %	0 – 100
Kilometraje total del vehículo	57434.31 km	-- 57434,31

Nota. Estos datos proporcionados por el IPC son importantes para comprender el estado y funcionamiento del vehículo desde la perspectiva del conductor porque ayudan a monitorear y mantener el vehículo en condiciones óptimas.

Figura 46

ABS (Sistema de Freno de Anti-bloqueo)

Nombre	Valor	Rango estándar
Ángulo del volante - Sin procesar	4.1 deg	-600 – 600
Presión hidráulica de tubería de líquido de frenos	66.66 kPa	-- 66,66
Sensor del ángulo de dirección	6.2 deg	-600 – 600
Sensor velocidad rueda delantera izquierda	0 km/h	0 – 160,9
Sensor velocidad rueda trasera izquierda	0 km/h	0 – 160,9
Sistema de Frenado Antibloqueo	Inactivo	
Velocidad Vehículo	0 km/h	0 – 130

Nota. Los datos son cruciales para comprender el funcionamiento y estado del sistema ABS, la información permite al sistema tomar decisiones rápidas y precisas para evitar el bloqueo de

los neumáticos y mantener el control del vehículo durante situaciones de frenado de emergencia.

Figura 47

BCM II (Módulo de Control de Carrocería)

Nombre	Valor	Rango estándar
Batería del vehículo - Corriente	1.62 A ∨	-127 – 128
Batería del vehículo - Días en funcionamiento	172	- – 172
Batería del vehículo - Estado de carga	87 %	0 – 100
Batería del vehículo - Temperatura estimada	55 degreeC	-40 – 100
Kilometraje total del vehículo	57434.31 km	- – 57434,31
Presión barométrica.	70.5 kPa ∨	- – 70,5
Presión del neumático delantero derecho	221.3 kPa ∨	- – 221,3
Presión del neumático delantero izquierdo	215.5 kPa ∨	- – 215,5
Presión del neumático trasero derecho	214.4 kPa ∨	- – 214,4
Presión del neumático trasero izquierdo	233.4 kPa ∨	- – 233,4
Presión indicada de neumático delantero	227.5 kPa ∨	- – 227,5
Presión indicada de neumático trasero	227.5 kPa ∨	- – 227,5

Nota. Estos datos son esenciales para comprender el estado y funcionamiento de sistemas relacionados con la carrocería del vehículo, la información permite que el BCMII supervise y controle dichos sistemas de manera efectiva para garantizar un funcionamiento confiable y seguro del vehículo.

Figura 48

PCM (Módulo de control del tren motriz)

Nombre	Valor	Rango estándar
Flujo de aire en frecuencia	1703.8 Hz	0 – 15000
Flujo masa de aire	2.13 g/s ▼	0 – 225
Monitor de alimentación del inyector	13.29 V ▼	0 – 16
Monitor de la bomba de combustible	40.4 %	0 – 120
Nivel de combustible	29.02 %	0 – 100
Posición absoluta B de la mariposa	17.25 %	0 – 100
Posición D del pedal del acelerador	15.29 %	0 – 100
Presión barométrica	71 kPa ▼	- - 71
Presión del depósito de combustible	4.16 kPa ▼	4,15 – 4,16
Revoluciones por minuto del motor	842.2 rpm ▼	842,2 – 852,8
Temperatura ambiente	82 degreeC	-18 – 50
Temperatura de la culata	100 degreeC	-20 – 120
Temperatura de la Culata del Cilindro	3.4 V ▼	0 – 5
Temperatura del aceite de la caja de cambios	97.06 degreeC	-20 – 120
Temperatura del aire de admisión	16 degreeC	-30 – 120
Temperatura del aire de admisión	2.81 V ▼	0 – 5
Temperatura del líquido de la transmisión	0.52 V ▼	0 – 5

Nota. Los datos proporcionados ayudan a la PCM ajustar y optimiza en tiempo real la combustión, el suministro de combustible y más aspectos del funcionamiento del tren motriz

Flujo de DTC

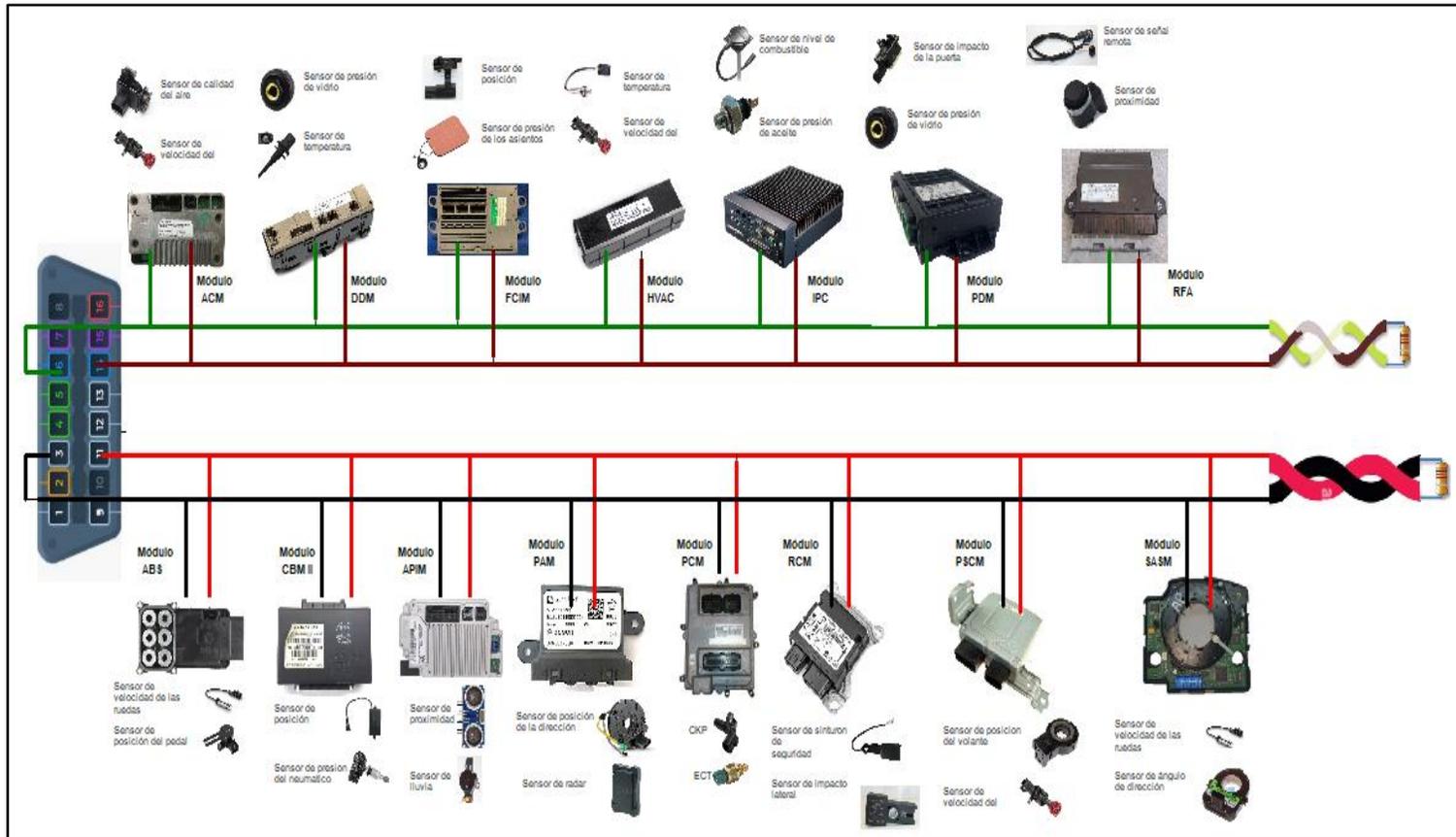
De todos los módulos del vehículo el BCM II (Módulo de Control de Carrocería) presenta 2 DTC, los cuales son:

1. **B1108:77-28** Motor de cierre centralizado de la puerta del conductor
2. **B109B:15-2F** Luz de la matrícula

Diseño Livewire

Figura 49

Diagrama de la topología de la Ford Escape 2019



Nota. Los pines 3 y 11 MCAN son líneas de comunicación para la red de confort que comunica a los módulos ACM, DDM, FCIM, HVAC, IPC, PDM y RFA. Los pines 6 y 14 HCAN son las líneas de comunicación para la red de tracción que comunica a los módulos ABS, BCM II, APIM, PAM, PCM, RCM, PSCM y SASM.

Ford Edge 2013

Características generales

Tabla 23

Características generales de la Ford Edge



Motor	2.0L EcoBoost
Potencia	240hp @ 5500 rpm
Torque	270 lb. a 3.000 r.p.m.
Transmisión	Automática 6 velocidades
Combustible	Gasolina
Tipo	SUV

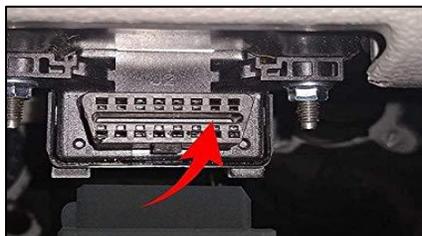
Nota. Se describen las características relevantes del vehículo.

Protocolo de pruebas

Ubicación DLC

Figura 50

Ubicación del DLC en la Ford Edge



Nota. Se observa el DLC del vehículo y los pines que dispone para su comunicación.

