



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Adaptación y mejora de maqueta de dirección electrónica asistida.

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Tecnólogo
Superior en Electrónica Automotriz

Autores:

Christian Xavier Álvarez Torres.

Diego Paul Criollo Cabrera.

Director:

Dr. Efrén Fernández

Cuenca – Ecuador
2023

Agradecimiento

Agradezco especialmente a mi director Dr. Efrén Fernández de tesis por su paciencia, guía y sabios consejos a lo largo de todo el proceso. Su apoyo constante me ha motivado a superar los desafíos y a alcanzar los resultados deseados. Sin su dirección experta, este proyecto no hubiera sido posible.

Además, deseo expresar mi gratitud a todos los ingenieros y profesores que me han brindado su apoyo y conocimientos durante mi formación académica. Sus enseñanzas han sido fundamentales para adquirir los fundamentos necesarios para la realización de este proyecto.

Por último, quiero agradecer a mi familia por su amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de todo este proceso. Su constante aliento y comprensión han sido una fuente de motivación invaluable.

Resumen:

El presente constituye un informe técnico sobre Adaptación y mejora de maqueta de dirección electrónica asistida es un sistema que nos facilita el aprendizaje para comprender y mejorar la experiencia de conducción al agregar un sistema de asistencia eléctrica al volante de un vehículo. Esto reduce la fuerza física requerida para girar el volante, especialmente a altas y bajas velocidades y en maniobras de estacionamiento. Los métodos utilizados fueron investigar y analizar los sistemas existentes, mejoras y desarrollar un sistema por medio de un software el cual permita controlar y monitorear los parámetros del sistema y simular la dirección electro asistida. El objetivo de maqueta de dirección electro asistida es simular y representar de manera física y funcional los componentes y el funcionamiento de un sistema de dirección electro asistida, y facilitando la comprensión, y la enseñanza y la demostración de los principios y beneficios.

Palabras clave: DIRECCION, EPS, MOTOR, SENSOR, TORQUE

Abstract:

This is a technical report on the Adaptation and improvement of an electronic power steering model a system that facilitates learning to understand and improve the driving experience by adding an electric assistance system behind the wheel of a vehicle. This reduces the physical force required to turn the steering wheel, especially at high and low speeds and in parking maneuvers. The methods used were to investigate and analyze the existing systems, and improvements and develop a system employing software which allows control and monitor the parameters of the system and simulates the electro-assisted steering. The objective of the electro-assisted steering model is to simulate and physically and functionally represent the components and operation of an electro-assisted steering system, and facilitate the understanding, teaching and demonstration of the principles and benefits.

Keywords: ENGINE, EPS, SENSOR, STEERING, TORQUE



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la
Universidad del Azuay, para verificar su
autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

Índice

Agradecimiento	i
Resumen:	ii
Abstract:.....	ii
Índice	iii
Índice Tablas.....	v
Índice de Fotos.....	vi
Índice de Figuras	vii
1. Introducción.....	1
2. Marco Teórico	2
2.1 El Sistema de dirección	2
2.2 Elementos de Dirección Electrónica.....	3
2.3 El Sistema de Dirección	3
2.4 Características del sistema de dirección	4
2.5 Gestión electrónica	5
.....	6
2.6 Asistencia principal	6
2.7 Retorno activo.....	7
2.8 Compensación de Inercia.....	8
2.9 Componentes.	8
2.10 Sensor de Par o Torque.....	9
2.10.1 Motor Eléctrico.....	11
2.10.2 Cables del motor eléctrico	11
2.10.3 Módulos de control.....	12

