



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

Casa Casa, Henry Alexander

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.

26 de febrero del 2024

Latacunga



## CASA ERAZO Diagnóstico avanzado d...

### Scan details

Scan time:  
February 21th, 2024 at 20:14 UTC

Total Pages:  
123

Total Words:  
30728

### Plagiarism Detection



### AI Content Detection



### Plagiarism Results: (4)

#### Copleaks Internal Database 0.4%

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

#### Copleaks Internal Database 0.3%

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

#### Copleaks Internal Database 0.3%

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

#### Copleaks Internal Database 0.2%

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de

*[Handwritten signature]*  
Gimara Erazo  
0501432637



Departamento de Ciencias de 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 europea." fue realizado por el señor Casa Casa, Henry Alexander, 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, 26 de febrero

Firma:



Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

0501432637



Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de Auditoría

Yo, **Casa Casa, Henry Alexander**, con cédula de ciudadanía número 0503757288, declaro 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 europea."**, es de mi 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, 26 de febrero

Firma:

Casa Casa, Henry Alexander

0503757288



Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de publicación

Yo **Casa Casa, Henry Alexander**, con cédula de ciudadanía número 0503757288, autorizo 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 europea"**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 26 de febrero

Firma:

---

Casa Casa, Henry Alexander

0503757288

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de integración curricular a mis padres Edgar y Mercedes cuyo amor, apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio han sido la fuerza impulsadora detrás de cada logro.

A mis hermanos Marcelo y Maybrid que gracias a sus palabras de aliento y cariño me ayudaron en todo momento en mi carrera universitaria.

A mi familia en general por estar al pendiente de mí, en cada paso que doy y brindarme su aprecio.

Este trabajo está dedicado a todos ustedes, quienes han sido pilares fundamentales en mi camino hacia el logro de este objetivo académico. Su amor, apoyo y creencia en mí han sido mi mayor inspiración.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de alguna manera a la realización de este trabajo de integración curricular.

En primer lugar, agradezco a Dios por prestarme salud, vida, y bendiciones para formarme como un gran profesional.

A mis padres Edgar y Mercedes por su apoyo moral y económico, amor incondicional y su aliento en los momentos más desafiantes.

A mi familia, en especial a mis hermanos Marcelo, Maybrid y mi primo Erik por siempre estar al pendiente de mí y de mi formación académica, brindándome confianza y cariño.

A mi tutor Ing. Germán Erazo por su orientación experta, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para dar forma a este trabajo y alcanzar los objetivos propuestos.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y sus docentes, cuyas sugerencias y comentarios enriquecieron significativamente este trabajo. Su compromiso con la excelencia académica ha sido una fuente constante de inspiración.

Y, por último, a todos mis amigos de la universidad en especial a: Kevin, Paul, Erick y Wellinton que han sido como hermanos y me guiaron en todo momento en mi formación universitaria.

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

Carátula .....	1
Reporte de verificación de contenido .....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Auditoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento .....	7
Índice de contenido .....	8
Índice de tablas.....	19
Índice de figuras.....	21
Resumen.....	25
Abstract .....	26
Capítulo: I Marco metodológico del diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia europea .....	27
Antecedentes investigativos .....	27
Planteamiento del problema .....	29
Justificación e importancia .....	31
Objetivos.....	32
<i>Objetivo general</i> .....	32
<i>Objetivos específicos</i> .....	32
Metas del proyecto .....	33



Hipótesis .....	33
Variables de investigación .....	33
<i>Variable independiente</i> .....	33
<i>Variable dependiente</i> .....	33
Metodología del desarrollo del proyecto .....	33
Capítulo II: Marco Teórico .....	36
Conceptualización de redes de comunicación .....	36
Conceptos usados en redes .....	37
<i>Bit</i> .....	37
<i>Byte</i> .....	37
<i>Red</i> .....	37
<i>Nodo</i> .....	38
<i>Niveles de transmisión de datos: Recesivo y dominante</i> .....	38
<i>Bus de datos</i> .....	38
<i>Modos Sleep y Wake-up</i> .....	39
Protocolos de comunicación.....	39
<i>Interfaces de comunicación</i> .....	39
<i>Velocidad de comunicación</i> .....	41
<i>Evolución de los protocolos de comunicación en los vehículos</i> .....	41
Protocolos de última generación .....	42
<i>Protocolo de comunicación MOST</i> .....	43
<i>Protocolo de comunicación FLEXRAY</i> .....	43

<i>Protocolo de comunicación VAN</i> .....	45
<i>Protocolo de comunicación LIN</i> .....	46
<b>Redes multiplexadas</b> .....	46
<b>Funcionamiento de la red multiplexada</b> .....	48
<b>Componentes de la red multiplexada</b> .....	49
<b>Topología de redes multiplexadas</b> .....	50
<i>Configuración punto a punto</i> .....	51
<i>Configuración en anillo</i> .....	51
<i>Configuración en estrella</i> .....	52
<i>Configuración lineal</i> .....	54
<i>Configuración Daisy Chain</i> .....	54
<i>Configuración maestro esclavo</i> .....	55
<i>Configuración utilizando una compuerta o Gateway</i> .....	56
<i>Configuración modo de energía</i> .....	57
<b>Red multiplexada CAN BUS</b> .....	58
<i>Concepto de protocolo CAN-BUS</i> .....	58
<b>Datagrama</b> .....	59
<i>Formatos de un mensaje CAN</i> .....	59
<b>Secuencia de transferencia y recepción de datos del datagrama</b> .....	60
<i>Campo de comienzo del datagrama</i> .....	60
<i>Campo de estado (identificador)</i> .....	60
<i>Campo de control</i> .....	60

<i>Campo de datos</i> .....	61
<i>Campo de aseguramiento</i> .....	61
<i>Campo de confirmación</i> .....	61
<i>Campo de fin del datagrama</i> .....	61
Elementos del sistema CAN-Bus .....	61
<i>Cables</i> .....	62
<i>Elementos de cierre o terminado</i> .....	63
<i>Controlador</i> .....	63
<i>Transceptor (Transmisor/Receptor)</i> .....	64
Secuencia de transferencia y recepción de datos .....	65
<i>Provisión de datos</i> .....	66
<i>Transmisión de datos</i> .....	66
<i>Admisión de datos</i> .....	66
<i>Verificación del dato</i> .....	67
<i>Aceptación del dato</i> .....	67
Red Lin .....	67
Descripción y funcionamiento de los componentes .....	67
<i>Unidad Maestra</i> .....	67
<i>Unidad esclava</i> .....	68
<i>Cable</i> .....	68
Formato de un mensaje Lin .....	69
<i>Pausa de sincronización (1)</i> .....	69

<i>Limitación de la sincronización (2)</i> .....	69
<i>Campo de sincronización (3)</i> .....	69
<i>Campo de identificador (4)</i> .....	69
<i>Mensaje con mandato maestro</i> .....	70
<i>Mensaje con respuesta de esclava</i> .....	70
<b>Tipos de redes multiplexadas en el campo automotriz</b> .....	<b>71</b>
<b>Redes Clase A</b> .....	<b>71</b>
<i>Características de funcionamiento</i> .....	71
<i>Bus LIN</i> .....	72
<i>Bus BEAN</i> .....	73
<i>Bus UART</i> .....	74
<b>Aplicaciones en el vehículo</b> .....	<b>76</b>
<b>Ventajas y desventajas</b> .....	<b>77</b>
<i>Ventajas</i> .....	77
<i>Desventajas</i> .....	77
<b>Redes clase B</b> .....	<b>77</b>
<i>Características de funcionamiento</i> .....	77
<i>CAN de baja velocidad (CAN-B)</i> .....	77
<i>J 1850</i> .....	79
<b>Aplicaciones en el vehículo</b> .....	<b>81</b>
<b>Ventajas y desventajas</b> .....	<b>81</b>
<i>Ventajas</i> .....	81

<i>Desventajas</i> .....	81
Redes Clase C .....	81
<i>Características de funcionamiento</i> .....	81
<i>CAN de alta velocidad</i> .....	81
Aplicación en el vehículo .....	82
Ventajas y desventajas .....	83
<i>Ventajas</i> .....	83
<i>Desventaja</i> .....	83
Redes Clase D.....	83
<i>Bus MOST</i> .....	83
<i>IEEE1394 o Firewire</i> .....	85
Aplicaciones en el vehículo.....	86
Ventajas y desventajas .....	87
<i>Ventajas</i> .....	87
<i>Desventajas</i> .....	87
Línea de datos para el diagnóstico .....	87
<i>SAE J1850 PWM</i> .....	88
<i>SAE J1850 VPW</i> .....	88
<i>ISO 9141-2 e ISO 14230-4</i> .....	89
<i>ISO 15765-4/SAE</i> .....	90
<i>Código de falla (DTC)</i> .....	90
Unidades de control en el automóvil .....	91

Unidad de control del motor .....	92
Pruebas y ajustes de la unidad de control del motor.....	94
Proceso de diagnóstico antes de intervenir con la ECU .....	95
<i>El auto no da arranque y no enciende.....</i>	<i>95</i>
<i>El auto da arranque, pero no enciende .....</i>	<i>96</i>
<i>Problemas relaciones con la unidad de control del motor .....</i>	<i>96</i>
Unidad de control electrónico del ABS.....	97
Pruebas y ajustes de la unidad de control electrónico ABS.....	98
Unidad de control de la tracción.....	100
Pruebas y ajustes de la unidad de control de tracción.....	102
Unidad de control del cambio automático .....	103
Pruebas y ajustes de la unidad de control del cambio automático .....	105
Unidad de control del Air bag .....	107
Pruebas y ajustes de la unidad de control del Air bag .....	109
Unidad de control de la dirección .....	110
Pruebas y ajustes de la unidad de control de la dirección .....	113
<b>Capítulo III: ARQUITECTURA Y PROTOCOLO DE PRUEBAS Y DIAGNOSTICO AVANZADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE TRACCIÓN Y CONFORT DE VEHÍCULOS EUROPEOS .....</b>	<b>115</b>
Vehículos europeos en el Ecuador .....	115
Sistemas de control de tracción y confort en vehículos europeos.....	118
<i>Sistemas de control de tracción .....</i>	<i>118</i>
<i>Sistema de control de confort .....</i>	<i>119</i>

Sensores modernos que ayudan al Confort.....	121
<i>Sensores de radar y ultrasónicos.....</i>	<i>121</i>
<i>Sensores lidar.....</i>	<i>122</i>
<i>Sistema de cámaras (sensores ópticos).....</i>	<i>122</i>
<i>Sensores de infrarrojos.....</i>	<i>122</i>
<i>La combinación de los datos de los sensores.....</i>	<i>122</i>
Levantamiento de requerimientos.....	123
<i>Scanner automotriz multimarca Launch Thinkcar Thinktool Full.....</i>	<i>123</i>
Selección de vehículos para el diagnóstico avanzado.....	125
Método para diagnosticar una red CAN.....	126
Proceso para la obtención de datos.....	127
BMW 320i 2017.....	128
<i>Características generales.....</i>	<i>128</i>
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real.....</i>	<i>129</i>
<i>Módulos encontrados.....</i>	<i>129</i>
<i>Flujo de datos en operación.....</i>	<i>130</i>
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados.....</i>	<i>133</i>
<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada.....</i>	<i>134</i>
Peugeot 3008 2020.....	136
<i>Características generales.....</i>	<i>136</i>
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real.....</i>	<i>136</i>
<i>Módulos encontrados.....</i>	<i>137</i>

<i>Flujo de datos en operación</i> .....	138
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	139
<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada</i> .....	140
<b>Peugeot 208 2023</b> .....	<b>142</b>
<i>Características generales</i> .....	142
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real</i> .....	142
<i>Módulos encontrados</i> .....	143
<i>Flujo de datos en operación</i> .....	144
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	145
<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada</i> .....	146
<b>Skoda Fabia 2012</b> .....	<b>148</b>
<i>Características generales</i> .....	148
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real</i> .....	148
<i>Módulos encontrados</i> .....	149
<i>Flujo de datos en operación</i> .....	150
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	150
<i>Diagrama en el programa livewire de la red encontrada</i> .....	151
<b>Skoda Fabia 2018</b> .....	<b>153</b>
<i>Características generales</i> .....	153
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real</i> .....	153
<i>Módulos encontrados</i> .....	154
<i>Flujo de datos en operación</i> .....	155



<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	155
<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada</i> .....	156
<b>Suzuki Vitara 2021</b> .....	<b>158</b>
<i>Características generales</i> .....	158
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real</i> .....	158
<i>Módulos encontrados</i> .....	159
<i>Flujo de datos en operación</i> .....	160
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	160
<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada</i> .....	161
<b>Suzuki S-Cross 2022</b> .....	<b>163</b>
<i>Características generales</i> .....	163
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real</i> .....	163
<i>Módulos encontrados</i> .....	164
<i>Flujo de datos en operación</i> .....	165
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	165
<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada</i> .....	166
<b>Volkswagen Beetle 2010</b> .....	<b>168</b>
<i>Características generales</i> .....	168
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real</i> .....	168
<i>Módulos encontrados</i> .....	169
<i>Flujo de datos en operación</i> .....	170
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	170

<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada</i> .....	171
<b>Volkswagen Virtus 2022</b> .....	<b>173</b>
<i>Características generales</i> .....	173
<i>Diagnóstico de datos en tiempo real</i> .....	173
<i>Módulos encontrados</i> .....	174
<i>Flujo de datos en operación</i> .....	175
<i>Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados</i> .....	175
<i>Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada</i> .....	176
<b>CAPITULO IV: MARCO ADMINISTRATIVO</b> .....	<b>178</b>
<b>Recursos</b> .....	<b>178</b>
<i>Recursos humanos</i> .....	178
<i>Recursos tecnológicos</i> .....	178
<i>Recursos de apoyo</i> .....	179
<i>Costo neto del proyecto</i> .....	179
<b>CAPÍTULO V Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>181</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>181</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>182</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>183</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>186</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Comparación de buses de clase A</i> .....	75
<b>Tabla 2</b> <i>Tabla de comparación de los buses de clase B</i> .....	79
<b>Tabla 3</b> <i>Tabla de comparación de los buses de clase D</i> .....	85
<b>Tabla 4</b> <i>Distribución de los dígitos para reconocer DTC</i> .....	90
<b>Tabla 5</b> <i>Siglas y significados de los sensores que actúan en la unidad de control del motor</i> .....	93
<b>Tabla 6</b> <i>Posibles fallos si el auto no da arranque y no enciende</i> .....	95
<b>Tabla 7</b> <i>Posibles fallos sil auto da arranque, pero no enciende</i> .....	96
<b>Tabla 8</b> <i>Síntomas y causas encontrados en el ABS</i> .....	99
<b>Tabla 9</b> <i>Principales fallas en el sistema de tracción</i> .....	102
<b>Tabla 10</b> <i>Sensores y funciones de la unidad de control automático</i> .....	103
<b>Tabla 11</b> <i>Pruebas de presión de aceite</i> .....	106
<b>Tabla 12</b> <i>Lista de marcas europeas en Ecuador</i> .....	116
<b>Tabla 13</b> <i>Siglas para el sistema de control de tracción</i> .....	118
<b>Tabla 14</b> <i>Elementos que ayudan al confort del vehículo</i> .....	120
<b>Tabla 15</b> <i>Vehículos seleccionados para el diagnóstico</i> .....	125
<b>Tabla 16</b> <i>Características generales del BMW 320i 2017</i> .....	128
<b>Tabla 17</b> <i>Descripción de los módulos del BMW 320i</i> .....	129
<b>Tabla 18</b> <i>Flujo de datos del BMW 320i</i> .....	130
<b>Tabla 19</b> <i>Características generales del Peugeot 3008 2020</i> .....	136
<b>Tabla 20</b> <i>Descripción de los módulos del Peugeot 3008</i> .....	137
<b>Tabla 21</b> <i>Flujo de datos del Peugeot 3008</i> .....	139
<b>Tabla 22</b> <i>Características generales del Peugeot 208 2023</i> .....	142
<b>Tabla 23</b> <i>Descripción de los módulos del Peugeot 208</i> .....	143
<b>Tabla 24</b> <i>Flujo de datos del Peugeot 208</i> .....	144

<b>Tabla 25</b> <i>Características generales del Skoda Fabia 2012</i> .....	148
<b>Tabla 26</b> <i>Descripción de los módulos del Skoda Fabia 2012</i> .....	149
<b>Tabla 27</b> <i>Flujo de datos del Skoda Fabia 2012</i> .....	150
<b>Tabla 28</b> <i>Características generales del Skoda Fabia 2018</i> .....	153
<b>Tabla 29</b> <i>Descripción de los módulos del Skoda Fabia 2018</i> .....	154
<b>Tabla 30</b> <i>Flujo de datos del Skoda Fabia 2018</i> .....	155
<b>Tabla 31</b> <i>Características generales del Suzuki Vitara 2021</i> .....	158
<b>Tabla 32</b> <i>Descripción de los módulos del Suzuki Vitara</i> .....	159
<b>Tabla 33</b> <i>Flujo de datos del Suzuki Vitara</i> .....	160
<b>Tabla 34</b> <i>Características generales del Suzuki S-Cross 2022</i> .....	163
<b>Tabla 35</b> <i>Descripción de los módulos del Suzuki S-Cross</i> .....	164
<b>Tabla 36</b> <i>Flujo de datos del Suzuki S-Cross</i> .....	165
<b>Tabla 37</b> <i>Características generales del Volkswagen Beetle 2010</i> .....	168
<b>Tabla 38</b> <i>Descripción de los módulos del Volkswagen Beetle</i> .....	169
<b>Tabla 39</b> <i>Flujo de datos del Volkswagen Beetle</i> .....	170
<b>Tabla 40</b> <i>Características generales del Volkswagen Virtus 2022</i> .....	173
<b>Tabla 41</b> <i>Características generales del Volkswagen Virtus</i> .....	174
<b>Tabla 42</b> <i>Flujo de datos del Volkswagen Virtus</i> .....	175
<b>Tabla 43</b> <i>Recursos humanos que aportaron para el desarrollo del proyecto</i> .....	178
<b>Tabla 44</b> <i>Recursos tecnológicos que aportaron para el desarrollo del proyecto</i> .....	178
<b>Tabla 45</b> <i>Recursos de apoyo que colaboraron con el proyecto</i> .....	179
<b>Tabla 46</b> <i>Costo total del proyecto</i> .....	179

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Composición de un byte</i> .....	37
<b>Figura 2</b> <i>Esquematación del funcionamiento de una red</i> .....	37
<b>Figura 3</b> <i>Velocidad de transmisión de datos</i> .....	41
<b>Figura 4</b> <i>Relaciones para desarrollo en el ámbito automotriz</i> .....	42
<b>Figura 5</b> <i>Esquema de la red MOST</i> .....	43
<b>Figura 6</b> <i>Protocolo de comunicación Flexray</i> .....	44
<b>Figura 7</b> <i>Estructura de una red VAN</i> .....	45
<b>Figura 8</b> <i>Red Lin en una unidad de control de confort</i> .....	46
<b>Figura 9</b> <i>Relación entre un cableado convencional y una línea de comunicación multiplexada</i> .....	47
<b>Figura 10</b> <i>Muestreo Secuencial</i> .....	48
<b>Figura 11</b> <i>Esquema en la red multiplexada</i> .....	50
<b>Figura 12</b> <i>Configuración punto a punto</i> .....	51
<b>Figura 13</b> <i>Configuración en anillo</i> .....	52
<b>Figura 14</b> <i>Configuración en estrella</i> .....	53
<b>Figura 15</b> <i>Configuración lineal</i> .....	54
<b>Figura 16</b> <i>Configuración Daysi Chain</i> .....	55
<b>Figura 17</b> <i>Configuración maestro esclavo</i> .....	55
<b>Figura 18</b> <i>Configuración Gateway</i> .....	56
<b>Figura 19</b> <i>Configuración modo de energía</i> .....	57
<b>Figura 20</b> <i>Red CAN-Bus</i> .....	59
<b>Figura 21</b> <i>Campos de un mensaje CAN</i> .....	59
<b>Figura 22</b> <i>Elementos del sistema de red CAN-Bus</i> .....	61
<b>Figura 23</b> <i>Cableado de la red CAN</i> .....	62
<b>Figura 24</b> <i>Resistencia de terminación de la red CAN-Bus</i> .....	63

<b>Figura 25</b> <i>Esquema de un transceptor</i> .....	64
<b>Figura 26</b> <i>Esquema de una línea de CAN-Bus</i> .....	65
<b>Figura 27</b> <i>Secuencia de transferencia y recepción de datos</i> .....	65
<b>Figura 28</b> <i>Componentes de una red Lin</i> .....	68
<b>Figura 29</b> <i>Encabezamiento del mensaje</i> .....	69
<b>Figura 30</b> <i>Contenido del mensaje</i> .....	70
<b>Figura 31</b> <i>Niveles de voltaje del bus LIN</i> .....	72
<b>Figura 32</b> <i>Diagrama de relación entre las líneas CAN y LIN</i> .....	72
<b>Figura 33</b> <i>Configuración típica de un bus BEAN</i> .....	73
<b>Figura 34</b> <i>Niveles de voltaje y pines de diagnóstico del bus UART</i> .....	75
<b>Figura 35</b> <i>Tensiones típicas del bus CAN B</i> .....	78
<b>Figura 36</b> <i>Elementos de un nodo CAN</i> .....	79
<b>Figura 37</b> <i>Niveles de voltaje en el bus CAN-C</i> .....	82
<b>Figura 38</b> <i>Estructura anular de una red MOST</i> .....	84
<b>Figura 39</b> <i>Cable POF</i> .....	84
<b>Figura 40</b> <i>Distribución de pines según la norma SAE J1850 PWM</i> .....	88
<b>Figura 41</b> <i>Distribución de pines según la norma SAE J1850 VPW</i> .....	89
<b>Figura 42</b> <i>Distribución de pines según la norma ISO9141-2 e ISO 14230-4</i> .....	89
<b>Figura 43</b> <i>Distribución de pines según la norma ISO 15765-4/SAE</i> .....	90
<b>Figura 44</b> <i>Unidades de control en el automóvil</i> .....	92
<b>Figura 45</b> <i>Sensores que actúan en la unidad de control</i> .....	93
<b>Figura 46</b> <i>Elementos del sistema antibloqueo de frenos (ABS)</i> .....	97
<b>Figura 47</b> <i>Inspección visual de los sensores, reductores y cables</i> .....	98
<b>Figura 48</b> <i>Esquema del circuito del control de tracción electrónico ETC</i> .....	101
<b>Figura 49</b> <i>Caja de cambios automática de gestión electrónica</i> .....	105

<b>Figura 50</b> <i>Ubicación de la unidad de control del airbag</i> .....	108
<b>Figura 51</b> <i>Sistema de airbag completo</i> .....	109
<b>Figura 52</b> <i>Elementos de dirección hidráulica de asistencia variable</i> .....	111
<b>Figura 53</b> <i>Dirección de asistencia electrónica</i> .....	112
<b>Figura 54</b> <i>Sistema de dirección eléctrica</i> .....	113
<b>Figura 55</b> <i>Marcas europeas que más venden en Ecuador</i> .....	115
<b>Figura 56</b> <i>Scanner Thinktool Full</i> .....	123
<b>Figura 57</b> <i>Accesorios que trae el scanner</i> .....	125
<b>Figura 58</b> <i>Medición de resistencias en paralelo de CAN-H y CAN-L</i> .....	126
<b>Figura 59</b> <i>Topología del sistema en el modelo BMW 320i</i> .....	129
<b>Figura 60</b> <i>Representación de la red encontrada en BMW 320i</i> .....	134
<b>Figura 61</b> <i>Topología del sistema en el modelo Peugeot 3008</i> .....	136
<b>Figura 62</b> <i>Representación de la red encontrada en Peugeot 3008</i> .....	140
<b>Figura 63</b> <i>Topología del sistema en el modelo Peugeot 208</i> .....	142
<b>Figura 64</b> <i>Representación de la red encontrada en Peugeot 208</i> .....	146
<b>Figura 65</b> <i>Topología del sistema en el modelo Skoda Fabia 2012</i> .....	148
<b>Figura 66</b> <i>Representación de la red encontrada en Skoda Fabia 2012</i> .....	151
<b>Figura 67</b> <i>Topología del sistema en el modelo Skoda Fabia 2018</i> .....	153
<b>Figura 68</b> <i>Representación de la red encontrada en Skoda Fabia 2018</i> .....	156
<b>Figura 69</b> <i>Topología del sistema en el modelo Suzuki Vitara</i> .....	158
<b>Figura 70</b> <i>Representación de la red encontrada en Suzuki Vitara</i> .....	161
<b>Figura 71</b> <i>Topología del sistema en el modelo Suzuki S-Cross</i> .....	163
<b>Figura 72</b> <i>Representación de la red encontrada en Suzuki S-Cross</i> .....	166
<b>Figura 73</b> <i>Topología del sistema en el modelo Volkswagen Beetle</i> .....	168
<b>Figura 74</b> <i>Representación de la red encontrada en Volkswagen Beetle</i> .....	171

<b>Figura 75</b> <i>Topología del sistema en el modelo Volkswagen Virtus</i> .....	173
<b>Figura 76</b> <i>Representación de la red encontrada en Volkswagen Virtus</i> .....	176



## Resumen

El trabajo de integración curricular se basa en el diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos que son de procedencia europea. En el capítulo I se va a detallar el marco metodológico de la investigación, en donde se define los parámetros que se van a lograr. En el capítulo II se halla el marco teórico, donde se encuentra información destacada de diferentes fuentes confiables con la finalidad de entender sobre las redes de comunicación que se encuentran en el automóvil. En el capítulo III se indagó sobre las distintas marcas europeas que son comercializadas en el Ecuador. A continuación, se escogieron vehículos de las marcas que son de procedencia europea, a fin de realizar el correspondiente análisis con el scanner adquirido. Antes de iniciar con de análisis de datos, se mencionó un método de diagnóstico con el objetivo de no tener problemas al momento de la comunicación. Se inició el proceso de obtención de datos de los vehículos, adquiriendo: diagnóstico de datos en tiempo real, módulos encontrados, flujo de datos en operación. Finalmente, todos estos procesos ayudaron con el propósito de realizar el correcto diseño del diagrama de redes en el programa Livewire sobre las topologías encontrada en los vehículos. En el capítulo IV se va a fijo el marco administrativo de la investigación, todo lo que tiene que ver con recursos tecnológicos, recursos materiales, recursos de apoyo y los colaboradores. Por último, se presentaron conclusiones y recomendaciones en cuanto al desarrollo de la investigación.

*Palabras clave:* Sistemas electrónicos, diagnóstico avanzado, redes de comunicación

### **Abstract**

The curricular integration work is based on the advanced diagnosis of power and body electronic systems of vehicles of European origin. Chapter I will detail the methodological framework of the research, where the parameters to be achieved are defined. Chapter II contains the theoretical framework, where information from different reliable sources is highlighted in order to understand the communication networks found in the automobile. In chapter III, we inquired about the different European brands that are marketed in Ecuador. Then, vehicles of European origin were chosen in order to perform the corresponding analysis with the acquired scanner. Before starting with the data analysis, a diagnostic method was mentioned in order to avoid problems at the time of communication. The process of obtaining data from the vehicles was started, acquiring: data diagnosis in real time, modules found, data flow in operation. Finally, all these processes helped with the purpose of making the correct design of the network diagram in the Livewire program on the topologies found in the vehicles. In chapter IV the administrative framework of the research will be fixed, everything that has to do with technological resources, material resources, support resources and collaborators. Finally, conclusions were presented.

Keys words: Electronic systems, advanced diagnosis, communication networks

## Capítulo I

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

#### Antecedentes investigativos

El diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería en vehículos de procedencia europea 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.

Los avances tecnológicos en la industria automotriz europea han llevado a una creciente complejidad en los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de los vehículos. Estos sistemas desempeñan un papel crucial en la seguridad, el rendimiento y la eficiencia de los vehículos de procedencia europea. La necesidad de diagnósticos avanzados en estas áreas se ha vuelto evidente debido a diversos factores:

De acuerdo con (Smith, 2020) la Integración de Sistemas Electrónicos Avanzados en los vehículos europeos de última generación incorporan una amplia gama de sistemas electrónicos de potencia, como motores eléctricos, sistemas híbridos y baterías de alta tensión. Estos sistemas requieren un monitoreo constante y diagnósticos avanzados para garantizar su funcionamiento óptimo.

Los sistemas de seguridad activa y pasiva, como los sistemas de frenado autónomo y los airbags, están estrechamente relacionados con los sistemas electrónicos de carrocería. Detectar y resolver problemas en estos sistemas es esencial para garantizar la seguridad de los ocupantes y reducir accidentes.

En términos de sistemas electrónicos de potencia, se han desarrollado herramientas de diagnóstico que permiten monitorear el rendimiento de los motores eléctricos, los sistemas híbridos y los sistemas de gestión de energía. Estas herramientas son capaces de detectar y diagnosticar problemas relacionados con la batería, el sistema de carga, el control del motor y otros componentes relacionados con la propulsión. Además, los sistemas de diagnóstico avanzado también pueden proporcionar información detallada sobre el consumo de energía y las emisiones, lo que permite a los técnicos realizar ajustes precisos para optimizar la eficiencia y el rendimiento del vehículo.

En cuanto a la carrocería, los sistemas de diagnóstico avanzado pueden monitorear y analizar los sistemas de seguridad, como los airbags, los sistemas de frenado antibloqueo (ABS) y los sistemas de asistencia a la conducción, de modo que se garantice su correcto funcionamiento. Además, estos sistemas pueden identificar problemas en la conectividad y la integración de los componentes electrónicos de la carrocería, lo que permite una reparación más efectiva y rápida en caso de fallo.

Según (Johnson, 2018) los vehículos europeos dependen de redes de comunicación internas complejas para el intercambio de datos entre los diferentes sistemas electrónicos. La congestión, la latencia y la falta de capacidad de estas redes pueden afectar el rendimiento general del vehículo. La eficiencia de combustible y las emisiones bajas son objetivos importantes en la industria automotriz europea. Los diagnósticos avanzados permiten optimizar el rendimiento de los motores y sistemas de transmisión con el fin de cumplir con estas metas.

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.

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.

El diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería en vehículos de procedencia europea 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.

Los diseñadores y constructores de la rama automotriz europea trabajan continuamente en el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías de producción innovadoras. Los objetivos son, por un lado, la disminución del peso de los vehículos y, por otra parte, garantizar la seguridad mediante la mejora de la maniobrabilidad y de la resistencia estructural del vehículo, en este caso mejorando los sistemas electrónicos de potencia y carrocería.

(Intecap, 2007) menciona que la aplicación de técnicas de diagnóstico avanzado permitirá obtener de manera acertada el origen de las fallas y evitar los procedimientos de prueba y error. El diagnóstico del origen de cualquier falla es la parte fundamental para realizar una correcta reparación, la aplicación de las técnicas de diagnóstico avanzado se puede realizar en los sistemas electrónicos de potencia y carrocería que con el pasar de los años han ido mejorando extraordinariamente.

### **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.

En la actualidad, los vehículos europeos se caracterizan por su alta complejidad tecnológica y la integración de sistemas electrónicos avanzados para mejorar la seguridad, eficiencia y experiencia del conductor. Estos vehículos dependen en gran medida de redes de comunicación internas de modo que el intercambio de datos y la operación de sistemas críticos. Sin embargo, se plantea un problema significativo en cuanto a la fiabilidad, seguridad y rendimiento de estas redes de comunicación en automóviles europeos. Este problema se sustenta en los siguientes puntos:

Los vehículos europeos suelen incorporar una diversidad de sistemas electrónicos de diferentes fabricantes, lo que puede resultar en la falta de interoperabilidad entre ellos. Además, la ausencia de estándares de comunicación uniformes dificulta la integración y el diagnóstico de problemas en estas redes (Smith, 2020).

La creciente interconexión de sistemas críticos, como frenos, dirección y sistemas de asistencia al conductor, exige un alto rendimiento y seguridad en las redes de comunicación. Los fallos en la comunicación pueden tener consecuencias graves en la seguridad de los ocupantes y otros usuarios de la vía (García, 2019).

La detección y solución de problemas en las redes de comunicación de automóviles europeos a menudo se basa en métodos tradicionales que pueden ser ineficientes y costosos. La falta de diagnóstico avanzado puede llevar a tiempos de inactividad prolongados y altos costos de reparación (Johnson, 2018).

Es esencial abordar estos problemas de modo que se garantice que las redes de comunicación en automóviles europeos funcionen de manera eficiente, segura y confiable. El desarrollo de diagnósticos avanzados y la implementación de estándares de comunicación adecuados son aspectos clave para mejorar la calidad y la seguridad de los sistemas electrónicos en estos vehículos.

## **Justificación e importancia**

Los vehículos de procedencia europea 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.

La justificación para implementar el diagnóstico avanzado en las redes de comunicación del automóvil de procedencia europea se basa en la creciente complejidad de estos vehículos y la necesidad de garantizar su rendimiento, seguridad y confiabilidad. Esto se debe a la integración de sistemas electrónicos sofisticados y a la creciente demanda de funcionalidades

Los vehículos europeos a menudo incorporan sistemas de seguridad avanzada, como sistemas de frenado autónomo y asistencia al conductor. El diagnóstico avanzado es esencial para garantizar que estos sistemas funcionen correctamente y de modo que se eviten posibles fallos que podrían comprometer la seguridad de los ocupantes y otros usuarios de la vía (Smith, 2020).

Los vehículos europeos tienden a enfocarse en la eficiencia de combustible y las bajas emisiones. El diagnóstico avanzado puede ayudar a mantener y mejorar la eficiencia de los motores, sistemas de transmisión y sistemas de control de emisiones (García, 2019).

Los vehículos europeos suelen tener una amplia variedad de sistemas electrónicos interconectados, desde sistemas de entretenimiento hasta sistemas de navegación y conectividad. La detección y resolución de problemas en estas redes es fundamental para garantizar una experiencia de conducción sin problemas (Johnson, 2018).