Tabla 24

Pines del DLC

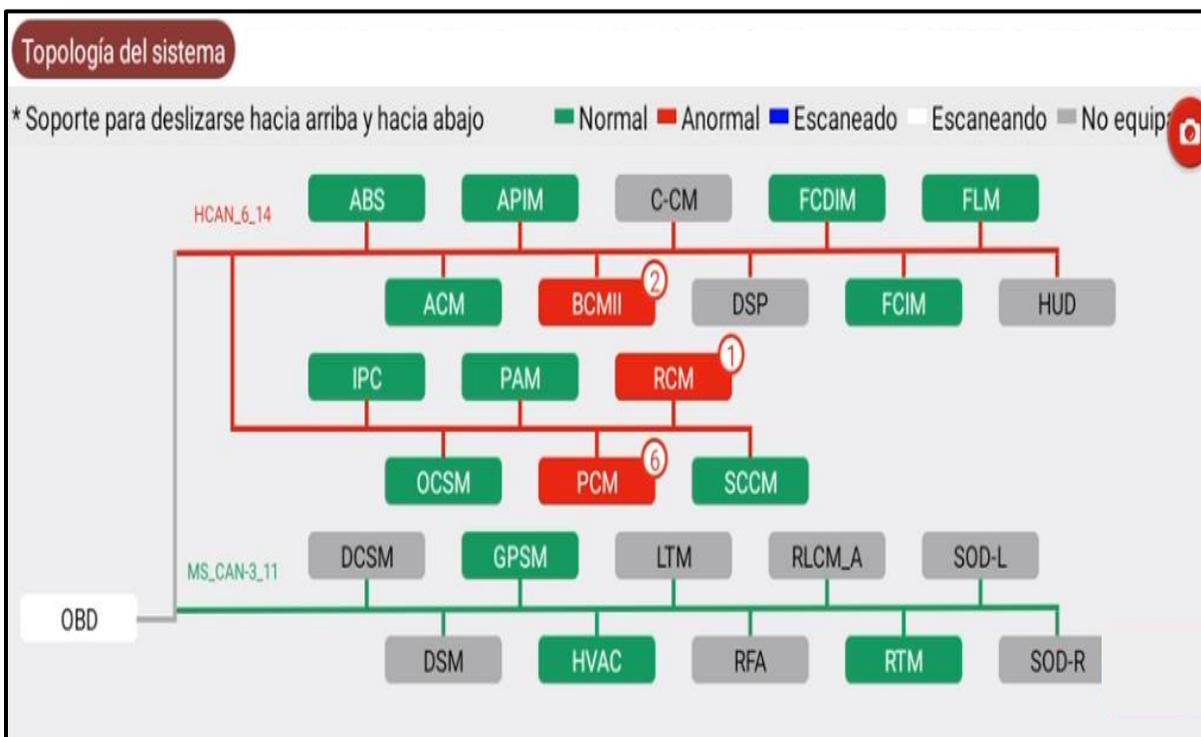
PIN 3	PIN 4	PIN 5	PIN 6	PIN 9	PIN 11	PIN 12	PIN 14	PIN 16
Detección de objetos CAN BUS+	Masa del chasis	Señal de tierra	CAN High ISO 15765-4	Alimentación de la Batería	Detección de objetos CAN BUS-	Flash EEPROM	CAN High ISO 15765-4	Batería+

Nota. Descripción de pines del DLC de Ford

Topología de red

Figura 51

Topología de red de la Ford Edge



Nota. Se observa las líneas de comunicación y los módulos existentes en la Ford Edge 2013

Reporte de módulos

Tabla 25

Red de comunicación Ford EDGE 2013 y módulos existentes.

Línea	Módulo	Descripción
MSCAN	GPSM	Módulo del Sistema de Posicionamiento Global GPS
	HVAC	Calefacción, Ventilación y A/C
	RTM	Módulo de transceptor de radio
HCAN	ABS	Sistema de Freno de Anti-bloqueo
	APIM	Módulo de la Interfaz del Protocolo de Accesorios
	FCDIM	Módulo de la Interfaz del Display/Control Delantero
	FLM	Módulo de Control de Iluminación Delantera
	ACM	Módulo de Control de Audio
	BCM II	Módulo de Control de Carrocería
	FCIM	Módulo de la Interfaz de Controles Delanteros
	IPC	Módulo de Control del panel de Instrumentos
	PAM	Módulo de ayuda al estacionamiento
	RCM	Airbag
	OCSM	Módulo del Sistema de Clasificación de Ocupante
	PCM	Módulo de control del tren motriz
	SCCM	Módulo de Control de la Columna de la Dirección

Nota. Se describen los módulos que existente en la red de comunicación de la Ford Edge 2013.

Flujo de datos en tiempo real

Figura 52*ACM (Módulo de Control de Audio)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Frecuencia modulada	95 mHz	-- 95
Potencia de señal de antena	68	67 – 68
Velocidad Vehículo	0 km/h ▾	0 – 90
Voltaje de Alimentación del Módulo	13.8 V ▾	0 – 20
Volumen	3	-- 3

Nota. Los datos proporcionados en el módulo ACM son importantes para comprender el estado y el funcionamiento del sistema de audio del vehículo. Los valores al encontrarse dentro del rango estándar permiten una experiencia placentera al ocupante.

Figura 53*BCM II (Módulo de Control de Carrocería)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Batería del vehículo - Corriente	20 A ▾	-127 – 128
Batería del vehículo - Días en funcionamiento	272	-- 272
Batería del vehículo - Estado de carga	86 %	0 – 100
Batería del vehículo - Pérdida de carga en amperios hora	-90.23 Ah ▾	-10 – 555,4
Batería del vehículo - Temperatura estimada	29 degreeC	-40 – 100
Batería del vehículo - Tensión	14 V ▾	13,9 – 14

Nota. Estos datos son esenciales para comprender el estado y funcionamiento de sistemas relacionados con la carrocería del vehículo, la información permite que el BCMII supervise y controle dichos sistemas de manera efectiva para garantizar un funcionamiento confiable y seguro del vehículo

Figura 54*IPC (Módulo de Control del panel de Instrumentos)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Control del indicador del medidor de combustible	53 %	0 – 100
Control del indicador del tacómetro	9 %	0 – 100
Indicador de temperatura	38 %	0 – 100
Nivel de combustible	52.55 %	0 – 100
Odómetro del Vehículo (milla) / (km)	159351.28 km	-- 159351,28
Velocímetro	0 %	0 – 100
VOLTAJE DEL MODULO DE CONTROL	13.63 V ▾	0 – 16

Nota. Estos datos proporcionados por el IPC son importantes para comprender el estado y funcionamiento del vehículo desde la perspectiva del conductor porque ayudan a monitorear y mantener el vehículo en condiciones óptimas

Figura 55*RCM (Airbag)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Columna de la dirección desplegable: control de despliegue	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control de despliegue del protector para rodilla del pasajero	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control de la correa de la bolsa de aire frontal del pasajero	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control del despliegue del limitador de carga del cinturón de seguridad del conductor	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control del despliegue del limitador de carga del cinturón de seguridad del pasajero	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Corriente del sensor del cinturón de seguridad del acompañante	0.01 A ▾	0 – 0,2

Nota. Estos datos proporcionan información sobre la integridad y el funcionamiento de los sistemas de seguridad pasiva del vehículo, estos datos son cruciales para garantizar la efectividad de los sistemas de seguridad y la protección de los ocupantes en caso de accidente.

Figura 56

PCM (Módulo de control del tren motriz)

Nombre	Valor	Rango estándar
Avance de la chispa	11.25 deg	-10 – 60
Banco 1 de proporción de equivalencia (mezcla aire/combustible) ordenada	14.79 :1	0 – 30
Banco 2 de proporción de equivalencia (mezcla aire/combustible) ordenada	14.79 :1	0 – 30
Bomba de Combustible	39.38 %	0 – 100
CONTADOR de DTC (incluye aquellos que no necesitan acción alguna)	6	-- 6
Corriente del sensor de oxígeno del gas de escape Banco 2 Sensor 1	-82.03 uA	-25 – 25
Flujo masa de aire	3.14 g/s	0 – 225
Flujo masa de aire	0.49 V	0 – 5
Kilometraje total del vehículo	159351.28 km	-- 159351,28
Posición D del pedal del acelerador	15.69 %	0 – 100
Nivel de combustible	54.9 %	0 – 100
Presión barométrica	79 kPa	-- 79
Presión del depósito de combustible	0.06 kPa	0,05 – 0,06
Sensor de oxígeno calefactado gases de escape (banco 1, sensor 2)	-0.08 V	0 – 1
Sensor de oxígeno calefactado gases de escape (banco 2, sensor 2)	-0.58 V	0 – 1
Temperatura ambiente	44 degreeC	-18 – 50
Temperatura de la culata	99 degreeC	-20 – 120
Temperatura de la Culata del Cilindro	3.37 V	0 – 5
Temperatura del aceite de la caja de cambios	62.81 degreeC	-20 – 120
Temperatura del aire de admisión	48 degreeC	-30 – 120

Nota. Los datos ayudan a monitorear el funcionamiento del motor y los sistemas relacionados, en este caso como unos valores se encuentran fuera del rango recomendado puede indicar

problemas en el sistema de combustión o en el catalizador. Para corregir esto la PCM puede ajustar la mezcla de aire-combustible para optimizar el rendimiento del motor y reducir las emisiones.

Flujo de DTC

Los módulos BCM II (Módulo de Control de Carrocería), PCM (Módulo de control del tren motriz) y RCM (Airbag) presentan DTC, los cuales son:

BCM II, 2 problemas existentes

1.B124D:02-08 Sensor de presión del neumático

2.B10D7:87-08 Llave del sistema antirrobo pasivo.

PCM (Módulo de control del tren motriz) 6 problemas existentes

1.P0131:00-AE Tensión baja en circuito de sonda lambda calefactada universal (bancada 1, sonda1).