2.10.4 Sensor de velocidad del vehículo.	13
2.10.5 Sensor de revoluciones del motor de combustión.	13
2.10.6 Testigo Luminoso	14
2. 11 Diagramas Eléctricos.	14
2.12 Conectores Eléctricos.	15
2.13 Entrada de señales del modulo	15
Entrada de alimentación del modulo	16
2.14 Arduino.....	17
2.15 Programación.....	18
3. Objetivo general.	18
4. Objetivos específicos.....	18
5. Procedimientos y herramientas.....	19
5.2 Identificación del proyecto a realizar.	19
5.3 Diagnostico Eléctrico del sistema de dirección.	20
5.4 Diagnostico placa PCB.....	20
5.5 Diagnóstico del módulo MDPS.....	20
5.6 Diagnostico sensor de torque.....	21
5.7 Simulación de señales mediante Arduino.....	21
5.8 Programación de Arduino.....	22
5.9 Análisis y pruebas del sistema de dirección.	22
5.10 Comprobación de señales sensor de torque.....	23
5.11 Modificación y restauración de la estructura.....	23
6. Resultados y Conclusiones.	24
7. Lista de Referencia.	24

Índice Tablas

Tabla._ 1 Características Técnicas del Motor	12
Tabla._ 2 Pines y Conector Principal del Modulo M-62	16
Tabla._ 3 Pines y conectores del sensor de Torque M-63	17

Índice de Fotos

Foto._ 1 Conexión del Arduino _____	17
Foto._ 2 Programación del Arduino _____	18
Foto._ 3 Proceso de ingreso con equipo de diagnóstico a EPS mediante Breakout Box (caja de desconexión) por el pin 8 del DLC /puerto OBDII/ o conector SAE J1962__	19
Foto._ 4 Revisión de sistema eléctrico _____	20
Foto._ 5 Proceso de ingreso con equipo de diagnóstico a EPS mediante Breakout Box (caja de desconexión) por el pin 8 del DLC /puerto OBDII/ o conector SAE J1962__	21
Foto._ 6 señal de RPM y Velocidad, pulsos de 5V con 50% de duty positivo y negativo, frecuencia de 12.43 Hz equivalen a 17km/h de velocidad y 360 rpm _____	22
Foto._ 7 Proceso manual de modelado de sensor mediante comparativa frecuencia vs aporte de PID en equipo de diagnóstico _____	22
Foto._ 8 Análisis y Pruebas del Sistema de la Dirección _____	23
Foto._ 9 Comprobación del Señal de Torque _____	23

Índice de Figuras

Figura._1 Partes de la Dirección Electro Asistida _____	3
Figura._ 2 Gestión Electrónica _____	6
Figura 3._ Asistencia de la Dirección Electro Asistida _____	7
Figura 4._ Sensor de Torque _____	9
Figura._ 5 Sensor de Torque _____	10
Figura._ 6 Sensor de Torque _____	10
Figura._ 7 Diagrama eléctrico del Sistema EPS _____	14
Figura._ 8 Pin de Conexión _____	15
Figura._ 9 Pines de Alimentación _____	16

1. Introducción

La Dirección Electrónica Asistida es un sistema innovador que ha revolucionado la industria automotriz en los últimos años. Este sistema utiliza sensores y actuadores electrónicos para asistir al conductor en la tarea de manejo, proporcionando una mayor comodidad, seguridad y control sobre el vehículo.

Con la implementación de este proyecto se podrá facilitar el estudio de dicho sistema mejorando la formación de los estudiantes, debido a que el aprendizaje tanto teórico y práctico, de esta manera se dará a conocer el funcionamiento y las ventajas ambientales y económicas de este sistema.

Los avances en la tecnología dan lugar a crear nuevas alternativas de vehículos que usan como fuente principal de funcionamiento energías renovables amigables con el medio ambiente. Las direcciones electrónicas asistidas nos brindan un mecanismo, seguridad, comodidad, suavidad, estabilidad, precisión y maniobrabilidad a las personas beneficiadas de esta invención.

Posteriormente, se realizarán pruebas y evaluaciones exhaustivas para verificar el correcto funcionamiento del sistema de Dirección Electrónica Asistida. Se medirán parámetros como la asistencia de dirección, la respuesta a diferentes condiciones de conducción y la fiabilidad del sistema.

2. Marco Teórico

La dirección electrónica asistida es un sistema que se utiliza en los vehículos modernos para ayudar al conductor en el manejo del volante con mayor suavidad de giro. A diferencia de la dirección hidráulica convencional, que utiliza un líquido para asistir al conductor en el movimiento del volante, la EPS se basa en un motor eléctrico que se encuentra en el mecanismo de la dirección.

