



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**UNIVERSIDAD EL AZUAY  
Facultad De Ciencia y Tecnología  
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz**

**ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE REDES Y  
MULTIPLEXADOS DE UN VEHÍCULO VW JETTA**

**Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica  
Automotriz**

**AUTORES:**

**Carlos Samuel Guzmán Riera  
Jhon Alexander Mingo Gualpa**

**DIRECTOR:**

**Ing. Efrén Fernández. PhD**

**Cuenca - Ecuador**

**2024**

## DEDICATORIA

" Esta tesis va dedicada en primer lugar a Dios, por ser pilar fundamental en mi vida y en esta aventura. A mis queridos padres, Iván y Aracely cuyo amor incondicional y sacrificios han sido la luz que guía mi camino. Gracias por inculcarme la pasión por el conocimiento y por estar siempre a mi lado, incluso en los momentos más difíciles.

A mis amigos, por ser mi apoyo constante y por hacer este viaje mucho más llevadero y divertido. Cada risa compartida y cada consejo brindado han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A una persona muy especial para mí, Mary Rubio, cuya comprensión, paciencia y amor me han inspirado a seguir adelante en cada momento de este camino. Gracias por creer en mí, por ser mi compañera en los buenos y malos momentos, y por brindarme el aliento necesario para superar los desafíos. Esta obra es un reflejo del esfuerzo conjunto y de las historias que compartimos. "

Carlos Samuel Guzmán Riera.

" A Dios, por ser la luz que ha guiado cada paso de este recorrido, mostrándome el camino incluso en los momentos más oscuros.

A mis padres, Rene Mingo y Olivia Gualpa, pilares fundamentales en mi vida, por enseñarme que no hay sueños inalcanzables cuando se camina con esfuerzo y corazón. Gracias por creer en mí más de lo que yo mismo lo he hecho a veces.

A mis maestros, por compartir no solo conocimientos, sino también su pasión por aprender y por inspirar siempre a buscar más allá de lo evidente.

A mis amigos y compañeros, cómplices en esta aventura, gracias por ser el respiro y el impulso cuando más lo necesitaba. Su apoyo ha sido parte esencial de este logro.

Y a mí mismo, por los días largos y las noches sin descanso, por nunca rendirme. Este es el resultado de cada sacrificio, y el comienzo de un nuevo capítulo lleno de desafíos y sueños por cumplir. "

Jhon Alexander Mingo Gualpa.

## RESUMEN

El presente informe describe el desarrollo de una maqueta funcional para el sistema de redes y multiplexado en un vehículo VW Jetta. El procedimiento comienza con la identificación y análisis de los componentes principales, tales como el tablero de instrumentos, la unidad de control electrónico (ECU) y el módulo del airbag. Después de verificar estos elementos, se va a construir una maqueta que facilitara la integración de los sistemas, conectándolos a través de la red CAN (Controller Area Network), asegurando una comunicación óptima entre los diferentes módulos y verificando su correcto desempeño mediante pruebas y calibraciones.

***Palabras clave:*** Sistema de redes y multiplexados del VW Jetta, integración de sistemas, comunicación óptima, pruebas y calibraciones.

## ABSTRACT

This report describes the development of a functional model for the networking and multiplexing system in a VW Jetta vehicle. The procedure begins with the identification and analysis of the main components, such as the instrument panel, the electronic control unit (ECU) and the airbag module. After verifying these elements, a mockup will be built that will facilitate the integration of the systems, connecting them through the CAN network (Controller Area Network), ensuring optimal communication between the different modules and verifying their correct performance through tests and calibrations.

**Keywords:** VW Jetta networking and multiplexing system, system integration, optimal communication, tests and calibrations.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivo General.....	10
2.2. Objetivos Específicos.....	10
III. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1. Redes y multiplexados.....	12
3.1.1. Descripción.....	12
3.1.2. Funcionamiento.....	13
3.1.3. Componentes.....	13
3.1.3.1. Protocolo de comunicación CAN.....	15
3.1.3.2. Explicación del sistema CAN.....	16
3.1.3.3. Descripción de pines.....	17
3.1.3.4. Velocidad de transmisión.....	17
3.1.3.5 Tipos de Conexiones.....	18
3.1.3.6. Líneas y redes CAN.....	19
3.2. Proceso de transferencia y recepción de datos.....	21
3.2.1. Fallas en las redes CAN.....	21
3.2.2. Tipos de Módulos.....	22
3.2.2.1. Materiales utilizados en la maqueta.....	23
3.2.2.2 Comprobación de estado de los elementos.....	24
3.2.2.3 Medición de los componentes.....	25
3.2.2.4 Diseño estructural de la maqueta.....	26
3.2.2.5. Procedimiento de la elaboración de la maqueta.....	27
3.2.2.6. Montaje de los elementos en la maqueta.....	30
3.3. Comunicación entre Módulos mediante Red CAN.....	31
IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	38
4.1. Resultados.....	38
4.2. Conclusiones.....	40
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Identificación de redes y multiplexados .....	12
<b>Figura 2</b> Tablero de instrumentos .....	13
<b>Figura 3</b> Computadora del airbag .....	14
<b>Figura 4</b> Ecu del motor .....	15
<b>Figura 5</b> Comunicación CAN .....	16
<b>Figura 6</b> Cableado trenzado .....	16
<b>Figura 7.</b> Conector OBD II .....	17
<b>Figura 8</b> Conexión en serie .....	18
<b>Figura 9</b> Conexión en paralelo .....	18
<b>Figura 10</b> Señales Can Low, Can High.....	19
<b>Figura 11</b> Módulo del vehículo.....	20
<b>Figura 12</b> Transferencia de datos CAN .....	21
<b>Figura 13</b> Voltaje CAN.....	22
<b>Figura 14</b> Redes del vehículo.....	22
<b>Figura 15</b> Componentes de la maqueta.....	24
<b>Figura 16</b> Comprobación de estado del tablero de instrumentos.....	24
<b>Figura 17</b> Comprobación de estado de la ECU.....	24
<b>Figura 18</b> Comprobación de estado del módulo del airbag .....	25
<b>Figura 19</b> Diseño digital de la maqueta .....	26
<b>Figura 20</b> Construcción de la maqueta .....	27
<b>Figura 21</b> Cortes y mediciones de piezas.....	28
<b>Figura 22</b> Ensamblado de la maqueta .....	29
<b>Figura 23.</b> Pintada de la maqueta.....	29
<b>Figura 24</b> Elementos montados en la maqueta .....	31
<b>Figura 25</b> Conexiones redes CAN .....	32
<b>Figura 26</b> Conexión de batería de motor de 12V .....	33
<b>Figura 27</b> Fusible 5A .....	34
<b>Figura 28</b> Pruebas de la red CAN con osciloscopio .....	35
<b>Figura 29</b> Pruebas con el scanner .....	35
<b>Figura 30</b> Pruebas con el scanner .....	35
<b>Figura 31</b> Pruebas con el scanner .....	36
<b>Figura 32</b> Pruebas con el scanner .....	37

<b>Figura 33</b> Maqueta terminada .....	37
<b>Figura 34</b> Maqueta terminada .....	39

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Medición de los componentes.....	26
-------------------------------------------------	----



## I. INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en crear una maqueta educativa, que incluye tres computadoras: un grupo de instrumentos, una unidad de control del motor y una unidad de control del airbag, que se interconectan a través de la red CAN, conectándose e intercambiando información sobre las computadoras del vehículo. La creación de la maqueta se realiza en mente docente y, de hecho, como tareas prácticas inyectadas por el estudiante, quien, como resultado del trabajo, debe haber aprendido a leer los esquemas de cableado de un automóvil, analizar los diagramas de conexión de cuerda de cada una de las unidades de control y los registros de la red CAN.

Además, también cuenta con un conector OBD II para conectar equipos de diagnóstico; De esta forma se simula el código de error actual del vehículo. Esto brinda a los estudiantes la oportunidad no solo de practicar sino también de comprender mejor el funcionamiento interno de los sistemas electrónicos modernos. La interacción directa con el modelo les ayudará a profundizar en el diagnóstico y reparación de errores. De esta forma adquirirán sólidos conocimientos teóricos y prácticos. Utilice el modelo CAN para simular la interacción de diferentes módulos de control en un automóvil real.