El diagnóstico implica un monitoreo constante de las redes de comunicación en tiempo real. Esto incluye la detección de problemas como la latencia, la pérdida de datos y la congestión de la red (Brown, 2021).

El enfoque debe estar en la detección temprana de fallos críticos que afecten a la seguridad y el rendimiento del vehículo. Esto incluye sistemas de frenado, dirección y control de estabilidad (Thompson, 2023).

La capacidad de realizar actualizaciones remotas en las redes de comunicación es esencial para corregir problemas y mejorar la funcionalidad con el tiempo. Esto también puede incluir actualizaciones de software de seguridad (Johnson & Martinez, 2021)

Los vehículos europeos a menudo están altamente conectados, la seguridad cibernética es esencial. El diagnóstico avanzado debe incluir la detección de posibles amenazas y ataques (Roberts & Patel, 2020).

El diagnóstico avanzado en las redes de comunicación del automóvil de procedencia europea es fundamental de tal manera que se mantenga la seguridad, el rendimiento y la eficiencia de estos vehículos altamente avanzados. Esto implica un monitoreo constante, la detección de fallos críticos, actualizaciones remotas.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

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

### ***Objetivos específicos***

- Investigar información referente a protocolos de comunicación en vehículos de procedencia europea.
- Definir los sistemas de control electrónico de tracción y confort.
- Definiciones de PID's – DTCs en el sistema de control tracción y confort.
- 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 europea con una precisión del 90% en función de los parámetros establecidos.

**Hipótesis**

¿Desarrollar el proceso de diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia europea 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 del desarrollo del proyecto**

Para sustentar los aspectos metodológicos, la información se obtuvo de fuentes confiables como libros, sitios web, artículos científicos, publicaciones, anuncios de revistas, bibliotecas virtuales e instalaciones de investigación.

El diagnóstico avanzado de sistemas electrónicos de control de tracción y confort en vehículos europeos se basa en una metodología de investigación sólida que combina diversas técnicas y enfoques para abordar de manera exhaustiva los sistemas de automóviles en cuestión.

A continuación, se describen las metodologías y técnicas aplicadas en esta investigación, respaldadas por referencias bibliográficas relevantes:

El método deductivo se emplea para formular hipótesis iniciales basadas en teorías existentes y conocimientos previos sobre sistemas de control de tracción y confort en vehículos europeos (Bosch, 2011).

El método inductivo se utiliza durante la recolección y el análisis de datos empíricos. Se realizan experimentos y pruebas en condiciones controladas en laboratorio y en situaciones de conducción reales mediante trabajo de campo (Milliken & Milliken, 1995).

Se diseñan y realizan experimentos controlados para evaluar el rendimiento de los sistemas electrónicos de control de tracción y confort en vehículos europeos. Estos experimentos permiten medir y registrar datos relevantes.

Se llevan a cabo pruebas y análisis en vehículos reales en condiciones de uso cotidiano en carreteras y estáticas, lo que proporciona información valiosa sobre el comportamiento de los sistemas en situaciones reales de operación.

Se utilizan instrumentos de medición avanzados para recopilar datos precisos, como velocidad, aceleración, temperatura, presión, interacción entre redes de comunicación, relacionados con el funcionamiento de los sistemas (Navet & Simonot-Lion, 2007).

Para la síntesis y análisis de datos, se lleva a considera a profundidad de los datos recopilados utilizando técnicas estadísticas y herramientas de software especializado para identificar patrones y tendencias (Sastry & Calise, 2019).

Se emplea software de simulación y de especificación de modo que se genera y analiza el comportamiento de los sistemas de control de tracción y confort en diversas condiciones, lo que permite realizar pruebas explorar múltiples escenarios de manera eficiente.

Se realizan entrevistas con expertos de la industria automotriz y se llevan a cabo encuestas a conductores de vehículos europeos para obtener una comprensión más profunda de la experiencia del usuario y los desafíos percibidos (Kiencke & Nielsen, 2005).

La metodología y técnicas de investigación para el diagnóstico avanzado de sistemas electrónicos de control de tracción y confort en vehículos europeos involucra una combinación de métodos deductivos e inductivos, experimentos, trabajo de campo, medición, síntesis y técnicas de simulación. Estos enfoques permiten una investigación completa y rigurosa que contribuye al avance de la ingeniería automotriz y la mejora de estos sistemas en el contexto europeo.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Conceptualización de redes de comunicación

(Navet et al., 2005) menciona que, en los primeros días de la electrónica automotriz, cada nueva función se implementaba como una unidad de control electrónico (ECU) independiente, que es un subsistema compuesto por un microcontrolador y un conjunto de sensores y actuadores. Este enfoque rápidamente demostró ser insuficiente debido a la necesidad de distribuir funciones entre varias ECU y a la necesidad de intercambios de información entre funciones. Por ejemplo, es necesario conocer la velocidad del vehículo estimada por el controlador del motor o por los sensores de rotación de las ruedas para adaptar el esfuerzo de dirección, controlar la suspensión o simplemente elegir la velocidad de barrido adecuada.

Hasta principios de los años 90, el intercambio de datos se realizaba mediante enlaces punto a punto entre ecus. Sin embargo, esta estrategia, que requería una cantidad de canales de comunicación del orden  $n^2$ , donde  $n$  es el número de ECU (es decir, si cada nodo está interconectado con todos los demás, el número de enlaces crece en el cuadrado de  $n$ ), no pudo hacer frente al uso cada vez mayor de ECU debido a los problemas de peso, costo, complejidad y confiabilidad inducidos por los cables y los conectores. Estas cuestiones motivaron el uso de redes donde las comunicaciones se multiplexan en un medio compartido, lo que en consecuencia requirió definir reglas -protocolos- de modo que se gestione las comunicaciones y, en particular, para otorgar acceso al bus.

## Conceptos usados en redes

### **Bit**

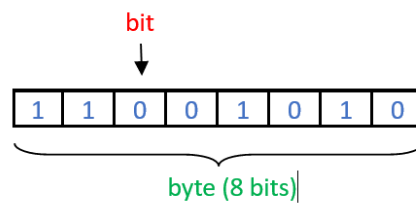
“Digito del sistema binario, representa una información individual, por ejemplo, «apagado/encendido» o bien «0/1»” (Gustavo et al., 2013).

### **Byte**

“El byte representa una unidad de información, además es múltiplo del bit y generalmente es un conjunto de 8 bits” (Gustavo et al., 2013).

### **Figura 1**

*Composición de un byte*



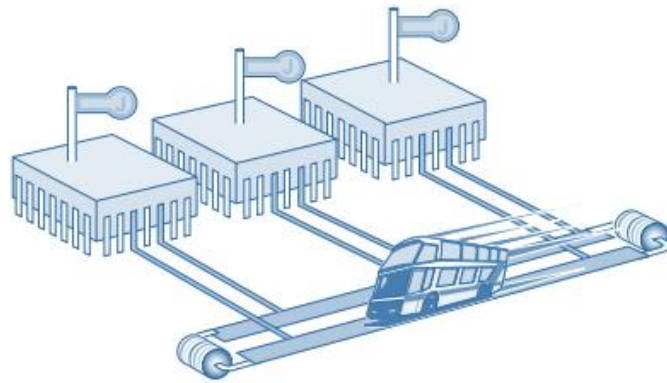
*Nota.* Representación esquemática de un byte.

### **Red**

Para (Bosch, 2007) significa: “Una red que se comprende como un sistema en donde un grupo de elementos puede intercambiar información a través de un medio de transportación”.

### **Figura 2**

*Esquemización del funcionamiento de una red*



*Nota.* La figura menciona que tal y como un autobús puede transportar un gran número de personas, así transporta la red una gran cantidad de información. Tomado de (Bellido, 2023)

### **Nodo**

(Gustavo et al., 2013) menciona que: “es un dispositivo cualquiera que se utiliza para, enviar, recibir o almacenar información. Los nodos de red se los conoce también como subscriptores o estaciones de red.”

### **Niveles de transmisión de datos: Recesivo y dominante**

En la electrónica digital se utilizan dos niveles lógicos que son representados por 0 y 1, que funcionan de la siguiente manera, por ejemplo; cuando un led se encuentra apagado su nivel lógico es 0, a diferencia de cuando está prendido que quiere decir que su nivel lógico es 1. Es decir, el nivel recesivo está interpretado por 1, mientras que el nivel dominante se lo conoce por 0. (Gustavo et al., 2013)

### **Bus de datos**

(Halderman, 2012) indica que: “es un término usado para describir una red de comunicación. Por lo tanto, hay conexiones hacia el BUS y comunicaciones de BUS, ambos se refieren a mensajes digitales siendo transmitidos entre módulos electrónicos o computadoras”

### ***Modos Sleep y Wake-up***

Con la finalidad de reducir el consumo de energía en una red, se implementan los modos Sleep y wake-up. Cuando un nodo se encuentra en Sleep mode, se interrumpe su actividad y su controlador del bus se desconecta de la línea. El estado Sleep acaba cuando el nodo se ve afectado por alguna actividad o condiciones internas del sistema local, y a continuación el nodo pasa a tener un estado wake-up. (Gustavo et al., 2013)

### **Protocolos de comunicación**

(Sánchez et al., 2016) menciona que los avances tecnológicos en la industria automotriz han impulsado una creciente integración de dispositivos electrónicos en los vehículos, desempeñando un papel crucial en el diagnóstico y control de diversos elementos del automóvil. La presencia de sistemas electrónicos en los vehículos ha generado la necesidad de establecer una comunicación eficiente entre estos dispositivos, dado que la información transmitida es fundamental para el correcto funcionamiento del vehículo.

Abordar esta necesidad de comunicación entre dispositivos electrónicos, evitando el exceso de cableado y buscando una estandarización aplicable a todos los tipos de vehículos, ha surgido el protocolo de comunicación CAN (Controller Area Network). Este protocolo se ha convertido en una solución robusta que facilita la transmisión de datos esenciales entre los diferentes componentes electrónicos del vehículo, contribuyendo así a una gestión más eficiente y coordinada de sus funciones.

### ***Interfaces de comunicación***

Para (Sánchez et al., 2016) la evolución tecnológica ha propiciado el desarrollo de diversas interfaces de comunicación para sistemas electrónicos, empleando una variedad de tecnologías. Sin embargo, las aplicaciones específicas requieren enfoques distintos en la comunicación, considerando factores como la velocidad de transmisión, la distancia entre

dispositivos, el número de dispositivos conectados en el bus y el costo de implementación, entre otros. A lo largo del tiempo, se han creado diferentes interfaces de comunicación a fin de abordar estas variadas necesidades. Entre las principales se encuentran las siguientes:

- SPI (Serial Peripheral Interface): Interface de comunicación serial, cuatro cables para la comunicación, velocidades de transmisión de varios Mbps, a fin de distancias cortas, típicamente usado en componentes de una misma placa de circuito impreso PCB; fue diseñado con el objetivo de comunicar usando el menor número de pines de un microcontrolador. El estándar fue creado por Motorola.
- I2C (Inter Integrated Circuit): Interface de comunicación muy usado en la industria para comunicación con periféricos externos, como memorias RAM y convertidores analógicos – digitales, con frecuencias de comunicación de 10 kbps hasta 3.4 Mbps, similar al SPI, es para distancias cortas. Fue desarrollado por Philips. Necesita al menos dos líneas para transmitir información.
- RS232: Interface que se encarga de enviar la comunicación un bit por vez, con base en una velocidad determinada de ante mando y con un formato determinado, el número máximo de dispositivos que intercambian información son dos a una distancia máxima de 15m y velocidades de transmisión de hasta 115 Kbps.
- Ethernet: Ethernet utiliza un formato de transmisión de datos en serie, con una distancia máxima de 100m, con cables de par trenzado y velocidades de hasta 1000 Mbps; es utilizado comúnmente para comunicación de redes entre computadoras o dispositivos.
- USB (Universal Serial Bus): Es una interface de comunicación que soporta una conexión de hasta 127 dispositivos con distancias no mayores a 5m, y tiene



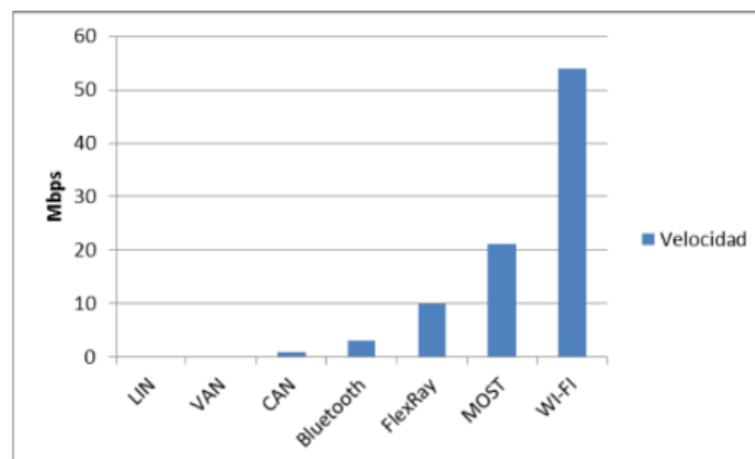
capacidades de transmisión de datos desde 1.5 Mbps hasta 4.8 Gbps, es utilizado comúnmente para comunicar la PC con sus periféricos.

### ***Velocidad de comunicación***

Para (Sánchez et al., 2016) el protocolo que cuenta con mayor velocidad de transición de datos es MOST, con 21.2 Mbps, en segundo lugar, le sigue FlexRay, con una transmisión de datos de 10 Mbps. Los protocolos CAN Y VAN cuentan con velocidades mucho menor de 1 Mbps y el protocolo con menor velocidad es LIN, con 20 Kbps.

**Figura 3**

*Velocidad de transmisión de datos*



*Nota.* Los protocolos CAN Y VAN cuentan con velocidades mucho menor de 1 Mbps y el protocolo con menor velocidad es LIN, con 20 Kbps. Tomado de (Sánchez et al., 2016)

### ***Evolución de los protocolos de comunicación en los vehículos***

(Sánchez et al., 2016) menciona que General Motors desarrolló un protocolo de comunicación basado en comunicación serial, con nombre VPW (Variable Pulse Width); este protocolo fue desarrollado por su bajo costo, pero con limitantes en velocidad; al mismo tiempo Ford desarrolló el protocolo PWM (Pulse Width Modulated), similar al protocolo para control de motores. Ambos protocolos de comunicación se conjugaron en la norma SAE

J1850 debido a su bajo costo y arquitectura abierta, cada una en su respectivo apartado. El protocolo VPW y PWM fue discontinuado a partir del 2007 de modo que se usa como protocolo de comunicación para el diagnóstico del vehículo.

Otras compañías como Audi, BMW, VW, Toyota generaron su propio protocolo de comunicación con velocidades desde 10.4 kilobytes hasta 12.2 kilobytes por segundo, el que terminó con el protocolo KWP2000.

### Protocolos de última generación

(Sánchez et al., 2016) menciona que: “Las mejoras tecnológicas que surgen en el ámbito automotriz por parte de las empresas del sector generarán impactos positivos en diversos aspectos de nuestra vida, abarcando tanto áreas sociales como económicas.”

### Figura 4

*Relaciones para desarrollo en el ámbito automotriz*



Nota. Optimización en todo sentido sobre la transportación de las personas y bienes. Tomado de (Sánchez et al., 2016)

### **Protocolo de comunicación MOST**

Para (Sánchez et al., 2016) el sistema MOST (Media Oriented Systems Transport) es el estándar en la creación de redes de información y entretenimiento multimedia en la industria automotriz. La tecnología fue diseñada con el objetivo de proporcionar un tejido eficiente y rentable de transmitir audio, video, datos e información de control entre los dispositivos conectados a la alta transmisión de datos de un automóvil.

Su naturaleza síncrona permite que los dispositivos simples puedan ser capaces de proporcionar el contenido con el mínimo de hardware; Al mismo tiempo que proporciona una calidad única de servicio para la transmisión de audio y video.

**Figura 5**

*Esquema de la red MOST*



*Nota.* Se muestra en una red de conexión con las pantallas, el volante, el audio y el sistema GPS (Global Positioning System), todos en un mismo canal en conjunto con la interfaz de diagnóstico.

Tomado de (Sánchez et al., 2016)

### **Protocolo de comunicación FLEXRAY**

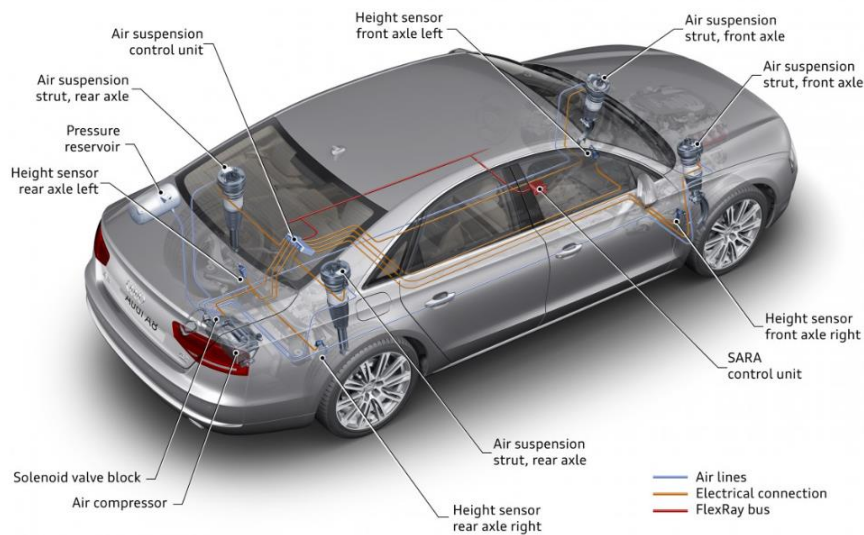
Para (IMAU, 2022) FlexRay es un protocolo de comunicaciones de red del automóvil diseñado de modo que sea más rápido y más fiable que la CAN o TTP. Estos transceptores

proporcionan la interfaz entre la lógica digital y la transmisión por cable de cobre. Con velocidades de transmisión de hasta 10 Mbit / s, FlexRay proporciona 20 veces la velocidad del cable sin blindaje trenzado de cobre utilizado en los coches de hoy. FlexRay es un protocolo de comunicación único activado por tiempo que brinda opciones en datos deterministas que llegan en un marco de tiempo predecible (hasta el microsegundo), así como datos dinámicos basados en eventos similares a CAN para manejar una gran variedad de marcos.

La señalización diferencial en cada par de cables reduce los efectos del ruido externo en la red sin un costoso blindaje. La mayoría de los nodos FlexRay también suelen tener cables de alimentación y tierra disponibles para alimentar transceptores y microprocesadores.

**Figura 6**

*Protocolo de comunicación Flexray*



*Nota.* FlexRay puede admitir redundancia de red o canales duales. Esto asegura una mayor tolerancia a fallas, así como un mayor ancho de banda para la transferencia de datos adicionales. Tomado de (IMAU, 2022)

(IMAU, 2022) menciona que una de las cosas que distingue a FlexRay, CAN y LIN de las redes más tradicionales, como Ethernet, es su topología o diseño de red. FlexRay admite conexiones pasivas multipunto simples, así como conexiones en estrella activas en redes más complejas. Según el diseño de un vehículo y el nivel de uso de FlexRay, seleccionar la topología correcta ayuda a los diseñadores a optimizar el costo, el rendimiento y la confiabilidad para un diseño determinado.

### ***Protocolo de comunicación VAN***

(Sánchez et al., 2016) menciona que 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 7**

*Estructura de una red VAN*



*Nota.* Se muestra la estructura de una red VAN, la cual está compuesta por centrales maestras conectadas en una misma red. Tomado de (Sánchez et al., 2016)

### Protocolo de comunicación LIN

Según (Sánchez et al., 2016) las redes automotrices modernas usan una combinación de LIN en aplicaciones de bajo costo, principalmente en electrónicos, CAN sirve como comunicación de tren de potencia y carrocería; y el bus FlexRay para comunicaciones de datos sincronizados de alta velocidad en sistemas avanzados, como suspensión activa.

El bus LIN es un bus con un solo dispositivo maestro y uno o más dispositivos esclavos. El dispositivo maestro contiene una tarea de maestro y una tarea de esclavo; cada dispositivo esclavo tiene solamente una tarea de esclavo. La comunicación a través del bus LIN está controlada completamente por la tarea de maestro en su dispositivo. La unidad básica de transferencia en el bus LIN es el marco, el cual está dividido en un encabezado y una respuesta.

### Figura 8

*Red Lin en una unidad de control de confort*



*Nota.* Se muestra una unidad maestra de confort, la cual está unida a través de un cable LIN para transmitir la información del mensaje a la Interfaz de diagnóstico del bus datos (Gateway) y el conector de diagnóstico. Tomado de (Sánchez et al., 2016)

### Redes multiplexadas

Las redes de comunicación multiplexadas en vehículos se refieren a interconexiones que existen entre computadoras (ECU) o módulos electrónicos del vehículo. Este binomio está hecho para

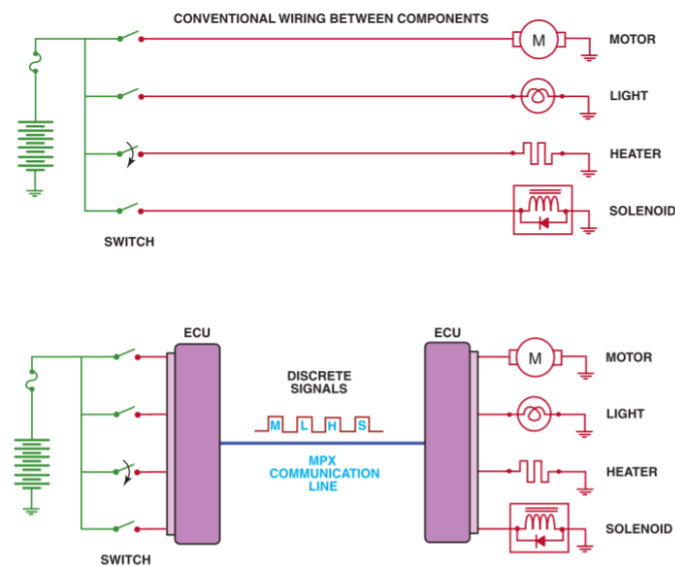
compartir información de una computadora o módulo electrónico a otro u otros que lo necesiten. Gracias a la comunicación multiplexada se desarrolló varias ventajas a diferencia de un cableado convencional, entre ellas:

- Reducir el costo con menos peso y espacio de instalación debido a los pocos cables en el arnés de cableado.
- Mejor confiabilidad y funcionalidad debido a las pocas conexiones plug-in.
- Simplificación del ensamblaje del vehículo durante la producción.
- Múltiples usos de las señales de los sensores.
- Conexión sencilla de componentes de sistema a un bus.
- Un manejo más fácil de equipos y variantes de equipos especiales en un vehículo.

(Bosch, 2007)

**Figura 9**

*Relación entre un cableado convencional y una línea de comunicación multiplexada*



*Nota.* En la figura se observa un cableado convencional y una línea de comunicación multiplexada tomado de (Halderman, 2012)

## Funcionamiento de la red multiplexada

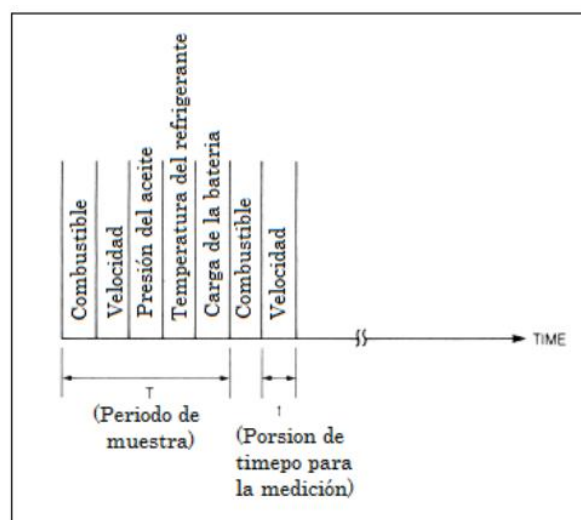
El funcionamiento de la red multiplexada se basa en tiempos para efectuar una operación, se tiene un tiempo de muestreo que se da cuando se realiza una conexión directa entre un sensor y su visualizador correspondiente. Esta medición se da en un tiempo determinado de modo que se de el muestreo, por ejemplo, un tiempo determinado será tomado por la unidad como un periodo de muestreo en cual medirá la cantidad emitida por el sensor.

Según (Ribbens, 2008) una vez que una cantidad ha sido medida el sistema debe esperar hasta que las demás variables se hayan medido antes de que se mida nuevamente dicha variable particular. Este proceso de medición de una cantidad de manera intermitente se conoce como muestreo, y el tiempo entre muestras sucesivas de la misma cantidad se conoce como periodo de muestra.

Un esquema posible para medir distintas variables mediante este proceso consiste en muestrear cada cantidad de manera secuencial, dando a cada medición una porción fija de tiempo,  $t$ , del periodo de muestra total,  $T$ , como se ilustra en la siguiente figura.

**Figura 10**

*Muestreo Secuencial*





*Nota.* Esquema para medir distintas variables en un periodo de muestra T tomado de (Ribbens, 2008)

El intervalo de tiempo en la toma de muestras debe ser reducido para asegurar que el muestreo sea eficiente, ya que todas las cantidades deben ser medidas rápidamente y de manera considerable. Algunos parámetros, como la temperatura del refrigerante y la cantidad de combustible, experimentan cambios muy lentos a lo largo del tiempo, por lo que requieren períodos de muestreo prolongados.

En contraste, hay otras cantidades o variables, como la velocidad del vehículo, el estado de carga de la batería y el consumo de combustible, que necesitan ser medidas y actualizadas rápidamente, por lo que requieren períodos de muestreo muy cortos, incluso en fracciones de segundo. Sin embargo, es crucial que estos intervalos de muestreo sean lo suficientemente precisos para garantizar mediciones exactas. Esta lógica de operación debe ser programada en la computadora, que luego seguirá las instrucciones establecidas.

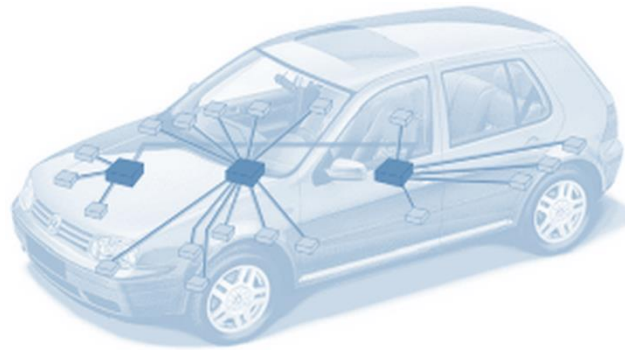
### **Componentes de la red multiplexada**

Los componentes de la red multiplexada constan de:

- Sensores y actuadores
- Emisores y receptores: Unidades de control
- Canal de comunicación: El canal de comunicación puede ser un bus de datos, un cable de fibra óptica o el aire si se trata de una red de transmisión inalámbrica. En el bus de datos pueden ser mono alámbricos o trenzados. En los cables de fibra óptica transportan luz, cuentan con un recubrimiento reflectante transparente y una protección de color negro para facilitar que la luz revote y avance por sus paredes.
- Protocolo de comunicación: Es el lenguaje que se va a usar en la comunicación, se trata de un conjunto de reglas determinadas previamente, y que deben ser conocidas tanto por el emisor como por el receptor.

**Figura 11**

*Esquema en la red multiplexada*



Nota. Esquema de la división de elementos que actúan en la red multiplexada. (Indave, 2016)

### **Topología de redes multiplexadas**

Para (Bosch, 2007) se entiende por topología de red a la estructura formada por nodos de red y conexiones. Esto simplemente muestra qué los nodos están interconectados, pero no muestra detalles subyacentes como la longitud de la conexión. Cada abonado de la red debe tener al menos una conexión con otro abonado de la red para poder participar en la comunicación de la red.

Se plantean diferentes requisitos a la topología de la red para una variedad de aplicaciones de red de comunicaciones, mientras que la topología determina algunas de las características de la red general.

Según (Morales et al., 2013) el interconectado de las distintas unidades de control necesita de la electrónica del fabricante, que es el que esquematiza la electrónica de los distintos elementos que se hallan instalados en el vehículo, entre los que se tiene:

- Configuración punto a punto
- Configuración en anillo
- Configuración en estrella
- Configuración lineal

- Configuración Daysi Chain
- Configuración maestro esclavo
- Configuración compuerta Gateway
- Configuración modo de energía.

### **Configuración punto a punto**

Para (Morales et al., 2013) “es la conexión de red más simple, esta red contiene solamente dos unidades de control, no dispone de uniones ni conexiones. En este tipo de conexión se puede utilizar uno o dos cables trenzados”.

### **Figura 12**

*Configuración punto a punto*



*Nota.* En la figura se puede observar un ejemplo de este tipo de configuración, es la conexión de la unidad de control del motor y el scanner de diagnóstico

### **Configuración en anillo**

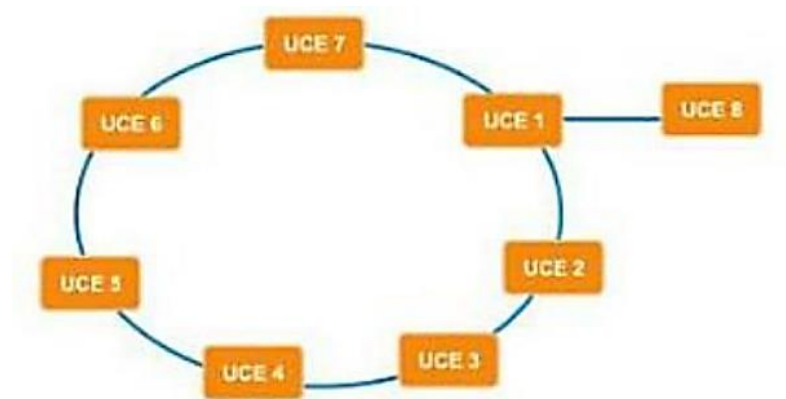
Para (Bosch, 2007) en la topología en anillo, cada nodo está conectado con sus dos vecinos, esto crea un anillo cerrado. Se puede distinguir entre anillos simples y anillos dobles. En un solo anillo, las transferencias de datos son unidireccionales de una estación a la siguiente. Los datos se comprueban cuando se reciben. Si los datos no están destinados a esta estación, se repiten (función de repetidor), se amplifican y se transmiten a la siguiente estación. Por lo tanto, los datos transferidos se transmiten de una estación a la siguiente del anillo hasta que llegan a su destino o regresan a su punto de origen, donde luego serán descartados. En

cuanto falla una estación de un solo anillo, la transferencia de datos se interrumpe y la red se interrumpe por completo.

También se pueden configurar anillos en forma de anillo doble (por ejemplo, FTTI), en el que la transferencia de datos es bidireccional. En esta topología, el fallo de una estación o de una conexión entre dos estaciones se puede solucionar, ya que todos los datos se transfieren aún a todas las estaciones operativas del anillo. Sin embargo, si fallan varias estaciones o conexiones, no se puede descartar la posibilidad de un mal funcionamiento.

**Figura 13**

*Configuración en anillo*



Nota. Esquema de la configuración en anillo tomada de (Serrano, 2006)

### ***Configuración en estrella***

De acuerdo con (Bosch, 2007) la topología en estrella consta de un nodo principal (repetidor, concentrador) al que todos los demás nodos están acoplados a través de una única conexión. Por lo tanto, una red con esta topología es fácil de ampliar si hay capacidad libre disponible (conexiones, cables). En las topologías en estrella se intercambian datos entre las conexiones de cada nodo y el nodo principal, distinguiéndose entre topologías en estrella activas y pasivas.

En topologías en estrella activa, el nodo principal contiene una computadora que procesa y transmite información. La capacidad de rendimiento de una red está determinada esencialmente por la capacidad de rendimiento de esta computadora. Sin embargo, el nodo principal no tiene por qué tener inteligencia de control especial. En los sistemas en estrella pasivos, simplemente conecta entre sí las líneas de bus de los abonados de la red. Para las estrellas activas y pasivas se aplica lo siguiente: si un abonado de la red falla o una línea de conexión al nodo principal falla, el resto de la red continúa funcionando. Sin embargo, si el nodo principal falla, toda la red queda desactivada.

En el sector del automóvil se están debatiendo estructuras en estrella para sistemas de seguridad como los frenos y la dirección. En este caso, el riesgo de un fallo total de la red se evita diseñando el nodo principal para que sea físicamente redundante. Esto significa que se utilizan varios nodos principales a los que se pueden conectar en paralelo los nodos cuya información es necesaria para el funcionamiento seguro del vehículo.

#### **Figura 14**

*Configuración en estrella*



*Nota.* Diagrama de la configuración en estrella tomado de (Serrano, 2006)

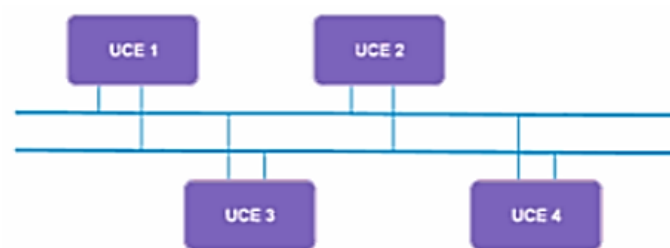
### **Configuración lineal**

Para (Bosch, 2007) esta topología de red también se denomina bus lineal. El elemento central de una topología de bus es un único cable al que están conectadas todas las estaciones mediante cables de conexión cortos. Esta topología hace que sea extremadamente fácil agregar otros suscriptores a la red. La información es transmitida por cada abonado del bus en forma de los llamados mensajes y distribuida por todo el bus. Los nodos transmiten y reciben mensajes.

Si un nodo falla, los datos que se esperan de este nodo ya no estarán disponibles para los demás nodos de la red. Sin embargo, los nodos restantes pueden seguir intercambiando información. Sin embargo, una red con topología de bus falla completamente si la línea principal está defectuosa (debido a una rotura de cable, por ejemplo).