2.P0304:00-AC Detectado fallo de encendido en el cilindro 4

3.P0316:00-28 Fallo de encendido detectó en Startup (primer 1000 revoluciones)

4.P219B:00-64 Desequilibrio en la relación de aire/combustible de la bancada 2

5.P2A01:00-AF Funcionamiento incorrecto del circuito de oxígeno. Bancada 1 sensor 2

6.P2A04:00-AF Funcionamiento incorrecto del circuito de oxígeno. Bancada 2 sensor 2

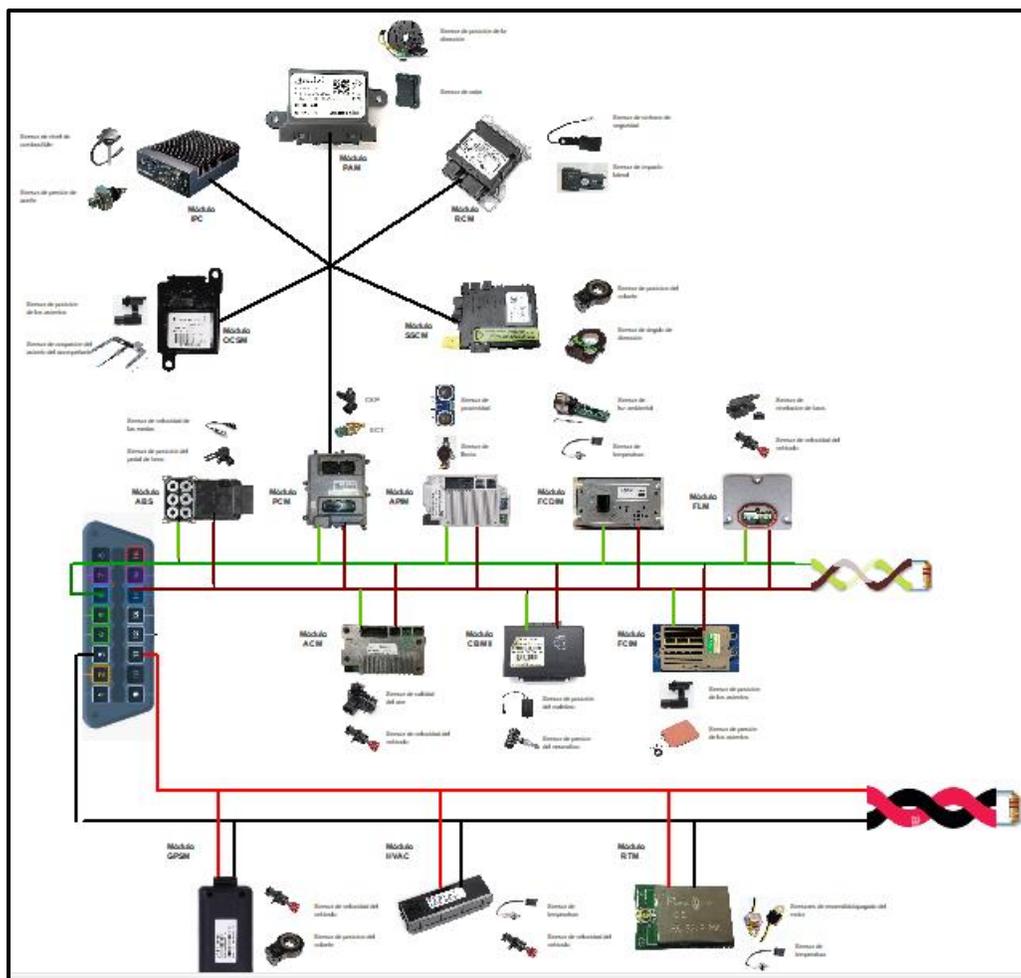
RCM 1 problema existente

1.B00A0:63-08 Sistema de detección de ocupación del asiento

Diseño Livewire

Figura 57

Diagrama de la topología de la Ford Edge 2013



Nota. Los pines 3 y 11 MSCAN son líneas de comunicación para la red de confort que comunica a los módulos GPSM, HVAC y RTM. Los pines 6 y 14 HCAN son las líneas de comunicación para la red de tracción que comunica a los módulos ABS, APIM, FCDIM, FLM, ACM, BCM II, FCIM, PCM, en este caso la PCM actúa como traductor igualando todas las velocidades para poner la información que se requiere en la red confort de baja velocidad para comunicar a los módulos IPC, PAM, OCSM, RCM y SCCM que se encuentran conectados en estrella.

Ford Escape 2010

Características generales

Tabla 26

Características generales de la Ford Escape



Motor	XLT V6
Potencia	240 hp @ 6550 rpm
Torque	171 lb-ft
Transmisión	4x4
Tipo	SUV

Nota. Se describen las características relevantes del vehículo.

Protocolo de pruebas

Ubicación DLC

Figura 58

Ubicación del DLC en la Ford Escape



Nota. Se observa el DLC del vehículo y los pines que dispone para su comunicación.

Tabla 27

Pines del DLC

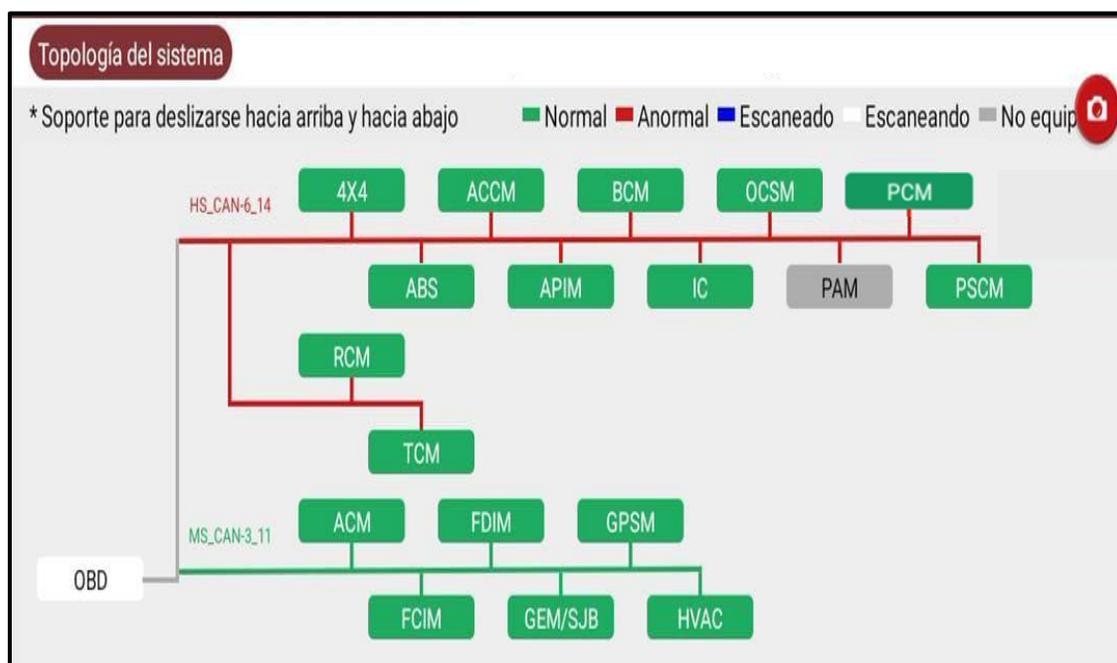
PIN 3	PIN 4	PIN 5	PIN 6	PIN 11	PIN 13	PIN 14	PIN 16
Detección de objetos CAN BUS+	Masa del chasis	Señal de tierra	CAN High ISO 15765-4	Detección de objetos CAN BUS-	FEPS Voltaje Programación ECU	— CAN High ISO 15765-4	Batería+

Nota. Descripción de pines del DLC de Ford

Topología de red

Figura 59

Topología de red de la Ford Escape 2010



Nota. Se observa las líneas de comunicación y los módulos existentes en la Ford Escape 2019

Reporte de módulos

Tabla 28

Red de comunicación Ford Escape 2019 y módulos existentes.

Línea	Módulo	Descripción
MSCAN	ACM	Módulo de Control de Audio
	FDIM	Módulo de la Interfaz del Display Delantero
	GPSM	Módulo del Sistema de Posicionamiento Global GPS
	FCIM	Módulo de la Interfaz de Controles Delanteros
	GEM/SJB	Módulo Electrónico Genérico/Caja de Conexiones Inteligente
	HVAC	Calefacción, Ventilación y A/C
HSCAN	4x4	Módulo de Control 4x4
	ACCM	Sistema inteligente para el sistema de frenos en conducción por ciudad
	BCM	Módulo de Mando de la Batería
	OCSM	Módulo del Sistema de Clasificación de Ocupante
	PCM	Módulo de control del tren motriz
	ABS	Sistema de Freno de Anti-bloqueo
	APIM	Módulo de la Interfaz del Protocolo de Accesorios
	IC	Panel de Instrumentos
	PSCM	Módulo de Control de la Dirección Asistida
	RCM	Airbag
	TCM	Módulo de Control de la Transmisión

Nota. Se describen los módulos que existente en la red de comunicación de la Ford Escape 2010.

Flujo de datos en tiempo real

Figura 60

Módulo ACCM

Nombre	Valor	Rango estándar
Estado del modo Alimentación	Posición I del encendido	
Estados de funcionamiento de la ECU	Estado operativo	
Voltaje de Alimentación Alto del Compresor del A/C eléctrico	342 V ▾	0 – 380

Nota. Los datos proporcionan información sobre el funcionamiento del sistema de frenos y sistema de aire acondicionado eléctrico para garantizar un funcionamiento adecuado de los sistemas descritos.