Los alumnos realizan diferentes prácticas hasta descubrir que un cambio en la ECU puede afectar al resto, lo que les permitirá comprender mejor la integración de los sistemas eléctricos en el vehículo. Este enfoque práctico apoya la enseñanza de técnicas de diagnóstico, temas cada vez más son demandados en el mundo laboral.

Por tanto, este modelo se convertirá en una herramienta imprescindible para la enseñanza de la ingeniería de automoción.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

- Desarrollar una maqueta funcional del sistema de redes y multiplexado del VW Jetta para facilitar la recuperación de datos y el diagnóstico de fallas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Establecer un sistema de redes CAN (Controller Area Network) en el modelo para imitar las comunicaciones internas del VW Jetta.
- Crear e implementar un componente que posibilite la obtención de información en tiempo real para supervisión y diagnóstico del sistema.
- Probar y verificar el prototipo mediante la simulación de diversos fallos para garantizar su correcto funcionamiento.

### **III. MARCO TEÓRICO**

La creciente complejidad de los sistemas electrónicos en los vehículos modernos ha llevado a la implementación de redes de comunicación que permiten la interconexión de múltiples dispositivos. En el caso del Volkswagen Jetta, se utilizan sistemas de multiplexión y redes CAN (Controller Area Network) para optimizar la comunicación entre diferentes unidades de control.

#### **Redes de Comunicación en Automóviles**

La red de comunicaciones dentro del vehículo permite el intercambio de información entre diferentes computadoras (ECUs) que controlan funciones como el motor, la transmisión, los frenos y los sistemas de seguridad.

Estas redes reducen los requisitos de cableado y mejoran la eficiencia de la transferencia de datos.

#### **Multiplexión**

La multiplexión es una técnica que activa la transmisión de múltiples señales en simultáneo y en un solo canal de comunicación. La multiplexión resulta en una utilización más eficiente del espacio y un costo reducido de cableado dentro del vehículo. De acuerdo a lo informado por Dongmei en 2014, Jetta emplea dos tipos de multiplexión: multiplexión de división de tiempo y multiplexión de división de frecuencias. La multiplexión regula la comunicación de sistemas (Guevara, Puerto, & Roper, 2020).

#### **Red CAN**

La red CAN proporciona una manera eficiente para que la ECU se comunique, comparta información y administre funciones importantes del vehículo.

El sistema CAN funciona a altas velocidades, lo cual es esencial para el funcionamiento seguro de sistemas como los airbags, la dirección asistida, sistema ADAS, etc... (Cedeño, Zambrano, & Zambrano, 2021).

## Aplicación Didáctica

Una maqueta didáctica que simule el sistema de redes y multiplexados del Volkswagen Jetta ofrece a los estudiantes la oportunidad de interactuar con los componentes de un sistema real. Al aprender sobre el cableado, las conexiones y el funcionamiento de la red CAN, los estudiantes desarrollan habilidades prácticas en diagnóstico y resolución de problemas, fundamentales para su futura carrera en el ámbito automotriz (Quise, 2020).

### 3.1. Redes y multiplexados

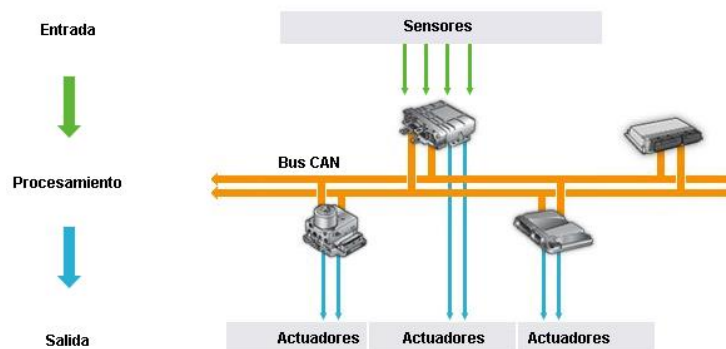
#### 3.1.1. Descripción

Las redes en automóviles se refieren a la interconexión de diferentes dispositivos electrónicos que permiten la comunicación entre ellos. Esto incluye sensores, actuadores, y módulos de control que trabajan de manera coordinada para mejorar el rendimiento del vehículo, la seguridad y la comodidad del conductor.

**Multiplexado:** La multiplexión permite transmitir varias señales en un único canal. En pocas palabras, se reduce la necesidad de cableado, ya que en lugar de tener un cable para cada función (por ejemplo, luces, sensores, sistemas electrónicos, etc.) hay circuitos de comunicación que envían datos en una secuencia. Lo anterior, a su vez, optimiza el espacio y reduce el peso del vehículo (Donado, 2021). En la figura 1 se observa la identificación de redes y multiplexados.

#### Figura 1.

*Identificación de redes y multiplexados*



**Fuente:** Autosoporte, Donado, 2021.

### 3.1.2. Funcionamiento

- **Comunicación:** Los módulos de control se comunican entre sí a través de protocolos como CAN (Controller Area Network), LIN (Local InterConnect Network) o FlexRay. Estos protocolos permiten la transmisión eficiente de datos.
- **Datos y Señales:** Cada módulo envía y recibe información sobre diferentes aspectos del vehículo, como la velocidad, la temperatura del motor, el estado del airbag, etc.
- **Procesamiento:** Los módulos procesan la información recibida y ejecutan las acciones necesarias, como activar un airbag o ajustar el motor según las condiciones de conducción.

### 3.1.3. Componentes

#### Tablero de Instrumentos

- **Función:** Proporciona al conductor información crítica sobre el estado del vehículo, como la velocidad, las revoluciones del motor, la temperatura del refrigerante y el nivel de combustible.
- **Interacción** Se comunica con otros módulos a través de la red de vehículos para mostrar alertas y advertencias. En la figura 2 se observa el tablero de instrumentos.

#### Figura 2.

*Tablero de instrumentos*



**Fuente:** Taller UDA, 2024

### Computadora del Airbag

- **Función:** Controla el sistema de seguridad de los airbags, monitoreando los sensores de impacto y determinando cuándo desplegar los airbags en caso de un accidente.
- **Interacción:** Recibe datos de varios sensores y se comunica con otros módulos para coordinar la activación de los airbags. En la figura 3 se observa la computadora del airbag.

### Figura 3.

*Computadora del airbag*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

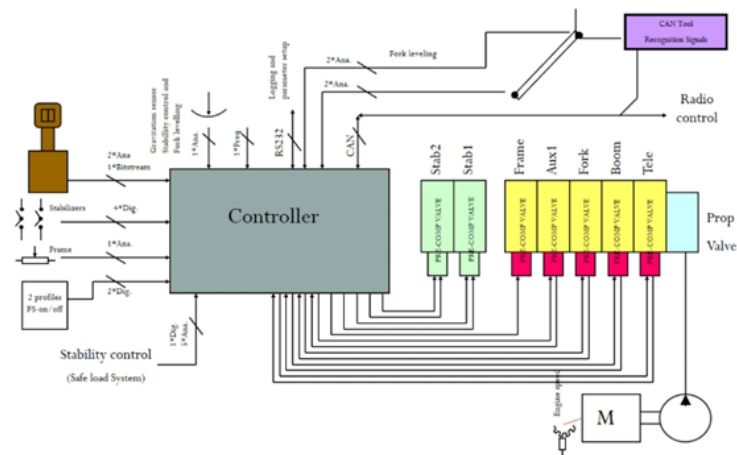
### ECU del Motor (Unidad de Control del Motor)

- **Función:** Regula y controla el funcionamiento del motor, optimizando la mezcla de aire y combustible, el encendido y otros parámetros para mejorar el rendimiento y la eficiencia.
- **Interacción:** Se comunica con sensores de motor y otros módulos para recibir información en tiempo real y ajustar el funcionamiento del motor. En la figura 3 se observa el Ecu del motor.