### **Figura 15**

#### *Configuración lineal*



*Nota.* Ilustración de la configuración en línea tomado de (Serrano, 2006)

### **Configuración Daisy Chain**

Para (Morales et al., 2013) es la configuración más utilizada actualmente en la mayor parte de fabricantes de automóviles. Esta red contiene una estructura muy simple que permite un menor número de nodos y, debido a que dispone dos canales de la misma información proporciona una mayor seguridad al momento de enviar información.

Si, dado el caso de una ruptura del cableado de comunicación, varias de las unidades de control pueden quedar fuera del servicio. Otra desventaja, es que si alguna unidad de control es desconectada se suspenderá en ese punto

**Figura 16**

*Configuración Daisy Chain*



*Nota.* La configuración Daisy Chain es otra topología de red simple que se crea conectando cada nodo de un extremo a otro en serie.

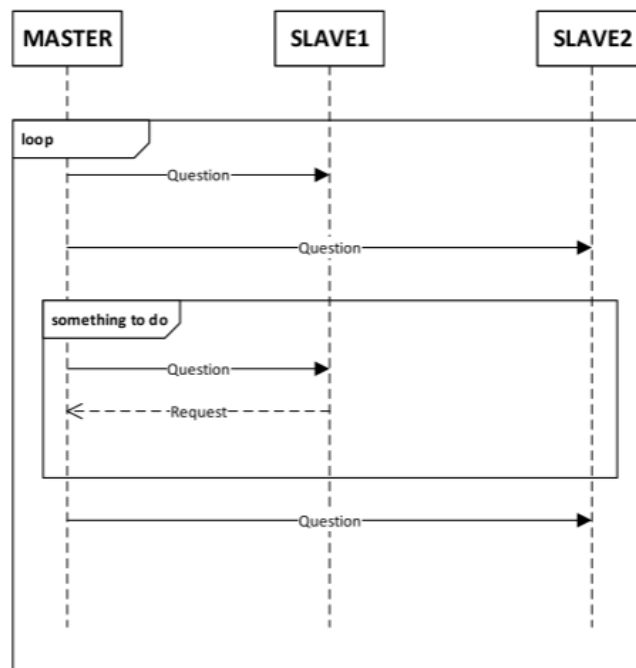
### ***Configuración maestro esclavo***

De acuerdo con (García, 2015) “es un modelo de protocolo de comunicación en el que un dispositivo o proceso (conocido como maestro o master) controla uno o más de otros dispositivos o procesos (conocidos como esclavos o slaves)”.

Para ser más precisos, el dispositivo maestro administra la red y actúa de mediador, de forma que pregunta periódicamente a cada dispositivo esclavo para ver si necesita realizar alguna acción determinada. El dispositivo esclavo podrá responder con una petición al maestro si necesita algo.

**Figura 17**

*Configuración maestro esclavo*



*Nota.* Se puede observar el diagrama de secuencia maestro esclavo tomado de (García, 2015)

### ***Configuración utilizando una compuerta o Gateway***

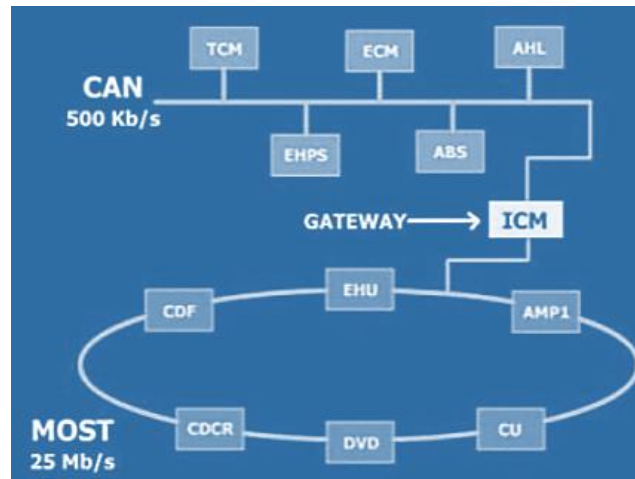
Para (Morales et al., 2013) en los vehículos se hallan distintos sistemas de multiplexado en donde las configuraciones de red son individuales es decir tienen un protocolo propio de comunicación y velocidad de transmisión de datos, así mismo como su forma de conexión que ya sea, por un cable o por dos cables.

En medio de todos los sistemas debe existir una comunicación, por lo tanto, es necesaria una configuración individual que pueda comunicarse con otra configuración diferente, para esto se utiliza un módulo compuerta. Este sirve para la unión entre dos o más redes independientes en el mismo vehículo.

### **Figura 18**

*Configuración Gateway*





*Nota.* Esta configuración maneja diferentes protocolos de comunicación como redes, pero el Gateway no labora para ninguna de las redes que está comunicando, simplemente traduce los mensajes para poder informar. Tomado de (Morales et al., 2013)

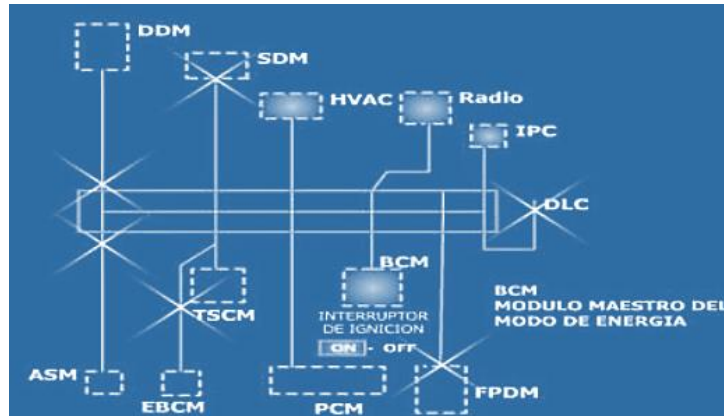
### ***Configuración modo de energía***

De acuerdo con (Morales et al., 2013) una de las nuevas funciones dentro de las redes multiplexadas es el sistema modo de energía, en donde una unidad de control es llamada maestro de energía y su función principal es, acoger las diferentes señales del interruptor de encendido y comunicar a las demás unidades de control para que comiencen o finalicen sus operaciones.

Cuando la unidad de control maestro de energía obtiene el cambio por parte del interruptor de encendido, esto toma un tiempo para enviar las señales a las demás unidades de control para que finalicen sus funciones, así una unidad de control que ha terminado sus funciones cambia a la posición sleep (dormir) economizando la energía para el automóvil.

### **Figura 19**

*Configuración modo de energía*



Nota. El diagrama explica que en ciertos casos no hace falta enlazar un cable al positivo de contacto de la unidad de control, sino que este requerimiento viene dado por un mensaje que se coloca en la red de la unidad de control maestro de energía, para que las demás unidades de control inicien o finalicen sus operaciones. Tomado de (Morales et al., 2013)

### Red multiplexada CAN BUS

Es un sistema que aprueba el dialogo entre las diferentes unidades de control según el nivel de equipamiento que posea el vehículo, tanto para la seguridad de marcha del automóvil como para el confort de los ocupantes de forma electrónica.

### Concepto de protocolo CAN-BUS

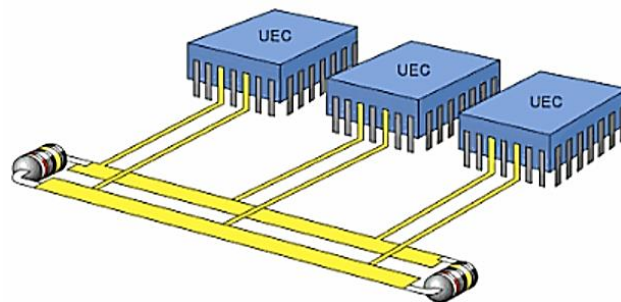
Para (Serrano, 2006) “la red CAN-Bus (Controler Area Network) o red de controladores de área fue desarrollada por el fabricante de componentes eléctricos Bosh, como una solución viable a la transmisión de gran cantidad de datos entre unidades de control”.

Según (Morales et al., 2013) este protocolo de comunicación esta normalizado para los distintos vehículos, con lo que se simplifica y economiza la comunicación sobre una red común o bus, aminorando los costos, optimizando la flexibilidad y por último mantenimiento y comprobación de averías. Es posible una transmisión de datos de una manera más rápida entre las ECUS, reduciendo porcentaje de error mediante una verificación continua de la información que se trasfiere.

El CAN-Bus es un protocolo de serie asíncrono del tipo CSMA/CD (Carrier Multiple Access With Collision Detection) es decir, todas las unidades pueden enviar o recibir mensajes, funcionando como un medio comunicador entre todas las ECUS del vehículo.

**Figura 20**

*Red CAN-Bus*



*Nota.* Esquema grafico del CAN que significa Controller Área Network (Red de Área de Control), diseñado para permitir la comunicación segura entre las unidades de control del vehículo tomado de (Serrano, 2006)

### **Datagrama**

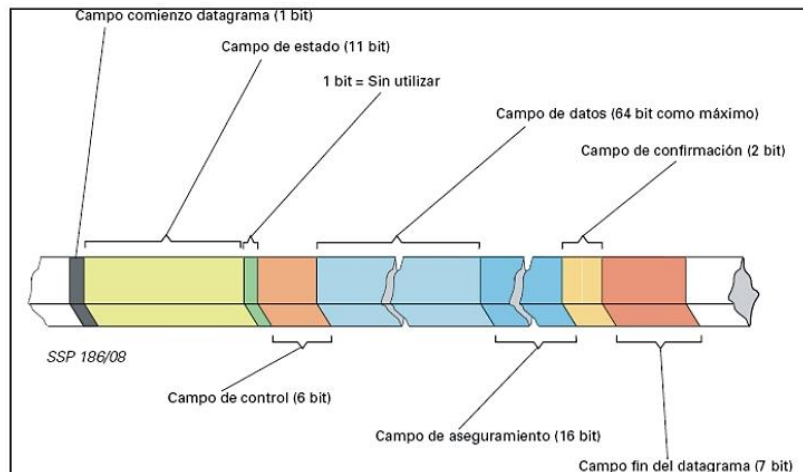
Según (Morales et al., 2013) “El mensaje Can es transmitido un protocolo de enlace de datos en breves intervalos de tiempo entre las unidades de control que está compuesto por siete partes”.

### **Formatos de un mensaje CAN**

Para (Serrano, 2006) “Un mensaje CAN consiste en un protocolo de enlace de datos dividido en siete secciones o campos: campo de comienzo del datagrama, campo de estado, campo de control, campo de datos, campo de aseguramiento y campo de fin del datagrama”

**Figura 21**

*Campos de un mensaje CAN*



*Nota.* Se observa que esta secuencia es similar para los dos cables de bus. Cada una de estas secciones tiene su función específica tomado de (Serrano, 2006)

## Secuencia de transferencia y recepción de datos del datagrama

### ***Campo de comienzo del datagrama***

Señala el comienzo del protocolo mediante la transmisión de un bit en el cable de alta velocidad Can-High de aproximadamente 5 V y en el cable de baja velocidad Can-Low de aproximadamente 0V.

### ***Campo de estado (identificador)***

Establece la prioridad del protocolo, es decir que, si dos unidades de control envían datos al mismo tiempo su protocolo de datos, se otorgara prioridad al protocolo superior; posee dos versiones en la estándar se compone de 11 bits, y en la extendida, por 29 bits.

### ***Campo de control***

Es el campo donde se especifica la cantidad de información que contiene el protocolo de datos, es decir los bits que se trasmite. De tal forma que cada receptor pueda comprobar si la información la recibió completamente; este campo le corresponde 6 bits.

***Campo de datos***

Es donde se posee la información que sirve para el resto de unidades de control. Se encuentra constituido por 64 bits como máximo.

***Campo de aseguramiento***

Autoriza la verificación de los datos, detecta si existe fallos en la transmisión del mensaje; consta de 16 bits.

***Campo de confirmación***

Por este campo se comprueba que los receptores han recibido correctamente el protocolo de enlace de datos. Si se localiza algún fallo, es el encargo de informar al transceptor que repita el mensaje; corresponde dentro del datagrama a 2 bits.

***Campo de fin del datagrama***

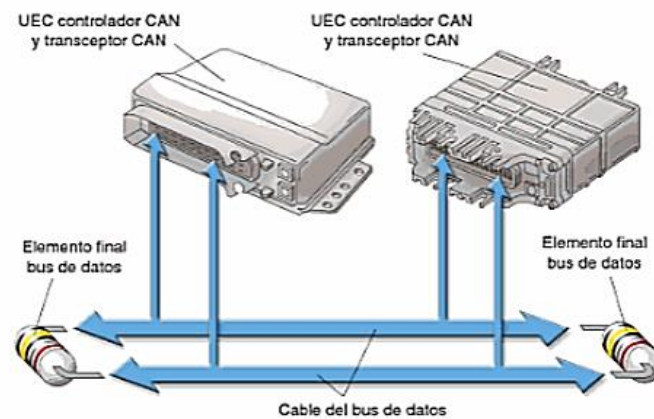
Este indica el fin del protocolo de datos. Es la última sección en donde se da podía dar aviso de un error que puede ser corregido. Constaba este campo de 3 bits, antes de una nueva, cuya función era espaciar las secciones dando el tiempo a las unidades de control para poder procesarlas.

**Elementos del sistema CAN-Bus**

Según (Serrano, 2006) “Una red CAN-Bus para automoción está constituida por un controlador y un transceptor ubicados dentro de las unidades de control y dos cables para la transmisión de datos (Bus)”.

**Figura 22**

*Elementos del sistema de red CAN-Bus*



*Nota.* Con excepción de los cables de la red todos los demás elementos están alojados en la unidad de control en cuyos extremos de los cables se colocan resistencias como elemento final. Tomado de (Serrano, 2006)

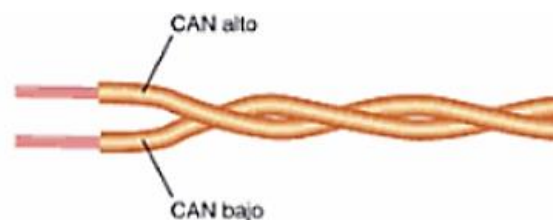
### **Cables**

Los cables son los encargados de transmitir los datos en forma de señal eléctrica, estos envían y reciben los datos de las unidades de control de forma bidireccional.

Estos cables en la instalación del vehículo van trenzados entre sí para evitar las ondas de fuentes parasitas electromagnéticas, emitidas por los demás dispositivos electrónicos como cables eléctricos, emisoras, celulares, etc. Son de cobre de 0,6 mm<sup>2</sup> de sección.

### **Figura 23**

*Cableado de la red CAN*



*Nota.* Estos cables tienen una denominación específica CAN-High, es señal de nivel alto, y CAN-Low esta es señal de bajo nivel. Tomada de (Serrano, 2006)

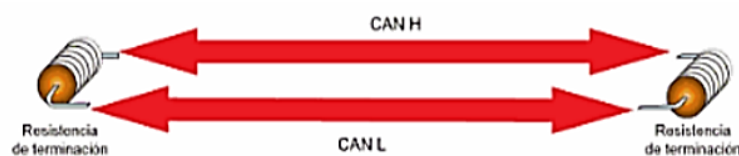
### ***Elementos de cierre o terminado***

Estos elementos de cierre o terminado son resistencias conectadas a los extremos de los cables de transmisión de datos de alta y baja velocidad, cuya finalidad es la evitar que los mensajes enviados formen ecos que se transmitan de nuevo a la red desde los extremos de los cables y se puedan falsear sus datos.

Por cuestiones de seguridad y economía estas resistencias se encuentran ubicadas en el interior de las unidades de control del sistema. Estas resistencias toman valores de alrededor de 120 y 450 ohmios dependiendo de cada modelo y son llamadas también como resistencias de CUT-OFF.

### **Figura 24**

*Resistencia de terminación de la red CAN-Bus*



*Nota.* Diagrama de simulación de los elementos de cierre o terminado. Tomado de (Serrano, 2006)

### ***Controlador***

Es el componente de la red encargado de realizar la comunicación entre el la unidad de control electrónico y el transmisor-receptor. Este elemento también funciona en inverso primero las acondiciona en el transmisor-receptor y las envía a la unidad de control. El controlador se encuentra ubicado en cada una de las unidades de control instaladas en el vehículo. El controlador establece la velocidad de transmisión de datos y trabaja con valores de tensión muy despreciables y es la que determina la velocidad de transmisión de datos.

En la línea de tracción el Can-Bus es de 500 K bits, y en los sistemas de confort de 62.5 K bits. El controlador interviene en la correcta sincronización de las unidades de control del vehículo para enviar y recibir los datos de una manera correcta.

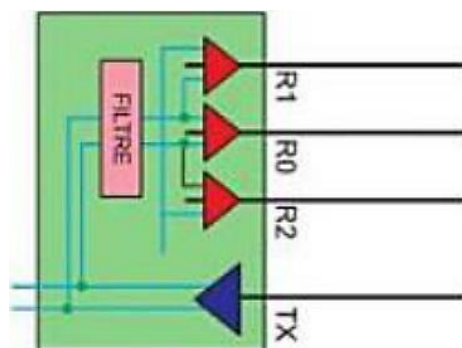
### ***Transceptor (Transmisor/Receptor)***

Es el encargado de medio de conexión del controlador y el cable de datos o bus, para poder recibir y de transmitir los datos a las unidades de control conectadas al sistema, también acondiciona y prepara los mensajes para que sea utilizada por los controladores, filtra las fuentes parasitas y las sobretensiones. Su ubicación se encuentra dentro de cada una de las unidades de control conectadas al sistema Can-Bus y se presenta como un circuito integrado. Trabaja con intensidad de corriente próximas a 0.5 A y no interfiere en el contenido del mensaje.

En las redes de alta velocidad Can-High existe en el interior del transceptor un comparador, y en la de baja velocidad Can-Low posee tres comparadores. Los comparadores son circuitos integrados que examinan los datos recogidos y los mide con datos de referencia.

**Figura 25**

*Esquema de un transceptor*



*Nota.* Está compuesto por un filtro, uno o varios comparadores y una etapa de emisión TX. También en algunos fabricantes de vehículos cuentan con una célula de diagnóstico. Tomado de (Serrano, 2006)

La secuencia que sigue durante un envío de datos a través de una línea de datos Can-Bus consta de los siguientes pasos:

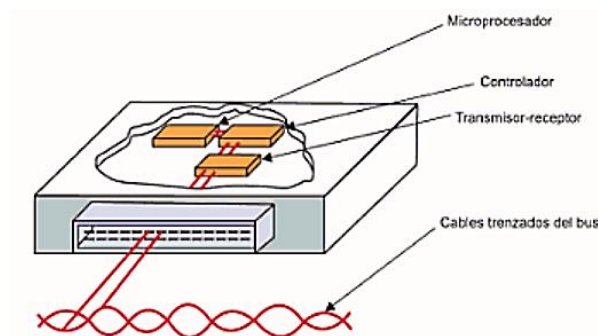
- La información recogida por los sensores y captadores llega a su correspondiente centralita
- La información recibida por la centralita es procesada por el microprocesador y envía los datos al controlador y este pasa los datos al transceptor.



- Las señales eléctricas recibidas por el transceptor son transformadas a señales digitales y son enviadas al bus de datos.
- Una vez los datos estén en la red las demás centralitas ubicadas dentro del sistemas pueden o no hacer uso del mensaje. Si la señal es recibida envía una confirmación al bus de datos.
- Estos datos que llegan a las centralitas pueden aceptarlas, procesarlas y decidir si ignorarlo o no.

### Figura 26

*Esquema de una línea de CAN-Bus*



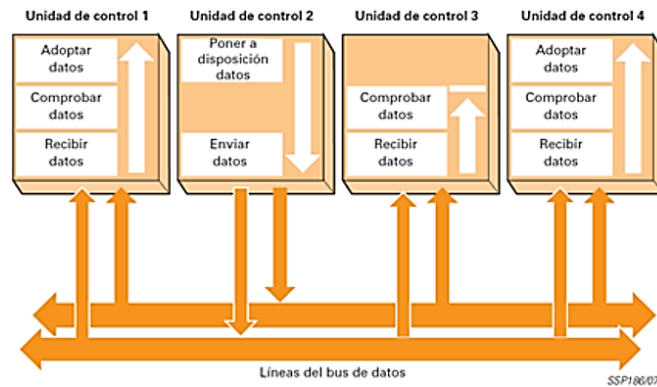
*Nota.* Secuencia que se realiza en una línea de datos CAN-Bus tomada de (Serrano, 2006)

### Secuencia de transferencia y recepción de datos

La transmisión de datos entre las unidades de control electrónica se realiza mediante una sucesión de pasos que cada una realiza para generar la provisión y admisión de datos, estos datos serán leídos por todas las unidades de control electrónica y procesada solamente por las unidades interesadas en su contenido, cada dato dispone de un identificador que indica sus características, prioridad y procedencia.

### Figura 27

*Secuencia de transferencia y recepción de datos*



*Nota.* Diagrama de la transferencia y recepción de datos, que son leídos por las unidades de control electrónica y procesada únicamente por las unidades interesadas

### ***Provisión de datos***

Cada unidad de control electrónica obtiene las señales de los sensores del vehículo (CKP, ECT, TPS, KS, etc.) Las unidades de control por medio de su microprocesador gestionada, acondiciona para transferirlas a su respectivo transceptor en el interior del módulo donde es modificada en señales eléctricas.

### ***Transmisión de datos***

El transceptor obtiene los datos del microprocesador de la unidad de control electrónica para ser reformada en pulsos electrónicos, y así ser colocadas en la red. Al momento en que la unidad electrónica de control coloca los datos en la red de unidades estas unidades se cambian a receptoras.

### ***Admisión de datos***

Cuando la unidad de control electrónica sitúa un mensaje en la red, el resto de unidades interconectadas se transforman en receptoras, y pueden leer el mensaje determinando si los datos son de su interés.

### ***Verificación del dato***

Ya recibido el mensaje por las unidades de control electrónico, estos estudian el mensaje y determinan si la información es necesario o no, es decir todos los módulos reciben el mensaje y los procesan si es necesario, de no ser así los mensajes son ignorados.

### ***Aceptación del dato***

Finalmente, si el mensaje incluido en la red es el que se esperaba por la unidad de control electrónico determinada, los adopta y los procesa. En ciertos casos, el módulo que toma el dato coloca un mensaje de respuesta como una forma de diagnosticar el sistema.

### **Red Lin**

Para (Domínguez & Ferrer, n.d.) la red LIN (Local Interconnect Network), o subsistema local, utiliza un solo cable sin apantallar para la transmisión de datos entre unidades de control. La red establece un intercambio de datos entre unidades de control, denominadas esclavas (hasta 16) y una maestra por cada subsistema.

La unidad maestra es la encargada de transmitir los datos de la red LIN a la red CAN a la cual va conectada. Esta red se suele montar en zonas localizadas del vehículo para la transmisión de datos de un mismo sistema.

### **Descripción y funcionamiento de los componentes**

La red Lin esta básicamente compuesta de una unidad maestra, las unidades esclavas y el cable para la transmisión de datos.

#### ***Unidad Maestra***

Para (Domínguez & Ferrer, n.d.) esta unidad traduce los datos entre las unidades de control de la red LIN y la red CAN, controlando la transmisión de datos y su velocidad. El diagnóstico de las unidades de control esclavas se realiza a través de la unidad maestra.

### **Unidad esclava**

Estas unidades de control tienen una función específica, como por ejemplo la unidad de control para la calefacción del parabrisas, o bien sensores y actuadores.

Según (Domínguez & Ferrer, n.d.) los sensores incorporan una electrónica que analiza los valores medidos y los transmite a la red LIN mediante señales digitales. Los actuadores son grupos de componentes electrónicos o electromecánicos inteligentes, a los que se les transmiten instrucciones en forma de señales de datos LIN, procedentes de la unidad de control LIN maestra.

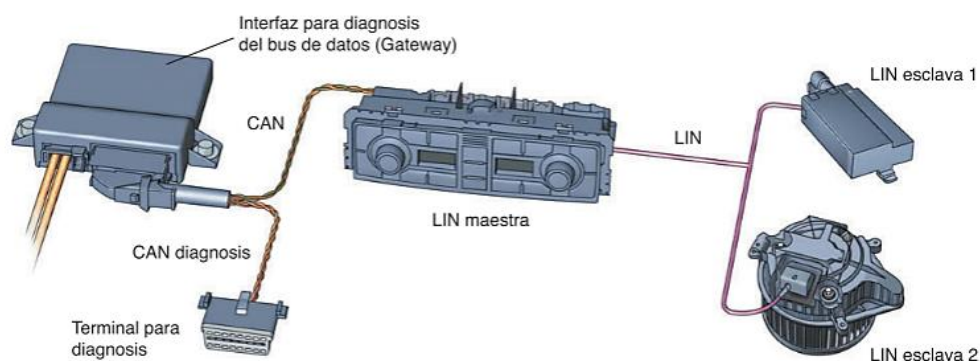
A través de la unidad de control maestra se puede consultar el estado operativo efectivo de los actuadores, de modo que es posible efectuar la comprobación de los estados teórico y efectivo.

### **Cable**

De acuerdo con (Domínguez & Ferrer, n.d) “La red LIN dispone de un único cable para la transmisión de datos. Este cable tiene una sección de 0,35 mm<sup>2</sup> y no dispone de apantallamiento”.

**Figura 28**

*Componentes de una red Lin*



*Nota.* Ilustración de los elementos que componen la red Lin. Tomado de (Domínguez & Ferrer, n.d.)

### **Formato de un mensaje Lin**

Para (Domínguez & Ferrer, n.d.) “En la red LIN, el mensaje es enviado cíclicamente por la unidad de control maestra. Para su reconocimiento es precedido de un encabezamiento”.

El encabezamiento está formado por cuatro campos: pausa de sincronización, limitación de la sincronización, campo de sincronización y campo del identificador.

#### ***Pausa de sincronización (1)***

Sirve para comunicar a todas las unidades de control esclavas de la red LIN el comienzo del mensaje. Utiliza como mínimo 13 bits a nivel dominante (tensión en el cable a masa).

#### ***Limitación de la sincronización (2)***

Señala el límite del comienzo del campo de sincronización. Utiliza como mínimo 1 bit a nivel recesivo (tensión cercana a la de la batería).

#### ***Campo de sincronización (3)***

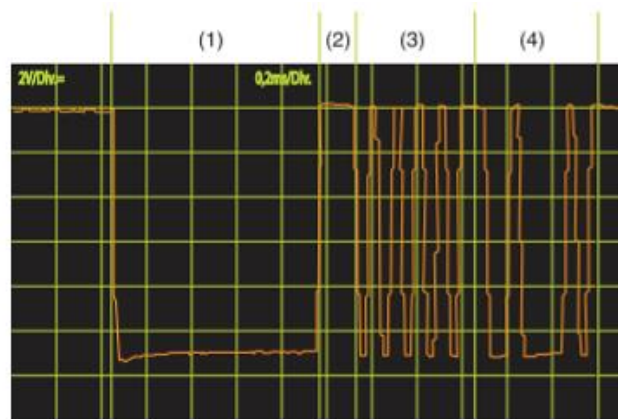
Sincroniza todas las unidades de control esclavas de la red LIN con la unidad de control maestra, para disponer de una transmisión de datos exenta de errores.

#### ***Campo de identificador (4)***

Contiene la identificación del mensaje, e indica el número de campos de datos que contiene la respuesta (de 0 a 8 campos); utiliza para este fin 6 bits. Para evitar errores en la asignación de mensajes, se emplean 2 bits adicionales.

### **Figura 29**

*Encabezamiento del mensaje*



*Nota.* Ilustración que representa el encabezamiento de un mensaje. Tomado de (Domínguez & Ferrer, n.d.)

El mensaje puede ser de dos tipos: mensaje con mandato de maestro y mensaje con respuesta de esclava:

#### ***Mensaje con mandato maestro***

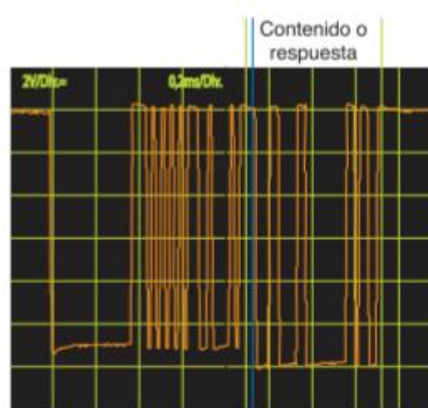
Por medio del campo identificador, la unidad de control maestra ordena a las unidades de control esclavas que utilicen los datos contenidos en la respuesta transmitida por la propia unidad maestra. Las unidades esclavas procesan los datos y los utilizan para la ejecución de funciones.

#### ***Mensaje con respuesta de esclava***

Por medio del campo identificador, la unidad de control maestra, ordena a las unidades de control esclavas que transmitan información; por ejemplo, valores de medición de un sensor, etc. Las unidades de control esclavas transmiten la información solicitada.

### **Figura 30**

*Contenido del mensaje*



*Nota.* Ilustración del contenido o respuesta de la red. Tomado de (Domínguez & Ferrer, n.d.)

### **Tipos de redes multiplexadas en el campo automotriz**

Según (Gustavo et al., 2013) “para cumplir las diferentes necesidades de cada uno de los sistemas del vehículo, la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) dividió a los buses de acuerdo a su velocidad de transferencia de datos en clases A, B, C y D”.

A continuación, se detallarán características de funcionamiento, ventajas y desventajas de cada una de las clases.

#### **Redes Clase A**

##### ***Características de funcionamiento***

(Hollembek, 2011) menciona que: es el protocolo genérico de baja velocidad de receptor/transmisor asíncrono universal (UART) que tiene una velocidad en baudios de hasta 10 Kb/s (10 000 bits por segundo). El protocolo asincrónico significa que la comunicación entre nodos se realiza sólo cuando es necesario y no de forma continua.

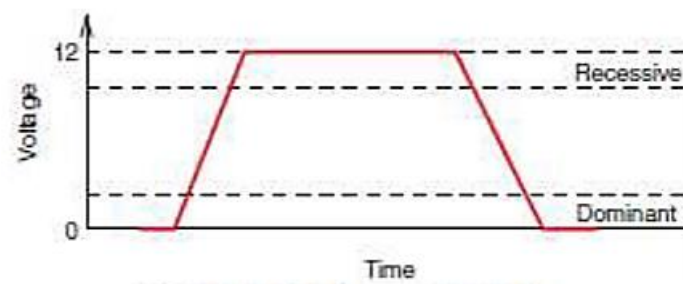
En esta clase de buses generalmente se usa más el LIN, que es utilizado por una gran cantidad de marcas automotrices. De hecho, también se analizará el bus BEAN y el UART con la finalidad de realizar una comparación de características. A continuación, se detallan las características de cada uno:

## Bus LIN

(Gustavo et al., 2013) menciona que 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.

### Figura 31

*Niveles de voltaje del bus LIN*



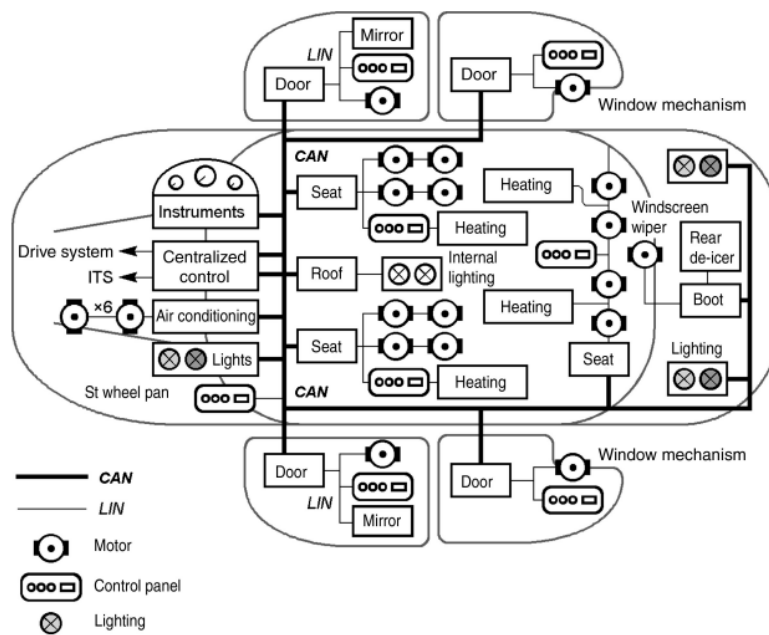
*Nota.* El bus LIN trabaja en un rango de voltaje de 0 a 12V. Su gráfico característico es como se muestra en la figura. Tomado de (Gustavo et al., 2013)

Además, el bus LIN trabaja de manera de tiempo sincrónico, el master define los cuadros de tiempo. Por consiguiente, ahí se manifiesta una respuesta del bus LIN estrictamente determinada.

### Figura 32

*Diagrama de relación entre las líneas CAN y LIN*





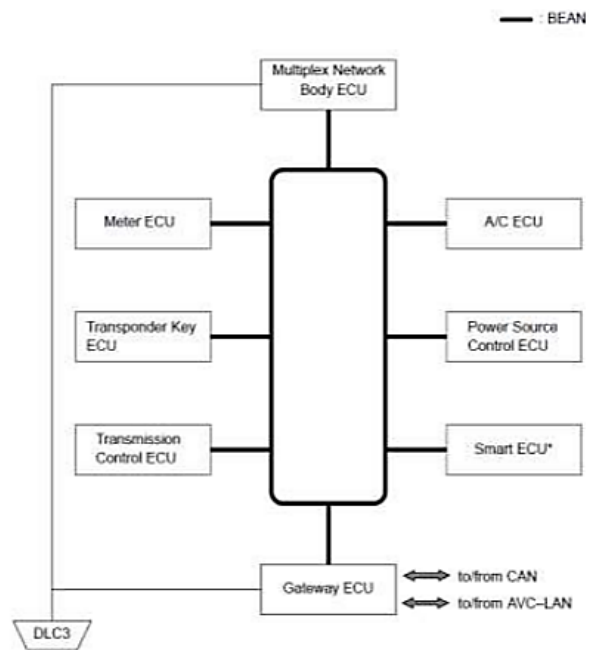
*Nota.* En un vehículo de motor, por ejemplo, existen numerosos nodos/participantes de la red que funcionan satisfactoriamente a este nivel de rendimiento. Tomado de (Paret, 2007)

### **Bus BEAN**

Para (Gustavo et al., 2013) el bus BEAN (Body Electronics Area Network) es un bus característico de la marca Toyota. Se usa para el sistema eléctrico de la carrocería. La configuración típica del BEAN es de tipo anillo (Daisy Chain denominada por Toyota), en la cual todas las ECUs están interconectadas a la ECU de entrada (Gateway) en círculo, todas entre sí. Este tipo de red mantiene la comunicación aun sí el arnés de cables tiene un circuito abierto, y trabaja en un rango de voltaje de 0 a 10V.