Figura 61

BCM (Módulo de Mando de la Batería)

Nombre	Valor	Rango estándar
Corriente eléctrica que fluye por el sistema de control de tracción	0.82 A ▾	-50 – 150
Estado de carga de conjunto de baterías (SOC)	48.8 %	0 – 100
Estado de carga medio	47.97 %	0 – 100
Límite de tensión de descarga	30000 W ▾	0 – 64000
Maximum Charge Power Limit	21250 W ▾	0 – 64000

Nota. Los datos ayudan a la BCM supervisar y gestionar aspectos del sistema eléctrico del vehículo para garantizar un funcionamiento eficiente del mismo. También establece límites de tensión de carga para proteger la batería y el sistema eléctrico del vehículo prolongando su vida.

Figura 62

PCM (Módulo de control del tren motriz)

Nombre	Valor	Rango estándar
A/C Pressure Sensor Voltage	1.19 V	0 – 5
Avance de la chispa	-7.25 deg	-10 – 60
Banco 1 de proporción de equivalencia (mezcla aire/combustible) ordenada	14.64 :1	0 – 30
Voltaje de Alimentación del Módulo	14.32 V	9 – 16
Voltaje de referencia	5.03 V	4 – 6
Voltaje Positivo de la Batería	14.35 V	10 – 16
Velocidad ralenti deseada RPM	1076 rpm	-- 1076
Temperatura de la culata	41 degreeC	-20 – 120
Temperatura de la Culata del Cilindro	1.88 V	0 – 5
Temperatura de refrigerante del sistema electrónico del motor	3.21 V	0 – 5
Temperatura del aire de admisión	29 degreeC	-30 – 120
Temperatura del aire de admisión	2.75 V	0 – 5
Presión del depósito de combustible	0.06 kPa	-- 0,06
Presión del depósito de combustible	2.66 V	0 – 5
Sensor de posición de la mariposa 1	4.1 V	0 – 5

Nota. Los datos ayudan a monitorear el funcionamiento del motor y los sistemas relacionados, en este caso como unos valores se encuentran fuera del rango recomendado puede indicar problemas en el sistema de combustión o en el catalizador. Para corregir esto la PCM puede ajustar la mezcla de aire-combustible para optimizar el rendimiento del motor y reducir las emisiones.

Figura 63*ABS (Sistema de Freno de Anti-bloqueo)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Posición del pedal del freno - Medida	0.05 mm ▾	-32,77 – 32,77
Presión del Freno Delantero Derecho	40 kPa ▾	-- 40
Presión del Freno Delantero Izquierdo	64 kPa ▾	-- 64
Presión del freno trasero derecho	17 kPa ▾	-- 17
Presión del Freno Trasero Izquierdo	0 kPa ▾	-- 0
Presión hidráulica de tubería de líquido de frenos	33.33 kPa ▾	-- 33,33
Sensor de Desplazamiento de la Membrana del Turbo del Freno	0.08 mm ▾	-100 – 100
Sensor de Presión de Corte del Simulador	197 kPa ▾	-- 197
SENSOR DE VELOCIDAD DE LA RUEDA DELANTERA DERECHA	0 km/h ▾	0 – 160,9
SENSOR DE VELOCIDAD DE LA RUEDA TRASERA DERECHA	0 km/h ▾	0 – 160,9

Nota. Los datos son cruciales para comprender el funcionamiento y estado del sistema ABS, la información permite al sistema tomar decisiones rápidas y precisas para evitar el bloqueo de los neumáticos y mantener el control del vehículo durante situaciones de frenado de emergencia.

Figura 64*IC (Panel de Instrumentos)*

Nombre	Valor	Rango estándar
Distancia Total	36749.97 km	-- 36749,97
Nivel de combustible	28.24 %	0 – 100
Número de llaves almacenado	2	-- 2
Tensión de la batería	14.1 V ▾	0 – 16

Nota. Estos datos proporcionados por el IPC son importantes para comprender el estado y funcionamiento del vehículo desde la perspectiva del conductor porque ayudan a monitorear y mantener el vehículo en condiciones óptimas

Figura 65

RCM (Airbag)

Nombre	Valor	Rango estándar
Corriente del sensor del cinturón de seguridad del acompañante	0.01 A ▾	0 – 0,2
Corriente del Sensor del cinturón de seguridad del conductor	0.01 A ▾	0 – 0,2
Estado del sensor del cinturón de seguridad del conductor	Noabrochado	
Estado del Sensor del cinturón de seguridad del pasajero	Noabrochado	
Resistencia de Control 1 de despliegue del airbag de cortina derecho	2.35 ohm ▾	0 – 655,4
Resistencia de Control 1 de despliegue del airbag de cortina izquierdo	2.4 ohm ▾	0 – 655,4

Nota. Estos datos proporcionan información sobre la integridad y el funcionamiento de los sistemas de seguridad pasiva del vehículo, estos datos son cruciales para garantizar la efectividad de los sistemas de seguridad y la protección de los ocupantes en caso de accidente.

Figura 66

GEM/SJB (Módulo Electrónico Genérico/Caja de Conexiones Inteligente)

Nombre	Valor	Rango estándar
Apertura cristal/maletero	Inactivo	
Bloqueo de todas las puertas	Inactivo	
Circuito de iluminación interior	Desactivado	
Circuito de las luces de largo alcance del lado derecho	Desactivado	
Circuito de las luces de largo alcance del lado izquierdo	Desactivado	
Código de acceso sin llaves de fábrica	13739	-- 13739

Nota. Los datos proporcionados dan información sobre el estado de seguridad y comodidades del vehículo, para que el módulo gestione el circuito de iluminación interior y las luces de largo alcance, lo que afecta a la visibilidad y seguridad del conductor.

Figura 67

HVAC (Calefacción, Ventilación y A/C)

Nombre	Valor	Rango estándar
Sensor de radiación solar (derecha)	4860 W ∨	0 – 5000
Sensor de radiación solar (izquierda)	4840 W ∨	0 – 5000
Sensor de temperatura de habitáculo	20 degreeC	-40 – 93
temperatura del evaporador	24 degreeC	-40 – 100
Velocidad de motor de ventilador	0 %	0 – 100

Nota. Los datos proporcionados ayudan a comprender el estado y el funcionamiento de los sistemas del módulo HVAC, la temperatura del aire de salida en diferentes zonas del habitáculo y la velocidad del motor de ventilador son aspectos que influyen en el confort térmico de los ocupantes del vehículo.

Flujo de DTC

No presenta DTC.

Diseño Livewire

Ford F-150 2007***Características generales*****Tabla 29***Características generales de la Ford F-150*

Motor	3.3L V-6
Potencia	290 hp @ 6500 rpm
Torque	359 lb. a 4000 r.p.m.
Transmisión	Manual 5 velocidades
Tracción	4x4 electrónica
Combustible	Gasolina
Tipo	PICK UP

Nota. En la tabla se describe las principales características del vehículo.

Protocolo de pruebas***Ubicación DLC***

El DLC de la Ford F-150 se encuentra ubicado cerca de la columna de dirección, debajo del panel de instrumentos.

Figura 69

Ubicación del DLC en la Ford F-150



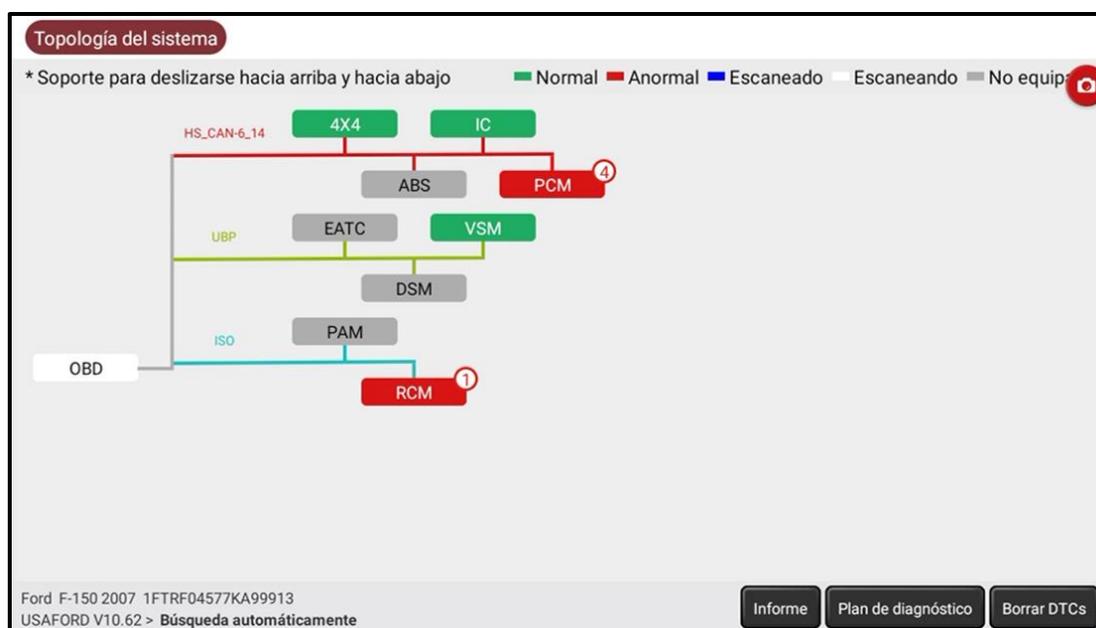
Nota. Se observa el DLC del vehículo y los pines que dispone para su comunicación

Pines 6 y 14: HS_CAN

Topología de la red

Figura 70

Topología de red de la Ford F-150



Nota. Se observa las líneas de comunicación y los módulos existentes en la Ford F-150

Módulos encontrados

Antes de realizar el diagnóstico completo del vehículo se puede observar la red de comunicación que incorpora las Ford F-150 2007, en su sistema trae redes de comunicación como HS_CAN, UBP e ISO. Todas estas redes en conjunto cuentan con 5 módulos encargados de mantener al vehículo en óptimas condiciones. Tanto la red CAN como la red ISO trabajan a una comunicación entre 1 kbit/s a 1Mbit/s.