**Figura 4.***Ecu del motor**Fuente:* Taller UDA, 2024**3.1.3.1. Protocolo de comunicación CAN**

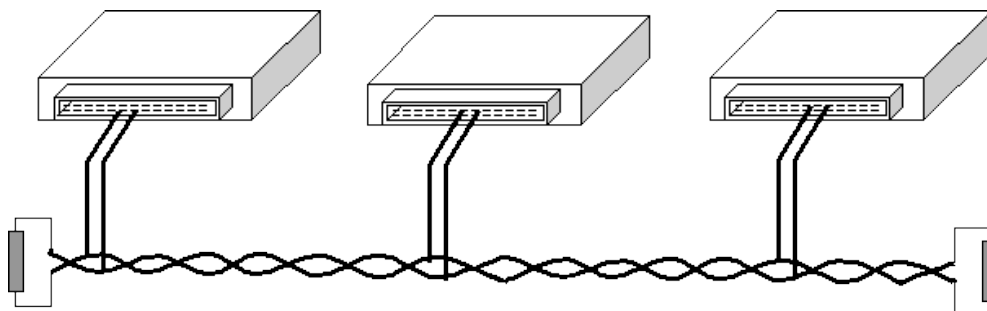
CAN, o CAN Bus, es la abreviatura de Controller Area Network. Se trata de un bus de comunicación en serie diseñado para aplicaciones de control en tiempo real, que puede alcanzar velocidades de hasta 1 Mbit por segundo. Además, posee una notable capacidad para detectar y aislar errores (Marinho, 2019).

El OBD II se ha convertido en un requisito para los vehículos en 1996 y desde 2008, y es una instalación incorporada obligatoria para todos los vehículos. Estos sistemas usan un par de cables que transmiten dos señales iguales en amplitud y otros en frecuencia, pero en voltaje, son completamente opuestos (Marinho, 2019). En la figura 5 se observa la comunicación CAN.

**Figura 5.***Comunicación CAN**Fuente:* Hidráulica & Pneumática, Marinho, 2019

### 3.1.3.2. Explicación del sistema CAN

El sistema CAN puede configurarse en una disposición lineal o en un formato Daisy Chain utilizando un cable de doble conductor. En el caso del conector Daisy Chain, este se compone de dos cables trenzados que siempre concluyen en el conector de diagnóstico. (Tinet, 2022). En la figura 6 se observa el cableado trenzado.

**Figura 6.***Cableado trenzado**Fuente:* Tinet, 2022

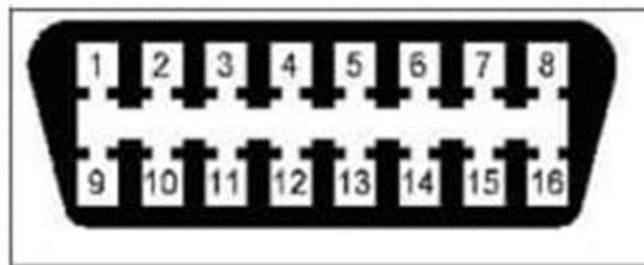


### 3.1.3.3. Descripción de pines

Uno de los puertos estándar es el conector OBD II. Este tipo de conector se instala en el vehículo y se utiliza para soportar la comunicación electrónica con el vehículo. El conector OBD II proporciona acceso a códigos de problemas del sistema de control del motor y otros dispositivos del vehículo. Por lo tanto, al conectarse a dicho puerto, los problemas con la comunicación CAN se pueden detectar y resolver rápidamente. (Choque, 2019). En la figura 7 se observa el conector OBD II.

#### Figura 7.

*Conector OBD II*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

1. Comunicación SAE VPW/PWM, SAE J1850
2. Masa del vehículo.
3. Masa señal.
4. CAN, línea alta, SAE J2284.
5. Comunicación ISO 9141-2 (Línea K).
6. Comunicación PWM, SAE J1850.
7. CAN, línea baja, SAE J2284.
8. Comunicación ISO 9141-2 (Línea L).
9. Positivo Batería.

### 3.1.3.4. Velocidad de transmisión

La velocidad de transferencia de este sistema oscila entre 500 KB/s y 1 MB/s, proporcionando excelentes velocidades de transferencia, incluso para sistemas de seguridad como ABS y airbags. La capacidad operativa de este tipo de redes está limitada a la velocidad de transmisión, la cual se ve afectada por la cantidad de unidades conectadas (Lagarde, 2024).

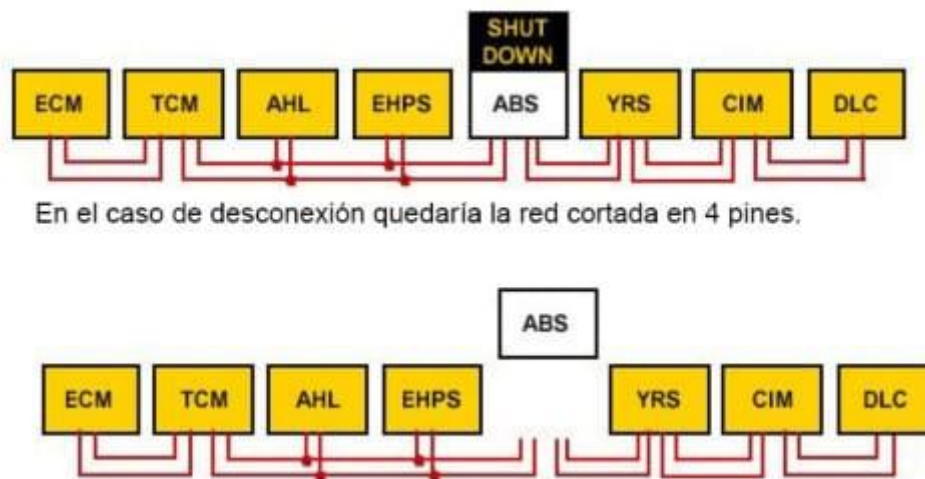
### 3.1.3.5 Tipos de Conexiones

#### Existen dos tipos de conexiones

- **Conexión en serie:** los dos conductores CAN pasan por dentro del módulo, en este caso una desconexión del módulo puede poner en riesgo el buen funcionamiento del sistema (Blog Técnico Automotriz, 2020). En la figura 8 se observa la conexión en serie.

**Figura 8.**

*Conexión en serie*

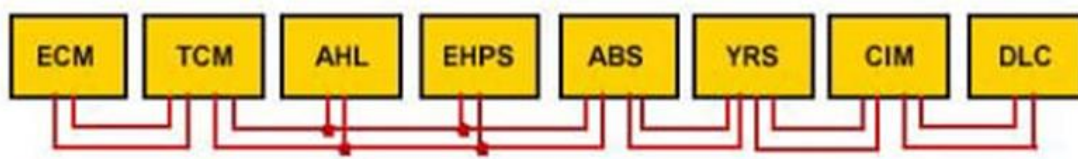


*Fuente:* Blog Técnico Automotriz, 2020

- **Conexión en paralelo:** toma toda la información de los demás módulos, pero su desconexión no implica problema para que la red siga funcionando (Blog Técnico Automotriz, 2020). En la figura 9 se observa una conexión en paralelo.

**Figura 9.**

*Conexión en paralelo*



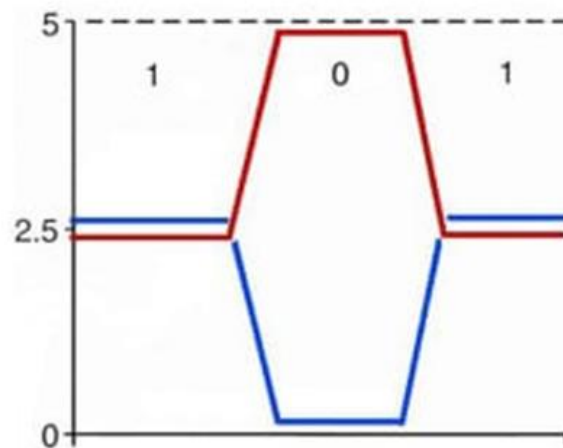
*Fuente:* Blog Técnico Automotriz, 2020

### 3.1.3.6. Líneas y redes CAN

- **Líneas CAN:** Las líneas CAN de dos cables tienen conductores de par trenzado en los que la información tiene la misma amplitud y frecuencia de pulso, pero está invertida en la dirección eléctrica. (Winstar, 2021). En la figura 10 se observa las señales Can Low, Can High.