### **Figura 33**

*Configuración típica de un bus BEAN*



*Nota.* En la figura se muestra una configuración típica del bus BEAN, en donde se observa que la ECU de entrada (Gateway) está interconectada al resto de ECUs en círculo. La ECU de entrada sirve como interfaz que comunica el bus BEAN con el CAN y el AVC-LAN, con el fin de poder intercambiar información entre todos estos buses. Tomado de (Gustavo et al., 2013)

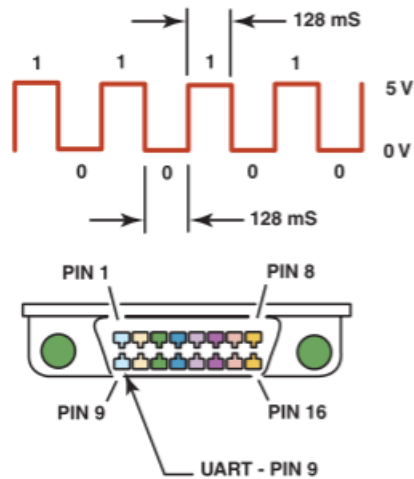
### **Bus UART**

De acuerdo con (Halderman, 2012) el bus UART es un protocolo de comunicación de datos en serie que significa recepción y transmisión asíncrona universal. Este bus utiliza un módulo de control maestro conectado a uno o más módulos remotos. El módulo de control maestro es utilizado para controlar el tráfico de mensajes en la línea de datos mediante la consulta de todos los demás módulos UART. Los módulos remotos envían un mensaje de respuesta al módulo maestro.

El bus UART utiliza una conmutación de ancho de pulso fijo entre 0 y 5 V, también este bus funciona a una velocidad de 8.192 bps.

**Figura 34**

*Niveles de voltaje y pines de diagnóstico del bus UART*



*Nota.* El módulo de control maestro de datos serie UART está conectado al conector de enlace de datos en el pin 9. Tomado de (Halderman, 2012)

Se muestra una tabla comparativa:

**Tabla 1**

*Comparación de buses de clase A*

	<b>Nombre del Bus</b>		
Características	LIN	BEAN	UART
Afiliación	Motorola	Toyota	General Motors
Aplicación	Sensores inteligentes	Control de chasis y diagnóstico	General y diagnóstico
Medio físico	1 cable	1 cable	1 cable
Bit de codificación	NRZ	NRZ	NRZ
Longitud de cabecera	Maestro/esclavo	Contención	Maestro/esclavo
Longitud de datos	Checksum de 8 bits	CRC de 8 bits	Checksum de 8 bits
Mensaje de cabecera	2 bytes	28%	Variable

Características	LIN	BEAN	UART
Velocidad	1 – 20 Kbits/s	10 Kbits/s	8192 bits/s
Longitud máxima del bus	40 metros	No especifica	No especifica
Nodos máximos	16	20	10
Sleep / Wakeup	Si	No	No
Costo	Bajo	Bajo	Bajo

*Nota.* Se observa una comparación de los buses clase A. Tomado de (Lupini, 2003)

### Aplicaciones en el vehículo

De acuerdo con (Bosch, 2007) “el bus LIN como medio para interconectar sistemas mecatrónicos se puede utilizar para muchas aplicaciones en el automóvil, para las cuales la velocidad de bits y la variabilidad del bus CAN no son esenciales”.

Algunas aplicaciones que se mencionan son:

- Módulo de puerta con cerradura de puerta, accionamiento del elevavinas eléctrico y ajuste del retrovisor exterior
- Control de la unidad de accionamiento del techo corredizo eléctrico
- Control del motor del limpiaparabrisas
- Sensor para detección de lluvia y luz.
- Sistema de aire acondicionado (transmisión de señales desde el elemento de control, activación del ventilador de aire fresco)
- Electrónica de faros
- Control de motores para ajuste del asiento
- Sistema antirrobo.
- Abridor de puerta de garaje

## **Ventajas y desventajas**

### ***Ventajas***

- Para (Lupini, 2003) “es muy simple y económico de implementar. La mayoría de los microcontroladores tienen incorporado el módulo SCI necesario o pueden implementarse sin un microprocesador. El transceptor es más pequeño y económico que los de otros protocolos”.
- De acuerdo con (Gustavo et al., 2013) “usa microcontroladores de baja capacidad sin hardware adicional para la interface de comunicación”.
- Según (Bosch, 2007) “la interfaz eléctrica consigue ser creada fácilmente y de reducido costo en los nodos de la red”.

### ***Desventajas***

- No satisface con requisitos en tiempo real
- Velocidad baja

## **Redes clase B**

### ***Características de funcionamiento***

Para (Gustavo et al., 2013) los buses de clase B trabajan a media velocidad, es decir, la velocidad de transferencia de datos esta entre 10kbits/s y 125kbits/s. El estándar de esta clase, es el bus CAN-B o CAN de baja velocidad, y es utilizado en general por los vehículos modernos de media y alta gama. También, se describirá el bus J1859 que es usado por Ford, General Motor y Daimler Chrysler para establecer una comparación con el CAN-B.

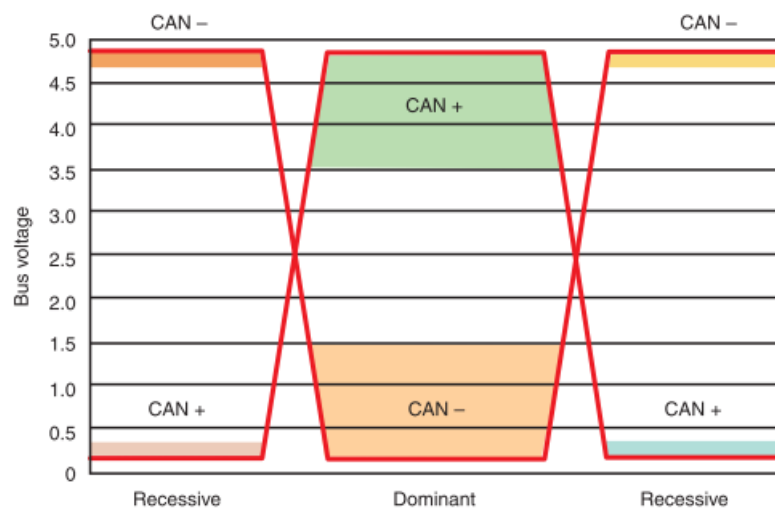
### ***CAN de baja velocidad (CAN-B)***

Para (Bosch, 2007) “CAN-B se define en la norma ISO 11898-3 y funciona a una velocidad de bits de 5 a 125 kBit/s”.

La velocidad de esta CAN es suficiente para reunir condiciones de tiempo real flexible que son demandadas en esta área. El bus CAN es el sistema estándar en el sector automotriz, posee varios dominios en el vehículo, el de velocidad baja es utilizada en el área de confort y comodidad.

**Figura 35**

*Tensiones típicas del bus CAN B*

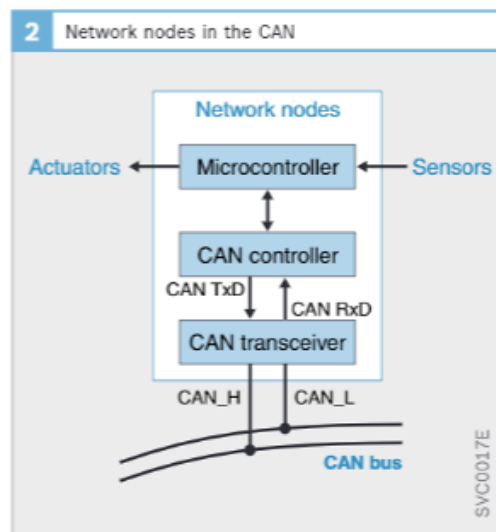


*Nota.* El bus CAN-B trabaja dentro de un rango de voltaje de 0 a 5V. Tomado de (Hollembek, 2011)

De acuerdo con (Bosch, 2007) los nodos en la red CAN están compuestos por los

siguientes bloques:

- Microcontrolador con su software de aplicación: encargado de correr su software de aplicación (ejemplo: Bosch EDC), controla al controlador CAN, prepara los datos para ser enviados y evalúa los recibidos.
- El controlador CAN: encargado de los modos de transmisión y recepción. Genera la corriente de datos y los envía por la línea TxD. La línea RxD recibe los datos desde el transductor.
- Y el transceptor CAN: amplifica la señal a un nivel de voltaje requerido por la línea de bus (CAN\_H y CAN\_L).

**Figura 36***Elementos de un nodo CAN*

Nota. Se puede observar los 3 bloques que componen un nodo en un bus CAN. Tomado de (Bosch, 2007)

**J 1850**

Para (Gustavo et al., 2013) este bus es usado por las marcas General Motors, Ford y Chrysler, en general su uso es para el sistema eléctrico del vehículo. El bus J1850 tiene dos protocolos el J1850 VPW y el J1850 PWM. Estos dos protocolos se diferencian principalmente por su capa física, el J1850 VPW utiliza como medio de transmisión un cable, mientras que el J1850 PWM utiliza como medio de transmisión dos cables.

**Tabla 2***Tabla de comparación de los buses de clase B*

Nombre del Bus	
	CAN 2.0
Características	ISO 11898 ISO
	11519-2 ISO
	11992 J2284
	J1850

<b>Nombre del Bus</b>				
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
Acceso de medios	Contención	Contención	Contención	Contención
Detención de errores	CRC	CRC	CRC	CRC
Longitud de cabecera	11 o 29 bits	32 bits	32 bits	8 bits
Longitud de datos	0-8 bytes	0-8 bytes	0-8 bytes	0-10 bytes
Sobre cabeza	9.9 % - 22 %	33.3 %	33.3 %	8. %
Velocidad	10 Kbits/s a 1 Mbit	10.4 Kbits/s	41.6 Kbits/s	10.4 Kbits/s
Longitud máxima del bus	No especifica (típico 40m)	35 metros (5m para el puerto de diagnóstico)	35 metros (5 m para el puerto de diagnóstico)	35 metros (5 m para el puerto de diagnóstico)
Nodos máximos	No especifica 32 (típico)	32	32	32
Sleep / Wakeup	No	Si	No	No
Costo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo

*Nota.* Se realiza una comparación de los Buses de clase B. Tomado de (Lupini, 2003)



## **Aplicaciones en el vehículo**

De acuerdo con (Bosch, 2007) menciona las siguientes aplicaciones:

- Control del sistema de aire acondicionado
- Ajuste de asientos
- Unidad de vidrios eléctricos
- Control del techo corredizo
- Ajuste de retrovisores
- Sistema de alumbrado

## **Ventajas y desventajas**

### ***Ventajas***

- Mejoramiento del desempeño
- Velocidad media

### ***Desventajas***

- Costo elevado con respecto a las aplicaciones

## **Redes Clase C**

### ***Características de funcionamiento***

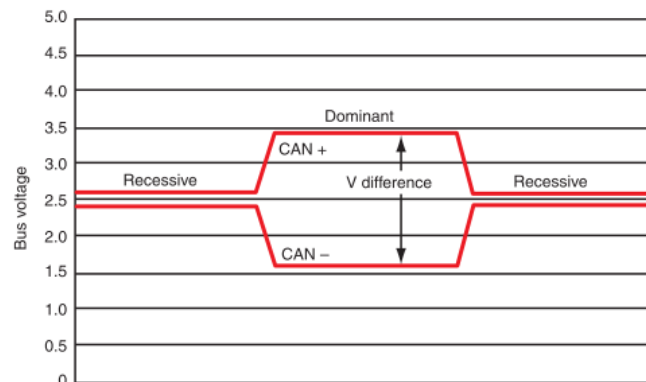
Para (Gustavo et al., 2013) “los buses de clase C son de alta velocidad, y su velocidad de transferencia de datos esta entre 125kb/s y 1Mbit/s. El bus estándar es el CAN de alta velocidad, y no tiene rivales significativos en esta clase”.

### ***CAN de alta velocidad***

(Gustavo et al., 2013) menciona que: “el estándar de este dominio de CAN es el ISO 11898-2, y opera en un rango de datos de 125kb/s y un 1Mbit/s. La transferencia de datos es capaz de reunir requerimientos de tiempo real flexible para tren de potencia”.

**Figura 37**

*Niveles de voltaje en el bus CAN-C*



*Nota.* El bus CAN-C trabaja en un rango de voltaje de 1.5 a 2.5V y 2.5 a 3.5V. Tomado de (Hollemeack, 2011)

(Paret, 2007) menciona sus principales características:

- La longitud máxima del bus es 40m.
- El rango de nodos participantes para la red está entre 2 a 30 nodos.
- La capa física es un par de cables trenzados con retorno a tierra.
- Una característica de impedancia de la línea de 120Ω.
- Una resistencia del cable de 70mΩ/m
- Un tiempo de propagación de señal nominal de 5ns/m sobre el bus.
- Una corriente de salida de más de 25 mA suministrada por los transmisores.
- Una línea protegida de cortos circuitos (de 3 a 16 o 32V)

### **Aplicación en el vehículo**

(Bosch, 2007) resalta las siguientes aplicaciones de los buses de clases C:

- Sistemas de gestión del motor (por ejemplo, motronic para motores de gasolina o EDC para motores de diesel).
- Control de transmisión electrónica.

- Sistema de estabilización del vehículo.
- Panel de instrumentos.

### **Ventajas y desventajas**

#### ***Ventajas***

- Acumula las características en tiempo real flexible
- Concede una conexión de un numero de nodos relativamente elevado

#### ***Desventaja***

- Costo parcialmente alto
- Software complejo

### **Redes Clase D**

Para (Gustavo et al., 2013) “los buses de clase D 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***

(Lupini, 2003) menciona que: “este bus es usado por los vehículos de gama alta en las marcas “BMW, General Motors, Ford, Volkswagen y Toyota”.

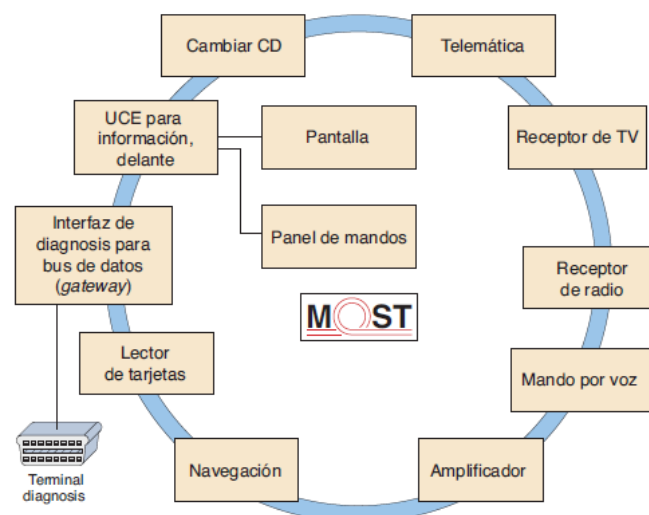
Según (Domínguez & Ferrer, n.d.) el bus MOST (Media Oriented System Transport) se emplea, en automoción, para la transmisión de datos en red de los sistemas de información y entretenimiento. Consiste en un sistema de bus optoelectrónico de configuración anular que tiene su principal campo de aplicación en la transmisión de datos de alta velocidad, pudiendo transmitir datos a una velocidad de hasta 21 Mbit/s.

Los datos son enviados en una dirección hacia un destinatario concreto y pasan de unidad de control en unidad de control hasta que son recibidos por la unidad que los envió.

Este bus inicialmente fue definido como un agente de transmisión óptica que utiliza fibra óptica plástica (POF). Esta señal es generada por un LED en el lado de transmisión elegido con Tx-FOT (transceptor de fibra óptica), en el lado del receptor, Rx-FOT. Esta señal óptica es cambiada a señal eléctrica por un fotodiodo.

**Figura 38**

*Estructura anular de una red MOST*

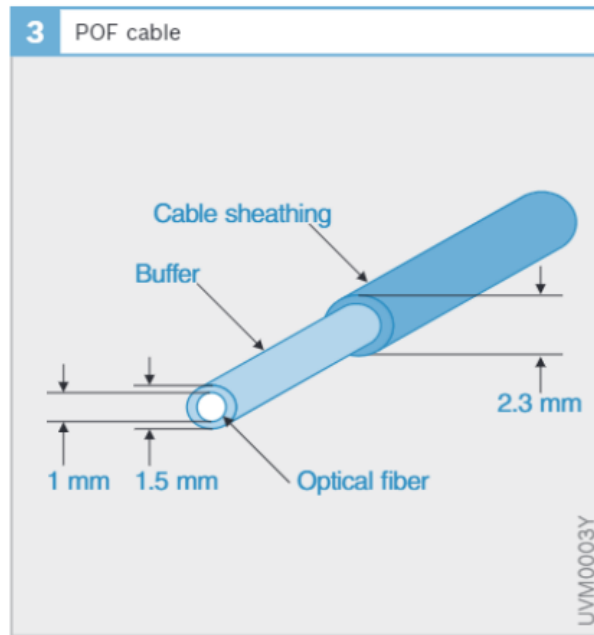


*Nota.* Se observa la configuración de un nodo MOST. Tomado de (Domínguez & Ferrer, n.d.)

De acuerdo con (Bosch, 2007) los cables POF usados para aplicaciones automotrices consiste de un núcleo óptico grueso aislado de  $980\mu\text{m}$  por un revestimiento óptico grueso de  $20\mu\text{m}$  con un bajo índice de refracción, en total el conductor óptico tiene un diámetro de 1mm. La fibra óptica es aislada con un buffer negro, que es revestido por un protector de cable. Esto da al cable un diámetro total de 2.3mm.

**Figura 39**

*Cable POF*



*Nota.* Constitución de un cable de fibra óptica POF. Tomado de (Bosch, 2007)

### **IEEE1394 o Firewire**

Según (Gustavo et al., 2013) es considerado un bus para sistemas de audio y video de abordo, también es el principal competidor del bus MOST. El éxito para este bus 1394 es la contribución de la empresa Automotive Multimedia Interface Collaboration (AMIC), grupo de la industria que incluye 12 de los grandes fabricantes de automóviles del mundo, que son: BMW, DaimlerChrysler, Ford, Fiat, General Motors, Honda, Mitsubishi, Nissan, PSA Peugeot-Citroën, Renault, Toyota y Volkswagen.

**Tabla 3**

*Tabla de comparación de los buses de clase D*

	<b>Nombres del Bus</b>	
<b>Características</b>	Most	IEEE1394 o Firewire
<b>Afiliación</b>	OASIS	IEEE
<b>Aplicación</b>	Flujo de datos y control	Dispositivos de PC

<b>Medio físico</b>	Fibra óptica	2 cables trenzados blindados
<b>Bit de codificación</b>	Biphase	NRZ
<b>Acceso de medios</b>	Maestro/Esclavo	Contención
<b>Detención de errores</b>	CRC	CRC
<b>Longitud de cabecera</b>		25 bits
<b>Longitud de datos</b>	8 bytes	1 a 11 bytes
		98-393 Mbits/s
<b>Velocidad</b>	POF = 25-150 Mbits/s	Fujitsu MB88395 = 800 Mbits/s
<b>Longitud máxima del bus</b>	TBD (para ser determinado)	72 metros
<b>Nodos máximos</b>	24	16
<b>Sleep / Wakeup</b>	Si	No
<b>Costo</b>	Alto	Medio

Nota. Se realiza una comparación de los Buses de clase B. Tomado de (Lupini, 2003)

### Aplicaciones en el vehículo

(Bosch, 2007) menciona las siguientes aplicaciones:

- Amplificador de Audio.
- Auxiliar de entrada. Interfaz para conectar mp3 players.
- Entrada de micrófono.
- Toca cintas.
- CD player o cargador de CD.
- DVD player. o cargador de DVD.
- Receptor radio Am/Fm.
- TMC tuner (receptor especial para señales de mensajes de tráfico).
- Receptor de TV.

- DAB tuner (receptor de radios digitales).
- SDARS (receptor para radio satélite).
- Módulo de teléfono o una conexión a teléfono celular.
- General Phone Book (acceso a contacto de teléfono).
- Sistema de Navegación (Sólo las interfaces que estén aprobadas por la cooperación MOST).
- Pantalla de Gráficos.

### **Ventajas y desventajas**

#### ***Ventajas***

- Resistencia alta para la interferencia.
- Emite una gran cantidad de datos a una velocidad elevada.

#### ***Desventajas***

- Costo extremadamente alto.

### **Línea de datos para el diagnóstico**

La línea de datos en el diagnóstico automotriz se refiere a la vía de comunicación electrónica que permite la transferencia de información entre los diversos componentes electrónicos de un vehículo, facilitando así el diagnóstico y la resolución de problemas.

La interfaz de diagnóstico más comúnmente utilizada es el OBD-II (On-Board Diagnostics, versión 2), que proporciona acceso a la información del sistema del vehículo y facilita la detección y resolución de problemas. El escáner de diagnóstico se conecta al conector OBD-II del vehículo, y mediante la línea de datos, puede leer códigos de error, datos en tiempo real y realizar pruebas específicas en los distintos sistemas del automóvil.

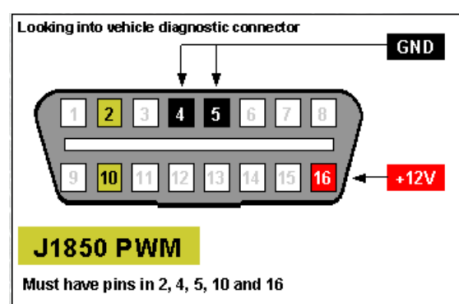
Para (Mañón, 2016) el OBD-II entonces se encarga de monitorear constantemente todos los sistemas funcionales del auto y además almacena ciertos códigos de errores referentes a fallas que ocurren en el automóvil. Este conector se estandarizó en 1996, pero también se crearon cinco diferentes “lenguajes” para leer las señales que manda el vehículo, se trata de los protocolos: SAE J1850 PWM, SAE J1850 VPW, ISO 9141-2, ISO 14230-4 e ISO 15765-4/SAE.

### **SAE J1850 PWM**

- Realiza la modulación del ancho de pulso a razón de 41,6 Kbps.
- Trabaja por medio de dos cables.
- Pin 2 corresponde a la señal + del bus.
- Pin 10 corresponde a la señal – del bus.
- La cantidad máxima de transmisión es de 12 bytes por mensaje.
- Este protocolo es utilizado principalmente por la marca FORD.

**Figura 40**

*Distribución de pines según la norma SAE J1850 PWM*



*Nota.* Reparto de la función de cada pin según SAE J1850 PWM. Tomado de (Mañón, 2016)

### **SAE J1850 VPW**

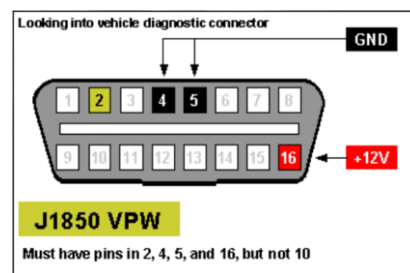
- El ancho de pulso varía a 10,4 Kbps.
- Trabaja por medio de un solo cable.



- La cantidad máxima de transmisión es de 12 bytes por mensaje.
- Este protocolo es utilizado por GENERAL MOTORS.

**Figura 41**

*Distribución de pines según la norma SAE J1850 VPW*



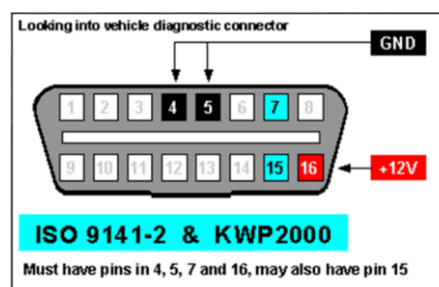
*Nota.* Reparto de la función de cada pin según SAE J1850 VPW. Tomado de (Mañón, 2016)

#### **ISO 9141-2 e ISO 14230-4**

- Realiza una comunicación sincrónica a 10,4 Kbps.
- Pin 7 corresponde a K line bidireccional de comunicación.
- Pin 15 corresponde a L (opcional) unidireccional para despertar la ECU.
- Para el protocolo ISO 9141-2 la cantidad máxima de transmisión son 12 bits y para el protocolo ISO 14230 (KWP 2000) transmite hasta 255 bytes por mensaje.
- Es utilizado por los vehículos asiáticos y europeos.

**Figura 42**

*Distribución de pines según la norma ISO9141-2 e ISO 14230-4*



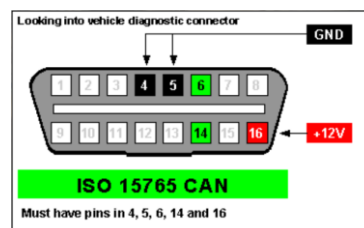
*Nota.* Reparto de la función de cada pin según ISO 9041-2 e ISO 14230-4. Tomado de (Mañón, 2016)

### ISO 15765-4/SAE

- Transmite la información de 250 kbps a 500 kbps.
- Pin 6 corresponde al CAN alto (CAN H).
- Pin 14 corresponde al CAN BAJO (CAN L).
- Aplicado en vehículos europeos.

**Figura 43**

*Distribución de pines según la norma ISO 15765-4/SAE*



*Nota.* Reparto de la función de cada pin según ISO 15765-4 SAE. Tomado de (Mañon, 2016)

### **Código de falla (DTC)**

El estándar SAE J2Q12 define un código de 5 dígitos, en el cual cada dígito representa un valor predeterminado. Todos los códigos son presentados de igual forma para facilidad del mecánico. Algunos de estos son definidos por este estándar, y otros son reservados para uso de los fabricantes.

**Tabla 4**

*Distribución de los dígitos para reconocer DTC*

Dígito	Característica	Definición del código
Primer dígito	Representa la función del vehículo	P: Electrónica del motor y transmisión (Powertrain)
		B: Carrocería (Body)
		C: Chasis (Chassis)
		U: No definido (Undefined)

Dígito	Característica	Definición del código
Segundo dígito	Indica la organización responsable de definir el código	0 – SAE (código común a todas las marcas) 1 – El fabricante del vehículo (código diferente para distintas marcas)
Tercer dígito	Representa una función específica del vehículo	0 - El sistema electrónico completo 1 y 2 - Control de aire y combustible 3 - Sistema de encendido 4 - Control de emisión auxiliar 5 - Control de velocidad y ralentí 6 - ECU y entradas y salidas 7 - Transmisión
Cuarto y quinto dígito	Están relacionados específicamente con la falla.	

*Nota.* Como se representa un DTC. Tomado de (Mañon, 2016)

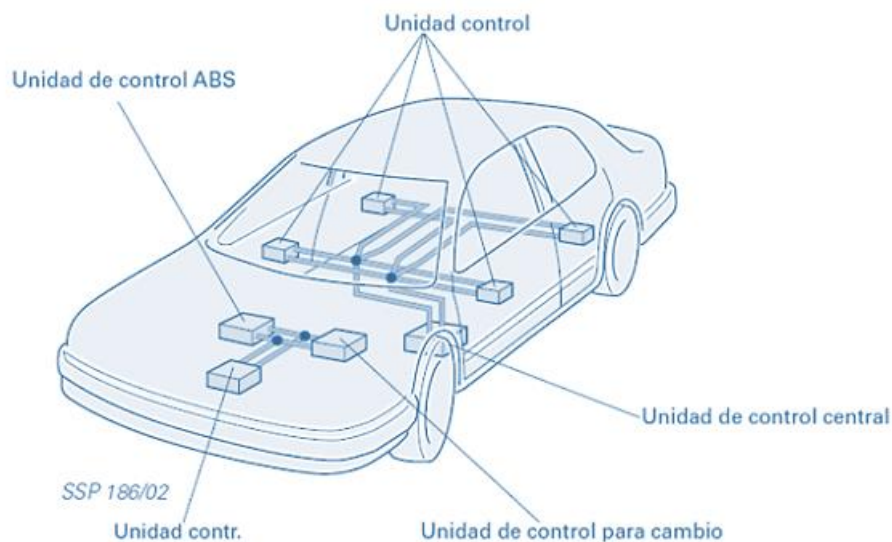
### Unidades de control en el automóvil

Para (Morales et al., 2013) las progresivas exigencias en cuanto a seguridad, confort y exigencias gubernamentales EPA, (Environmental Protection Agency) que investiga reducir las emisiones de gases y consumo de combustible de los automóviles, han llevado a los fabricantes de vehículos a la implementación de unidades de control electrónico, en donde se destaca:

- Unidad de control del motor
- Unidad de control electrónico del ABS
- Unidad de control de la tracción
- Unidad de control del cambio automático.
- Unidad de control de Air Bag.
- Unidad de control de la dirección asistida eléctrica.

**Figura 44**

*Unidades de control en el automóvil*



*Nota.* Se detallan las unidades que son utilizadas en los vehículos modernos. Tomado de (Reyes, 2015)

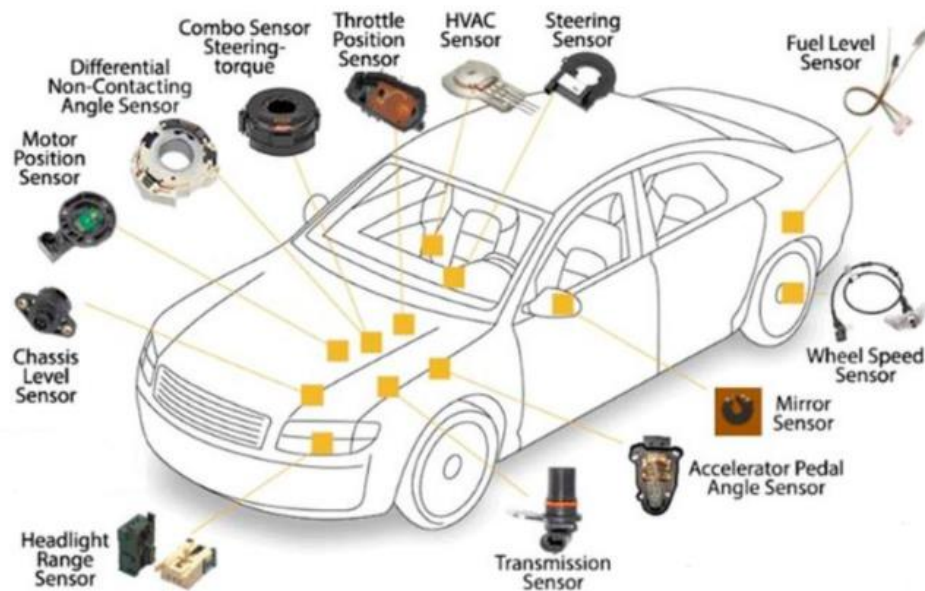
### **Unidad de control del motor**

De acuerdo con (Morales et al., 2013) la unidad de control electrónica del motor (ECM, Engine Control Module) es el componente fundamental para el funcionamiento del motor de combustión interna, con la finalidad de obtener un mayor torque, potencia, rendimiento, eficiencia, disminución del combustible y reducir las emisiones de gases contaminantes.

La ECM organiza varios aspectos del motor de combustión interna, las ECM sencillas solo controlan la cantidad de inyección de combustible para cada cilindro en cada ciclo de funcionamiento del motor. A diferencia de las ECM avanzadas que además de la inyección, controlan el punto de ignición, tiempo de apertura y cierre de válvulas, el nivel de presión generada por el turbocompresor y otros periféricos del vehículo.

**Figura 45**

*Sensores que actúan en la unidad de control*



Nota. En la figura se muestran ciertos sensores que ayudan a la unidad de control. Tomado de (Morales et al., 2013)

La Unidad de Control del Motor (ECM) supervisa de manera constante las condiciones de funcionamiento del motor mediante diversos sensores ubicados en él, y determina la secuencia óptima de operación para emitir sus comandos. Entre los sensores clave se incluyen los siguientes.

**Tabla 5**

*Siglas y significados de los sensores que actúan en la unidad de control del motor*

<b>Siglas</b>	<b>Significado</b>
MAP	Sensor de presión absoluta
MAF	Sensor de flujo de aire
ECT	Sensor de temperatura del refrigerante del motor
TPS	Sensor de la posición de la aleta de aceleración
CKP	Sensor de posición del cigüeñal
CMP	Sensor de posición del árbol de levas
IAT	Sensor de temperatura del aire de admisión
EGO	Sonda de oxígeno
KS	Sensor de detonación
VSS	Sensor de velocidad del vehículo

Nota. En la siguiente tabla se puede apreciar las siglas y descripción de cada una de ellas.

De acuerdo con (Morales et al., 2013) la ECM continuamente monitorea aspectos como la mezcla aire/combustible, tiempos de avances de encendido y velocidad de rotación del motor y ordena una de las tantas funciones que realiza, incluido el manejo de los inyectores de combustible, módulo de encendido, válvula de recirculación de gases de escape EGR, válvula de control de aire en ralentí IAC, bomba de combustible entre otros. Todos estos componentes trabajan en conjunto para lograr el mejor rendimiento del motor y emitir una mínima cantidad de gases contaminantes.