El sistema de dirección electrónica asistida, incluyendo el motor eléctrico, el sensor de posición del volante, el sensor de velocidad del vehículo y el controlador electrónico. Estos componentes trabajan juntos para determinar la cantidad de asistencia que se debe proporcionar al conductor, y se ajustan continuamente en función de la velocidad del vehículo y la posición del volante.

2.1 El Sistema de dirección

El sistema de dirección de un vehículo es el conjunto de componentes y mecanismos que permiten al conductor controlar y cambiar la dirección del vehículo. El sistema de dirección tiene como objetivo principal transmitir el movimiento del volante a las ruedas delanteras y permitir al conductor girarlas según sea necesario.

El sistema de dirección es uno de los más importantes en el automóvil. Durante toda la historia del desarrollo de los vehículos, estos sistemas han ido incorporando importantes mejoras que han aportado al vehículo un rendimiento y un confort extraordinario en la conducción.

El sistema de dirección de un vehículo es el conjunto de componentes y mecanismos que permiten al conductor controlar y cambiar la dirección del vehículo. El sistema de dirección tiene como objetivo principal transmitir el movimiento del volante a las ruedas delanteras y permitir al conductor girarlas según sea necesario.

(http://www.blogmecanicos.com/2019/12/evolucion-del-sistema-de-direccion_12.html)

2.2 Elementos de Dirección Electrónica

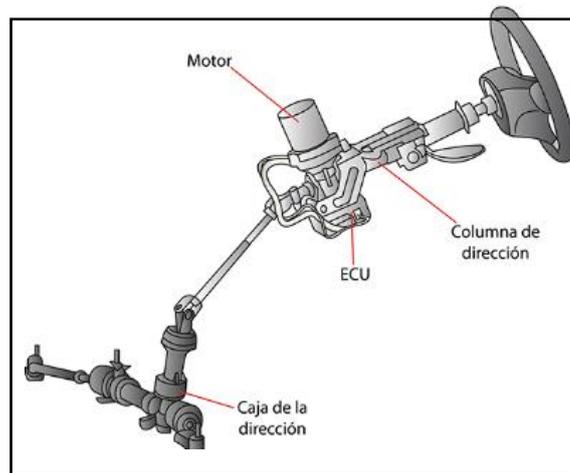


Figura. 1 Partes de la Dirección Electro Asistida

Fuente: http://www.blogmecanicos.com/2019/12/evolucion-del-sistema-de-direccion_12.html

2.3 El Sistema de Dirección

El sistema de dirección es uno de los más importantes en el automóvil. Durante toda la historia del desarrollo de los vehículos, estos sistemas han ido incorporando importantes mejoras que han aportado al vehículo un rendimiento y un confort extraordinario en la conducción. El sistema de dirección de un vehículo es el conjunto de componentes y mecanismos que permiten al conductor controlar y cambiar la dirección del vehículo. El sistema de dirección tiene como objetivo principal transmitir el movimiento del volante a las ruedas delanteras y permitir al conductor girarlas según sea necesario.

El sistema de dirección es uno de los más importantes en el automóvil. Durante toda la historia del desarrollo de los vehículos, estos sistemas han ido incorporando importantes mejoras que han aportado al vehículo un rendimiento y un confort extraordinario en la conducción. El sistema de dirección de un vehículo es el conjunto de componentes y mecanismos que permiten al conductor controlar y cambiar la dirección del vehículo. El sistema de dirección tiene como objetivo principal transmitir el movimiento del volante a las ruedas delanteras y permitir al conductor girarlas según sea necesario.

(http://www.blogmecanicos.com/2019/12/evolucion-del-sistema-de-direccion_12.html)

2.4 Características del sistema de dirección

El sistema de dirección de un vehículo presenta diversas características que son importantes para su funcionamiento adecuado. Estas características pueden variar dependiendo del tipo de sistema de dirección utilizado, ya sea mecánico, hidráulico, eléctrico o electrónico. A continuación, se mencionan algunas características generales del sistema de dirección:

Seguridad: Esta característica depende de varios aspectos, primero que todo de la calidad de los materiales, como de la seguridad del mecanismo y por supuesto que uso adecuado que se haga del mismo.