**Figura 10.**

*Señales Can Low, Can High*

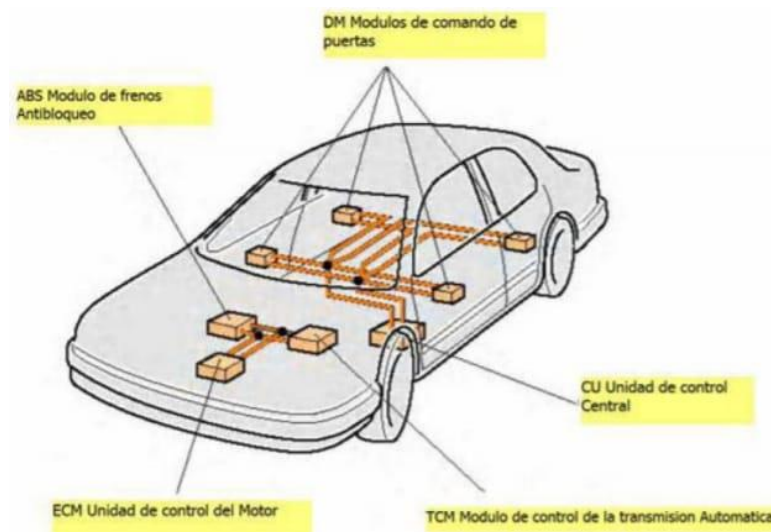


*Fuente:* Winstar, 2021

- **Red CAN:** La red can está diseñada para poder interconectar varios módulos y que estos compartan información (Winstar, 2021). En la figura 11 se observa el módulo del vehículo.

## Figura 11.

### Módulo del vehículo



**Fuente:** Winstar, 2021

Cada una de estas líneas de datos tiene un nombre específico. La primera se denomina CAN High, lo que sugiere que está en un nivel alto. En esta línea, se observa una variación de amplitud que oscila entre valores bajos y altos. En numerosos sistemas, el pulso varía entre 2.5 y 5 voltios, con una duración que se relaciona con los mensajes transmitidos por la red. (Cedeño, Zambrano, & Zambrano, 2021).

En el caso del CAN Low, que como su nombre indica es bajo, hay pulsos de 2,5 a 0 voltios, pero lo importante es que en el gráfico de arriba puedes ver que la duración de estos pulsos (0) es la misma. Tanto en High como en low. Y bajo. Cada controlador tiene un transmisor CAN. Este remitente se encarga de recibir los mensajes de la red en forma de pulsos eléctricos (protocolo CAN) y traducirlos a un lenguaje adecuado para el microcontrolador del dispositivo de control.

Por otro lado, el microcontrolador de cada unidad envía sus datos al transmisor para que este los ponga en la red como mensaje. A medida que un mensaje viaja por la red, un módulo puede recibirlo dos veces, esto será una especie de eco en la red, y para evitarlo existen resistencias al final del bus de datos para eliminar cualquier ruido restante en la red.

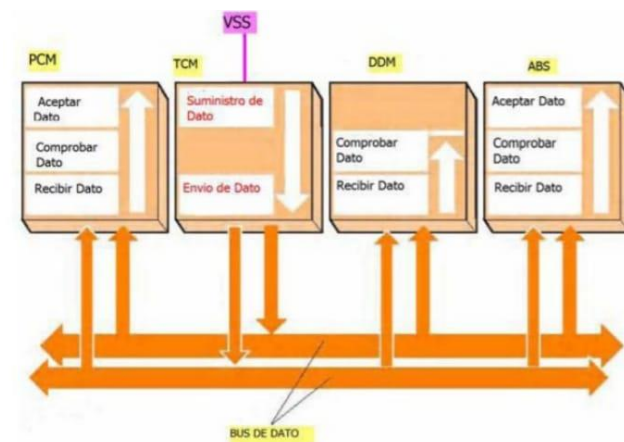
### 3.2. Proceso de transferencia y recepción de datos

El proceso de envío y recepción de datos implica varios pasos clave para garantizar una transferencia de información precisa entre dos sistemas, dispositivos o componentes. (Winstar, 2021). A continuación, se establece el proceso de transferencia y recepción de datos, como también se lo puede observar en la figura 12.

1. Suministro del dato.
2. Envío del dato.
3. Recepción del dato.
4. Comprobación del dato.
5. Aceptación de dato.

**Figura 12.**

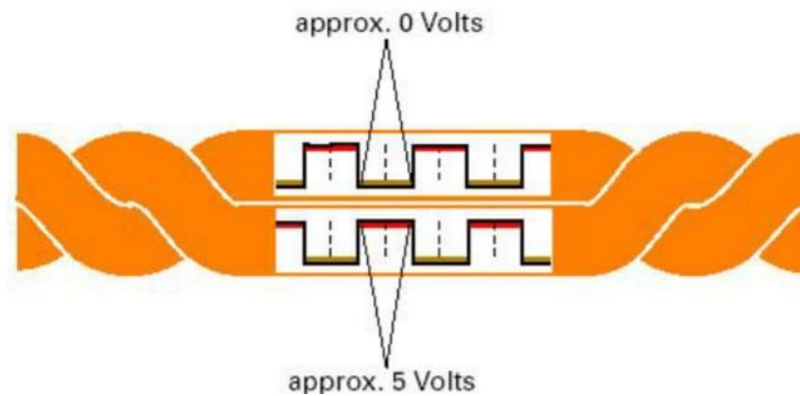
*Transferencia de datos CAN*



**Fuente:** Winstar, 2021

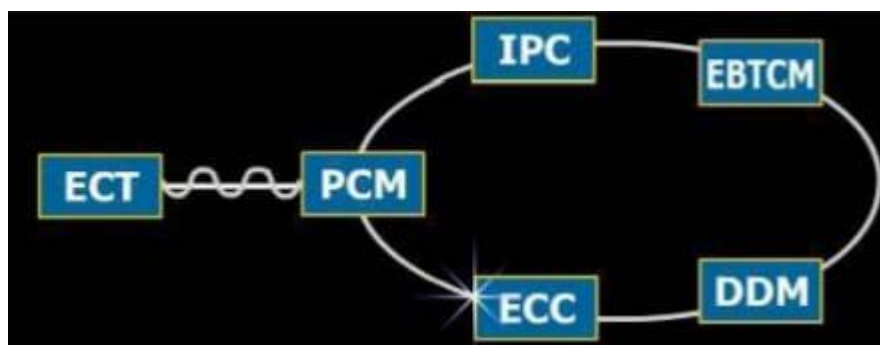
#### 3.2.1. Fallas en las redes CAN

Dado que este es un método de comunicación muy rápido y en lugares donde hay señales digitales no hay corriente en los cables, la protección del circuito es fundamental. Las líneas de datos CAN suelen estar torcidas y una forma de comprobarlo es utilizar un osciloscopio adecuado, cualquier intento de medir con una luz de prueba u objeto similar puede dañar una o más unidades. (Moreno, 2015). En la figura 13 se observa el voltaje CAN.

**Figura 13.***Voltaje CAN**Fuente:* MK, Moreno, 2015

### 3.2.2. Tipos de Módulos

La introducción de sistemas innovadores en vehículos implica el uso de múltiples controles para gestionar dichos sistemas. Cada uno de estos controles incorpora sensores, actuadores y mecanismos de comunicación. Por esta razón, se ha establecido una red de comunicación que permite la interconexión de información entre los distintos módulos, además de incluir el conector de diagnóstico (DLC) que se vinculará con el scanner (Moreno, 2015). En la figura 14 se observan las redes del vehículo.