### **Pruebas y ajustes de la unidad de control del motor**

Para (Auto Avance, 2021) la ECU o computadora se encuentra para cumplir una sola función que es: combinar aire, combustible y chispa. Esto para producir combustión dentro del motor. En la actualidad, para producir estos tres elementos, el sistema electrónico utiliza una red moderna de:

- Sensores de alta presión que miden la temperatura, presión, posición de componentes y otros factores determinantes.
- Cableados para transmitir datos mediante una red de comunicación hacia la computadora
- Actuadores robustos que ejecutan acciones sincronizadas mediante comandos emitidos por la ECU.

### Proceso de diagnóstico antes de intervenir con la ECU

#### *El auto no da arranque y no enciende*

(Auto Avance, 2021) menciona que se debe verificar el voltaje de la batería con un multímetro, cargue la batería o conecte un arrancador, verifique el estado de los bornes de la batería, verifique el cable de conexión a tierra del motor que esté en buen estado y firme. A continuación, se muestra posibles fallos y las verificaciones que se deben realizar.

**Tabla 6**

*Posibles fallos si el auto no da arranque y no enciende*

<b>Posibles fallos</b>	<b>Verificaciones a realizar</b>
Fusibles abiertos	Verificar todos los fusibles que alimentan a la unidad de control.
Relevador de arranque fallando	Verificar el arranque del motor que no esté “pegado” o “atascado”.
Conectores de la ECU en mal estado	Verificar que no existan cables en corto de corriente, verifique los pines del conector para limpiar suciedad y corrosión.
Encendido acciona con el pedal del clutch o embrague	Verifique el interruptor ubicado en el embrague ya que puede estar en mal estado.

*Nota.* Se describen algunos fallos si el auto no arranca y no enciende. Tomado de (Auto Avance, 2021)

### ***El auto da arranque, pero no enciende***

A continuación (Auto Avance, 2021) detalla algunos posibles fallos para este caso.

**Tabla 7**

*Posibles fallos sil auto da arranque, pero no enciende*

<b>Posibles fallos</b>	<b>Verificaciones a realizar</b>
No se produce chispa en el encendido	Verifique cada una de las bujías, y también las bobinas de el encendido.
No llega gasolina ni al riel ni a los inyectores	Verifique la presión de la bomba de combustible, verifique si hay alguna línea de combustible abierta u obstruida. Verifique si el filtro de combustible está obstruido.
Sensor CKP en mal estado, con línea de señal abierta, o en corto circuito	Verificar si la señal de referencia que envía el sensor CKP es de 5V.
No hay compresión en los cilindros	Realizar una prueba de compresión y verificar cada uno de los cilindros del motor debido a que, los anillos del pistón se adhieren a las paredes del cilindro cuando el vehículo no es encendido en mucho tiempo.

*Nota.* Se describen algunos fallos si el auto arranca y no enciende. Tomado de (Auto Avance, 2021)

### ***Problemas relaciones con la unidad de control del motor***

(Auto Avance, 2021) menciona que “hay otro tipo de problemas que se relacionan directamente con la ECU, y es una alerta para intervenirla.”

Dentro de las más comunes se encuentran las siguientes:

- No hay comunicación con el scanner



- Códigos de falla DTC que no desaparecen. Luz de advertencia (Check Engine) encendida de manera permanente.
- Problemas en el sistema de emisiones, sensor de oxígeno con señales erráticas.

### **Unidad de control electrónico del ABS**

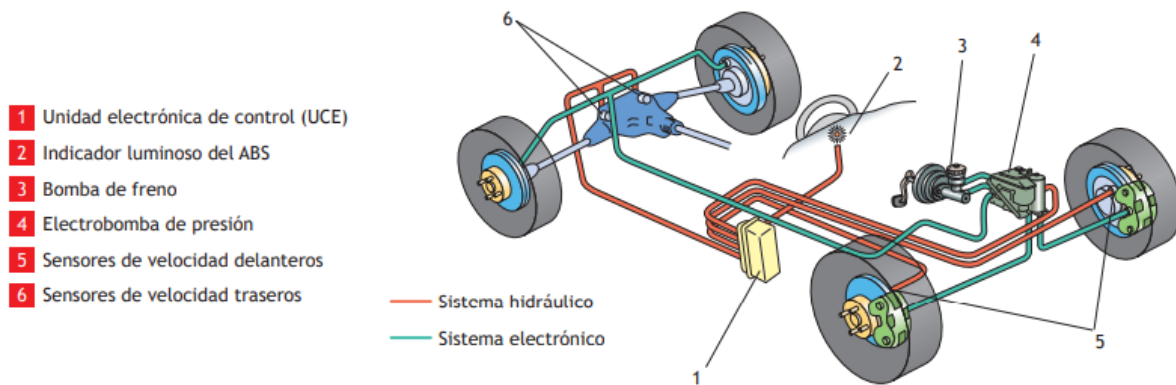
Para (Borja et al., n.d.) un sistema antibloqueo de frenos (ABS) es un sistema de frenado con gestión electrónica cuya principal característica es la de evitar el bloqueo de las ruedas durante la acción de frenado, consiguiendo mantener y corregir la trayectoria del vehículo en la propia frenada.

La unidad de mando electrónica del sistema antibloqueo, junto con la unidad electrónica de control (UCE) que lleva incorporada, desempeña las siguientes funciones:

- Recibir las señales alternas de los sensores de las ruedas.
- Gestionar los diferentes sistemas que reúne el sistema antibloqueo como el control de tracción, el control de estabilidad, etc.
- Chequear y verificar el sistema antibloqueo, indicando con un testigo luminoso en el cuadro de instrumentos si existe alguna avería.
- Activar el sistema de frenado convencional en caso de avería, para poder desplazarse al taller de reparación más cercano.
- Almacenar las averías, para que posteriormente el técnico las detecte con la máquina de diagnosis y pueda guiarse durante la reparación del sistema.

### **Figura 46**

*Elementos del sistema antibloqueo de frenos (ABS)*



*Nota.* El sistema antibloqueo de frenos está formado por dos sistemas: el sistema electrónico de gestión y el sistema hidráulico de mando. Tomado de (Borja et al., n.d.)

De acuerdo con (Borja et al., n.d.) la unidad electrónica de control del sistema antibloqueo es como el cerebro del sistema, ya que selecciona las órdenes que deben cumplir el resto de los componentes. La unidad electrónica de control está compuesta por las siguientes unidades:

- Unidad electrónica ROM, que es la unidad que tiene almacenados los mapas característicos de control.
- Unidad electrónica RAM, que es la unidad donde se recibe la información procedente de los sensores del sistema.

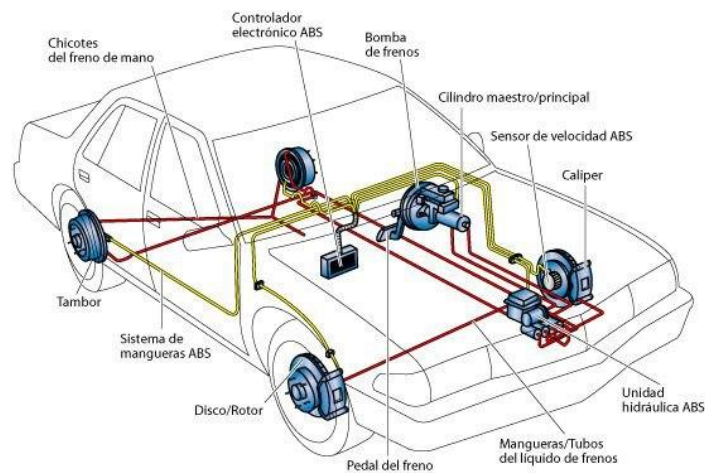
### Pruebas y ajustes de la unidad de control electrónico ABS

Para (Borja et al., n.d.) existen unos pasos a seguir para el diagnóstico de errores. En donde se muestren las posibles fallas que puedan existir.

- Escanear el sistema ABS para escanear el código de falla.
- El código de falla que se genera para este sistema, por lo general inicia con la letra C.
- Identificación del error, se inicia con pruebas del sistema ABS.

### Figura 47

*Inspección visual de los sensores, reductores y cables*



*Nota.* Se muestra como está distribuido las líneas de alimentación de frenos, ya que estos pueden provocar daños en los sensores de velocidad. Tomado de (Borja et al., n.d.)

(Borja et al., n.d.) menciona que habrá que inspeccionar muy cuidadosamente que las líneas de alimentación de líquido de frenos no se encuentren rotas, o que presenten alguna fuga, ya que el líquido de frenos es altamente corrosivo y esto puede ocasionar fallos en los sensores de velocidad. Algunas causas posibles que generan fallos son:

- Conector o líneas de alimentación en malo estado
- Mal montaje del sensor de velocidad
- Fallas internas del sensor de velocidad
- Aro dentando con fallas
- Fusibles en mal estado
- Módulo de control eléctrico
- Sensor de ángulo de dirección
- Sensor TPM, monitoreo de presión de neumáticos

A continuación, se muestra una tabla con síntomas y causas que se encuentran en el sistema de control electrónico ABS

**Tabla 8**

*Síntomas y causas encontrados en el ABS*

Síntoma	Causa
Vibraciones en el pedal al pasar por superficies de baja adherencia o al pisar el pedal de freno a fondo.	Es indicativo que el sistema de ABS se está inicializando, es el aumento y disminución de la presión de frenado.
El testigo de ABS y freno de mano permanece encendido	Falla en el sistema de ABS, en ese caso se debe escanear el sistema para obtener los códigos de error almacenados en la memoria
El testigo de ABS permanece encendido y no sirve el velocímetro	En algunos vehículos los sensores de velocidad de las ruedas son los que proporcionan la señal de velocidad del vehículo, si uno de estos no está funcionando, el velocímetro deja de marcar.

Nota. Se describen algunos síntomas y causas que se encuentran en el ABS.

### Unidad de control de la tracción

Para (Martín & Marco, 2021) las siglas ETC corresponden a las iniciales del sistema (Electronic Traction Control), el cual controla la adherencia de las ruedas motrices de forma permanente. Este sistema realiza un control del par de giro de las ruedas motrices a través de la regulación del par motor del vehículo. Para ello la unidad de control electrónica se aprovecha de la información proveniente de los sensores del ABS que le indican el estado de adherencia de cada una de las ruedas motrices y de los sensores que se encuentran en el diferencial.

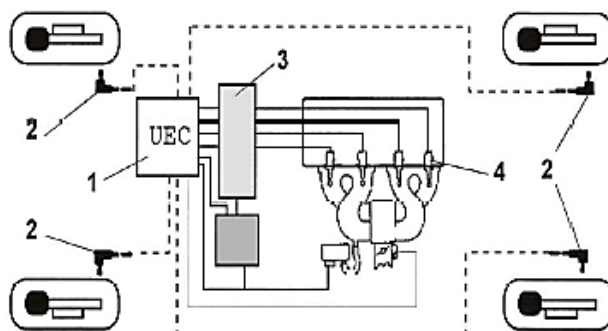
La forma de reducir el par motor es a través de la unidad de control electrónico del sistema de inyección del motor. Para ello cuando se detecta deslizamiento la unidad de control del ETC ordena a la del sistema de inyección que disminuya o corte el

número de inyecciones de combustible, consiguiendo de esta forma una menor alimentación de combustible y una caída instantánea del par motor adecuada que controle el giro de cada rueda motriz. La secuencia de orden de disminución de la inyección es la siguiente:

- Inicialmente, al detectar un deslizamiento de rueda motriz, cada dos inyecciones se abre el inyector del primer cilindro.
- Si a pesar de este corte de combustible los sensores siguen informando del deslizamiento, entonces se ordena que el inyector del primer cilindro se cierre completamente.

**Figura 48**

*Esquema del circuito del control de tracción electrónico ETC*



*Nota.* Se muestra el esquema de conexión de los distintos componentes que integran un sistema antideslizamiento ETC. Tomado de (Martín & Marco, 2021)

La unidad de control (1) del sistema ETC recibe la información de los sensores (2) de cada una de las ruedas del sistema ABS y del par de giro del motor calculando de esta forma el par de giro adecuado de cada rueda. Seguidamente ordena a la segunda etapa de la unidad de control de la inyección de combustible (3) los tiempos de apertura de inyector o los cortes de inyección apropiados en los inyectores (4). El sistema ETC puede ser desconectado a voluntad del conductor mediante un interruptor, pero no puede desconectar el sistema ABS.

### Pruebas y ajustes de la unidad de control de tracción

Para (Martín & Marco, 2021) el sistema de tracción detecta cuando al acelerar, una de las ruedas del automóvil patina, esto debido a una baja adherencia o que su velocidad de giro es más alta de lo recomendable. Así, cuando sucede alguno de estos percances, el sistema lo detecta y activa sus protocolos de seguridad. La principal respuesta es reducir el giro para recuperar y maximizar la adherencia.

A continuación, se mostrará ciertas fallas que se pueden encontrar en el control de tracción.

**Tabla 9**

*Principales fallas en el sistema de tracción*

Fallas en el sistema de tracción	Descripción de fallas
Problemas en la transmisión	Estos problemas pueden deberse a un desgaste de los componentes internos, bajo nivel de fluido de transmisión, problemas en los sincronizadores o embrague, entre otros.
Fallos en el diferencial	Si hay un problema en el diferencial, puede producirse ruido excesivo, vibraciones o incluso pérdida de tracción en una de las ruedas. Situación que afecta directamente al sistema de tracción, ya que no puede efectuar su funcionamiento de manera correcta.
Problemas en las juntas homocinéticas	Si las juntas homocinéticas están desgastadas o dañadas, pueden generar vibraciones y ruidos al girar o acelerar, e incluso pueden causar pérdida de tracción.
Averías en el sistema de tracción a las cuatro ruedas	Estos problemas pueden afectar la distribución de potencia entre las ruedas y provocar pérdida de tracción en uno o varios ejes.

Fallas en el sistema de tracción	Descripción de fallas
Desgaste de neumáticos	Si los neumáticos están desgastados de manera desigual o si no tienen la presión adecuada, pueden disminuir la capacidad de agarre y tracción, especialmente en condiciones de lluvia o nieve.

Nota. Se describen las principales fallas del sistema de tracción y una definición de cada una. Tomado de (Martín & Marco, 2021)

### Unidad de control del cambio automático

De acuerdo con (Borja et al., n.d.) en las actuales cajas de cambios automáticas se ha introducido la gestión electrónica para optimizar y mejorar su funcionamiento, quedándose cada vez más relegadas las cajas de cambios de accionamiento puramente hidráulico. Dicha gestión electrónica se lleva a cabo mediante determinados sensores y actuadores que desempeñan funciones muy diferentes.

Los sensores tienen la misión de informar a la unidad de control electrónica de la caja de cambios automática de los parámetros necesarios del funcionamiento del vehículo, para que se realicen los cambios de marcha correctos según las necesidades de marcha y los requerimientos exigidos por el conductor.

**Tabla 10**

*Sensores y funciones de la unidad de control automático*

Sensor	Función
Sensor de revoluciones de entrada a la caja de cambios	Este sensor informa a la unidad de control electrónica de las revoluciones de entrada en la caja de cambios automática.
Sensor de revoluciones de salida de la caja de cambios	Este sensor informa a la unidad de control electrónica de las revoluciones de salida de la caja de cambios.

Sensor	Función
Transmisor de revoluciones del árbol secundario	Este sensor informa a la unidad de control de las revoluciones del árbol secundario para, conjuntamente con otras señales, permitir a esta optar por mantener la velocidad o por cambiarla a una superior o inferior.
Sensor multifunción	Este sensor permite seleccionar diferentes configuraciones del cambio: cambio secuencial, cambio automático, parada de estacionamiento, etc.
Sensor de temperatura	Este sensor transmite la temperatura del fluido hidráulico del cambio automático en todo momento y determina las condiciones de uso del mismo.
Conmutador de presión de freno	Este sensor mide el pisado del pedal de freno para que la unidad de control realice la reducción de marchas adecuada y ayude así a la detención del vehículo.

*Nota.* En esta tabla se muestra cada uno de los sensores y la función que cumple en la unidad de control automático.

(Martín & Marco, 2021) menciona que: “los actuadores tienen como objetivo realizar las acciones que indica la unidad de mando electrónica mediante señales eléctricas. Los actuadores son los siguientes:”

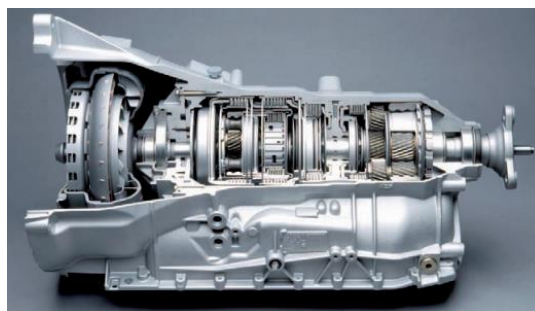
- Electroimán para el bloqueo de la palanca selectora: la palanca de cambios del sistema automático queda bloqueada en determinadas situaciones, como la parada o la inserción de la marcha atrás, si el conductor no pisa anteriormente el pedal de freno. Este electroimán es el encargado de realizar dicho bloqueo.



- Electroválvulas de la caja de selección: son las válvulas que actúan directamente sobre los elementos de frenado del tren epicycloidal dotándolos de presión hidráulica para realizar las combinaciones adecuadas para el acoplamiento de la marcha.
- Relé para el bloqueo del arranque: Este relé bloquea el arranque si no está en la posición seleccionada de «P» (parking), o no permite apagar el motor del vehículo si no se encuentra en dicha posición «P».

**Figura 49**

*Caja de cambios automática de gestión electrónica*



*Nota.* Composición de una caja de cambio automática. Tomado de (Martín & Marco, 2021)

### **Pruebas y ajustes de la unidad de control del cambio automático**

(Ruiz, 2021) menciona que el propósito de la prueba es determinar el desempeño general de la caja automática de velocidades y analizar las causas de los problemas. Para iniciar, se enlista unos procesos para verificación que son los siguientes:

- Determine si la transmisión realiza sus cambios de forma adecuada o presenta acciones de patinaje, jaloneo o vibración, cambios bruscos o retardados. En caso de no tener tracción, determine si es un problema del sistema hidráulico de la transmisión, un conflicto electrónico o bien, del sistema de flechas de tracción.
- Realice pruebas de potencia de arranque del vehículo para determinar el grado de patinaje de la transmisión y determinar la acción necesaria.
- Escuche los ruidos de la transmisión al cambiar de velocidad con el auto en marcha.

- Haga recorridos para determinar la frecuencia de los cambios, así como el accionar del sistema de sobre marcha (overdrive)

A continuación, se realiza una prueba de sensores, en donde se deben considerar los siguientes pasos:

- Revisión del sensor
- Comprobar la rueda del transmisor
- Leer la memoria de averías
- Medición de la resistencia del transmisor inductivo con un ohmímetro
- Comprobar la tensión de alimentación del transmisor Hall con el voltímetro
- Comprobar el paso de los cables de conexión del sensor entre el conector de la unidad de control y el conector del sensor
- Comprobar la conexión a masa de los cables de conexión del sensor

Para (Ruiz, 2021) en la prueba de actuadores menciona que: Se desmontan los solenoides y con ayuda de un voltímetro la resistencia de cada solenoide, los parámetros de medida dependen de cada fabricante, si cada uno de los solenoides cumple con su parámetro de medida se puede decir que los actuadores se encuentran funcionando plenamente.

**Tabla 11**

*Pruebas de presión de aceite*

<b>Pruebas de presión</b>	<b>Descripción</b>
Hidráulica	Las pruebas de presión hidráulica se efectúan con un manómetro para alta presión (300 lbs/pulgada cuadrada), con un vacuómetro (en las transmisiones que tienen modulador de vacío), y un tacómetro. Se conecta el manómetro a tomas de ¼ de pulgada en el circuito hidráulico en la caja de la transmisión. El vacuómetro se conecta con una T al modulador de vacío.

Pruebas de presión	Descripción
Aire	Las pruebas de presión de aire se hacen con aire comprimido de presión regulada (aproximadamente 30 lbs/pulgada cuadrada). Por lo general, son pruebas funcionales de banco que se llevan a cabo en subensambles; usan presión de aire en lugar de presión hidráulica para accionar determinado mecanismo.

*Nota.* Se describe las dos formas de realizar las pruebas de presión de aceite para cajas automáticas.

Tomado de (Ruiz, 2021)

Para finalizar (Ruiz, 2021) nos dice que la presión del conducto principal, o de control y la presión del gobernador son las dos pruebas principales de presión, aunque algunos fabricantes también especifican presiones en los servos bajo diversas condiciones. Las pruebas se llevan a cabo a varias indicaciones de vacío o a posiciones determinadas del acelerador; deben también registrarse con las indicaciones de presión. Las bajas presiones en todas las velocidades son indicativas de filtro tapado, válvula reguladora de presión de aceite que se pega, de bomba gastada, o cualquier cosa que pueda afectar todo el sistema.

### **Unidad de control del Air bag**

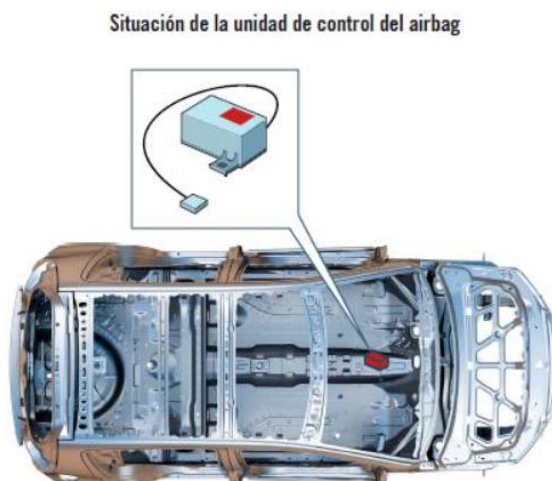
De acuerdo con (Parreño, 2014) “el airbag evita los golpes contra el salpicadero de los vehículos y el contacto con cristales rotos y aristas agresivas del habitáculo. Y por lo general están equipados con componentes químicos como son:”

- La unidad de control es el cerebro del sistema, controla los distintos componentes. Ante una situación evidente de choque y por medio de sensores de deceleración electrónicos y mecánicos, la centralita activa, en función de la importancia del impacto, los diferentes actuadores: airbags y/o pretensores.

- La centralita está ubicada en la carrocería del automóvil, normalmente debajo del túnel central del vehículo, junto al centro de gravedad, para que el sensor piezoeléctrico de deceleración calcule correctamente la deceleración.
- Una flecha indica el sentido de marcha del vehículo en que debe quedar montada.
- El contactor es el elemento encargado de mantener la conexión eléctrica interrumpida entre los sistemas del detonador del airbag y la unidad de control.

**Figura 50**

*Ubicación de la unidad de control del airbag*



**Nota.** Figura que representa la ubicación de la unidad de control del airbag. Tomado de (Parreño, 2014)

(Parreño, 2014) también menciona que, “en el caso de que la centralita reciba información veraz de deceleración por parte del sensor electrónico, esta activará los dispositivos, siempre y cuando esté cerrado el sensor electromecánico.”

La centralita es capaz de realizar su función incluso si se cortase la batería del vehículo durante algunas fracciones de segundo (200 mseg), garantizando así la actuación y memorización de los datos. Dentro de los niveles de actuación se pueden encontrar dos situaciones características:

- Impactos leves que requiera solo la activación de los pretensores de los cinturones, pero no del airbag.
- Impactos que requieran la activación de pretensores y airbags: este caso contaría con la activación de los dos sensores de impacto que se encuentran dentro de la centralita.

### Pruebas y ajustes de la unidad de control del Air bag

Para (Zapico, 2015) los componentes de un sistema de retención suplementario (SRS o airbag) son elementos de un solo uso: una vez activados, no pueden reutilizarse. Y así ocurre con las bolsas airbag, los pretensores de los cinturones y cualquier otro dispositivo de actuación pirotécnica. También, y como consecuencia de la activación de los dispositivos pirotécnicos, es habitual que determinados componentes adyacentes se vean afectados, presentando roturas y deterioros visibles.

### Figura 51

*Sistema de airbag completo*



*Nota.* Se observa todas las bolsas de airbag que se puede encontrar en un vehículo. Tomado de (Zapico, 2015)

(Zapico, 2015) propone un método de pruebas para determinar, en la mayoría de las situaciones, qué elementos es imprescindible sustituir, prestando especial atención a la unidad de control, que suele ser el componente que más variabilidad presenta:

- Se deben incluir en la evaluación todos los elementos explosionados: airbag de conductor, de acompañante, laterales, de cabeza, etc., así como los pretensores de cinturón.
- También se incluye en la evaluación todos los elementos próximos que estén dañados: conectores derretidos, espiral de conexión, rellenos de asiento y estructura.
- Realizar una lectura de defectos de la unidad del airbag mediante un equipo de diagnóstico adecuado y contrastar si los defectos registrados son coherentes con los elementos activados.
- Si el equipo de diagnóstico no indica de manera explícita ningún error de funcionamiento interno de la unidad de control del sistema airbag, la reparación continuará sustituyendo los elementos activados del sistema SRS.
- Una vez realizadas las anteriores sustituciones, se deberá hacer nuevamente una lectura de defectos para borrarlos. Hay dos posibilidades: que se puedan borrar todos los defectos, con lo cual, la reparación del sistema airbag se da por finalizada. En caso contrario, si la unidad de control no permite el borrado de todos los errores, habría que sustituir también dicha unidad de control.
- Para la sustitución de la unidad de control, en muchos fabricantes y vehículos no consiste sólo en retirar físicamente la unidad deteriorada e instalar una nueva. Una unidad de control nueva implica configurarla con las características y equipamientos específicos del vehículo. Esta operación lamentablemente, no suele ser posible nada más que con los equipos de diagnóstico específicos de los fabricantes.

### **Unidad de control de la dirección**

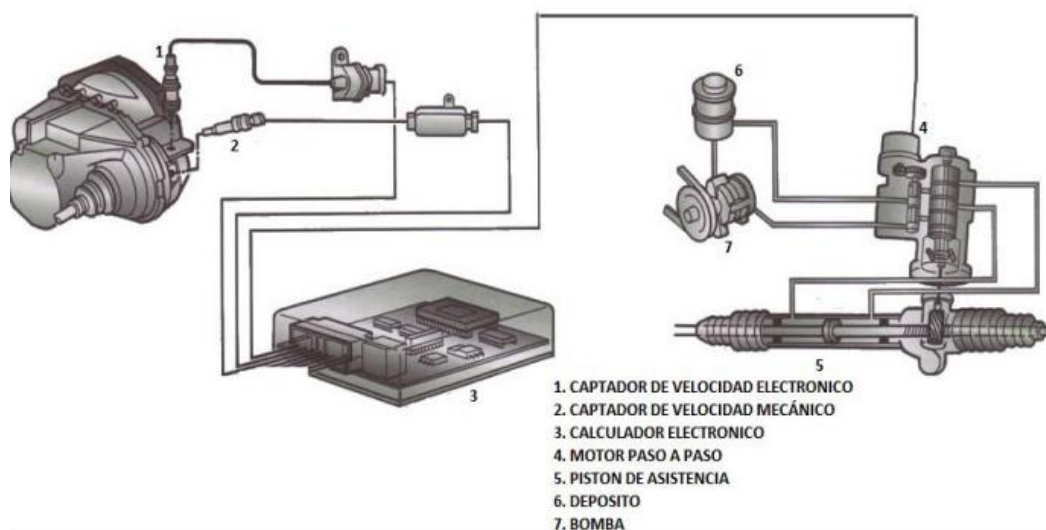
De acuerdo con (Morales et al., 2013) en la actualidad, los sistemas de dirección con asistencia hidráulica han sido reemplazados por sistemas de asistencia eléctrica, los cuales

son gestionados por una unidad de control electrónica. Esta unidad de control permite ajustar la asistencia en función de la velocidad del vehículo, modificando también la resistencia aplicada al volante según dicha velocidad. Al no depender de un movimiento desde el motor, este tipo de sistema evita problemas mecánicos asociados con la transmisión por correa, a diferencia de los sistemas de asistencia hidráulica, y contribuye a la reducción del consumo de combustible. Hay dos modalidades principales de asistencia eléctrica en los sistemas de dirección de vehículos.

La primera variante de dirección asistida es la electro-hidráulica (EHPS, Electro-Hydraulic Powered Steering). Esta forma de dirección asistida guarda similitudes con la asistencia hidráulica, con la distinción de que, en lugar de depender de una bomba accionada por la transmisión del motor, emplea un motor eléctrico que es controlado por una ECU (Unidad de Control Electrónico) para activar la bomba hidráulica.

**Figura 52**

*Elementos de dirección hidráulica de asistencia variable*



*Nota.* Esquema del sistema de dirección hidráulica de asistencia variable. Tomado de (Morales et al., 2013)

Según (Morales et al., 2013) Las direcciones eléctricas EPS (Electrical Powered Steering), emplean un motor eléctrico para proporcionar asistencia en la dirección, siendo este controlado por una ECU. A diferencia de las direcciones hidráulicas y electro-hidráulicas, estas no dependen de energía hidráulica, resultando en un sistema más ligero y sencillo al eliminar la necesidad de instalar todo un circuito hidráulico.

**Figura 53**

*Dirección de asistencia electrónica*



*Nota.* Esquema del sistema de dirección electrónica. Tomado de (Morales et al., 2013)

La Unidad de Control Electrónico (ECU) de la dirección se encuentra directamente montada sobre el motor eléctrico, recibiendo señales de entrada provenientes de los sensores de:

- Sensor del ángulo de la dirección
- Sensor de régimen del motor
- Sensor del par de dirección
- Sensor de la velocidad del vehículo

La unidad de control de la dirección realiza cálculos para determinar las necesidades instantáneas de la servo-asistencia en la dirección y calcula la intensidad de corriente que debe aplicarse al motor eléctrico.



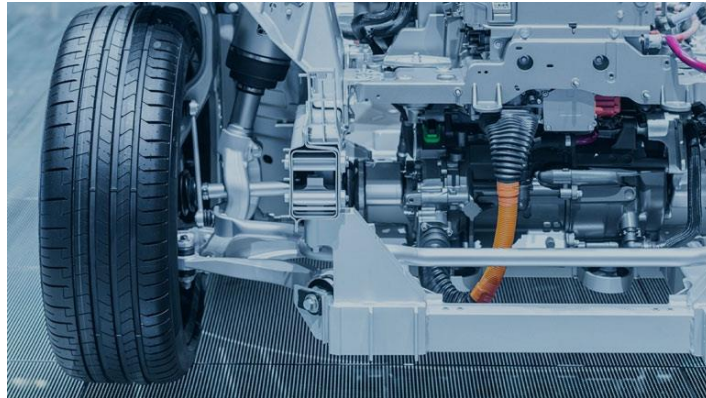
### Pruebas y ajustes de la unidad de control de la dirección

(Martín & Marco, 2021) menciona que se recomienda revisar visualmente los sistemas de dirección si se nota cualquiera de los siguientes síntomas:

- Dirección / dirección asistida dura o que no parece funcionar: esto es, cuando resulta difícil girar el volante.
- Dirección floja: lo opuesto a la dirección dura mencionada arriba; la dirección es ahora demasiado suave, el volante gira con excesiva facilidad.
- El coche bascula hacia un lado cuando se conduce / el coche parece deambular por la carretera: esto solo es evidente cuando el problema se ha vuelto grave.
- Sacudidas del volante: cuando, aunque no aprecies ningún problema, o no muchos, el volante parece dar saltos o sacudidas a intervalos irregulares.
- Vibración del volante: a partir de 70 km/h el volante y tu coche empiezan a vibrar.
- Tambaleos del volante: tu volante empieza a bambolearse de un lado a otro cuando conduces a una velocidad constante.
- Ruidos al girar en una curva: el único síntoma que se aprecia es un ruido de golpeteos y/o chirridos cuando se gira en una curva.
- Ruidos procedentes de la unidad de dirección asistida: el único síntoma que se aprecia es un sonido similar a un quejido procedente de la dirección cuando se gira el volante del todo en una dirección o en la otra.

### Figura 54

*Sistema de dirección eléctrica*



*Nota.* Se observa elementos que son partes del sistema de dirección eléctrica. Tomado de (Auto Avance, 2021)

(Serrano, 2006) menciona que, para efectuarse una calibración de la bomba de dirección, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Se ha reemplazado el centro de mandos del volante (SZL).
- Se ha codificado el centro de mandos del volante (SZL).
- Se ha reemplazado la unidad de control DSC.
- Se ha codificado la unidad de control DSC.
- Se ha reemplazado el sensor del ángulo de la dirección.
- Se ha realizado una reparación o un ajuste en la dirección o eje delantero que pueda afectar la geometría del vehículo.

### Capítulo III

## ARQUITECTURA Y PROTOCOLO DE PRUEBAS Y DIAGNOSTICO AVANZADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE TRACCIÓN Y CONFORT DE VEHÍCULOS EUROPEOS

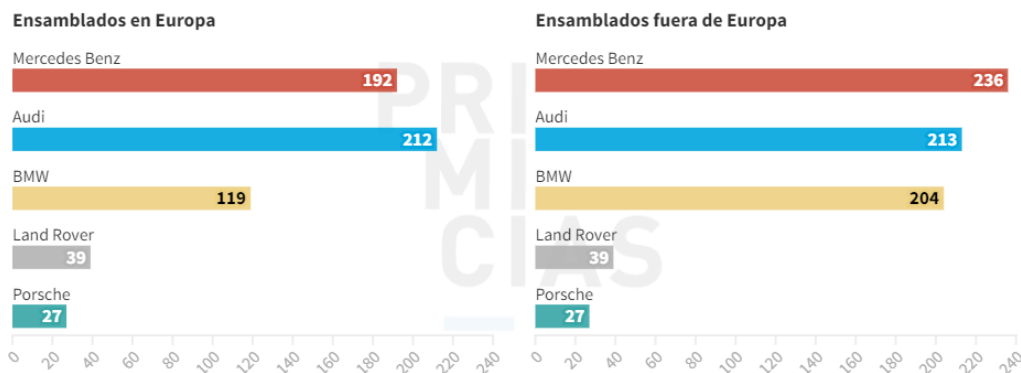
### Vehículos europeos en el Ecuador

(PRIMICIAS, 2023) menciona que “En Ecuador, gracias al acuerdo comercial con la Unión Europea firmado en el 2017 se logró motivar a que las marcas ingresen al país con más modelos y a menores precios.”