Suavidad: Un buen sistema de dirección debe proporcionar una sensación suave y fluida al girar el volante. Esto implica que el movimiento de las ruedas sea gradual y sin tirones bruscos.

Precisión: El sistema de dirección debe permitir un control preciso del movimiento de las ruedas, lo que significa que las ruedas deben girar en la dirección deseada por el conductor sin desviaciones o movimientos indeseados. En este caso lo ideal es evitar la exageración de dureza, aunque sin caer en exceso de suavidad.

Irreversibilidad: En caso de que el volante emita al sistema un giro, las vibraciones propias de las irregularidades del terreno por donde se conduce, estas no deben ser transmitidas de vuelta al volante, y así no incidan en un cambio de trayectoria.

Precisión: El sistema de dirección debe permitir un control preciso del movimiento de las ruedas, lo que significa que las ruedas deben girar en la dirección deseada por el conductor sin desviaciones o movimientos indeseados.

Estabilidad: El sistema de dirección debe contribuir a la estabilidad del vehículo, manteniendo las ruedas alineadas y evitando vibraciones o

movimientos inestables durante la conducción.

Retroalimentación: Es deseable que el sistema de dirección proporcione una retroalimentación táctil al conductor, permitiéndole tener una sensación de la respuesta de las ruedas y la adherencia al camino.

Esfuerzo: El esfuerzo requerido para girar el volante debe ser apropiado y proporcionar una sensación de control adecuada. En sistemas asistidos, como la dirección asistida hidráulica o eléctrica, se busca reducir el esfuerzo requerido para maniobrar el vehículo. (http://www.blogmecanicos.com/2019/12/evolucion-del-sistema-de-direccion_12.html)

2.5 Gestión electrónica

La gestión electrónica del sistema está compuesto por un sensor de torque y ángulo del volante, que registra la fuerza aplicada y el ángulo de giro del volante por parte del conductor. También se utiliza un sensor de velocidad del vehículo para medir la velocidad a la que se desplaza el vehículo, y un sensor de revoluciones del motor para determinar la velocidad de rotación del motor.

Estos sensores envían sus señales al módulo electrónico, que es el componente encargado de recibir y procesar las señales de entrada. El módulo utiliza las curvas programadas en su calculador para ajustar la corriente suministrada al motor eléctrico. Esto se hace con el fin de generar el torque de asistencia necesario para facilitar el movimiento del volante. (https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16)