**Figura 14.***Redes del vehículo**Fuente:* MK, Moreno, 2015

- **PCM:** Modulo de control del motor y transmisión.
- **IPC:** Modulo de control del tablero de instrumentos.
- **EBTCM:** Modulo de control del sistema de frenado (ABS).
- **DDM:** Modulo de control de puertas y ventanas puerta lado del conductor.
- **ECC:** Modulo de control del sistema de Aire acondicionado.
- **IPC:** La utiliza para colocar la lectura de temperatura del motor en el panel de instrumentos.
- **PCM:** La utiliza para operar las estrategias de condicionamiento de aire, en la cabina de pasajeros.
- **EEC:** La utiliza para operar las estrategias de condicionamiento de aire, en la cabina de pasajeros.
- **DDM y EBTCM:** ellos dentro de sus estrategias no requieren la información de temperatura del motor y aunque por la red a la cual ellos hacen parte llega este mensaje, simplemente no lo utilizan.

### 3.2.2.1. Materiales utilizados en la maqueta

En la maqueta de un vehículo, los materiales y componentes que se utilizan para representar el funcionamiento de distintos sistemas del automóvil son cruciales para entender cómo interactúan y operan en conjunto. A continuación, se detallan los materiales mencionados, que forman parte del sistema de control y monitoreo del vehículo, así como se los puede observar en la figura 15.

- **Tablero de instrumentos:** es el conjunto de indicadores del sistema del vehículo, tales como, indicadores de velocidad, tacómetro, indicador de temperatura del refrigerante y además muestra los testigos de los sistemas del motor, ABS, Airbag, etc.
- **Computadora del airbag:** es la encargada de controlar el funcionamiento de las bolsas del aire en función del peso de la persona, velocidad del vehículo y zona del impacto.
- **ECU:** Unidad de Control del Motor, es la encargada de accionar los actuadores con la información de los sensores para tener un desempeño óptimo del motor.

**Figura 15.**

*Componentes de la maqueta*



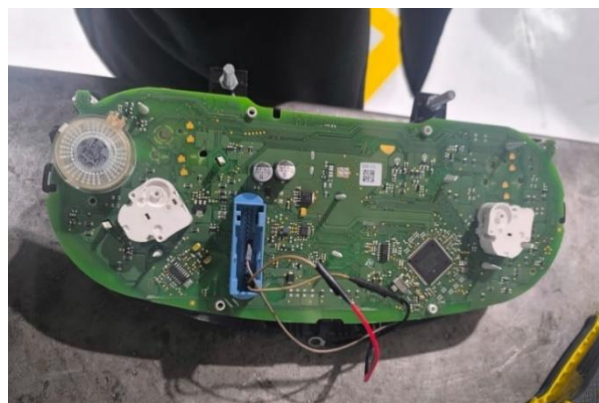
*Fuente:* Taller UDA, 2024

**3.2.2.2 Comprobación de estado de los elementos**

Se comprobó cada uno de los elementos internos del tablero de instrumentos, de la ECU y del módulo del airbag (chips, procesadores, condensadores, resistencias, etc.), realizando pruebas de funcionamiento, verificando las conexiones eléctricas, y asegurando que todos los componentes electrónicos estuvieran operando dentro de los parámetros establecidos para garantizar su correcto desempeño y seguridad en situaciones simuladas. En las figuras 16 a 18 se observan las comprobaciones.

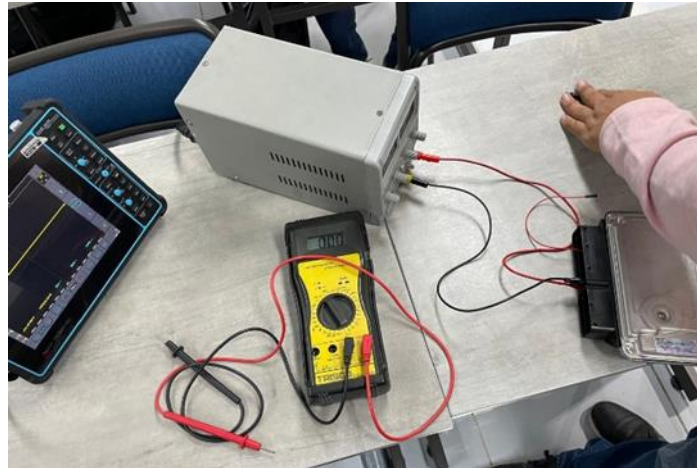
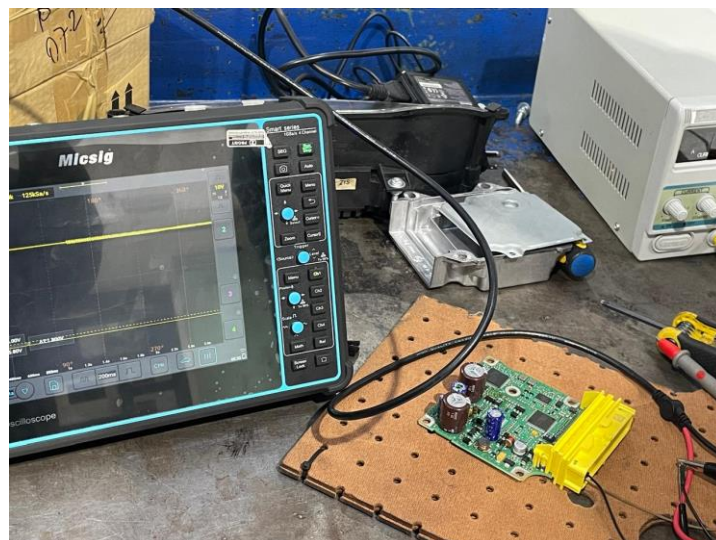
**Figura 16.**

*Comprobación de estado del tablero de instrumentos*



*Fuente:* Taller UDA, 2024



**Figura 17.***Comprobación de estado de la ECU**Fuente:* Taller UDA, 2024**Figura 18.***Comprobación de estado del módulo del airbag**Fuente:* Taller UDA, 2024

### 3.2.2.3 Medición de los componentes

Se realizaron las mediciones de los módulos que se colocarán en el banco didáctico, lo cual era necesario para dimensionar la parte frontal de la maqueta, asegurándose de que los módulos encajaran adecuadamente en el espacio asignado y permitieran un acceso óptimo a los componentes para futuras pruebas y mantenimiento. En la tabla 1 se observa la medición de los componentes.

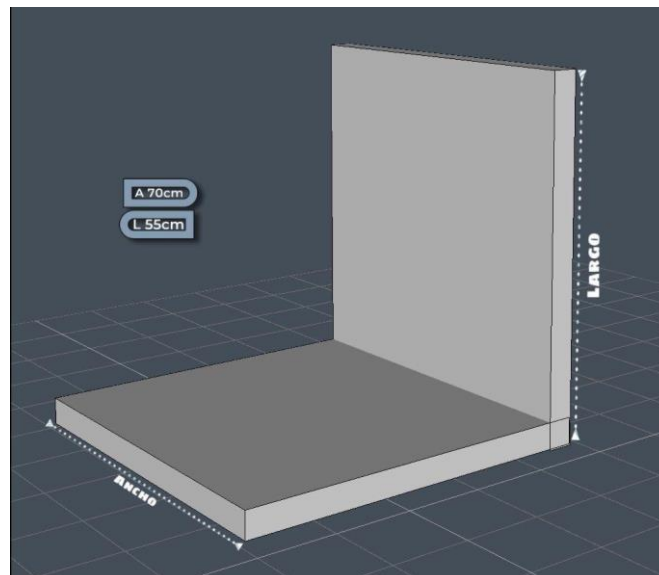
**Tabla 1**

Medición de los componentes

Componentes	Alto (mm)	Ancho (mm)
Tablero de instrumentos	130	250
Computadora del Airbag	100	120
ECU	150	200
Entrada de OBD II	30	70

*Fuente:* Taller UDA, 2024**3.2.2.4 Diseño estructural de la maqueta**

Con la información obtenida, se realizó una propuesta de diseño para la estructura de la maqueta, por otra parte, se dibujó en un programa CAD para obtener un boceto detallado que permitiera visualizar las dimensiones exactas, la disposición de los componentes y los puntos de montaje, asegurando la funcionalidad y la estética de la maqueta antes de la construcción física. En la figura 19 se observa el diseño digital de la maqueta, mientras que en la 20 se observa la construcción de la maqueta.