Reporte de módulos

Tabla 30

Red de comunicación Ford F-150 2007

Línea	Módulo	Descripción
HS_CAN	4x4	Módulo de Control 4x4
	IC	Racimo de Instrumentos
Línea	Módulo	Descripción
HS_CAN	ABS	Sistema de Freno de Anti-bloqueo
	PCM	Módulo de Control del Tren Motriz
UBP	VSM	Módulo de Seguridad del Vehículo
ISO	RCM	Airbag

Nota. En la tabla se describen los módulos que existen en la red de comunicación de la Ford F-150 2007

En los redes descritos anteriormente se encontró 2 módulos que presentan códigos de falla de los cuales se describe a continuación detalladamente cada uno de ellos

Tabla 31

Códigos de falla presentes en los diferentes módulos

Módulo	Código DTC	Observación
PCM	P0012	Puesta a punto de la posición del árbol de levas de admisión: retraso excesivo (bancada 1)
	P0340	Fallo del circuito del sensor CMP
	P0553	Entrada alta en el circuito del interruptor PSP
	P1000	La prueba de disponibilidad de sistemas OBD no ha finalizado
RCM	B1884	Fallo de circuito de testigo de desactivación de airbag de acompañante

Nota. En la tabla se observan los códigos de falla encontrados en los módulos PCM y RCM.

Eliminación de códigos de falla

Una vez realizado el diagnóstico de los códigos de falla que presenta el vehículo se procede a borrar estos códigos de la memoria y realizar un nuevo diagnóstico.

Los resultados obtenidos de esta prueba nos indica que todos los módulos se encuentran trabando de manera correcta.

Flujo de datos

Figura 71

Flujo de datos del módulo 4x4

Nombre	Valor	Rango estándar
Interruptor de encendido / Posición de arranque	Sí	
Velocidad del eje delantero	0 km/h ∨	0 – 159
Velocidad del eje trasero	0 km/h ∨	0 – 159
Voltaje de Alimentación del Módulo	14.2 V ∨	0 – 16

Nota. En la figura se detalla el flujo de datos del módulo 4x4 de la Ford F-150 2007.

En el módulo de control 4x4 se observa las características principales cuando el vehículo está en posición de estacionamiento pero con el vehículo encendido, se índice que las velocidades tanto del eje trasero como del eje delantero mantienen una velocidad de 0 km/h porque no están en movimiento y una voltaje de alimentación de 14.2 V.

Figura 72

Flujo de datos del módulo IC

Nombre	Valor	Rango estándar
Distancia Total	226002.05 km	- - 226002,05
Estado del Interruptor de la Puerta del Conductor Mal cerrada	Malcerrado	
Estado del Interruptor de la Puerta del Pasajero Mal cerrada	Cerrado	
ESTADO DEL INTERRUPTOR DE LA PUERTA TRASERA IZQUIERDA MAL CERRADA	Cerrado	
Estado del interruptor de portón trasero abierto	Cerrado	

Nota. Se detalla el flujo de datos del módulo IC

En el flujo de datos del módulo IC se observan parámetros como la distancia total que ha recorrido el vehículo durante su tiempo de operación hasta ese momento, se encuentra también parámetros como los estados de interruptores de la puerta para lo que se hizo una prueba con la puerta del conductor dejando mal cerrada y comprobando que estos interruptores se encuentran operando correctamente.

Figura 73*Flujo de datos del módulo PCM*

Nombre	Valor	Rango estándar
Avance de la chispa	10.25 deg	-10 – 60
Estado del conmutador del banco 1 del sensor de oxígeno	Mezclarica	
Estado del conmutador del banco 2 del sensor de oxígeno	Mezclapobre	
Revoluciones por minuto del motor	598.2 rpm ▾	598,2 – 600

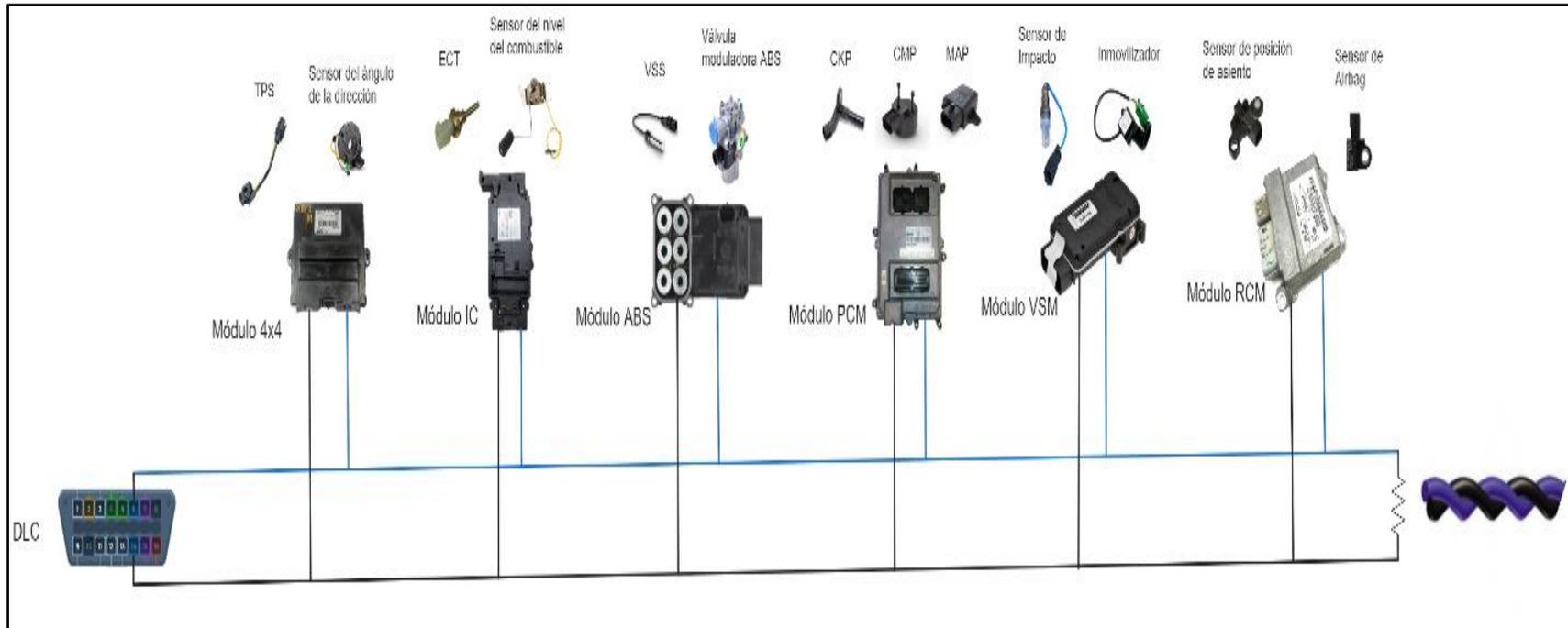
Nota. En la figura se observa el flujo de datos del módulo PCM

El módulo PCM abarca parámetros como los presentados como es el avance de la chispa el cual se encuentra en valor dentro de los límites del rango estándar, se puede observar también el tipo de mezcla generado en la cámara de combustión gracias al análisis de gases que realiza el sensor de oxígeno y otro parámetro importante es el ver las revoluciones a las que está trabajado el motor.

Diseño Livewire

Figura 74

Diagrama de la topología de la Ford F-150 2007



Nota. Se observa la representación gráfica de la topología diseñada en Livewire de la Ford F-150 2009.

Ford Ranger 2022

Características generales

Tabla 32

Características generales de la Ford Ranger



Motor	2.2L
Potencia	160 hp @ 3200 rpm
Torque	385 Nm
Transmisión	Manual 6 velocidades
Tracción	4x4
Combustible	Diesel
Tipo	PICK UP

Nota. En la tabla se describe las principales características del vehículo.

Protocolo de pruebas

Ubicación DLC

El DLC de la Ford Ranger se encuentra ubicado cerca de la columna de dirección, debajo del panel de instrumentos.

Figura 75

Ubicación del DLC en la Ford Ranger 2022



Nota. Se observa el DLC del vehículo y los pines que dispone para su comunicación