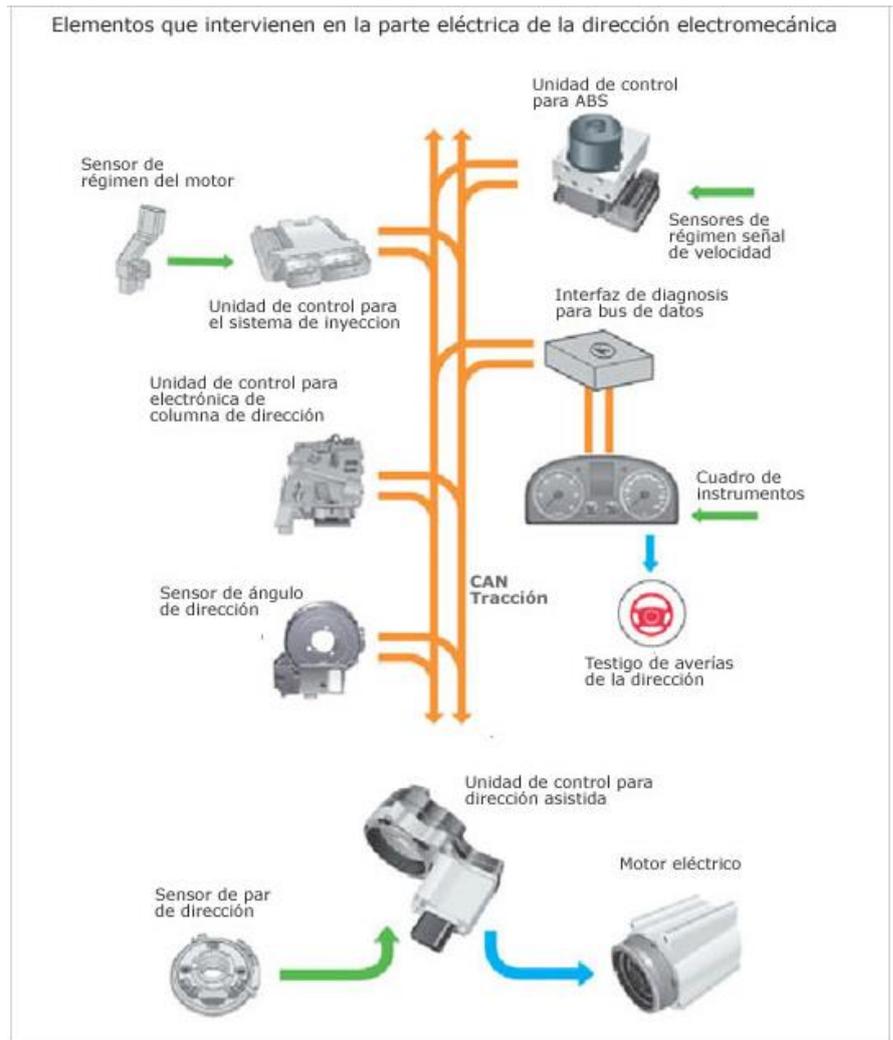


Figura._ 2 Gestión Electrónica

Fuente: https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sis-temas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16

2.6 Asistencia principal

Las curvas programadas en el calculador del módulo para la asistencia principal están diseñadas de forma que, a baja velocidad del vehículo, se proporcione una mayor asistencia para facilitar las maniobras, mientras que a alta velocidad, la asistencia se reduce para mantener la trayectoria. El módulo logra esto al recibir la señal de torque aplicada al volante y la velocidad del vehículo, obtenidas mediante sus respectivos sensores.

Estos cálculos se basan en las curvas programadas previamente, que

establecen la relación entre la señal de torque y velocidad y la corriente eléctrica necesaria.

(https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16)

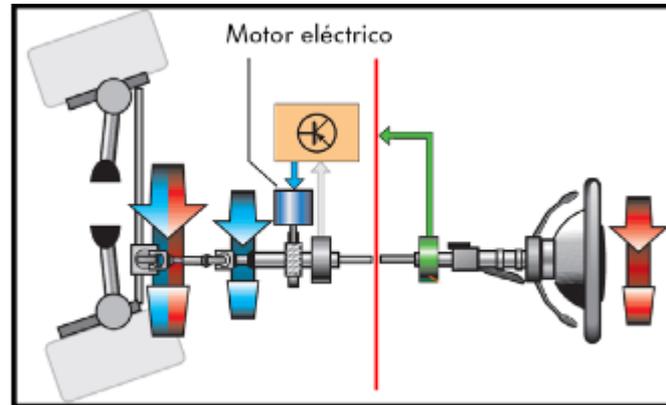


Figura 3._ Asistencia de la Dirección Electro Asistida

Fuente:https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16

2.7 Retorno activo

En un sistema de dirección electro asistida, el módulo electrónico controla el retorno activo del volante. Cuando el conductor realiza un giro en el volante, el módulo detecta este movimiento a través del sensor de torque y ángulo del volante. Una vez completada la maniobra, el módulo ajusta la corriente suministrada al motor eléctrico para aplicar una fuerza contraria y ayudar a que el volante vuelva a su posición neutral.

El retorno activo es programado en el calculador del módulo y puede variar dependiendo de las preferencias del fabricante y del modelo del vehículo.