De acuerdo con la revista, la marca que más vendió vehículos fabricados en Europa fue la alemana Audi, que fue un total de 212 unidades entre enero y agosto del 2023. Le sigue Mercedes Benz que vendió un total de 192 vehículos en ese periodo, y en tercer lugar BMW con 119 autos.

**Figura 55**

*Marcas europeas de gama alta que más venden en Ecuador*



*Nota.* Se expone las marcas más reconocidas vendidas en Ecuador

(PRIMICIAS, 2023) de igual forma menciona que en el país se venden alrededor de 113 marcas diferentes de vehículos, de las cuales 20 son europeas. Las marcas francesas son las que más obtuvieron espacio en el mercado ecuatoriano en los últimos años, con un total de 2.025






unidades vendidas entre enero y agosto del 2017, las marcas francesas que más resaltan son: Renault, Citroën, Peugeot.














Por otra parte (Vistazo, 2024) cuenta que los empresarios automotrices manifiestan que la venta de autos europeos es de nicho. Principalmente porque sus clientes valoran dos características puntuales: comodidad y confort. Se menciona que la gente busca innovación y nuevas experiencias en su conducción, es un público más selecto que valora el diseño diferenciado de nuestros vehículos, describe Bastidas asesor comercial de Peugeot. Por otra parte, Flores asesor comercial de Citroën indica que el cliente valora incluso la materia prima como la tela del asiento o la pintura. En el tiempo se nota la calidad del producto.

A continuación, se muestra las marcas europeas que venden sus unidades en el país:

**Tabla 12**

*Lista de marcas europeas en Ecuador*

País de origen	Marca	Logo
Alemania	Volkswagen	
Alemania	Audi	
Alemania	Opel	
Alemania	BMW	
Alemania	Porsche	

País de origen	Marca	Logo
Francia	Citroën	
Francia	Renault	
Francia	DS	
Francia	Bugatti	
Francia	Peugeot	
Hungría	Suzuki	
Inglaterra	Land Rover	
Italia	Ferrari	
Italia	Lamborghini	
Italia	Maserati	
Italia	Fiat	
Italia	Iveco	
Morris Garages	MG	

País de origen	Marca	Logo
República Checa	Skoda	
Suecia	Volvo	

*Nota.* Se enlistan las marcas que venden sus unidades en Ecuador.

## Sistemas de control de tracción y confort en vehículos europeos

### *Sistemas de control de tracción*

(Fundación CEA, 2023) menciona que, el sistema de control de tracción actúa electrónicamente, lo hace directamente en la potencia del motor, o sobre los frenos. Cuando la fuerza transmitida por el motor hacia las ruedas es mayor a la del rozamiento entre estas y el piso, se genera el déficit de capacidad de movimiento y el control de estabilidad.

Al encontrarse con esta tendencia al deslizamiento, es decir al arrancar o acelerar en curva, la gestión del motor reduce la potencia. Si esta medida no resulta, el sistema actúa directamente con los frenos regulando la tracción de las ruedas motrices cuando patinen.

Estos son algunos de los módulos que se encuentran en vehículos de procedencia europea:

**Tabla 13**

*Siglas para el sistema de control de tracción*

Siglas usadas en el sistema de control de tracción	Definición
ACS+T (Active Stability Control + Traction)	Control activo de estabilidad y de tracción de BMW. Evita la pérdida de las ruedas motrices, actuando primero sobre el ABS, frenando la rueda que patina y si patina una segunda, se reduce el par motor.

<b>Siglas usadas en el sistema de control de tracción</b>	<b>Definición</b>
ASR (Accelerator Skid Control)	Regulador del deslizamiento de la tracción. Impide patinar las ruedas motrices en aceleraciones. Volvo lo denomina DSA
AWD (All Wheel Drive)	Tracción en las cuatro ruedas
EDS (Electronic Diferencial Slippery)	Bloqueo electrónico del diferencial. Actúa con el ABS, mejorando las condiciones de tracción cuando una rueda motriz patina
ETS (Electronic Traction Support)	Control electrónico de tracción de Mercedes Benz. Evita que patinen las ruedas en las salidas. Equivale al EDS y al ABD

*Nota.* Se detallan las siglas y sus significados para el sistema de control de tracción. Tomado de (Fundación CEA, 2023)

La finalidad del control de tracción siempre es la misma: evitar el deslizamiento de las ruedas motrices al momento de acelerar.

El control de tracción, al igual que el control de estabilidad ESP, se sirven de los sensores del antibloqueo de frenos para funcionar. Pero a diferencia del segundo sistema, los controles de tracción sólo evitan que se produzcan pérdidas de motricidad por exceso de aceleración, y no son capaces de recuperar la trayectoria del vehículo en caso de excesivo subviraje o sobreviraje.

### ***Sistema de control de confort***

Para (TodoMecanica, 2007) el confort es un aspecto muy cuidado, y su evolución está sujeta a una serie de factores, ya que no conviene prescindir por completo de ruidos y sensaciones de desigualdad de la calzada. Un excesivo confort aísla demasiado al conductor de su entorno, lo que puede provocar una falta de recepción de informaciones importantes, lo que provoca una relajación y falta de atención del conductor.

Algunos de los elementos de confort más importantes que se puede resaltar en los vehículos son:

**Tabla 14**

*Elementos que ayudan al confort del vehículo*

<b>Elementos de confort</b>	<b>Definición</b>
Espacio interior	Con el fin de aumentar aún más el confort en el automóvil, los asientos pueden estar climatizados. Hay modelos que cuentan con calefacción o refrigeración, especialmente en las plazas delanteras.
Cuadro de mandos	Están cuadros de mandos con elementos más grandes y visibles. Hay prototipos que incluso pueden mostrar información en el parabrisas, para facilitar al conductor la tarea y mejorar la seguridad.
Temperatura del habitáculo	Con el fin de hacer más confortable el interior, es importante mantener una temperatura constante.
Control de ruidos	Una vibración, un roce continuado u otros elementos pueden distraer y eliminar la sensación de confort en el automóvil, lo cual además de desagradable puede resultar peligroso.
Elevavinas eléctrico	Con un simple toque se puede subir o bajar las ventanillas, lo cual es muy cómodo y mejora la sensación de confort.

*Nota.* Elementos que mejoran el sistema de confort. Tomado de (TodoMecanica, 2007)

Algunos de los sensores que actúan para el confort en el vehículo son:

- Sensor de viraje (Navegación)



- Sensor de calidad de aire (Regulación, calefacción, climatización)
- Sensor de presión (Cierre centralizado)
- Sensor de lluvia
- Sensor telemétrico de ultrasonido (Vigilancia zona trasera, aparcamiento)

### **Sensores modernos que ayudan al Confort**

Los sistemas de asistencia al conductor (ADAS: sistemas avanzados de asistencia al conductor) proporcionan en los vehículos más confort y seguridad en el tráfico rodado. Entre tanto se utilizan en los turismos numerosos sistemas de asistencia al conductor que a menudo están combinados en paquetes de seguridad individuales. Esto es posible gracias a un reconocimiento cada vez más inteligente del entorno mediante sensores con un rendimiento cada vez mayor. El rendimiento de los ultrasonidos, el radar, los lidar, las cámaras y demás ha aumentado notablemente. Un software sumamente complejo es el núcleo de las unidades de control cada vez más potentes. Este optimiza los procesos de los algoritmos para obtener reacciones rápidas y activar las reacciones correctas incluso en situaciones de conducción críticas.

A continuación, se muestran sensores que ayudan al confort del vehículo:

#### ***Sensores de radar y ultrasónicos***

Los sistemas de radar (la mayoría de 77 GHz) permiten mediciones precisas de la velocidad y la distancia incluso a grandes velocidades del vehículo, pero no tienen una gran resolución angular.

Miden la distancia hasta el objeto más cercano registrando el tiempo de viaje de los impulsos sonoros que han emitido y que se reflejan.

### ***Sensores lidar***

La abreviatura significa Light-Detection and Ranging, es decir que es un sistema óptico de medición para detectar objetos. La posición del objeto se puede determinar mediante el tiempo que necesita la luz emitida desde que se refleja en el objeto hasta que vuelve al receptor.

Sus características típicas son una longitud de onda de 905 nm, un alcance de 200 m en buenas condiciones meteorológicas, una alta resolución angular y una cobertura de 360°.

### ***Sistema de cámaras (sensores ópticos)***

Los sistemas de cámaras también se utilizan con frecuencia para la vigilancia del entorno. En muchos casos, el reconocimiento de señales de tráfico también sirve como base de información para otros sistemas de asistencia al conductor, como el sistema de aviso de prioridad, el sistema de advertencia de dirección incorrecta o la función de advertencia de velocidad.

### ***Sensores de infrarrojos***

Los sistemas modernos detectan a personas y animales salvajes de gran tamaño a distancias de hasta 300 m. En situaciones peligrosas se emite una señal acústica de advertencia. Estas reaccionan frente a la radiación térmica de los objetos.

### ***La combinación de los datos de los sensores***

Todos los datos pertinentes procedentes de ultrasonidos, radares, lidar, cámaras, etc., pueden vincularse de forma inteligente y en tiempo real mediante la llamada fusión de sensores. Esto aporta la perspectiva que hace posible la conducción automatizada. En este caso se desean explícitamente las redundancias, es decir, el solapamiento parcial de los resultados en términos de reconocimiento del entorno.

## Levantamiento de requerimientos

Seguidamente, se realiza un enfoque en todos los equipos, software y herramientas necesarios para el diagnóstico avanzado en sistemas de control electrónico de tracción y confort de vehículos de procedencia europea, y de igual forma se describirá el proceso para cada uno.

### ***Scanner automotriz multimarca Launch Thinkcar Thinktool Full***

Es un equipo de gama alta, cuenta con una Tablet pantalla de 10" resistente a golpes ha sido diseñado bajo una tecnología de diagnóstico wireless y bluetooth. Cobertura en más de 150 Marcas de vehículos, pruebas bi-direccionales, pruebas especiales, ajustes electrónicos, reinicios. Puede diagnosticar motor, transmisión, frenos, bolsas de aire, sistema de tracción, dirección hidráulica, confort, sistema central eléctrico, a/c, tpms, body, leer información de datos y gráficas en vivo.

### **Figura 56**

*Scanner Thinktool Full*



*Nota.* Se observa el scanner automotriz.

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.

**Figura 57**

*Accesorios que trae el scanner*



*Nota.* Se enlistan los accesorios que posee el scanner.

### Selección de vehículos para el diagnóstico avanzado

Para realizar el presente trabajo de investigación se escogen vehículos que estén al alcance del estudiante, ya sea en la Universidad o fuera de las instalaciones.

En la siguiente tabla se describen la marca modelo y año de los vehículos seleccionados:

**Tabla 15**

*Vehículos seleccionados para el diagnóstico*

Marca	Modelo	Año
BMW	320i	2017
Peugeot	3008	2020
Peugeot	208	2023
Skoda	Fabia	2012

Marca	Modelo	Año
Skoda	Fabia	2018
Suzuki	Vitara	2021
Suzuki	S-Cross	2022
Volkswagen	Beetle	2010
Volkswagen	Virtus	2022

*Nota.* Se detalla el año, el modelo y la marca de los vehículos que fueron usados para el diagnóstico

### **Método para diagnosticar una red CAN**

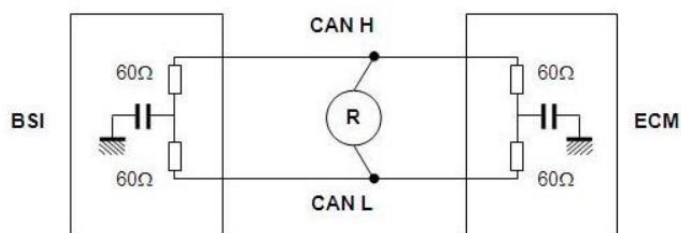
Para realizar el correcto diagnóstico de la RED CAN de tal modo que se tiene problemas con comunicación con alguno de los módulos y/o computadoras de control pertenecientes a una red estándar Bus CAN + y Bus CAN – o registra muchos códigos «U» ocasionados por problemas de comunicación o con el propio escáner.

La información importante que se debe de contemplar, es que las redes CAN utilizan una resistencia terminal en cada extremo del par de cables trenzados del Bus CAN. En las antiguas redes CAN cada resistencia terminal era de 120 Ohms. Este par de resistencias terminales pueden hallarse en el interior de un par de módulos correspondientes ubicados en los extremos del Bus o son resistencias físicas que las que se pueden encontrar conectadas al Bus o pueden también estar en la caja de los fusibles.

Como ambas resistencias de 120 Ohms están instaladas en paralelo, según la ley de Ohm, su resistencia total deber ser: 60 Ohms. Tal lectura se comprueba, con la batería desconectada, entre los pines 6 y 14 del conector OBD II y utilizando un multímetro en la escala de Ohms para poder medir ese valor.

### **Figura 58**

*Medición de resistencias en paralelo de CAN-H y CAN-L*



*Nota.* Un control rápido de la continuidad de la red puede realizarse midiendo la resistencia entre CAN-H y CAN-L.

La red Bus CAN se encuentra en buen estado si la resistencia total entre los pines 6 y 14 del conector DLC es 60 Ohms. Si midiera 120 Ohms, posiblemente existe un circuito abierto en el cableado o en una de las resistencias terminales. Generalmente las resistencias terminales están integradas en módulos correspondientes y si la medición es 120 Ohms entre los pines 6 y 14 del conector DLC quiere decir que lo anterior está sucediendo alguna avería en cableado o resistencias.

Para aplicar la metodología de rastreo de circuito abierto se procede a desconectar el conector de los módulos unidos la red CAN, uno por vez, para identificar algún cambio en la resistencia total entre los pines 6 y 14 del conector DLC. Si la resistencia total cae a 0 Ohms, se deduce que el último módulo desconectado está en buenas condiciones y el problema de circuito abierto está en el otro módulo o su cableado.

Para asegurarse se instala una resistencia de 120 Ohms entre los pines de la red Bus CAN en el conector del módulo «defectuoso» desenchufado y se mide la resistencia total entre los terminales 6 y 14 del enchufe OBD II. Si ahora se registra una resistencia total de 60 Ohms, se confirma que el problema se encuentra en el módulo desenchufado.

### Proceso para la obtención de datos

Seguidamente, se detalla el proceso que tendrá cada vehículo para el diagnóstico:

- Características generales
- Diagnóstico de datos en tiempo real



- Módulos encontrados
- Flujo de datos en operación
- Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados
- Diagrama en el programa livewire de la red detectada

## BMW 320i 2017

### Características generales

Tabla 16

Características generales del BMW 320i 2017

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBDII	
Motor	4 cilindros turbo / 1.998 cc
Potencia y par	Potencia 184 CV Par máximo de 290 Nm
Consumo	7.3 l/100 km
Velocidad máxima	235 km/h
Tipo de transmisión	Automática de 8 velocidades
Tipo de dirección	Eléctrica

*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

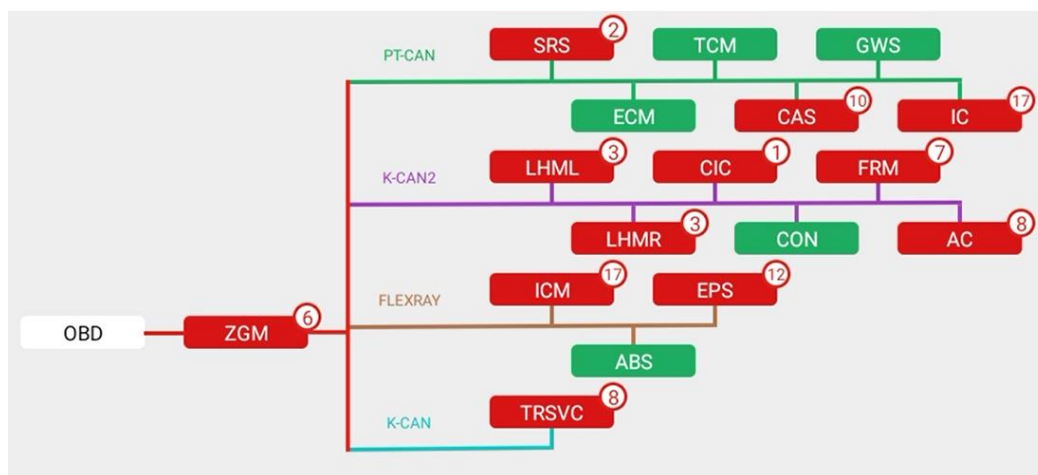


### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

**Figura 59**

*Topología del sistema en el modelo BMW 320i*



*Nota.* Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

### Módulos encontrados

Obtenida la red de comunicación, el BMW 320i 2017 trae una red PT-CAN, K-CAN2, FLEXRAY y K-CAN. Posee también un módulo ZGM que en este caso actúa como un Gateway, y es donde llega las líneas de comunicación.

Estas redes de comunicación cuentan con 17 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 250kbit a 500 kbit por segundo.

A continuación, se presentan los módulos encontrados:

**Tabla 17**

*Descripción de los módulos del BMW 320i*

Líneas	Módulos	Descripción
PT-CAN	SRS	Sistema de Sujeción Suplementario Inflable - AIRBAG/SGM-SIM
	TCM	Módulo de Control de Transmisión
	GWS	Interruptor de selector de velocidades)
	ECM	Módulo de Control de motor
	CAS	Sistema de acceso al coche
	IC	Racimo de Instrumentos
K-CAN2	LHML	Módulo de luz principal LED, izquierda
	CIC	Ordenador de información
	FRM	Módulo del hueco de los pies
	LHMR	Módulo de luz principal LED, derecha
	CON	Módulo de control
	AC	Aire Acondicionado
FLEXRAY	ICM	Gestión de Chasis Integrado
	EPS	Dirección de Energía Electrónica)
	ABS	Sistema de Freno de Anti-bloqueo
K-CAN	TR SVC	Cámara de visión total
GATEWAY	ZGM	Módulo central de Gateway

Nota. Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 18**

*Flujo de datos del BMW 320i*

Módulo	DTCs detectada	Observación
SRS	C95417	Falta el mensaje del transmisor JBE al receptor ACSM
	C95428	Falta el mensaje del transmisor ICM al receptor ACSM

<b>Módulo</b>	<b>DTCs detectada</b>	<b>Observación</b>
TRSV	CA 9400/9402/9046	Falta el mensaje en tiempo relativo/velocidad de marcha/ángulo de dirección del transmisor ICM
	CA AC0A/AC0D	Señal de datos de transmisión del árbol no válida/estado del capó no válida
	CA 9427/9428/940A	Falta el mensaje en la función aparcar/estado de la función transmisor PMA, receptor TRSV Falta el mensaje de datos de árbol de transmisión transmisor DME al receptor TRSV
ZGM	CD 0420/0487	Controlador Flexray envía un fallo/proceso de sincronización para Flexray fallido
	80 1C12/1C13/1C20	Envío de orden apagado debido a desactivación/reinicio de borne 30F debido a desactivación/memoria de defecto central llena
	CD 1410	Mensaje erróneo del transmisor KOMBI al receptor ZGM
ICM	48002D	ACC: Interfaz del cuadro de instrumentos
	D0 0420/1646/1428/1744	Error de comunicación en la gestión de chasis integrada. Falta del mensaje del ángulo del pedal del acelerador/temperatura exterior/datos del árbol de transmisión
	D0 14F6/1734/158C/16DC	Señal no valida del cuadro de instrumentos/mensaje no actual del control de cruce/falta mensaje de KOMBI a ICM/falta mensaje de la dinámica de marcha
	D0 18B5/18E1/1557/1558	Falta el mensaje estado del cuadro de instrumentos/par de aprietes del cigüeñal/momento de rueda de accionamiento 1 y 2 del DME al ICM
	D0 156D/1570/1B3F/1A08	Falta el mensaje momento de rueda de accionamiento 3, 4, 5 y 6 del DME al ICM
EPS	D5 041F/1428/14B8/1A3E	Fallo cableado Falta mensaje temperatura exterior/transmisor de chasis integrado Señal no valida de la velocidad de marcha
	D5 1744/158C/1C12/1C20	Falta el mensaje de datos del árbol de transmisión/tiempo relativo/par de dirección/dirección teórica del conductor

Módulo	DTCs detectada	Observación
CAS	03 0305/0410	Falta esclavo Lin en Centro de mandos en la columna de dirección/volante multifunción
	8041A8	Luz de bienvenida bloqueo de repetición activo
	D9 0D01/0D11/0D17/0D29 0D2F/0D32/0D38	Receptor del mando a distancia/apertura del portón trasero sin contacto/ unidad de operación de las luces/sensor de lluvia/módulos de control de faro izquierdo, faro derecho y luz interior. Falta Lin-esclavo
LMHL LMHR	D9 C45F/CC00/D400	Fallo del cableado/fallo timeout señal/falta receptor FLEL
IC	E1 2C01/2C03/1460/1464	Transmisor de nivel de llenado izquierdo y derecho en cortocircuito/datos del grupo motriz y velocidad del vehículo con falta de mensaje
	E1 2C11/145C/145E/1490	Velocidad de marcha no válida. Falta el mensaje para indicador de régimen de revoluciones/datos del árbol de transmisión/indicación del control de chequeos
	E1 149B/145B/147A/1454	Falta el mensaje de trayecto recorrido del vehículo/estado del contacto del cierre del cinturón/estado del consumo del combustible/datos sin procesar del nivel de combustible
	E1 1514/1504	Falta el mensaje de aceleración longitudinal del centro de gravedad/inclinación de la calzada
CIC	E1C45F	Fallo del cableado
FRM	E5 9406/940E/9435/9414	Falta el mensaje de operación del pulsador de aparcamiento/datos del árbol de transmisión/control de alimentación. Mensaje erróneo de la velocidad del vehículo
	E5 9437/9451/9464	Falta el mensaje de tiempo relativo/Mensaje erróneo del estado de estabilización/falta el mensaje del recorrido del vehículo
AC	801224	Compresor del aire acondicionado: Desconexión debido a la sobrepresión en el circuito de agente frigorífico

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### ***Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados***

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- ECM (Módulo de Control de motor – DME/DDE)
- ECM (Módulo de Control de motor - DME/DDE)
- ABS (Sistema de Freno de Anti-bloqueo - DSC)
- GWS (Interruptor de selector de velocidades)
- ZBE/CON (Módulo de control)
- AC (Aire Acondicionado - IHKA)
- FRM (Módulo del hueco de los pies)
- CIC (Ordenador de información)
- IC (Racimo de Instrumentos - INSTR)
- LHMR (Módulo de luz principal LED, derecha)
- LHML (Módulo de luz principal LED, izquierda)
- CAS (Sistema de acceso al coche - CAS/FEM/BDC)
- EPS (Dirección de Energía Electrónica)
- ICM (Gestión de Chasis Integrado)
- TRSVC (Cámara de visión total)
- SRS (Sistema de Sujeción Suplementario Inflable - AIRBAG/SGM-SIM)
- ZGM (Módulo central de Gateway)

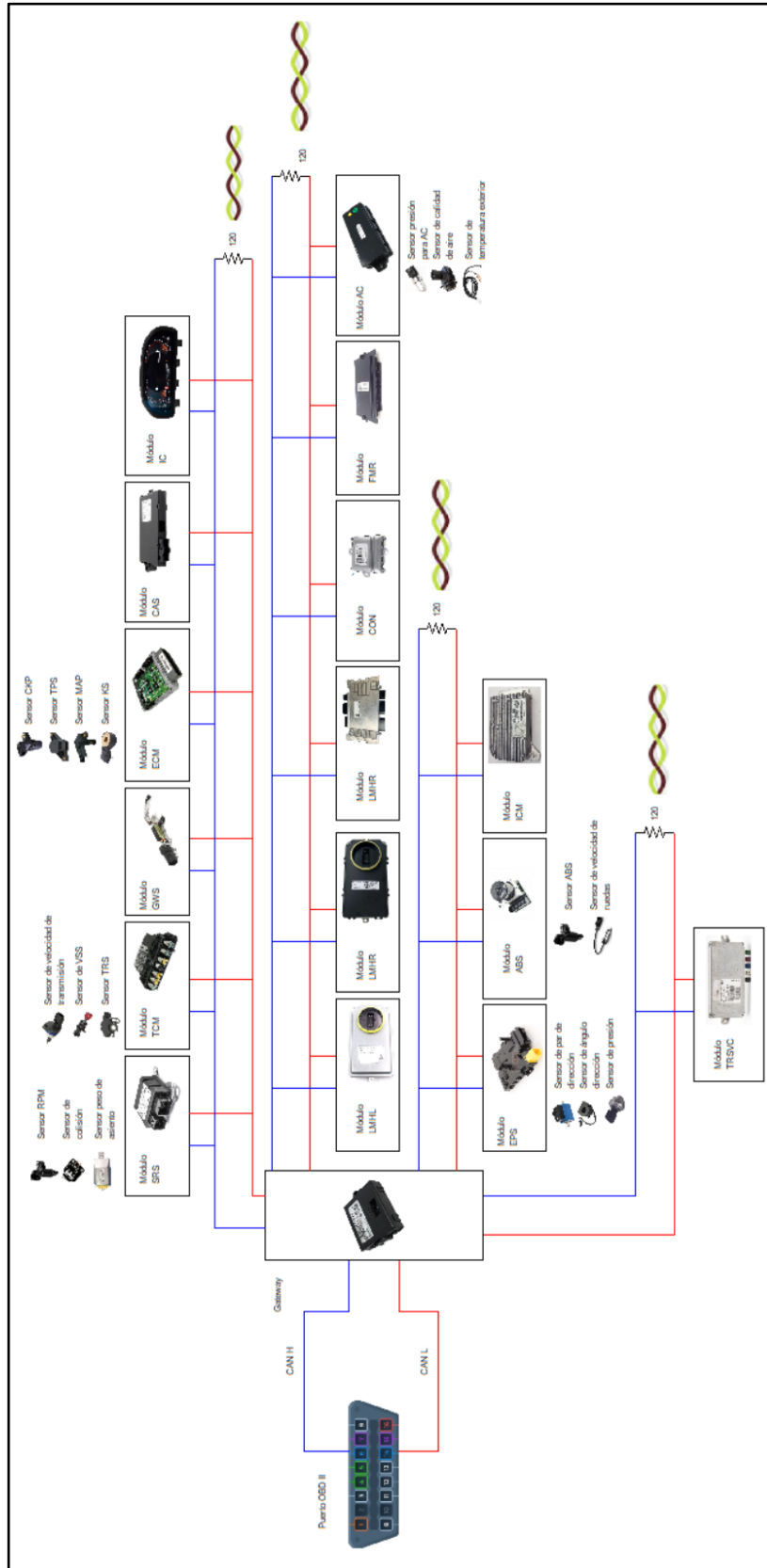
Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 60**

*Representación de la red encontrada en BMW 320i*





Nota. Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## Peugeot 3008 2020

### Características generales

Tabla 19

Características generales del Peugeot 3008 2020

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	4 cilindros en línea / 1.598 cc
Potencia y par	Potencia 165 CV Par máximo de 240 Nm
Consumo	13.8 km/l
Velocidad máxima	201 km/h
Tipo de transmisión	Automática de 6 velocidades
Tipo de dirección	Asistida eléctrica variable

*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

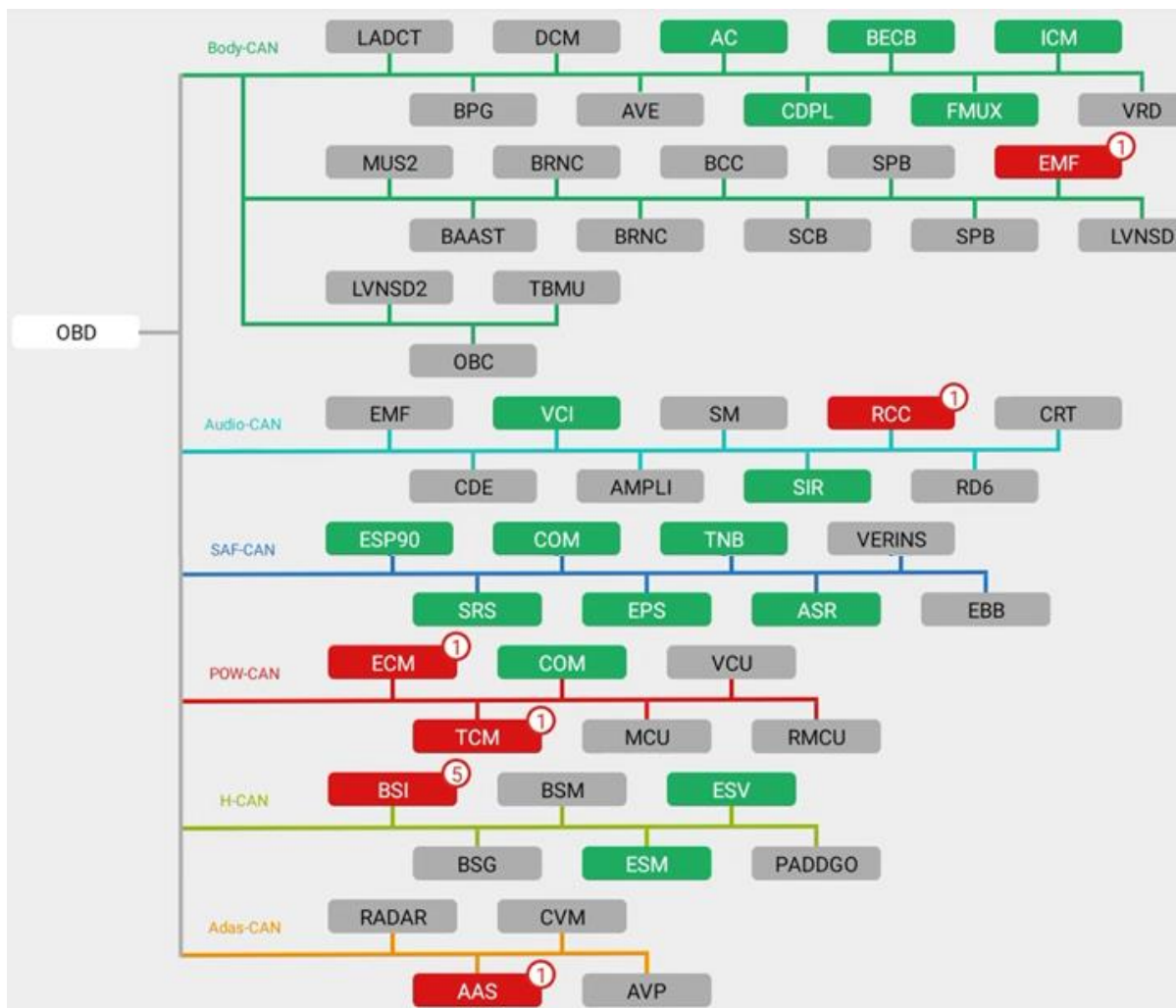
### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### Figura 61

Topología del sistema en el modelo Peugeot 3008





Nota. Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

**Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Peugeot 3008 2020 trae una red Body-CAN, Audio-CAN, SAF-CAN, POW-CAN, H-CAN y Adas-CAN. Estas redes de comunicación cuentan con 22 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se puede observar que, en esta versión el modelo no es equipado con varios módulos de control, sobre todo en el Body-CAN.