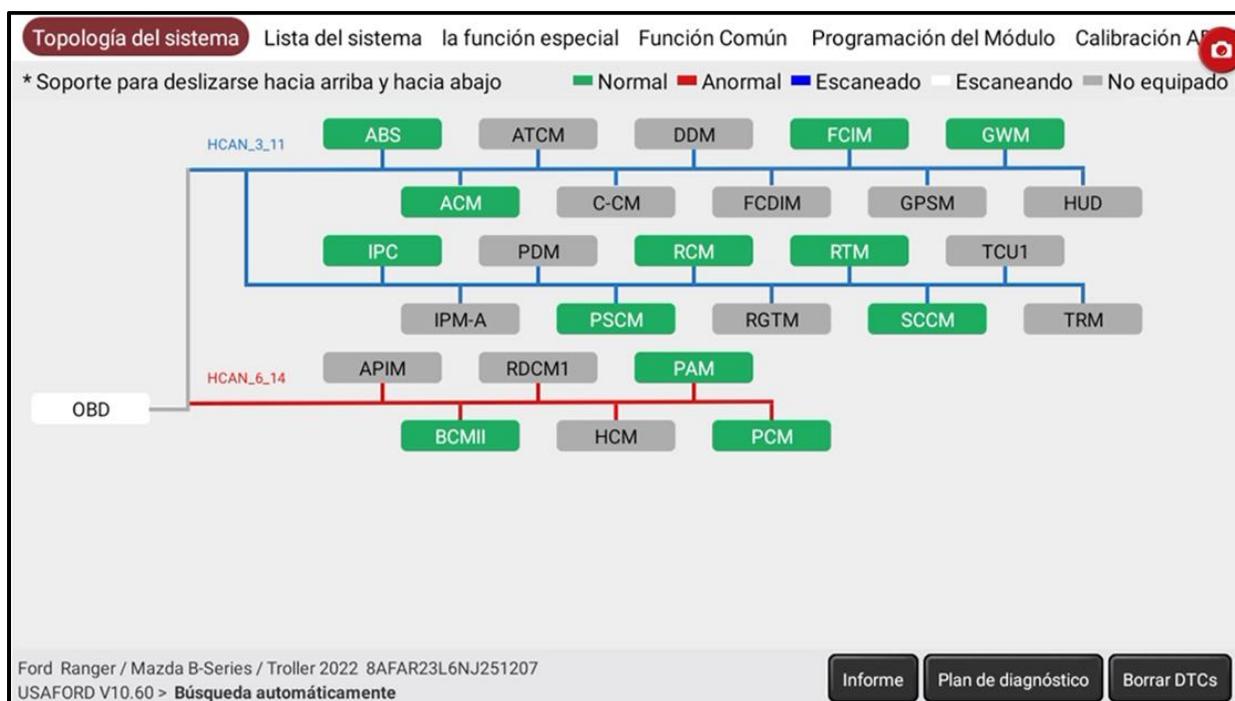
Pines 3 y 11: HCAN

Pines 6 y 14: HCAN

Topología de la red

Figura 76

Topología de red de la Ford Ranger 2022



Nota. La figura indica la topología y los módulos de la Ford Ranger 2022

Módulos encontrados

En la red de comunicación que incorpora las Ford Ranger 2022, en su sistema trae la red de comunicación HCAN. Esta red cuenta con 12 módulos encargados de mantener al vehículo en óptimas condiciones. Esta red CAN 1 kbit/s a 1Mbit/s.

Reporte de módulos

Tabla 33

Red de comunicación Ford F-150 2007

Línea	Módulo	Descripción
HCAN 3_11	ABS	Sistema de Freno Anti-bloqueo
	FCIM	Módulo de la Interfaz de Controles Delanteros
	GWM	Módulo de Pasarela A
	ACM	Módulo de Control de Audio
	IPC	Módulo de Control del Panel de Instrumentos
	RCM	Airbag
	RTM	Módulo de Transceptor de Radio
	PSCM	Módulo de control de la Dirección Asistida
	SCCM	Módulo de Control de la Columna de la dirección
HCAN 6_14	PAM	Módulo de Ayuda al Estacionamiento
	BCMII	Módulo de Control de Carrocería
	PCM	Módulo de Control del Tren Motriz

Nota. En la tabla se describen los módulos que existen en la red de comunicación de la Ford Ranger 2022

Flujo de datos

Figura 77

Flujo de datos del módulo IPC

Nombre	Valor	Rango estándar
Aviso de desempañado	Testigoapagado	
Botón de control de estabilidad dinámica	LIBERADO	
Control del indicador del medidor de combustible	56 %	0 – 100
Odómetro del Vehículo (milla) / (km)	47918.52 km	- - 47918,52
VOLTAJE DEL MODULO DE CONTROL	14.32 V ∨	0 – 16

Nota. Se detalla los parámetros más importantes del módulo IPC

En el módulo IPC se observan parámetros como el aviso de desempañado que en este caso se encuentra apagado debido a que no hay necesidad de encenderlo, se encuentra también el nivel de combustible con el que cuenta el vehículo así como el kilometraje que mantiene el vehículo hasta la actualidad, otro parámetro importante es el voltaje del módulo que viene a ser el mismo voltaje de la batería.

Figura 78

Flujo de datos del módulo PSCM

Nombre	Valor	Rango estándar
Calibración del sensor de posición del volante	No	
Corriente de motor EPAS	0.2 A ∨	-120 – 120
Desviación de alineación del ángulo del volante	0.9 deg	0 – 720
Temperatura interna del PSCM	28 degreeC	-40 – 125
Velocidad Vehículo	0 km/h ∨	0 – 255
Voltaje de Alimentación del Módulo	14.1 V ∨	8 – 16

Nota. Se detalla los parámetros más importantes del módulo PSCM

Para el módulo PSCM con el flujo de datos obtenido se puede determinar que el ángulo del volante tiene una pequeña desviación de 0.9°, la temperatura interna del módulo en funcionamiento 28°C y su voltaje de alimentación es de 14.1V que es el mismo voltaje de alimentación de la batería.

Figura 79

Flujo de datos del módulo PCM

Nombre	Valor	Rango estándar
Revoluciones por minuto del motor	701 rpm	698 – 702
RPM deseadas para el control de la velocidad del ralenti	700 rpm	- – 700
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 1	5.15 mg	0 – 100
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 2	5.17 mg	0 – 100
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 3	5.12 mg	0 – 100
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 4	5.12 mg	0 – 100

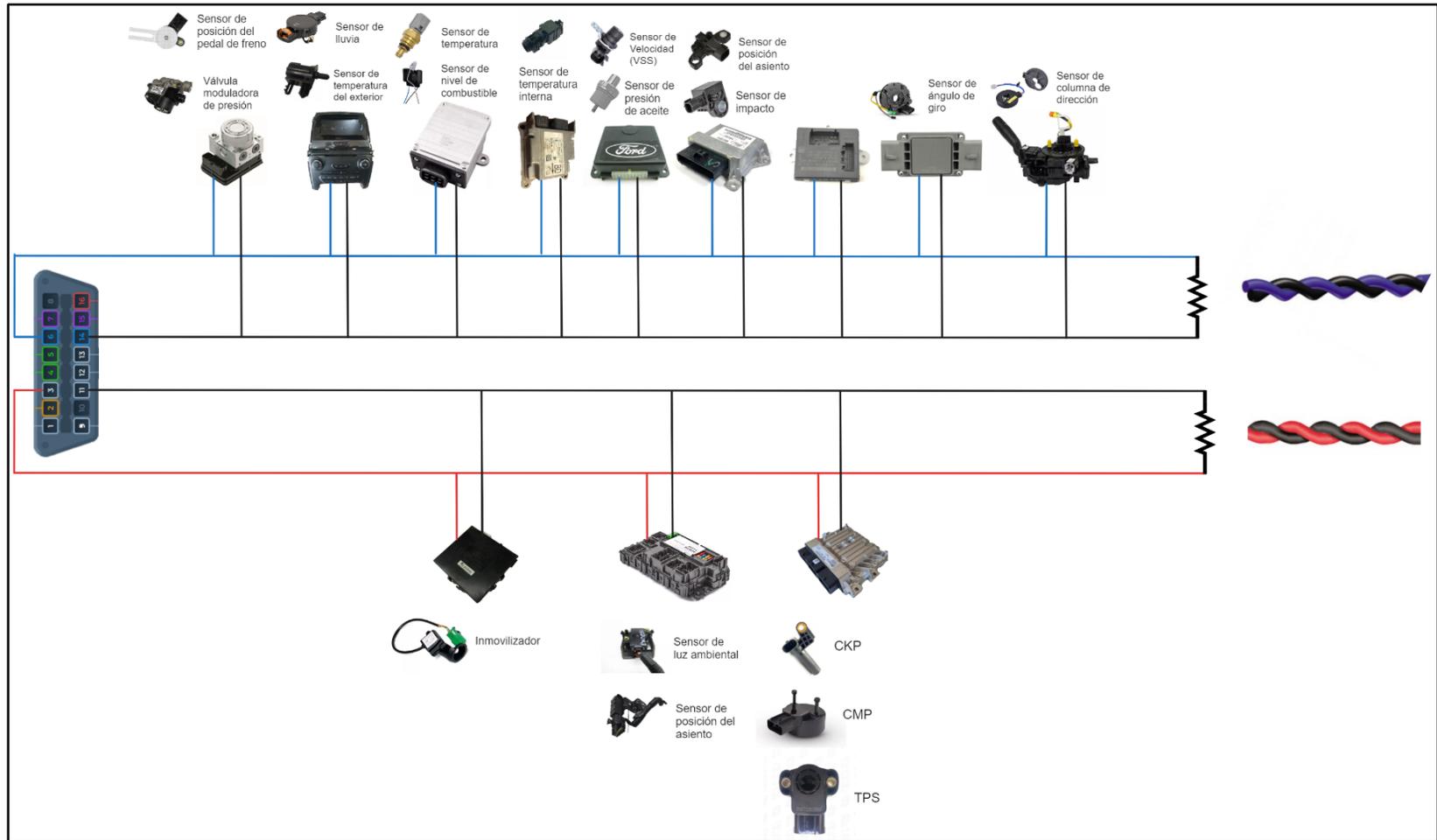
Nota. Se detalla los parámetros más importantes del módulo PCM

En el módulo PCM se puede observar claramente las revoluciones a las que está trabajando el motor cuando se encuentra en ralenti, se observa también la cantidad de combustible en mg inyectado en la cámara de combustión, se observa que la cantidad tiene un porcentaje mínimo de diferencia lo cual es normal indicando que el vehículo se encuentra en perfecto estado.

Diseño livewire

Figura 80

Diagrama de la topología de la Ford Ranger 2022



Nota. En la figura se observa el diagrama de la topología de la Ford Ranger 2022

Jeep Comapss 2014

Características generales

Tabla 34

Características generales de la Jeep Compass



Motor	2.2 CRD
Potencia	163 hp @ 3600 a 4200 rpm
Torque	320 Nm a 1400 a 3600 rpm
Transmisión	Automático 5 velocidades
Tracción	4x4
Combustible	Gasolina
Tipo	SUV

Nota. En la tabla se describe las principales características del vehículo.