(https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16)

2.8 Compensación de Inercia

Se refiere a la función que anticipa y compensa la falta de reacción del volante frente a un obstáculo repentino. Esta característica se logra aplicando una corriente eléctrica adicional al motor eléctrico, permitiendo al conductor reaccionar de manera más rápida y eficiente para evitar el obstáculo.

Cuando el conductor gira rápidamente el volante en un ángulo de 0 a 20 grados, el módulo electrónico del sistema de dirección calcula la cantidad de corriente eléctrica necesaria para compensar la falta de reacción inicial. La dotación de corriente eléctrica se ajusta en función de la velocidad del vehículo y la rotación del motor eléctrico. (https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16)

2.9 Componentes.

El sistema está formado por un sensor de torque y ángulo del volante, un motor eléctrico de asistencia y el módulo electrónico, que se encuentra ubicados en la columna, lo que ayuda a que sea ligero y compacto. Va ubicada en el habitáculo del vehículo, continuo al volante, evitando así la temperatura que genera el motor de combustión la cual puede modificar su correcto funcionamiento. Un sensor de velocidad del vehículo y revoluciones del motor a más de un testigo luminoso para verificar los fallos producidos en el sistema y un mecanismo de dirección de cremallera que completa el sistema para realizar el giro de los neumáticos. (https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16)

2.10 Sensor de Par o Torque

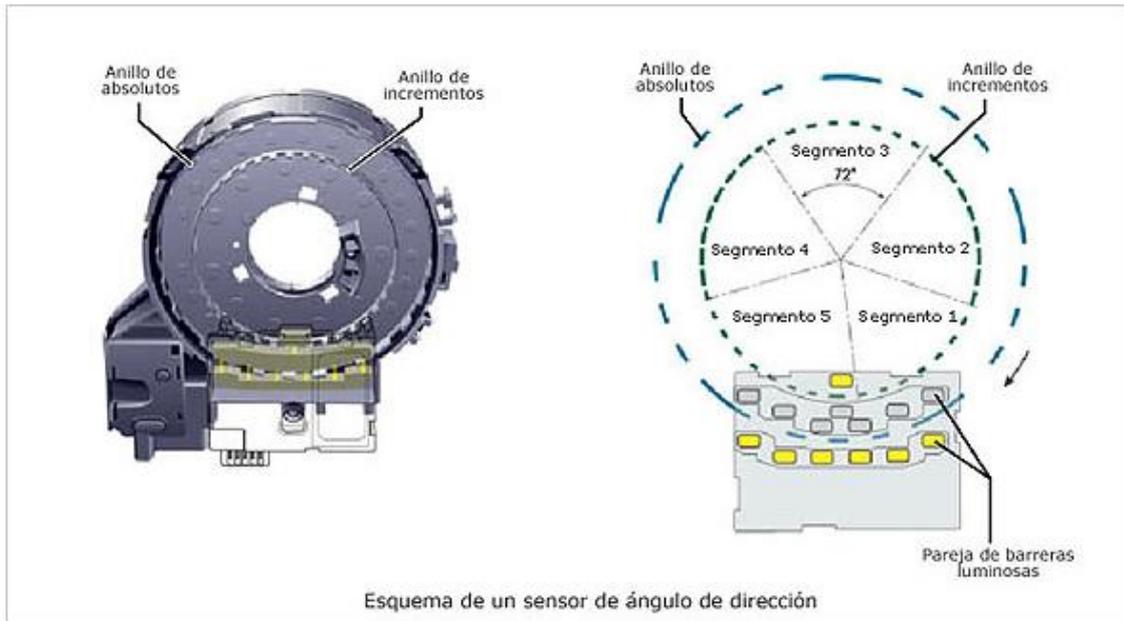


Figura 4. Sensor de Torque

Fuente: dex.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16

En el Programa de control de estabilidad electrónica EPS se necesita un sensor de par y ángulo de dirección, que detecta los pares de rotación aplicados a la barra de torsión del eje de dirección junto con los ángulos de dirección (ángulo de rotación) en el momento de la dirección, y posteriormente introduce estas señales de par y ángulo, con el fin de determinar la salida de control, en la unidad de control electrónico (ECU) que controla la fuerza de rotación del motor de asistencia. El ángulo de dirección y el sensor de par que se informa aquí han sido diseñados y desarrollado en este contexto. (dex.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16)