**Figura 19.***Diseño digital de la maqueta**Fuente:* Taller UDA, 2024

**Figura 20.***Construcción de la maqueta*

*Fuente:* Taller UDA, 2024

**3.2.2.5. Procedimiento de la elaboración de la maqueta****Materiales**

- Tablero contrachapado (tablero contrachapado) de 9 mm de grosor.
- Lápiz y regla.
- Amoladora.
- Lija de grano fino.
- Pegamento para madera y clavos pequeños.
- Pintura blanca
- Extintor
- Cinta de medir.

**Planificación y Medición**

- Con una regla y lápiz, marque en el plyboard las dimensiones de cada una de las piezas según su diseño.
- Asegúrese de medir correctamente para que las piezas encajen a la perfección.

### **Corte de las piezas**

- Se utilizó una amoladora para cortar las piezas de tablero contrachapado.
- Se hicieron los cortes rectos y precisos para que las piezas se unan de forma exacta.  
En la figura 21 se observan los cortes y mediciones de las piezas.

### **Figura 21.**

*Cortes y mediciones de piezas*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

### **Lijado**

- Se lijaron los bordes de cada pieza para eliminar astillas y dejar las superficies suaves. Esto también ayuda a que la pintura se adhiera mejor.

### **Ensamblado**

- Se comenzó fijando la base con el fondo vertical utilizando pegamento para madera y clavos pequeños.
- Luego, se fijó el lado perpendicular. Asegurando de que cada ángulo quede a 90 grados y que la estructura sea estable. En la figura 22 se observa el ensamblado de la maqueta.

**Figura 22.**

*Ensamblado de la maqueta*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

**Acabado de Pintura**

- Luego, se pintó la maqueta con pintura o esmalte blanco. En la figura 23 se observa la maqueta pintada.

**Figura 23.**

*Pintada de la maqueta*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

### **3.2.2.6. Montaje de los elementos en la maqueta**

Este proceso de montaje y verificación asegura que todos los componentes de la maqueta estén correctamente instalados y funcionen de acuerdo a las expectativas, proporcionando una representación precisa del sistema del vehículo. En la figura 24 se observan los elementos del montaje de la maqueta.

#### **Elementos Utilizados**

1. Tablero de instrumentos
2. ECU (Unidad de Control Electrónico)
3. Módulo del airbag
4. OBD II
5. Switch

#### **Ubicación**

1. Tablero de instrumentos: lado superior centrado
2. ECU: lado izquierdo del tablero
3. Módulo del airbag: lado derecho del tablero
4. OBD II: lado inferior centrado
5. Switch: lado superior izquierdo

#### **Ensamblaje**

1. Unión del tablero de instrumentos y ECU mediante conectores eléctricos.
2. Fijación del módulo del airbag con tornillos.
3. Instalación del OBD II con sus respectivas conexiones
4. Conexión del switch al sistema eléctrico.

#### **Conexiones Eléctricas**

1. Conexión del ECU al tablero de instrumentos.
2. Conexión del módulo del airbag al ECU.
3. Conexión del OBD II al ECU.

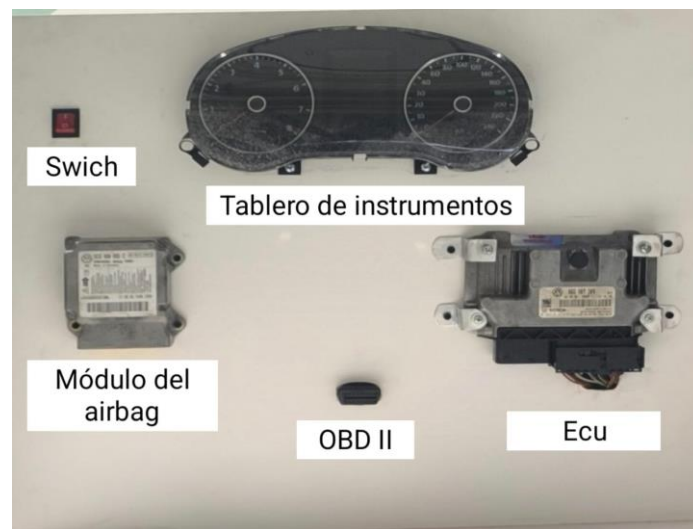
4. Conexión del switch al sistema de iluminación.

### Ajustes y Alineaciones

1. Ajuste de la alineación del tablero de instrumentos.
2. Ajuste de la altura del módulo del airbag.
3. Verificación de las conexiones eléctricas.

### Figura 24.

*Elementos montados en la maqueta*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

### 3.3. Comunicación entre Módulos mediante Red CAN

#### Elección de los Cables

- Para implementar la red CAN, se utilizaron cables trenzados para minimizar la interferencia electromagnética.
- Cable Morado (CAN Low): Se asigna a la línea de señal baja, que oscila entre 2.5V y 0V.
- Cable Verde (CAN High): Se asigna a la línea de señal alta, que oscila entre 2.5V y 5V.

### Conexión de los módulos

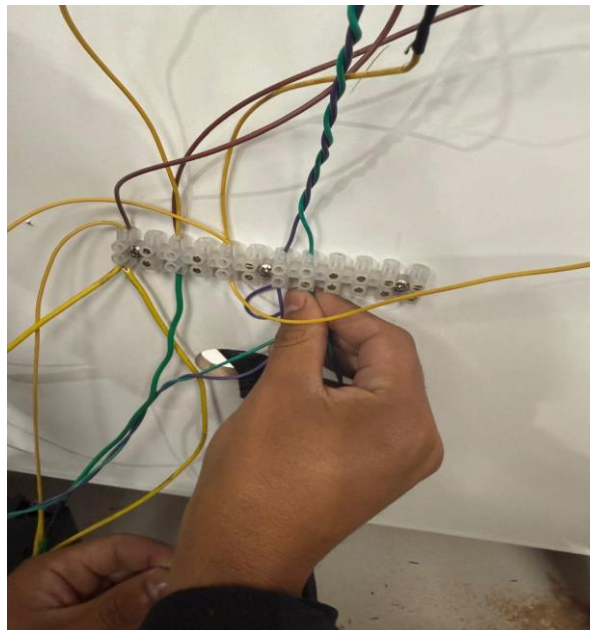
- Los módulos principales, como la ECU, el tablero de instrumentos y el módulo del airbag, se conectaron entre sus redes CAN.
- Cada módulo cuenta con un transceptor CAN integrado que convierte los pulsos eléctricos de la red en datos digitales comprensibles para el microcontrolador del módulo.

### Proceso de conexión

- Los cables trenzados verde y morado se distribuyeron a lo largo de los módulos, manteniendo una distancia mínima de separación respecto a otros cables de alta corriente para evitar interferencias. En la figura 25 se observan las conexiones de redes CAN.
- El cable verde (CAN High) y el morado (CAN Low) se conectaron a los pines correspondientes de los módulos.
- Se verificó la continuidad de las líneas y las conexiones a tierra de los módulos antes de alimentar el sistema.