Ubicación DLC

El DLC de la Jeep Compass se encuentra ubicado cerca de la manilla interna para abrir el capó del vehículo.

Figura 81

Ubicación del DLC en la Jeep Compass 2014



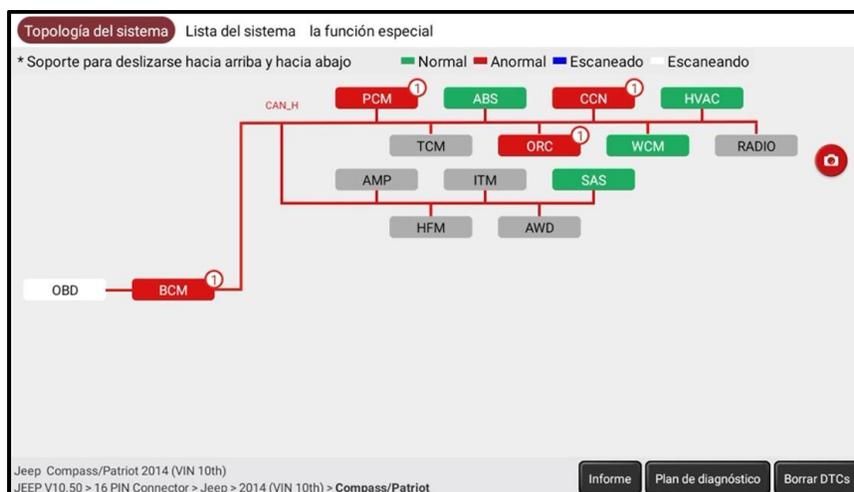
Nota. Se observa el DLC del vehículo y los pines que dispone para su comunicación

Pines 6 y 14: CANH

Topología de la red

Figura 82

Topología de red de la Jeep Compass



Nota. Se observa las líneas de comunicación y los módulos existentes en la Jeep Compass

Módulos encontrados

Se puede observar la red de comunicación que incorpora las Jeep Compass, en su sistema trae la red de comunicación CAN_H. Esta red en conjunto cuentan con 8 módulos encargados de mantener al vehículo en óptimas condiciones. La red CAN trabajanaa una comunicación entre 1 kbit/s a 1Mbit/s.

Reporte de módulos

Tabla 35

Red de comunicación de la Jeep Compass 2014

Línea	Módulo	Descripción
CAN_H	BCM	Módulo de Control de la Carrocería
	PCM	Módulo de Control del Tren Motriz
	ABS	Sistema de Antibloqueo de Frenos
	CCN	Nodo de Comportamiento de Cabina/Panel de instrumentos
	HAVC	Ventilación, calefacción y A/C / Control automático de temperatura
	ORC	Ocupante Restricción Controlador/Airbag
	WCM	Módulo de Control Remoto
	SAS	Sensor de ángulo de Dirección

Nota. En la tabla se describen los módulos que existen en la red de comunicación de la Chevrolet Silverado 2003

En los redes descritos anteriormente se encontró 4 módulos que presentan códigos de falla de los cuales se describe a continuación detalladamente cada uno de ellos

Tabla 36

Códigos de falla presentes en los diferentes módulos

Módulo	Código DTC	Observación
BCM	U0184	Se ha perdido la comunicación con la radio
PCM	P0133	Respuesta lenta del sensor de O2
CCN	U0184	Se ha perdido la comunicación con la radio
ORC	U0184	Se ha perdido la comunicación con la radio

Nota. En la tabla se observan los códigos de falla encontrados en los módulos PPS, HAC y SIR

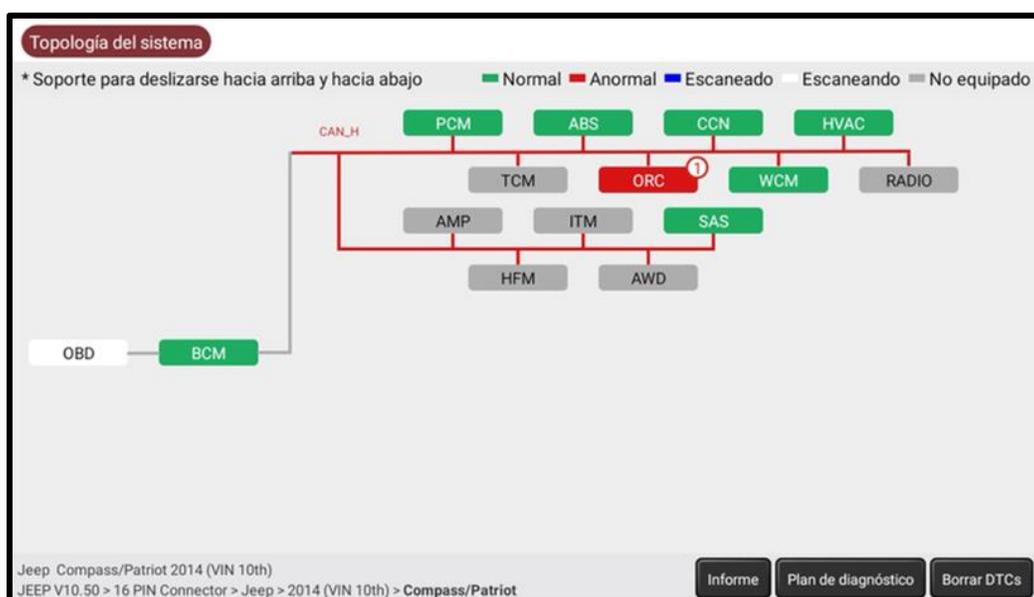
Eliminación de códigos de falla

Una vez realizado el diagnóstico de los códigos de falla que presenta el vehículo se procede a borrar estos códigos de la memoria y realizar un nuevo diagnóstico.

Los resultados obtenidos de esta prueba nos indica que todos los módulos se encuentran trabando de manera correcta.

Figura 83

Módulos sin códigos de falla



Nota. Se observa la red de comunicación sin los códigos de falla.

Flujo de datos

Figura 84

Flujo de datos del módulo BCM

Nombre	Valor	Rango estándar
Presión del refrigerante de A/A	1.2 MPa ▾	0 – 12,7
Rpm del motor	751 rpm	0 – 65534
Temperatura del refrigerante	111 degC	-40 – 214

Nota. Se observa el flujo de datos del módulo BCM.

Entre los parámetros más relevantes en el flujo de datos del módulo BCM se encuentra la presión del refrigerante el cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el fabricante, observamos también las revoluciones a las que está trabajando el motor el cual también se encuentra dentro de los parámetros establecidos y la temperatura del refrigerante.

Figura 85

Flujo de datos del módulo ABS

Nombre	Valor	Rango estándar
Estado del conmutador de frenos	Presionado	
Estado del pedal de freno	FrenosON	
Estado del sensor de presión de frenos	Presionado	
Velocidad del vehículo	0 km/h ▾	0 – 511
Voltaje de suministro de alimentación	13.3 V ▾	5 – 18

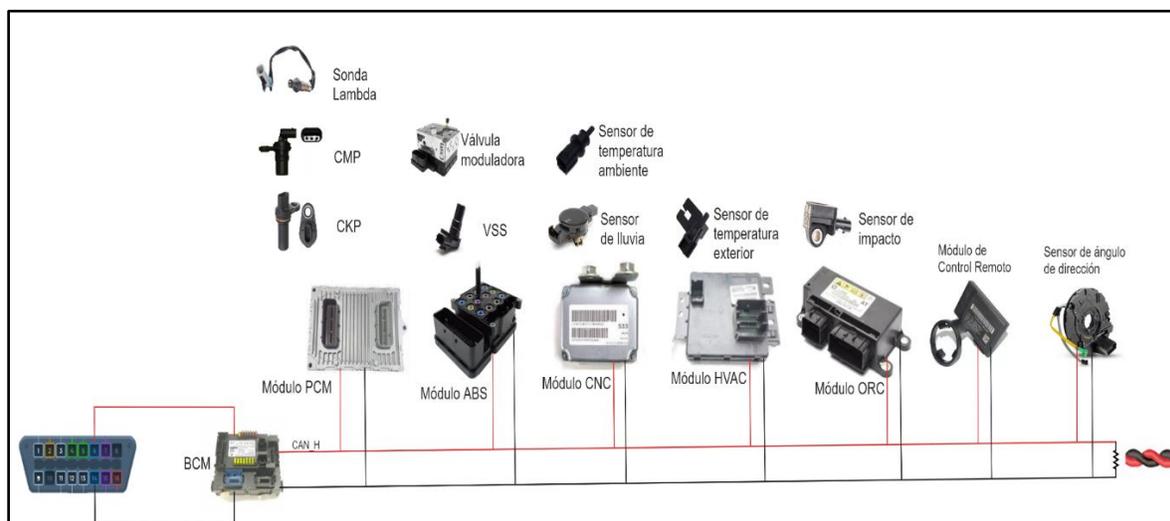
Nota. Se observa el flujo de datos del módulo ABS.

Dentro de los parámetros establecidos en el módulo ABS se observa que existe una respuesta del conmutador y del sensor de presión del freno en el momento en que se frena el vehículo, se mantiene en una velocidad de 0 km/h ya que el vehículo llegó a su posición de estacionamiento, el voltaje de alimentación del módulo es igual al voltaje de alimentación de la batería.

Diseño livewire

Figura 86

Diagrama de la topología de la Jeep Compass 2014



Nota. En la figura se observa el diagrama de la topología de la Jeep Compass 2014.