A continuación, se presentan los módulos encontrados:

**Tabla 20**

*Descripción de los módulos del Peugeot 3008*

Líneas	Módulos	Descripción
Body-CAN	AC	Refrigeración
	BECB	Caja estado de carga batería
	ICM	Unidad de navegación de audio o telemática o sistema de audio conectado
	CDLP	Captador de lluvia-luminosidad
	FMUX	Frontal multiplexado
	EMF	Pantalla táctil
Audio-CAN	VCI	Mandos sobre el volante de dirección
	RCC	Unidad de navegación de audio
	SIR	Sirena de alarma antirrobo
SAF-CAN	ESP90	ECU del ESP o ABS
	COM	Módulo de conmutación bajo volante de dirección
	TNB	Los cinturones de seguridad no están sujetos a la unidad de LED
	SRS	Cojín inflable (Airbag)
	EPS	Dirección asistida eléctrica
	ASR	Selector de modo antipatinado
POW-CAN	ECM	Calculador motor
	COM	Combinado
	TCM	Caja de velocidades
H-CAN	BSI	Interfaz BSI (Bult-in systema)
	ESV	Limpiaparabrisas delantero
	ESM	Palanca de cambios por impulsor
Adas-CAN	AAS	Ayuda al estacionamiento

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 21***Flujo de datos del Peugeot 3008*

<b>Módulo</b>	<b>DTCs detectada</b>	<b>Observación</b>
EMF	U1FA0	Tiempo de respuesta del LVDS incorrecto
RCC	B100C	Alimentación eléctrica del autorradio conectado
ECM	U1213	Defecto de comunicación con el calculador ABS/ESP
TCM	C164C	Información pedal del freno
BSI	U1F57	Ausencia de comunicación con el módulo de ultrasonidos de la alarma
	B181A	Defecto de respuesta del antirrobo eléctrico a la petición de bloqueo/desbloqueo
	B1808	Defecto de desbloqueo del anti arranque por el calculador de control motor
	B1825	Defecto información nivel de aceite
	B1003	Defecto de configuración (Atención, este defecto puede ser un falso defecto)
AAS	B1228	Defecto del captador de ayuda al estacionamiento trasera derecho exterior

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### **Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados**

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.ECU del ESP o ABS
- 2.Caja de velocidades
- 3.Cojín inflable (Airbag)

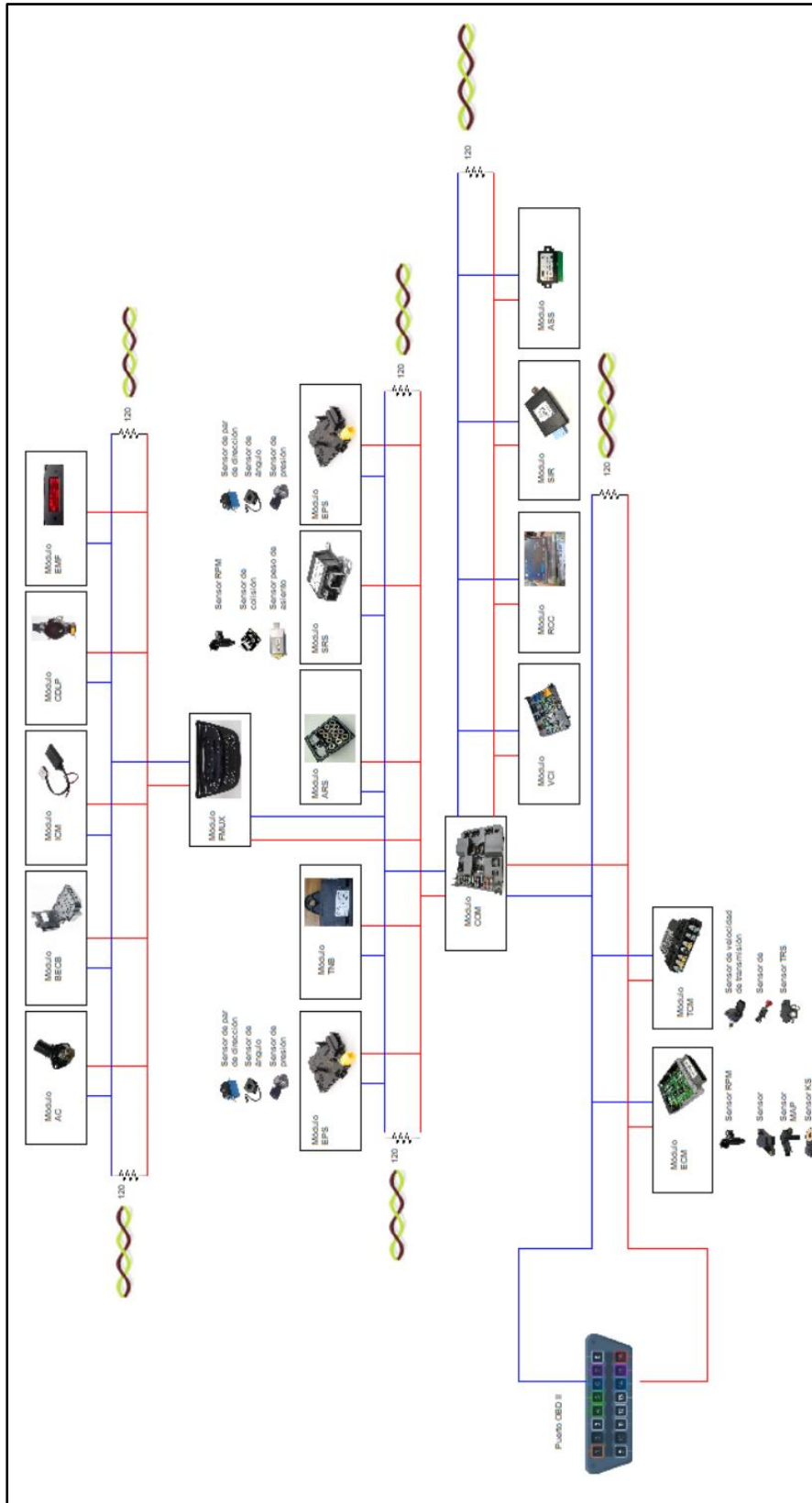
- 4.Módulo de conmutación bajo volante de dirección
- 5.Dirección asistida eléctrica
- 6.Refrigeración
- 7.Mandos sobre el volante de dirección
- 8.Captador de lluvia-luminosidad
- 9.AYUDA AL ESTACIONAMIENTO
- 10.Caja estado de carga batería
- 11.Frontal multiplexado
- 12.Sirena de alarma antirrobo
- 13.combinado
- 14.Los cinturones de seguridad no están sujetos la unidad de LED (TNB)
- 15.Selector de modo antipatinado
- 16.mando eléctrico de caja de velocidades automático
- 17.Palanca de cambios por impulsor
- 18.Limpiaparabrisas delantero
- 19.Unidad de navegación de audio o telemática o sistema de audio conectado
- 20.pantalla táctil
- 21.Interfaz BSI (Bult-in system)
- 22. calculador motor

Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

**Figura 62**

*Representación de la red encontrada en Peugeot 3008*





Nota. Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## Peugeot 208 2023

### Características generales

Tabla 22

Características generales del Peugeot 208 2023

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	3 cilindros en línea / 1.199 cc
Potencia y par	Potencia 75 CV Par máximo de 118 Nm
Consumo	17.2 km/l
Velocidad máxima	174 km/h
Tipo de transmisión	Manual de 5 velocidades
Tipo de dirección	Electro asistido

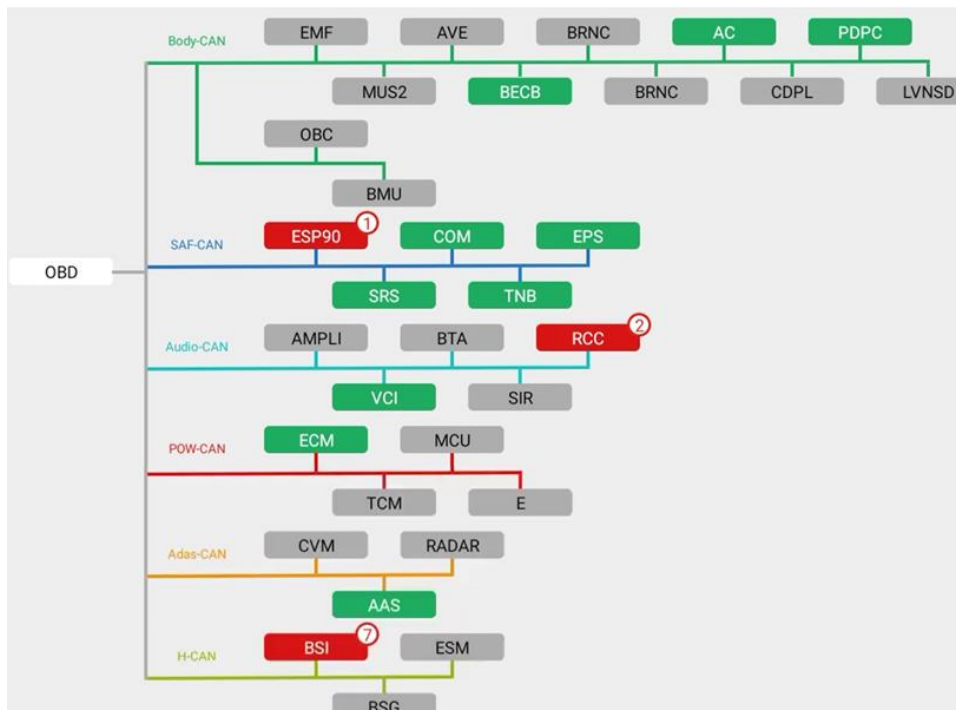
*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### Figura 63

Topología del sistema en el modelo Peugeot 208



Nota. Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

**Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Peugeot 208 2023 trae una red Body-CAN, SAF-CAN, Audio-CAN, POW-CAN, Adas-CAN y H-CAN. Estas redes de comunicación cuentan con 13 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se puede observar que, en esta versión el modelo no es equipado con varios módulos de control, consecuentemente hay más módulos sin reconocer que módulos reconocidos.

A continuación, se presentan los módulos encontrados:

**Tabla 23**

*Descripción de los módulos del Peugeot 208*

Líneas	Módulos	Descripción
Body-CAN	AC	Refrigeración
	BECB	Caja estado de carga batería

Líneas	Módulos	Descripción
	PDPC	Platina de puerta conductor
	ESP90	ECU del ESP o ABS
	COM	Módulo de conmutación bajo volante de dirección
SAF-CAN	TNB	Los cinturones de seguridad no están sujetos a la unidad de LED
	SRS	Cojín inflable (Airbag)
	EPS	Dirección asistida eléctrica
Audio-CAN	RCC	Unidad de navegación de audio
	VCI	Mandos sobre el volante de dirección
POW-CAN	ECM	Calculador motor
Adas-CAN	AAS	Ayuda al estacionamiento
H-CAN	BSI	Interfaz BSI (Bult-in systema)

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 24**

*Flujo de datos del Peugeot 208*

Módulo	DTCs detectada	Observación
ESP90	C003A	Captador de velocidad de rueda trasera derecha
RCC	B100C	Alimentación eléctrica del autorradio conectado
BSI	B11F0	Trazabilidad del forzado del mantenimiento del encendido de las luces de cruce: No tener en cuenta este defecto



Módulo	DTCs detectada	Observación
BSI	B1715	Defecto de coherencia entre el estado de bloqueo del vehículo y el estado de bloqueo de la cerradura de la puerta delantera derecha
	B1716	Defecto de desbloqueo del anti arranque por el calculador de control motor
	B1865	Defecto de coherencia entre el estado de bloqueo del vehículo y el estado de bloqueo de la cerradura de la puerta delantera izquierda
	B1805	Incoherencia entre el estado del conmutador de arranque motor y el estado de la salida de la caja de servicio inteligente de autorización de arranque del motor térmico
	B1418	Defecto del motor de arranque
	B1818	Defecto de estado de la información de abrochado de los cinturones para la determinación de la presencia del conductor
	B1818	Defecto del nivel de aceite

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

#### ***Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados***

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.calculador motor
- 2.cojines inflables (airbag)
- 3.Caja estado de carga batería
- 4.Refrigeración
- 5.Mandos sobre el volante de dirección

- 6.Módulo de conmutación bajo volante de dirección (Parte superior columna)
- 7.Platina de puerta conductor
- 8.Los cinturones de seguridad no están sujetos la unidad de LED (TNB)
- 9.Dirección asistida
- 10.AYUDA AL ESTACIONAMIENTO
- 11. Unidad de navegación de audio o telemática o sistema de audio
- 12. ECU del ESP o ABS
- 13. Interfaz BSI (Bult-in system)

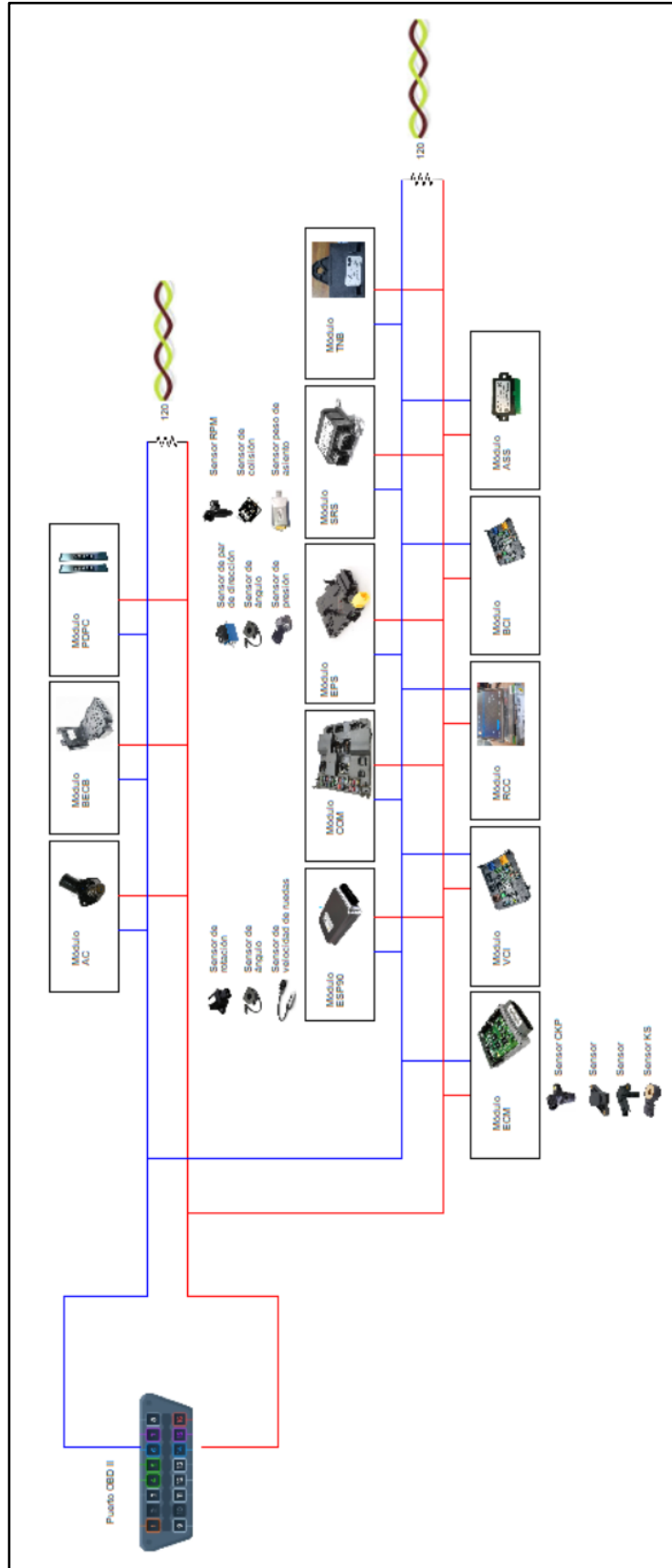
Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 64**

*Representación de la red encontrada en Peugeot 208*





Nota. Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## Skoda Fabia 2012

### Características generales

Tabla 25

Características generales del Skoda Fabia 2012

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	4 cilindros en línea / 1.598 cc
Potencia y par	Potencia 75 CV Par máximo de 195 Nm
Consumo	4.2 l/100 km
Velocidad máxima	166 km/h
Tipo de transmisión	Manual de 5 velocidades
Tipo de dirección	Electrohidráulico

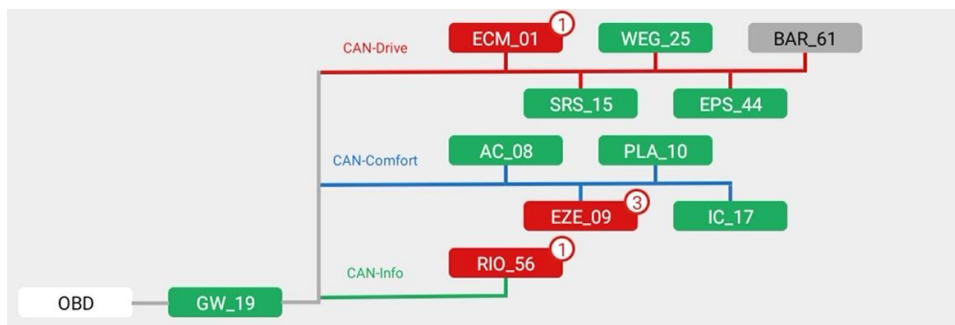
*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### Figura 65

Topología del sistema en el modelo Skoda Fabia 2012



*Nota.* Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

### **Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Skoda Fabia 2012 trae una red CAN-Drive, CAN-Comfort y CAN-Info. Estas redes de comunicación cuentan con 9 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación y posee un Gateway que es donde llega las líneas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se observa que no dispone del módulo BAR\_61.

A continuación, se presentan los módulos encontrados:

**Tabla 26**

*Descripción de los módulos del Skoda Fabia 2012*

Líneas	Módulos	Descripción
CAN - Drive	ECM_01	Electrónica del motor
	WEG_25	Inmovilizador
	SRS_15	Airbag
	EPS_44	Dirección Asistida
CAN – Confort	AC_08	Electrónica del aire acondicionado/calefacción
	PLA_10	Aparcamiento asistido 2
	EZE_09	Centralita eléctrica electrónica
	IC_17	Cuadro de instrumentos
CAN – Info	RIO_56	Radio
GATEWAY	GW_19	Interfaz de diagnóstico para bus de datos

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 27**

*Flujo de datos del Skoda Fabia 2012*

<b>Módulo</b>	<b>DTCs detectada</b>	<b>Observación</b>
ECM_01	P1612	Unidad de control del motor: Mal codificada
RIO_56	B100C	Entrada AUX IN
	03301	Respuesta estado de cierre puerta conductor
EZE_09	03302	Respuesta estado de cierre puerta acompañante
	03304	Respuesta estado de cierre puerta trasera derecha

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### **Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados**

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.01 Electrónica del motor
- 2.08 Electrónica del aire acondicionado/calefacción
- 3.09 Centralita eléctrica electrónica
- 4.10 Aparcamiento asistido 2

- 5.15 Airbag
- 6.17 Cuadro de Instrumentos
- 7.19 Interfaz de diagnosis para bus de datos
- 8.25 Inmovilizador
- 9.44 Dirección asistida
- 10.56 Radio

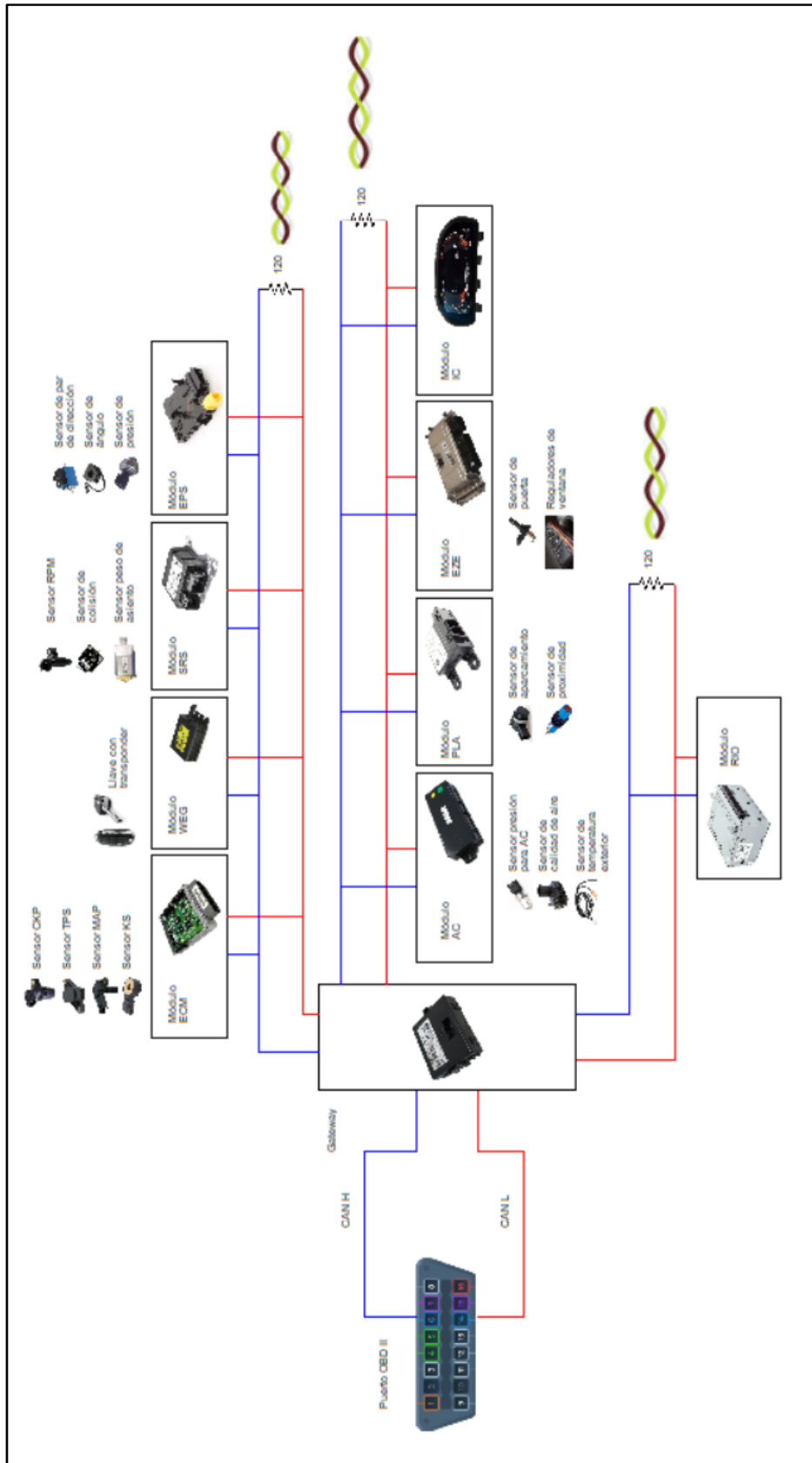
Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 66**

*Representación de la red encontrada en Skoda Fabia 2012*



Nota. Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.





## Skoda Fabia 2018

### Características generales

Tabla 28

Características generales del Skoda Fabia 2018

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	4 cilindros en línea / 1.998 cc
Potencia y par	Potencia 105 CV Par máximo de 153 Nm
Consumo	6.9 l/100 km
Velocidad máxima	190 km/h
Tipo de transmisión	Manual de 5 velocidades
Tipo de dirección	Cremallera de dirección

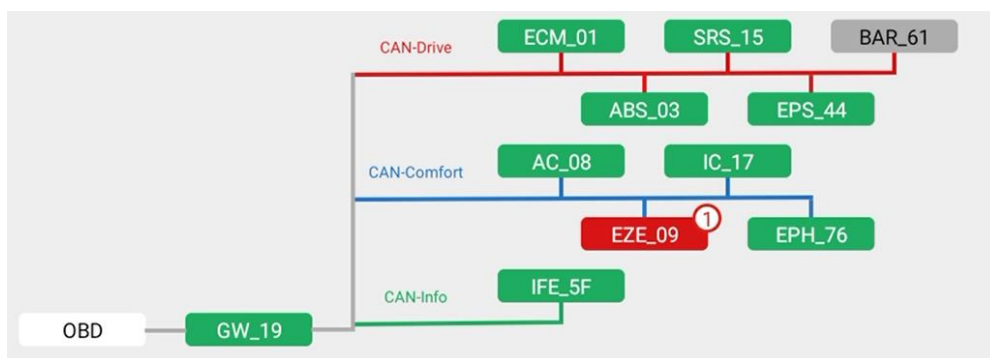
*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### Figura 67

Topología del sistema en el modelo Skoda Fabia 2018



*Nota.* Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

### **Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Skoda Fabia 2018 trae una red CAN-Drive, CAN-Comfort y CAN-Info. Estas redes de comunicación cuentan con 9 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación y posee un Gateway que es donde llega las líneas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se observa que no dispone del módulo BAR\_61.

A continuación, se presentan los módulos encontrados:

**Tabla 29**

*Descripción de los módulos del Skoda Fabia 2018*

Líneas	Módulos	Descripción
CAN - Drive	ECM_01	Electrónica del motor
	ABS_03	Electrónica de los frenos
	SRS_15	Airbag
	EPS_44	Dirección Asistida
CAN – Comfort	AC_08	Electrónica del aire acondicionado/calefacción
	EPH_76	Ayuda de aparcamiento
	EZE_09	Centralita eléctrica electrónica
	IC_17	Cuadro de instrumentos
CAN – Info	IFE_5F	Electrónica de información 1
GATEWAY	GW_19	Interfaz de diagnóstico para bus de datos

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 30**

*Flujo de datos del Skoda Fabia 2018*

<b>Módulo</b>	<b>DTC detectada</b>	<b>Observación</b>
ECM_01	B131529	Unidad de mandos del elevavinas, lado del conductor

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### **Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados**

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.01 Electrónica del motor
- 2.03 Electrónica de los frenos
- 3.08 Electrónica del aire acondicionado/calefacción
- 4.09 Centralita eléctrica electrónica
- 5.15 Airbag
- 6.17 Cuadro de Instrumentos
- 7.19 Interfaz de diagnosis para bus de datos
- 8.44 Dirección asistida
- 9.5F Electrónica de información 1

- 10.76 Ayuda de aparcamiento

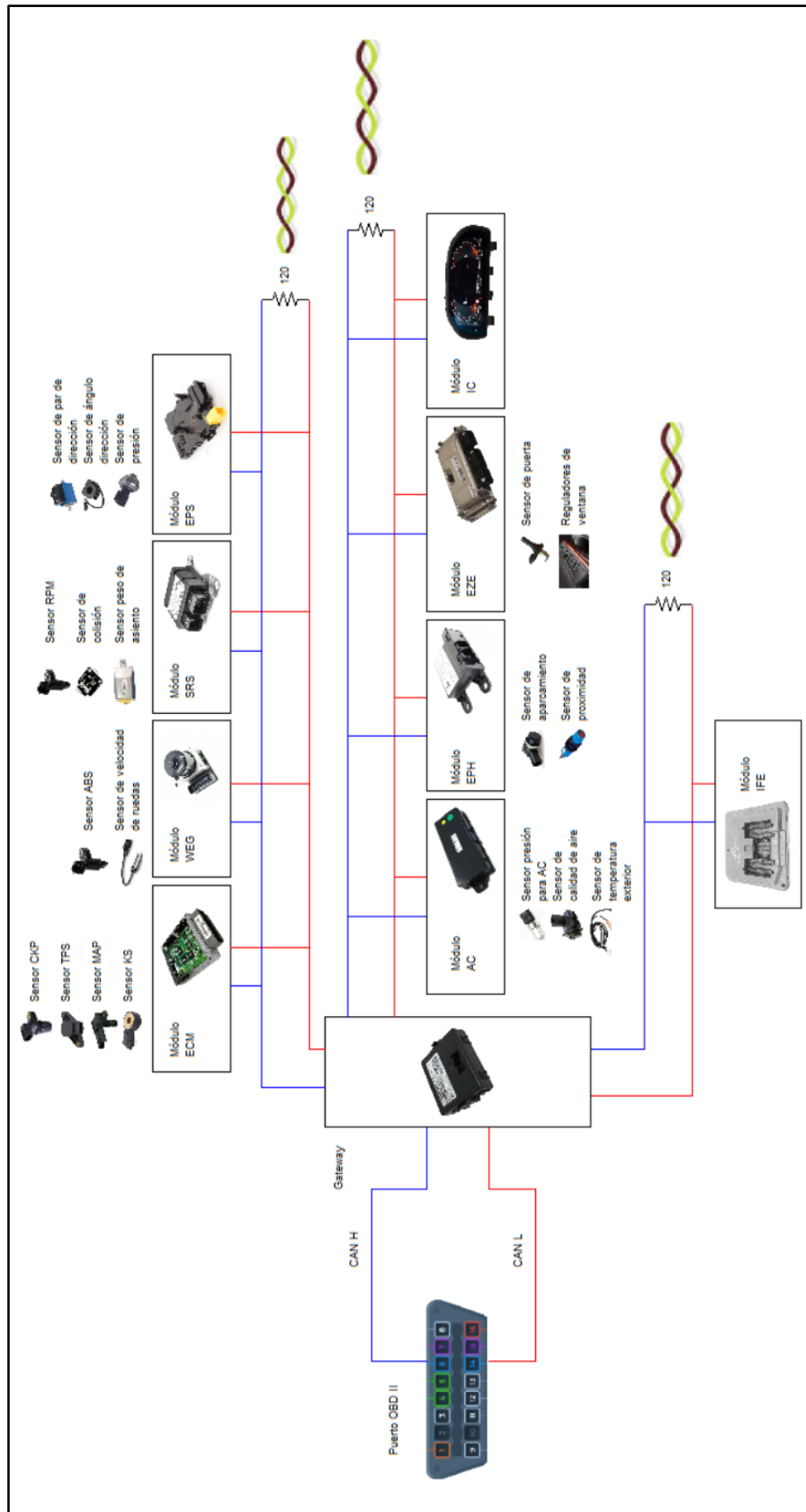
Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 68**

*Representación de la red encontrada en Skoda Fabia 2018*





Nota. Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## Suzuki Vitara 2021

### Características generales

Tabla 31

Características generales del Suzuki Vitara 2021

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	4 cilindros en línea / 1.590 cc
Potencia y par	Potencia 115 CV Par máximo de 151 Nm
Consumo	18 km/l
Velocidad máxima	180 km/h
Tipo de transmisión	Automática de 6 velocidades
Tipo de dirección	Hidráulica

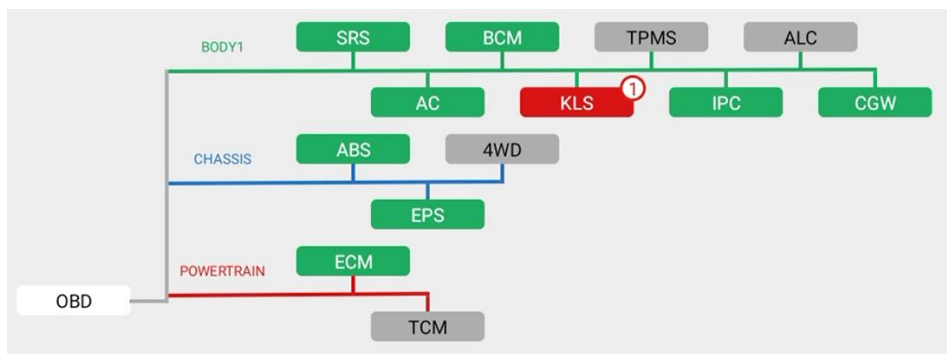
*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### Figura 69

Topología del sistema en el modelo Suzuki Vitara



*Nota.* Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

### **Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Suzuki Vitara 2021 trae una red BODY1, CHASSIS y POWERTRAIN. Estas redes de comunicación cuentan con 9 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se observa que este modelo no dispone de los siguientes módulos: TPMS, ALC, 4WD, TCM.

A continuación, se presentan los módulos encontrados:

**Tabla 32**

*Descripción de los módulos del Suzuki Vitara*

Líneas	Módulos	Descripción
BODY1	SRS	Airbag
	BCM	Módulo de control del cuerpo
	AC	Calentamiento y aire acondicionado
	KLC	Entrada sin tecla
	IPC	Medidor/M & A
CHASSIS	CGW	Central Gateway control module
	ABS	Frenos antibloqueo
	EPS	Dirección de potencia electrónica
POWERTRAIN	ECM	Motor

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 33**

*Flujo de datos del Suzuki Vitara*

<b>Módulo</b>	<b>DTC detectada</b>	<b>Observación</b>
ECM_01	B1134	Batería Baja del Controlador Remoto

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### **Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados**

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.ECM (Motor)
- 2.ABS (Frenos de antibloqueo)
- 3.EPS (Dirección de potencia electrónica)
- 4.SRS (Airbag)
- 5.AC (Calentamiento & aire acondicionado)
- 6.BCM (Módulo de control de cuerpo)
- 7.KE (Entrada sin tecla)
- 8.MA (Medidor/M & A)
- 9.CGW (Central Gateway Control Module)



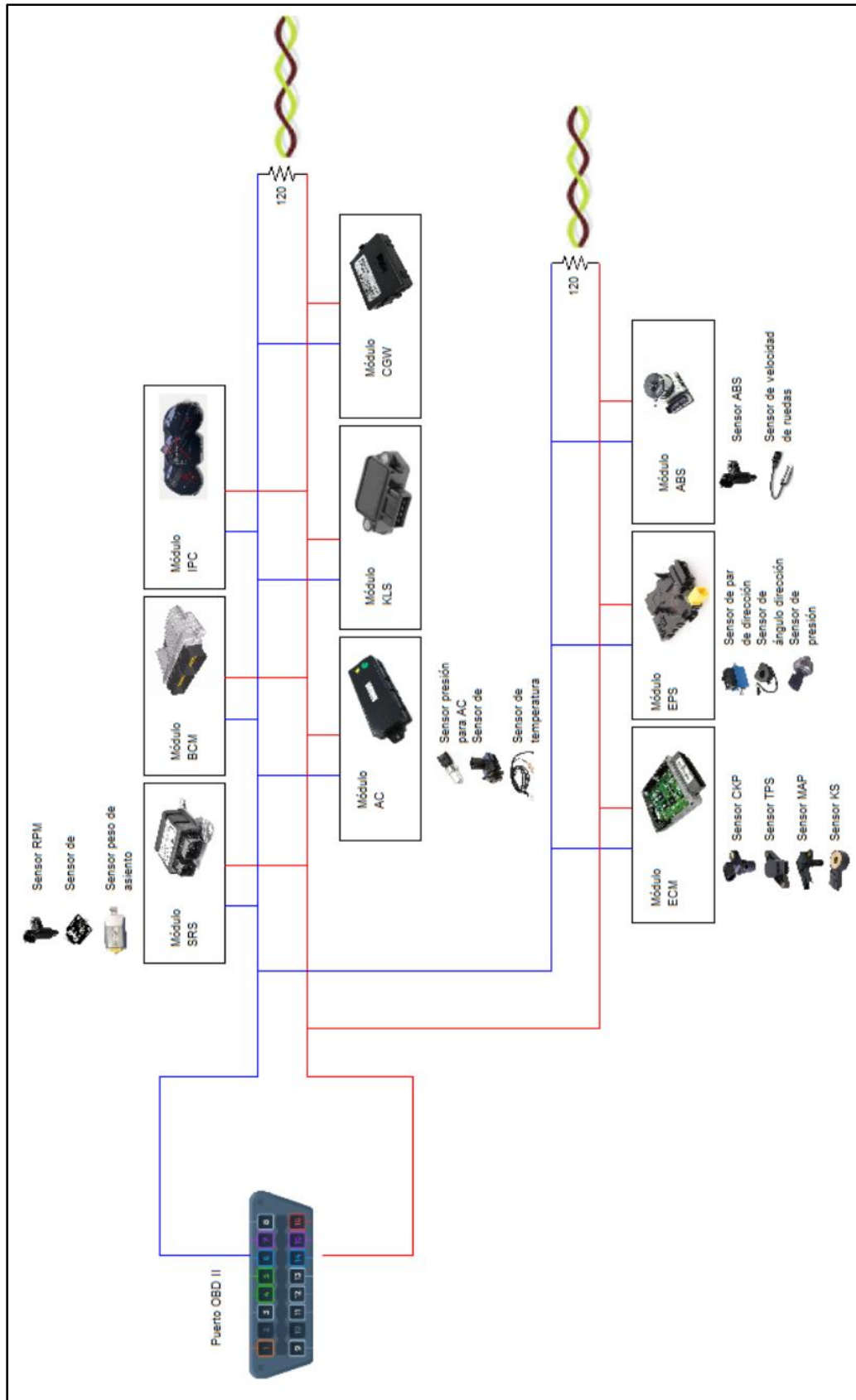
Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 70**

*Representación de la red encontrada en Suzuki Vitara*





*Nota.* Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## Suzuki S-Cross 2022

### Características generales

Tabla 34

Características generales del Suzuki S-Cross 2022

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	4 cilindros en línea / 1.373 cc
Potencia y par	Potencia 140 CV Par máximo de 220 Nm
Consumo	14.5 km/l km
Velocidad máxima	200 km/h
Tipo de transmisión	Automática de 6 velocidades
Tipo de dirección	Piñón y cremallera asistida eléctricamente

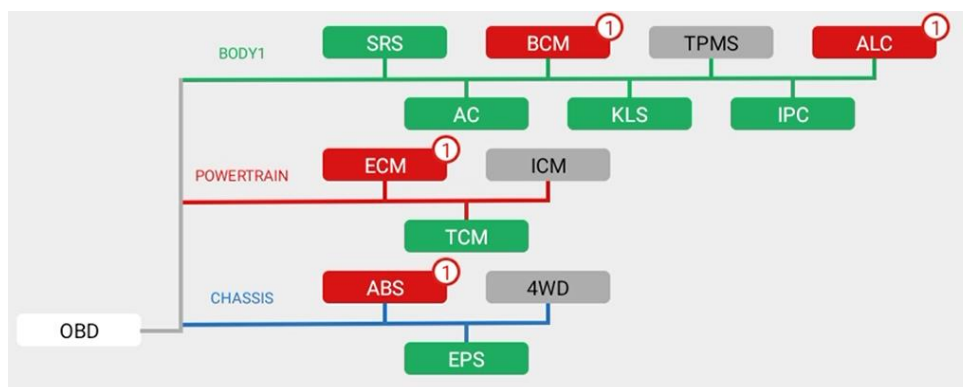
*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### Figura 71

Topología del sistema en el modelo Suzuki S-Cross



*Nota.* Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

### **Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Suzuki S-Cross 2022 trae una red BODY1, CHASSIS y POWERTRAIN. Estas redes de comunicación cuentan con 10 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se observa que este modelo no dispone de los siguientes módulos: TPMS, ICM, 4WD.