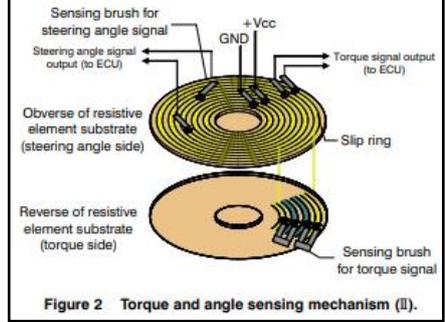
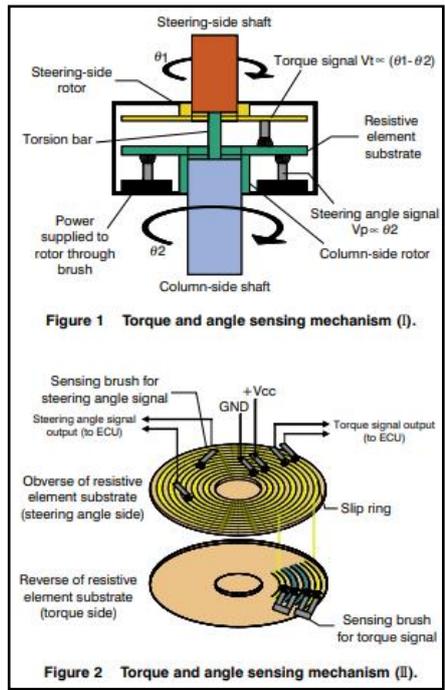
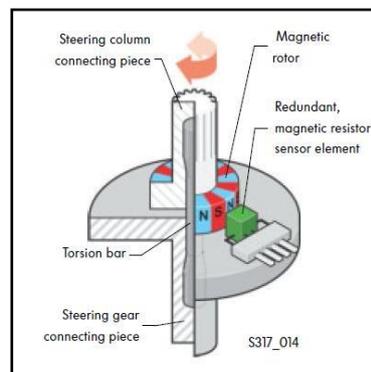


Figura._ 5 Sensor de Torque

Fuente: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-par-torque-sensor-y-como-funciona/>

El sistema debe determinar cuánto torque está aplicando el conductor al volante y posteriormente la ECU de la dirección añade una cantidad de asistencia para mantener el torque aplicado por el conductor en el valor requerido. El conductor completa el circuito de control de posición general, operando el volante hasta que él se logra la trayectoria deseada del auto.



Fuente: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-par-torque-sensor-y-como-funciona/>

El sensor se encuentra en el piñón de dirección. En el eje de entrada se monta una rueda polar, que se conecta al piñón de dirección mediante la barra de torsión. Cuando el conductor aplica torque al volante, se gira la barra de torsión y, a su vez, el imán en relación con el sensor. El sensor consta de elementos magnetor resistivos cuya resistencia cambia a medida que cambia la dirección del campo. El rango de medición del sensor cubre ± 10 Nm. Un limitador de ángulo mecánico evita que la barra de torsión se sobrecargue cuando se aplican pares de dirección más altos. (<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-par-torque-sensor-y-como-funciona/>)

2.10.1 Motor Eléctrico

Es el elemento que entrega la fuerza de asistencia, la misma que es transmitida a la columna de la dirección. La corriente y la tensión del motor, es controlado por la unidad de control de dirección, la corriente máxima a la cual funciona el motor es de 24 A y 12 V de DC, la velocidad máxima es de 200 rpm. En este tipo de sistema, al momento de desmontarlo se debe tener cuidado ya que se debe extraer con toda la unidad de control de dirección. Tenemos el conector del motor eléctrico, la cual está en la unidad de control de dirección, los pines 23 y 24 controlan el motor mientras que el pin 21 es alimentación de la batería para todo el sistema, por último el pin 22 es masa de la batería. (<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-par-torque-sensor-y-como-funciona/>)