### Figura 25.

*Conexiones redes CAN*



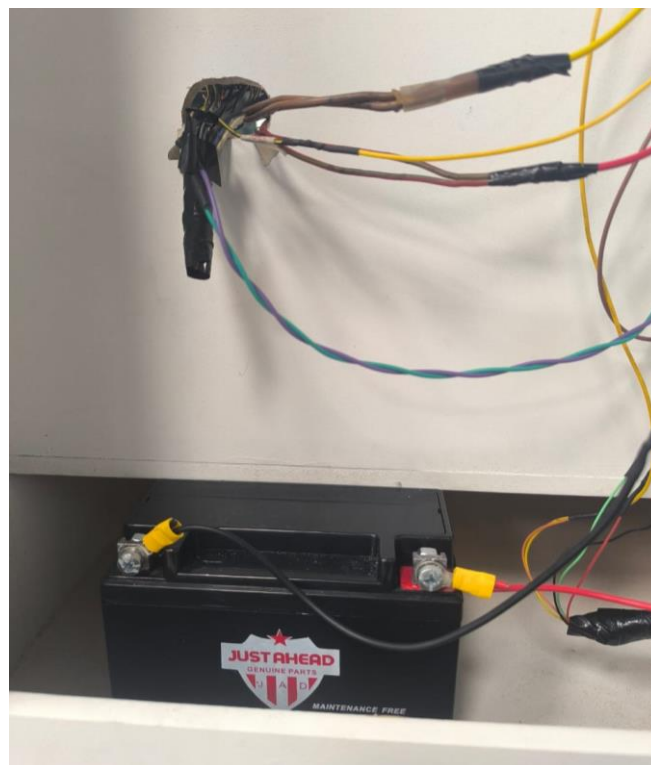
*Fuente:* Taller UDA, 2024



- **Sistema de Alimentación y Protección Eléctrica:** El sistema diseñado utiliza una batería de moto como fuente principal de energía para alimentar los diferentes módulos y componentes de la maqueta.
- **Fuente de Alimentación (Batería de Moto):** La batería de moto se selecciona por su tamaño compacto y capacidad para suministrar un voltaje adecuado (generalmente 12V) a los componentes electrónicos del sistema. Se conectó el terminal positivo (+) al circuito principal y el terminal negativo (-) a un borde común que actúa como riel para la conexión a tierra. En la figura 26 se observa la conexión de la batería de motor de 12V.

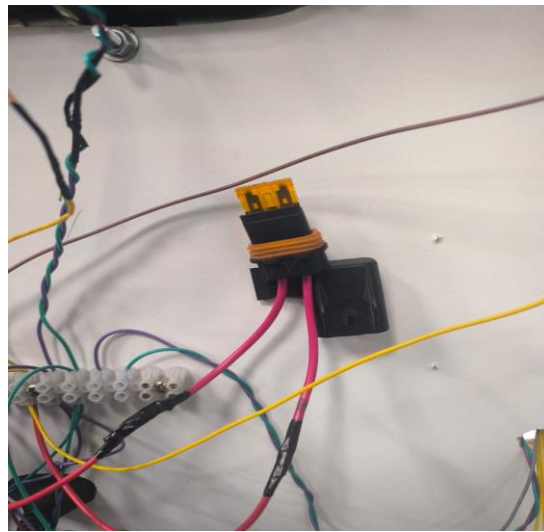
### Figura 26.

*Conexión de batería de motor de 12V*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

- **Instalación del Fusible:** Para proteger el sistema contra posibles cortocircuitos, se integró un fusible en la línea positiva, justo después de la batería. El fusible tiene un valor de amperaje adecuado 5A para interrumpir el flujo eléctrico en caso de sobrecarga o falla. En la figura 27 se observan los fusibles 5A.

**Figura 27.***Fusible 5A**Fuente:* Taller UDA, 2024**Riel o Borde Negativo**

Se creó un borde metálico o barra conductora que actúa como un riel común para las conexiones negativas de los componentes. Este riel se conecta directamente al terminal negativo de la batería, permitiendo una distribución eficiente y ordenada del potencial negativo a lo largo del sistema.

**Proceso de conexión**

- El terminal positivo de la batería se conectó al fusible mediante un cable de calibre adecuado.
- Desde el fusible, la línea positiva se distribuyó a los diferentes módulos y componentes.
- Todas las conexiones negativas de los módulos se llevan al riel común, el cual está directamente conectado al terminal negativo de la batería.

**Pruebas y verificación**

- Se utilizó un osciloscopio para monitorear las señales en las líneas CAN High y CAN Low, comprobando que las señales fueran opuestas y estuvieran dentro de los niveles de voltaje esperados. En la figura 28 se observan las pruebas de la red CAN.

- Con un scanner OBD-II, se verificó la comunicación entre los módulos y se probaron mensajes de diagnóstico y datos de operación. En las figuras 29 a la 32 a se visualiza las pruebas con el scanner.

**Figura 28.**

*Pruebas de la red CAN con osciloscopio*



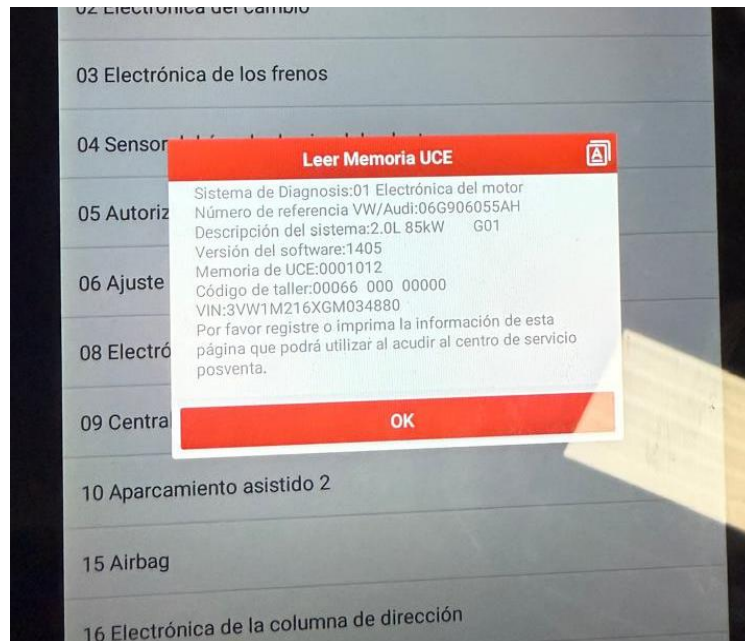
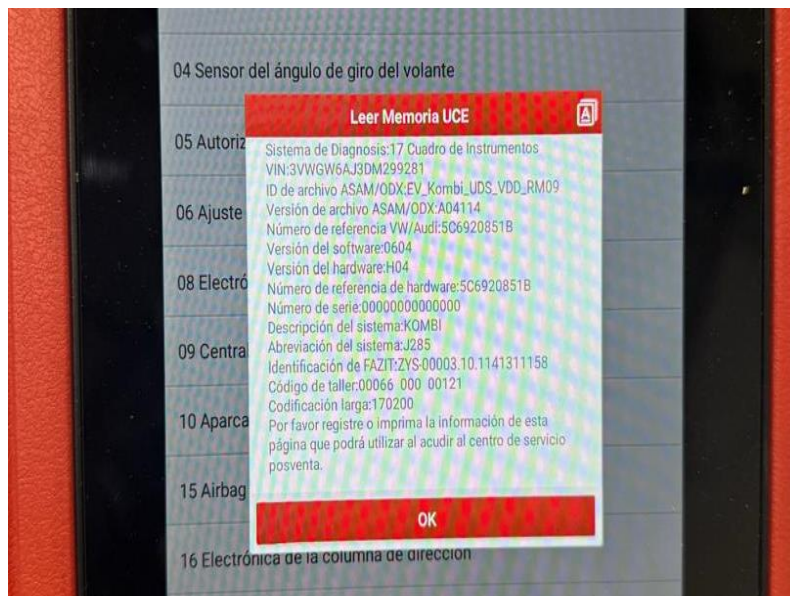
*Fuente:* Taller UDA, 2024

**Figura 29.**

*Pruebas con el scanner*

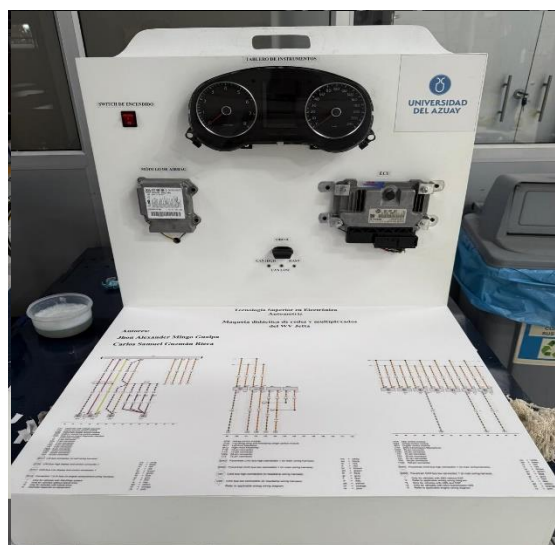


*Fuente:* Taller UDA, 2024

**Figura 30.***Pruebas con el scanner**Fuente:* Taller UDA, 2024**Figura 31.***Pruebas con el scanner**Fuente:* Taller UDA, 2024

**Figura 32.***Pruebas con el scanner**Fuente:* Taller UDA, 2024**Finalización de la maqueta**

- Esta maqueta que se hizo desde cero, quedó en perfecto estado, tanto en lo estético como en lo práctico, dando las señales en el osciloscopio y las averías en el scanner, por medio de la red CAN. En la figura 33 y 34 se visualiza la maqueta terminada.