A continuación, se presentan los módulos encontrados:

**Tabla 35**

*Descripción de los módulos del Suzuki S-Cross*

Líneas	Módulos	Descripción
BODY1	SRS	Airbag
	BCM	Módulo de control del cuerpo
	ALC	Equilibrio de luz de automática regulación
	AC	Calentamiento y aire acondicionado
	KLS	Entrada sin tecla
	IPC	Medidor/M & A
POWERTRAIN	ECM	Motor
	TCM	Transmisión
CHASSIS	ABS	Frenos de antibloqueo
	EPS	Dirección de potencia electrónica

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 36**

*Flujo de datos del Suzuki S-Cross*

<b>Módulo</b>	<b>DTCs detectada</b>	<b>Observación</b>
BCM	B1134	Mal Funcionamiento del Sensor de Lluvia/Luz
ALC	B1951	Mal Funcionamiento de Datos de Voltaje de Fuente de Alimentación de Encendido
ECM	P1644	ID del Inmovilizador No Adaptada
ABS	C1116-62	Rendimiento del circuito del interruptor de luz de freno

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### **Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados**

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.ECM (Motor)
- 2.ABS (Frenos de antibloqueo)
- 3.BCM (Módulo de control de cuerpo)
- 4.ALC (Equilibrio de luz automática de regulación)

- 5.TCM (Transmisión)
- 6.EPS (Dirección de potencia electrónica)
- 7.SRS (Airbag)
- 8.AC (Calentamiento & aire acondicionado)
- 9.KE (Entrada sin tecla)
- 10.MA (Medidor/M & A)

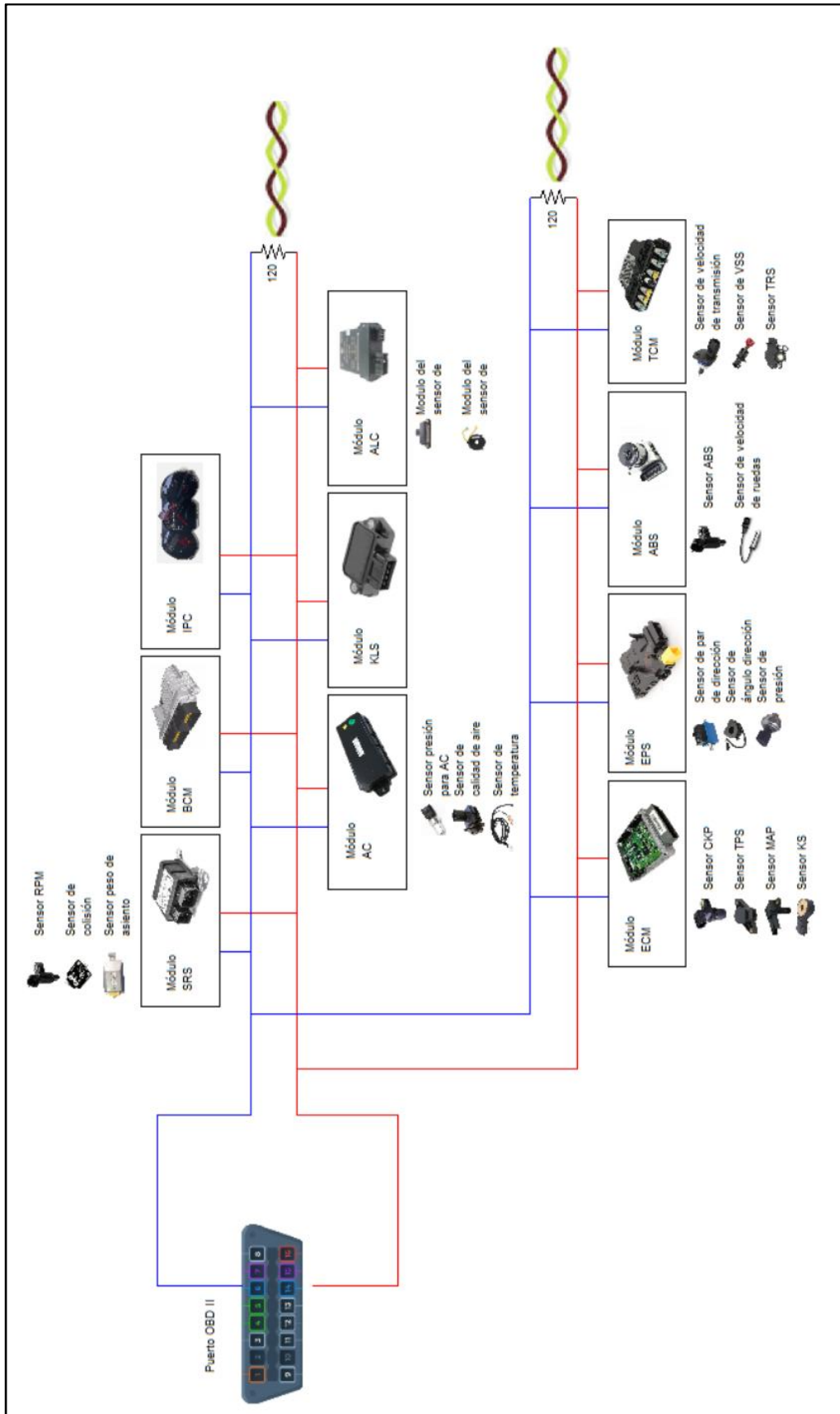
Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 72**

*Representación de la red encontrada en Suzuki S-Cross*





Nota. Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## Volkswagen Beetle 2010

### *Características generales*

**Tabla 37**

*Características generales del Volkswagen Beetle 2010*

<b>Características Generales</b>	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	4 cilindros en línea / 1.984 cc
Potencia y par	Potencia 116 CV Par máximo de 172 Nm
Consumo	9.2 l/100 km
Velocidad máxima	182 km/h
Tipo de transmisión	Automática de 6 velocidades
Tipo de dirección	Piñón y cremallera

*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

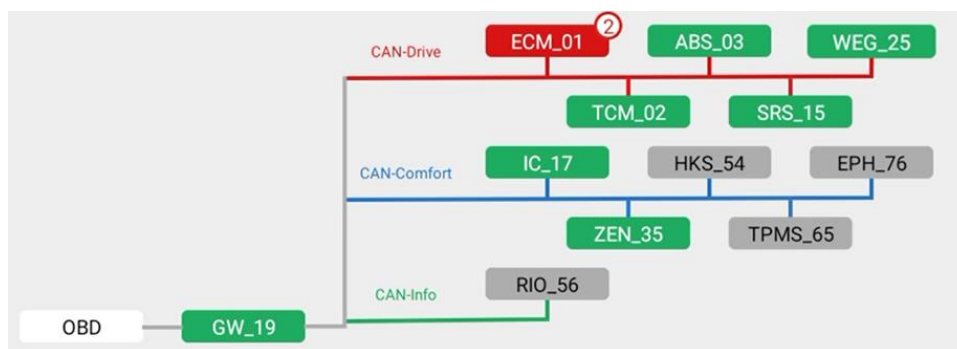
### ***Diagnóstico de datos en tiempo real***

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### **Figura 73**

*Topología del sistema en el modelo Volkswagen Beetle*





*Nota.* Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

### **Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Volkswagen Beetle 2010 trae una red CAN-Drive, CAN-Comfort y CAN-Info. Estas redes de comunicación cuentan con 7 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación y posee un Gateway que es donde llega las líneas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se observa que no dispone del módulo HKS\_54, EPH\_76, TPMS\_65, Y RIO\_56.

**Tabla 38**

*Descripción de los módulos del Volkswagen Beetle*

Líneas	Módulos	Descripción
CAN - Drive	ECM_01	Electrónica del motor
	ABS_03	Electrónica de los frenos
	WEG_25	Inmovilizador
	TCM_02	Electrónica del cambio
	SRS_15	Airbag
CAN – Confort	IC_17	Cuadro de instrumentos
	ZEN_35	Cierre centralizado
GATEWAY	GW-19	Interfaz de diagnóstico para bus de datos

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 39**

*Flujo de datos del Volkswagen Beetle*

<b>Módulo</b>	<b>DTCs detectada</b>	<b>Observación</b>
ECM_01	P0201	Inyector cil. 1: Fallo eléctrico en el circuito de corriente
	P0204	Inyector cil. 4: Fallo eléctrico en el circuito de corriente

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### **Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados**

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.01 Electrónica del motor
- 2.02 Electrónica del cambio
- 3.03 Electrónica de los frenos
- 4.15 Airbag
- 5.17 Cuadro de instrumentos
- 6.19 Interfaz de diagnóstico para bus de datos
- 7.35 Cierre centralizado

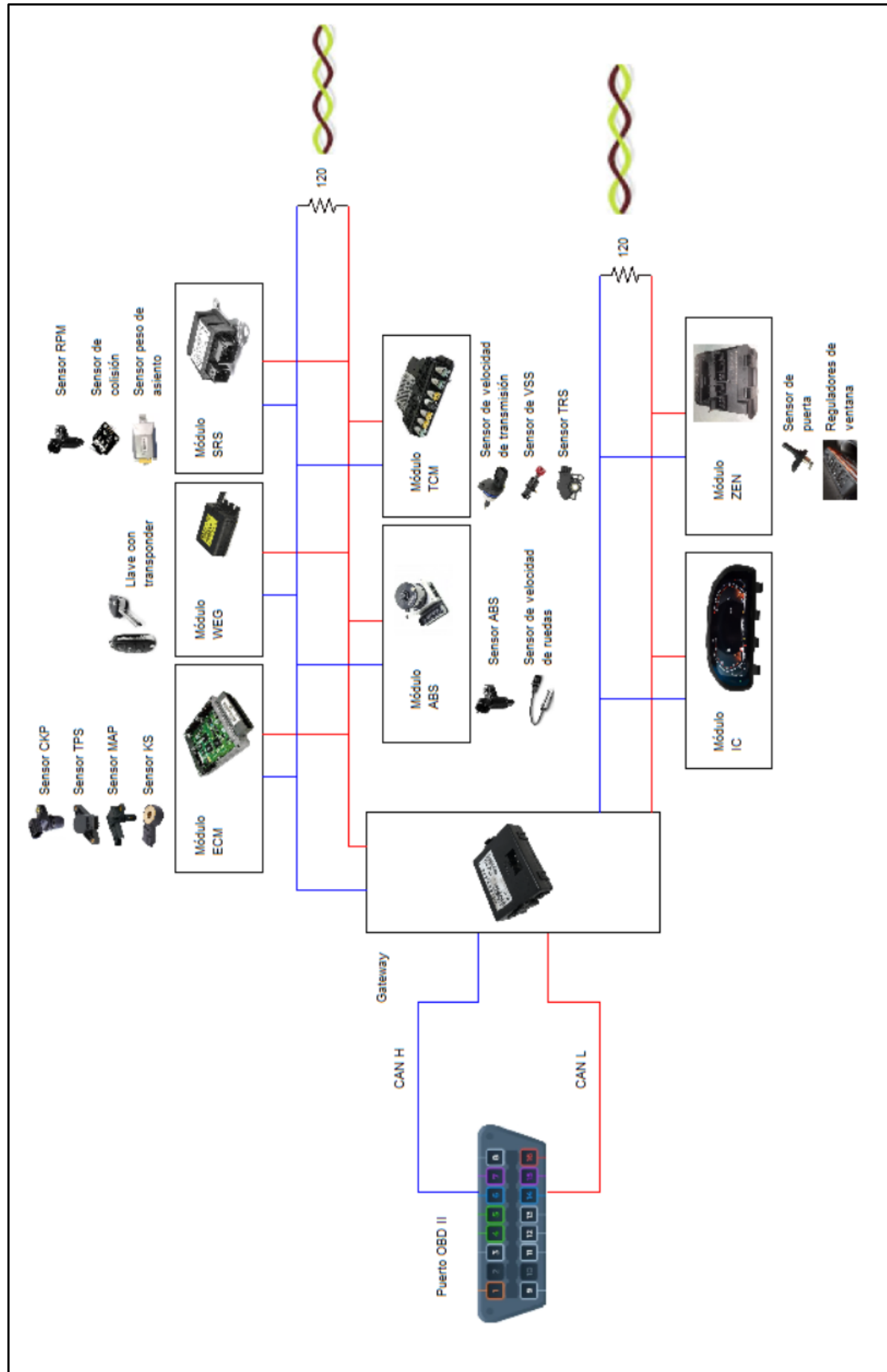
Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 74**

*Representación de la red encontrada en Volkswagen Beetle*





*Nota.* Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## Volkswagen Virtus 2022

### Características generales

Tabla 40

Características generales del Volkswagen Virtus 2022

Características Generales	
Imagen	
Ubicación OBD II	
Motor	4 cilindros en línea / 1.598 cc
Potencia y par	Potencia 110 CV Par máximo de 155 Nm
Consumo	14 km/l
Velocidad máxima	210 km/h
Tipo de transmisión	Manual de 5 velocidades
Tipo de dirección	Asistida eléctrica

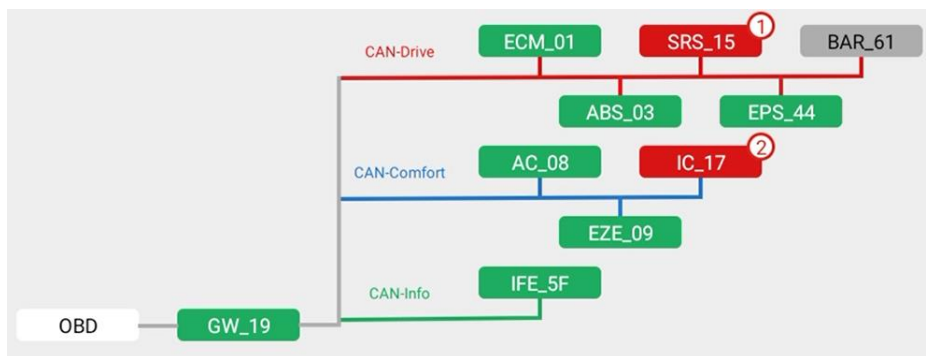
*Nota.* Se detallan las características que se consideran más importantes.

### Diagnóstico de datos en tiempo real

Revisadas algunas características generales, se procede a comenzar con el diagnóstico y la toma de datos:

### Figura 75

Topología del sistema en el modelo Volkswagen Virtus



*Nota.* Se muestran la red de datos y módulos que conforman la topología del sistema.

### **Módulos encontrados**

Obtenida la red de comunicación, el Volkswagen Virtus 2022 trae una red CAN-Drive, CAN-Comfort y CAN-Info. Estas redes de comunicación cuentan con 8 módulos distribuidos en los distintos sistemas de comunicación y posee un Gateway que es donde llega las líneas de comunicación. Esta red CAN trabaja con una velocidad de comunicación estimada de 1kbit a 1Mbit por segundo. Se observa que no dispone del módulo BAR\_61.

**Tabla 41**

#### *Características generales del Volkswagen Virtus*

<b>Líneas</b>	<b>Módulos</b>	<b>Descripción</b>
CAN - Drive	ECM_01	Electrónica del motor
	SRS_15	Airbag
	ABS_03	Electrónica de los frenos
	EPS_44	Dirección asistida
CAN – Confort	AC_08	Electrónica del aire acondicionado/calefacción
	IC_17	Cuadro de instrumentos
	EZE_09	Centralita eléctrica electrónica
CAN – Info	IFE_5F	Electrónica de información 1
GATEWAY	GW-19	Interfaz de diagnóstico para bus de datos

*Nota.* Se describen las siglas de los módulos que poseen las líneas de comunicación.

### **Flujo de datos en operación**

En cuanto al flujo de datos, se detalla una tabla con los módulos que presenten códigos de falla, y se hará una observación en los sensores que trabajen en estos módulos, así mismo se hará énfasis en los sensores relevantes.

**Tabla 42**

*Flujo de datos del Volkswagen Virtus*

<b>Módulo</b>	<b>DTCs detectada</b>	<b>Observación</b>
SRS_15	B100A1B	Detonador del airbag lateral del lado del acompañante - Resistencia demasiado alta
IC_17	B104B31	Clave - Sin señal
	B104C29	Clave - Señal no plausible

*Nota.* Se presentan las observaciones que se encontraron al momento de realizar el diagnóstico.

### **Eliminación de códigos de falla o DTCs localizados**

Por consiguiente, se procede a borrar los códigos de falla de la memoria RAM a través del método de la comunicación electrónica.

Resultados de la prueba

Los siguientes sistemas están bien:

- 1.01 Electrónica del motor
- 2.03 Electrónica de los frenos
- 3.08 Electrónica del aire acondicionado/calefacción
- 4.09 Centralita eléctrica electrónica
- 5.15 Airbag
- 6.17 Cuadro de instrumentos
- 6.19 Interfaz de diagnóstico para bus de datos

- 7.44 Dirección asistida
- 8.5F Electrónica de información 1

Se recomienda también, que se vuelva a hacer un diagnóstico después de haber desconectado la batería para verificar que dichos códigos de falla no vuelvan a aparecer.

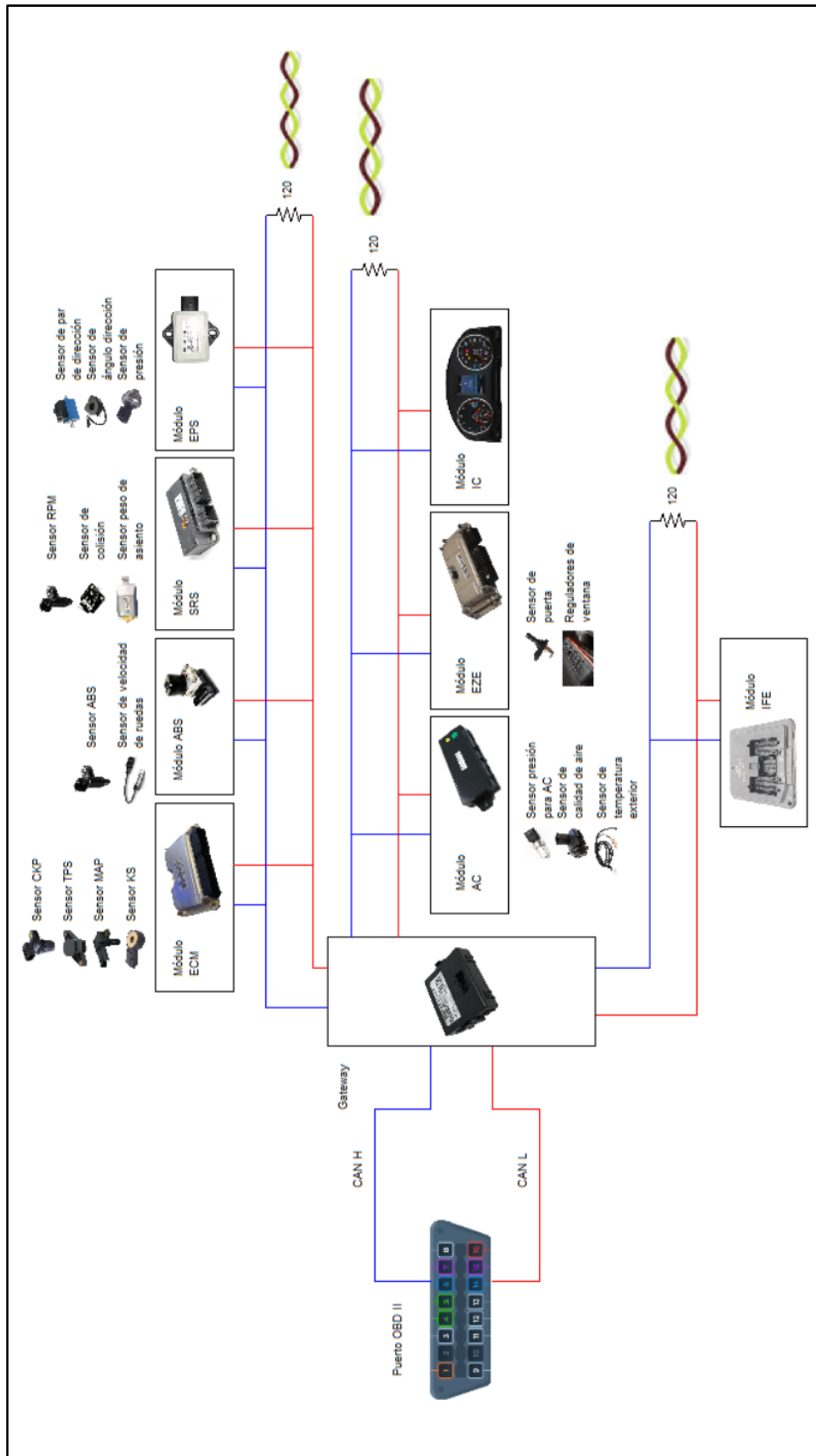
***Diagrama en el programa Livewire de la red encontrada***

Finalmente, se presenta el diagrama en el programa Livewire de la topología del sistema.

**Figura 76**

*Representación de la red encontrada en Volkswagen Virtus*





Nota. Desarrollo de la topología red de comunicación en el programa Livewire.

## CAPITULO 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 43**

*Recursos humanos que aportaron para el desarrollo del proyecto*

Descripción	Función
Henry Casa	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 44**

*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
3	1	Herramientas básicas de reparación módulo de pruebas	\$300	\$300
4	1	Instrumentos de diagnóstico avanzado	\$400	\$400
			Total	\$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 45**

*Recursos de apoyo que colaboraron con el proyecto*

Ord.	Cant.	Detalle	Costo	Total
1	2	Alquiler de vehículos de procedencia europea con redes control de tracción y confort	\$250	\$500
2	1	Capacitación básica	\$200	\$200
			Total	\$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 europea”, resulta de la suma total de los recursos antes mencionados y se expone en la siguiente tabla:

**Tabla 46**

*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 desarrolló el diagnóstico avanzado mediante la obtención de datos en tiempo real para 9 vehículos de 5 marcas distintas (BMW, Skoda, Peugeot, Suzuki, Volkswagen) de procedencia europea, garantizando su eficacia y fiabilidad en diferentes temas como, confort y seguridad con respecto a vehículos de otra procedencia.

Se recopiló información acerca de los protocolos de comunicación en donde se encuentran una serie de estándares ampliamente utilizados en el campo automotriz como son: CAN, LIN, FLEXRAY y MOST. El protocolo FLEXRAY se utiliza principalmente en vehículos de gama alta y en aplicaciones que requieren tiempos de respuesta extremadamente rápidos y alta integridad de datos, algunos de los modelos que utilizan este protocolo son: BMW, Audi, Mercedes-Benz y Porsche.

Se definió los sistemas de control electrónico de tracción como: ECU, ABS, SRS, TCM y confort: AC, AAS, IC entre otros. Estos módulos existen generalmente en todos los vehículos de esta procedencia, que son fundamentales en la industria automotriz para garantizar un rendimiento óptimo, seguridad y comodidad para los conductores y pasajeros. El sistema de control permite mejorar la estabilidad y el manejo del vehículo al controlar la distribución de la potencia entre las ruedas, mientras que los sistemas de confort proporcionan una experiencia de conducción más placentera al controlar aspectos como la climatización, el entretenimiento y la iluminación del vehículo.

Se definió los DTCs como fundamentales para optimizar el rendimiento y la seguridad en el sistema de control de tracción y confort. Los DTCs generados en los vehículos que fueron parte de la investigación se deben más a la desconexión del sensor, o fallas en el cableado.

La implementación efectiva de protocolos de diagnóstico y reparación es esencial para garantizar la fiabilidad, seguridad y rendimiento óptimo de los sistemas de control electrónico de

tracción y confort, lo que beneficia tanto a los propietarios de vehículos como a los profesionales de la industria automotriz.

### **Recomendaciones**

Antes de utilizar un escáner automotriz, se asegura de recibir la formación adecuada sobre su funcionamiento y las diversas funciones que ofrece. La capacitación puede ser proporcionada por fabricantes, instituciones educativas o mediante programas de certificación.

Se sugiere que el software del escáner esté siempre actualizado para garantizar la compatibilidad con los últimos modelos de vehículos y las últimas funciones de diagnóstico.

Antes de conectar el escáner al vehículo, se recomienda identificar correctamente el puerto de diagnóstico OBD-II y de que el escáner esté apagado para evitar posibles daños.

Se aconseja aprovechar las capacidades del escáner para monitorear los datos en tiempo real mientras el vehículo está en funcionamiento, lo que puede ayudar a identificar problemas de rendimiento o componentes defectuosos.

Se recomienda utilizar el escáner para realizar tareas de mantenimiento preventivo, como restablecer intervalos de servicio, ajustar parámetros y realizar ajustes necesarios.

Antes de borrar cualquier código de diagnóstico, asegúrate de haber identificado y corregido la causa subyacente del problema. Borrar los códigos sin resolver la causa puede resultar en la persistencia del problema y la reaparición del código.

Tome en cuenta que, después de eliminar los DTCs desconectar la batería y volver a realizar una prueba de diagnóstico para observar si el código de error fue borrado con éxito.

## Bibliografía

- Auto Avance. (2021, September 30). *Unidad de Control de Motor pruebas de avería*.  
<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/unidad-control-motor-ecu/>
- Bellido, A. (2023, March 26). *Redes multiplexadas automóviles*.  
[https://issuu.com/aritza2006/docs/can-bus\\_1\\_](https://issuu.com/aritza2006/docs/can-bus_1_)
- Borja, J., Fenoll, J., & Herrera, J. (n.d.). *Sistema de transmisión y frenado*.
- Bosch, R. (2007). *Automotive Networking* (Primera). Dipl.-Ing. Karl-Heinz Dietsche.
- Bosch, R. (2011). *Automotive Handbook*.
- Brown, L. (2021). Machine Learning Approaches for Early Detection of Communication Network Anomalies in Vehicles. *Proceedings of the International Conference on Intelligent Transportation Systems*, 321–335.
- Domínguez, E. J., & Ferrer. (n.d.). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*.
- Fundación CEA. (2023, October 25). *Sistema de control de tracción*. <https://www.seguridad-vial.net/vehiculo/seguridad-activa/98-sistema-de-control-de-traccion#:~:text=El%20sistema%20de%20control%20de,del%20veh%C3%ADculo%20y%20de%20gobernabilidad.>
- García. (2019). Ensuring Performance and Safety in European Vehicle Communication Networks. *European Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing*, 8(2), 134–148.
- García, Á. (2015). *COMUNICACIÓN MULTIMAESTRO A TRAVÉS DE PAR TRENZADO RS-485 (HALF-DUPLEX)*.
- Gustavo, J., Campoverde, R., & Crespo Vintimilla, P. J. (2013). *ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO Y APLICACIÓN DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN MULTIPLEXADAS EN VEHÍCULOS AUTOMOTRICES*.
- Halderman, J. D. (2012). *Automotive technology : principles, diagnosis, and service*. Pearson Prentice Hall.
- Hollebeak, Barry. (2011). *Automotive electricity and electronics*. Delmar, Cengage Learning.
- IMAU. (2022, April 25). *¿Qué es el Protocolo de Comunicación FlexRay y Cómo funciona?*  
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-protocolo-de-comunicacion-flexray-y-como-funciona/>
- Indave. (2016, June 6). *Los sistemas CAN de comunicación multiplexada*.  
[https://www.infotaller.tv/blogs/indave/sistemas-CAN-comunicacion-multiplexada\\_7\\_1006169374.html](https://www.infotaller.tv/blogs/indave/sistemas-CAN-comunicacion-multiplexada_7_1006169374.html)
- Intecap. (2007). *TÉCNICAS AVANZADAS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ* (Primera edición).
- Johnson, A. (2018). Inefficiencies in Traditional Diagnostics for European Vehicle Communication Networks. *Proceedings of the European Conference on Automotive Technology*, 87–98.
- Johnson, A., & Martinez, E. (2021). Importance of Reliable Communication Networks in Modern Automobiles. *Proceedings of the International Conference on Automotive Technology*, 87–98.

- Kiencke, U., & Nielsen, L. (2005). *Automotive Control Systems: For Engine, Driveline, and Vehicle*. .
- Lupini, C. A. (2003). *Multiplex Bus Progression 2003*.
- Mañón, H. (2016, August 6). *Todo lo que debes saber sobre el puerto OBD-II*.  
<https://noticias.autocosmos.com.mx/2016/06/08/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-puerto-obd-ii>
- Martín, J., & Marco, A. (2021). *Mecánica del automóvil*.
- Milliken, W., & Milliken, D. (1995). *Race Car Vehicle Dynamics*.
- Morales, M., Rolando, P., Montaña, P., Luis, J., Pineda, R., & Luis, J. (2013). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UNA INTERFAZ DIDÁCTICA DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL*. <https://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5144/1/UPS-CT002724.pdf>
- Navet, N., & Simonot-Lion, F. (2007). *Automotive Embedded Systems Handbook*. .
- Navet, N., Song, Y., Simonot-Lion, F., & Wilwert, C. (2005). Trends in automotive communication systems. *Proceedings of the IEEE*, 93(6), 1204–1222.  
<https://doi.org/10.1109/JPROC.2005.849725>
- Paret, Dominique. (2007). *Multiplexed networks for embedded systems : CAN, LIN, Flexray, Safe-by-Wire*. Wiley.
- Parreño, S. (2014). *Mantenimiento de sistemas de seguridad y de apoyo a la conducción. TMVG0209*.
- PRIMICIAS. (2023, September 18). *Estas son las marcas de carros europeos de lujo que más venden en Ecuador*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/carros-europeos-lujo-precios-crecimiento-ventas/>
- Reyes, M. (2015, September 28). *INTERCOMUNICACIÓN DEL AUTO CAN-BUS*.  
<https://migueangelreyes.blogspot.com/2015/09/intercomunicacion-del-auto-can-bus.html>
- Ribbens, W. (2008). *Electrónica Automotriz* (1era edición).
- Roberts, S., & Patel, N. (2020). Cybersecurity Risks in European Automotive Communication Systems. *International Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing* 28(2), , 134–148.
- Ruiz, H. (2021, August 5). *Pruebas al tren de rodaje de una transmisión automática*.  
<https://sciomecanica.com/pruebas-al-tren-de-rodaje-de-una-transmision-automatica/>
- Sánchez, L., Molano, M., Fabela, M. de J., Martínez, M., Hernández, J., Vázquez, D., & Flores, O. (2016). *Revisión documental del protocolo CAN como herramienta de comunicación y aplicación en vehículos*.
- Sastry, S., & Calise, A. (2019). *Automotive Embedded Systems Handbook*.
- Serrano, E. (2006). *Circuitos Eléctricos Auxiliares Del Vehículo* (Primera).
- Smith, J. (2020). Interoperability Challenges in European Automotive. *Communication Networks. International Journal of Automotive Engineering*, 15(3), 211–225.
- Thompson, R. (2023). Addressing Security and Reliability Challenges in Automotive Communication Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 72(6), 4502–4515.



TodoMecanica. (2007, August 12). *El confort, elementos y conceptos básicos*.

<https://www.todomecanica.com/noticias/20078-confort-elementos-conceptos.html>

Vistazo. (2024, January 15). *Vehículos europeos en Ecuador: las cifras que muestran el antes y después del Acuerdo Multipartes con la Unión Europea*.

<https://www.vistazo.com/portafolio/vehiculos-europeos-en-ecuador-las-cifras-que-muestran-el-antes-y-despues-del-acuerdo-multipartes-con-la-union-europea-DD6630306>

Zapico, E. (2015, January 26). *Diagnóstico y reparación de sistemas airbag*.

<https://www.revistacesvimap.com/diagnostico-y-reparacion-de-sistemas-airbag/>

**Anexos**