Capítulo IV

Marco administrativo

Recursos

Para llevar a cabo el proyecto de investigación se analizó y se delimitó parámetros imprescindibles como los recursos humanos, recursos tecnológicos, recursos de apoyo y finalmente el costo neto del proyecto.

Recursos humanos

Los recursos humanos son de gran influencia para llevar a cabo la culminación del proyecto de investigación, del mismo modo se indica a las personas que aportaron durante el desarrollo de actividades mediante ideas y comunicación para finalizar con éxito el proyecto.

Tabla 37

Recursos humanos que aportaron para el desarrollo del proyecto

Descripción	Función
Marco Ilaquiche	Investigador
Byron Montenegro	Investigador
Ing. Germán Erazo	Colaborador científico

Recursos tecnológicos

Seguidamente, para la realización correcta de la investigación es necesario contar con equipos tecnológicos que se detallan a continuación, en la siguiente tabla:

Tabla 38

Recursos tecnológicos que aportaron para el desarrollo del proyecto

Ord.	Cant.	Detalle	Costo	Total
1	1	Software de especificaciones	\$ 300	\$ 300
2	1	Componentes eléctricos - electrónicos	\$ 100	\$ 100

Ord.	Cant.	Detalle	Costo	Total
3	1	Herramientas básicas de reparación módulo de pruebas	\$ 300	\$ 300
4	1	Instrumentos de diagnóstico avanzado	\$ 400	\$ 400
TOTAL			\$ 1100	\$ 1100

Recursos de apoyo

A continuación, se toma en cuenta de igual manera los recursos de apoyo que fueron fundamentales para el proceso de investigación, que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 39

Recursos de apoyo que colaboraron con el proyecto

Ord.	Cant.	Detalle	Costo	Total
1	2	Alquiler de vehículos de procedencia americana con redes control de tracción y confort	\$ 250	\$ 250
2	1	Capacitación básica	\$ 200	\$ 200
TOTAL			\$ 700	\$ 700

Costo neto del proyecto

El costo neto del proyecto titulado como: “Diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana”, resulta de la suma total de los recursos antes mencionados y se expone en la siguiente tabla:

Tabla 40

Costo total del proyecto

Descripción	Costo total USD
Recursos tecnológicos	\$1100
Recursos de apoyo	\$700
Total	\$1.800

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Se desarrollo el proceso de diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana.

Se investigo información referente a protocolos de comunicación como CAN, LIN, VAN, MOST, así como la velocidad a la que trabajan y las diferentes topologías de res, esta información ayudo a comprender los sistemas electrónicos de control y carrocería.

Se definió los sistemas de control electrónico de tracción como: ABS, APIM, BCM II, RCM y confort como: ACM, HVAC, IPC, DDM, que son más habituales en vehículos de procedencia americana. Al definir estos sistemas de tracción y confort ayuda a tener una idea más amplia para poder mejorar la experiencia de conducción y seguridad del vehículo.

Se definió los PID's y DTC's en el sistema de control de tracción y confort que permitió tener información sólida para diagnosticar, monitorear y resolver problemas que se relacionen con aspectos críticos de estos sistemas. La información nos proporcionó información rápida y precisa de los fallos en los diferentes sistemas para poder dar un diagnostico acertado.

Con la generación del protocolo de diagnóstico y reparación de los sistemas de control electrónico de tracción y confort se estableció una estructura sistemática para abordar con eficiencia los problemas relacionados con dichos sistemas, contribuyendo de manera significativa en la eficiencia, calidad de servicio y seguridad para los propietarios de los vehículos.

Recomendaciones

Se recomienda capacitarse en el uso del equipo de diagnóstico previo a su utilización porque permitirá conocer todas las funciones y la utilización adecuada de sus componentes para poder realizar un diagnóstico correcto.

Se recomienda también para obtener una correcta interpretación del flujo de datos tener una base sólida sobre los parámetros normales de funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores que trabajan con los sistemas de tracción y confort.

Se recomienda en este caso específico que se utilice la opción de diagnóstico con el motor encendido que ofrece el scanner ya que de este modo podremos tener información en tiempo real del funcionamiento en marcha de todos los sensores y actuadores que pudieran omitirse al hacerlo sin encender el vehículo.

Se recomienda realizar una charla previa con los propietarios de los vehículos a diagnosticar haciendo hincapié en que el procedimiento no es nada invasivo ni dañara su vehículo para de ese modo generar confianza con el propietario.

Bibliografía

Arévalo, F., & Ortega, A. (2016). desarrollo de una interfaz para la visualización y adquisición de datos provenientes de la ecu a través de OBD-II mediante un dispositivo de comunicación serial y del analizados de gases QROTECH.

Arroyo, J. (2022). Manual de pruebas de CAN–Bus para arquitecturas electrónicas de automóviles.

Auto Avance. (2018). *Redes can y sistemas multiplexados*. www.autoavance.com

autoelectronico.com. (2020). *autoelectronico*. Obtenido de autoelectronico:

<https://www.autoelectronico.com/>

Balseca, E. F., & Donoso, D. S. (2010). Construcción de un prototipo de control inteligente de accesorios mediante un sistema multiplexado de un vehículo citroën C3.

Barreto, J. (2019). Diseño de una red basada en el bus can para la adquisición de datos.

Brown, L., et al. (2021). Machine Learning Approaches for Early Detection of Communication Network Anomalies in Vehicles. Proceedings of the International Conference on Intelligent Transportation Systems, 321-335.

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

Carvajal, H., & Muñoz, M. (2023). Análisis del comportamiento de la red can bus, desarrollando procesos de diagnóstico mediante pruebas de comunicación en la red multiplexada.

Cortés, H. (2021). *Protocolos de comunicación SAE j1850 en vehículo americano*.

Dioni. (4 de Diciembre de 2013). *Blogspot*. Obtenido de Blogspot: <https://confort-electromecanica.blogspot.com/2013/12/unidad-airbag.html>

Domínguez Soriano, E. J. (2012). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo : [transportes y mantenimiento de vehículos]. Editex.

ebay. (2020). *ebay*. Obtenido de ebay: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-son-los-codigos-dtc-obd2-y-como-se-clasifican/>

Electronline. (2012). *Electronline*. Obtenido de Electronline: <https://www.electronline.cl/mini-elm327-v21-bluetooth-hh-obd-obdii-avanzado>

Figuroa, H. (2015). *Estudio y análisis del sistema multiplexado del vehículo híbrido Toyota PRIUS*.

Flores, H. (2018). Automatización de pruebas de pérdida de comunicación CAN/LIN, reseteo y desactivación/activación en sistemas automotrices embebidos.

Hollebeak, Barry. (2011). *Automotive electricity and electronics*. Delmar, Cengage Learning.

Johnson, A. & Martinez, E. (2021). Importance of Reliable Communication Networks in Modern Automobiles. Proceedings of the International Conference on Automotive Technology, 87-98.

Lee, S., Kim, T., & Kim, J. (2015). Automotive networks and control systems: A review. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 11(6), 1495-1504.

López, J. (2021). Estudio y análisis del sistema multiplexado de un vehículo Audi Q5. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16005>

Luna, P., & Tenesaca, T. (2007). *Diseño e Implementación de un emulador para el sistema de diagnóstico de ESP con microcontrolador*.

Martínez, A. C. (2014). Mantenimiento de redes multiplexadas. TMVG0209. IC Editorial.

- Moriche, M. (2008). *Estudio del Efecto del Cinturón de Seguridad y del Airbag en el Ocupante de un Vehículo en Caso de Colisión*.
- Muñoz, A. (6 de Abril de 2017). *Blog Mecánicos*. Obtenido de Blog Mecánicos: https://www.blogmecanicos.com/2017/04/sistema-de-direccion-eps_6.html
- Ortiz, J. (2014). Diseño de escáner automotriz OBD-II multiprotocolo.
- Palena, M. (2015). *Unidad de control electrónico para motores de baja cilindrada*.
- Rajamani, R., & Utkin, V. I. (2009). Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives. CRC Press.
- Robles, J. (2020). Diagnóstico Y Servicio A Sistemas De Frenos ABS.
- RODES. (2017). *RODES*. Obtenido de RODES: <https://www.ro-des.com/mecanica/averias-cajas-de-cambio-automaticas-y-mantenimiento/>
- Rodríguez, J. (2019). *Análisis electrónico de una unidad de control de motor (ecu) ford-wv tipo EEC-IV*.
- Ruiz, J. (2013). Análisis del funcionamiento y aplicación de las redes de comunicación multiplexadas en vehículos automotrices.
- Sánchez, L., Molano, M., Fabela, M., Martínez, M., Hernández, J., Vázquez, D., & Flores, O. (2016). Revisión documental del protocolo CAN como herramienta de comunicación y aplicación en vehículos.
- Técnica, E. (2019). *ECM Técnica*. Obtenido de ECM Técnica: <https://www.ecmtecnica.com/servicio/modulo-control-de-transmision-tcm/#:~:text=El%20M%C3%B3dulo%20de%20Control%20de,el%20compartimiento%20trasero%20del%20motor.>

Thompson, R., et al. (2023). Addressing Security and Reliability Challenges in Automotive Communication Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 72(6), 4502-4515.

Tufail, A., & Yau, K. L. A. (2017). In-vehicle networks: Challenges and solutions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(1), 65-93.

Universidad Nacional de la Plata. (2019). *Funcionamiento del sistema de inyección electrónica*.

Valente, F. (2016). Trends and challenges in automotive communication architectures. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 12(4), 1347-1356.

WABCO. (2020). Sistema antibloqueo de frenos (ABS) y de control electrónico de estabilidad (ESC).

Yu, S., Li, X., & Wang, X. (2018). A survey of inter-vehicle communication systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(6), 1806-1823.