**Figura 33.***Maqueta terminada**Fuente:* Taller UDA, 2024

## IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1. Resultados

#### Construcción de la Maqueta

Finalmente, se logró el desarrollo de una maqueta funcional y altamente didáctica de los sistemas de redes y multiplexado del vehículo VW Jetta. La maqueta, que sería utilizada con fines académicos, incluyó los componentes más importantes como el tablero de instrumentos, la ECU y el módulo del airbag, los cuales están interconectados para trabajar y enviar los mensajes entre las partes del vehículo por medio de una red CAN. El diseño y ensamblaje de la maqueta fue efectuado basándonos en la información técnica del fabricante; por lo tanto, se garantiza la similitud de la maqueta con el sistema real.

#### Pruebas y Verificación

Se implementó un riguroso proceso de prueba para garantizar la funcionalidad y, principalmente, la confiabilidad del prototipo. Las pruebas realizadas incluyen:

- **Pruebas de señal:** Las señales se verificaron mediante un osciloscopio, siendo las señales CAN High y CAN Low respectivamente (2,5V-5V) y (0V-2,5V) las tensiones habituales. Usando un osciloscopio, todas las señales exhibieron los niveles esperados de voltajes, con CAN High y CAN Low exhibiendo voltajes de 2.5V-5V y 2.5V-0V respectivamente.
- **Escaneo OBD-II:** Se escanearon las comunicaciones entre los distintos módulos. Se simuló y analizó la verificación de errores basada en códigos ficticios, como el mal funcionamiento del módulo de la bolsa de aire, del cuadro de instrumentos y de la ECU. El envío de comandos del sistema y la respuesta se realizaron correctamente, es decir, los mensajes pasaron exitosamente hacia y desde el sistema, lo que indica que el sistema puede reproducir diagnósticos automotrices de la vida real.



## Aplicaciones didácticas

Esta maqueta fue diseñada para mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Algunas de las aplicaciones aplicadas son las siguientes:

- Se llevarán a cabo simulaciones en tiempo real del intercambio de información entre módulos en el vehículo, lo que permite que los estudiantes vean de manera concreta cómo los sistemas interactúan entre ellos. En el caso de llevar a cabo ejercicios prácticos, se fortalecerán sus habilidades con herramientas de diagnóstico y solución a problemas comunes en el mantenimiento automotriz.
- Se empleará un enfoque práctico y visual para la comprensión de los conceptos más complejos, como el del protocolo de comunicación CAN; de igual forma, se desarrolla la formación alrededor de los pines automáticos, es decir, los principios de multiplexión en sí.

## Protección y Alimentación

- La integración de un sistema de alimentación basado en batería de motocicleta de 12V con fusible de 5A asegura la protección del sistema frente a cortocircuitos.

## Figura 34.

*Maqueta terminada*



*Fuente:* Taller UDA, 2024

## 4.2. Conclusiones

- a. **Funcionalidad y Aplicación:** El modelo desarrollado es una herramienta de enseñanza útil para los estudiantes de electrónica automotriz. Nos ayuda a aprender sobre la red CAN mediante una práctica efectiva en el diseño de aplicaciones de red can en sistemas automotrices.
- b. **Eficiencia de Comunicación:** Como hemos utilizado protocolo CAN, la comunicación entre los módulos es muy estable y reproduce con precisión cómo funciona el automóvil.
- c. **Preparación para el Mundo Laboral:** Las habilidades prácticas en el diagnóstico y la corrección de fallas dentro del sistema y el diseño de sistemas en vehículos, que este proyecto mejorado, son útiles en el sector de la automoción.
- d. **Impacto Educativo:** Más allá de los aspectos técnicos involucrados, este proyecto nos ha permitido adquirir competencias y habilidades de trabajo adicionales: hemos podido analizar sistemas complejos y resolver problemas de manera efectiva. Estos conocimientos complementarios influyen no solo en nuestras habilidades sobre la profesión que elegiremos como trabajo, sino que también nos proporcionan habilidades para enfrentar y abordar los desafíos del mundo tecnológico en constante cambio. Además, este tipo de experiencia ha nutrido nuestra capacidad de criticar y abordar problemas de manera innovadora, un punto valioso de aprendizaje en cualquier lugar de trabajo.
- e. **Reflexión Final:** Concluyendo, este proyecto cumple todos los objetivos planteados al inicio, además de generar un efecto positivo importante para la formación académica y profesional. Por sus características, que encajan conocimiento técnico con habilidades prácticas, es un instrumento educativo muy valioso. A través de este proyecto, no solo se fomentan competencias personales, sino que también se ayuda a avanzar en el campo automovilístico, así como a crear generaciones de trabajadores calificados.



## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blog Técnico Automotriz. (19 de 05 de 2020). *Auto Avance*. Obtenido de Auto Avance: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/22-sistema-de-redes-y-multiplexado/>
- Cedeño, S., Zambrano, D., & Zambrano, D. (07 de 2021). Revisión sistemática de Comunicaciones Unificadas de VoIP en redes CAN. *Revista de tecnologías de la informática y las telecomunicaciones*, 5(1), 17-34. doi:<https://doi.org/10.33936/isrtic.v5i1.3569>
- Choque, R. (2019). Desarrollo de aplicación android con el uso de OBD-II para diagnóstico remoto mediante GSM. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/32627>
- Donado, A. (06 de 08 de 2021). *Autosoporte*. Obtenido de Autosoporte: <https://autosoporte.com/identificacion-de-redes-multiplexadas-can-en-un-automovil/>
- Guevara, D., Puerto, K., & Roperero, D. (1 de 05 de 2020). Evaluación de un sistema de comunicación óptico empleando modulación por desplazamiento de fase QPSK, 8PSK y 16PSK utilizando la técnica FDM. *Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(2), 76-83. doi:<https://doi.org/10.15649/2346030X.709>
- Lagarde, F. (16 de 08 de 2024). *El Blog de los expertos en vídeo*. Obtenido de Dacast: <https://www.dacast.com/es/blog-es/espectadores-velocidad-de-internet-necesaria-para-el-streaming/>
- Marinho, G. (02 de 01 de 2019). *Hidráulica & Pneumática*. Obtenido de Hidráulica & Pneumática: <https://hidraulicaepneumatica.com/comunicacao-can-bus/>
- Moreno, F. (28 de 09 de 2015). *MK*. Obtenido de Can-BUS: <https://javiermk.blogspot.com/2015/09/can-bus.html>
- Quise, H. (29 de 10 de 2020). Uso de maquetas didácticas para mejorar el aprendizaje en el curso de instalaciones eléctricas de los estudiantes del VII ciclo de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote - Ayacucho, 2019. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13032/18321>
- Taller UDA. (2024). *Universidad del Azuay*. Obtenido de Universidad del Azuay: <https://www.uazuay.edu.ec/>

Tinet. (5 de 10 de 2022). *Usuaris Tinet*. Obtenido de Usuaris Tinet:  
<https://usuaris.tinet.cat/fbd/comunicaciones/canbus/can.html>

Winstar. (30 de 09 de 2021). *Winstar*. Obtenido de Conocer la Interfaz y Comunicación del Bus CAN: <https://www.winstar.com.tw/es/can-bus-interface-communication>