2.10.2 Cables del motor eléctrico

El motor eléctrico tiene dos cables en su conector como en la figura 50 los cuales son:

- Cable negro: motor +
- Cable rojo: motor –

CORRIENTE MÁXIMA	65A
DIÁMETRO	76 mm
LARGO	125 mm
PESO	2,6 kg
VELOCIDAD MÁXIMA	2000 rpm
TORQUE	3,4 Nm
VELOCIDAD MEDIA	1180 rpm
POTENCIA	420 W

Tabla._ 1 Características Técnicas del Motor

Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.16)

2.10.3 Módulos de control

Los módulos de control del sistema de dirección electro asistida son componentes electrónicos encargados de gestionar y controlar el funcionamiento de todo el sistema. Estos módulos reciben información de diversos sensores y actúan sobre el motor eléctrico para proporcionar la asistencia adecuada al conductor.

Los módulos de control se encargan de procesar las señales provenientes de los sensores, como el sensor de torque y ángulo del volante, el sensor de velocidad del vehículo y el sensor de revoluciones del motor. Estas señales proporcionan información sobre la posición y el movimiento del volante, la velocidad del vehículo y otros parámetros relevantes para el sistema de dirección.

Una vez que el módulo de control recibe estas señales, utiliza algoritmos y programas preestablecidos para determinar la cantidad de asistencia requerida en función de la situación de conducción. Estos algoritmos tienen en cuenta factores como la velocidad del vehículo, la fuerza aplicada al volante y otros parámetros relevantes.

Una vez que se ha calculado la cantidad de asistencia necesaria, el módulo de control ajusta la corriente suministrada al motor de dirección electro asistida para generar el torque adecuado y proporcionar la asistencia requerida. Esto permite al conductor girar el volante con menos esfuerzo y mejorar la maniobrabilidad del vehículo.

Además de controlar la asistencia de dirección, los módulos de control también pueden incorporar funciones adicionales, como la compensación de inercia, el retorno activo del volante y la amortiguación. Estas funciones ayudan a mejorar la respuesta del sistema, la estabilidad y la seguridad durante la conducción. Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.16)

2.10.4 Sensor de velocidad del vehículo.

El sensor de velocidad del vehículo es un componente crucial en el sistema de dirección electro asistido, ya que proporciona información importante para adaptar la asistencia de dirección según las condiciones de conducción. Esto contribuye a mejorar la seguridad, la comodidad y la precisión de la dirección durante la conducción. El módulo utiliza esta información para ajustar la asistencia de dirección de acuerdo con la velocidad del vehículo. Algunos sistemas utilizan un sensor de velocidad que se conecta directamente a la transmisión o a las ruedas del vehículo para captar la velocidad de rotación. Otros sistemas utilizan sensores de velocidad basados en tecnología de ABS (Sistema de Frenos Antibloqueo) que aprovechan los sensores de las ruedas utilizados para el control del sistema de frenado. Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.19)

2.10.5 Sensor de revoluciones del motor de combustión.

Un sensor de revoluciones del motor de combustión, también conocido como sensor de velocidad de giro del motor o sensor de RPM (revoluciones por minuto), es un dispositivo utilizado para medir la velocidad de rotación del motor. Proporciona información crucial para el control y la gestión del motor, así como para el diagnóstico de problemas.

El sensor de revoluciones generalmente utiliza tecnología de detección magnética o inductiva para medir las revoluciones del motor. Puede estar ubicado en diferentes partes del motor, como en el volante del motor, en el extremo del cigüeñal o en la polea de la correa de distribución. El objetivo principal del sensor es generar una señal eléctrica proporcional a la velocidad de rotación del motor. Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.20)

2.10.6 Testigo Luminoso

El testigo luminoso de la dirección electro asistido es una luz indicadora que se encuentra en el tablero de instrumentos de un vehículo equipado con dirección asistida eléctrica (DAE). Este testigo se enciende para alertar al conductor sobre un posible problema o mal funcionamiento en el sistema de dirección.

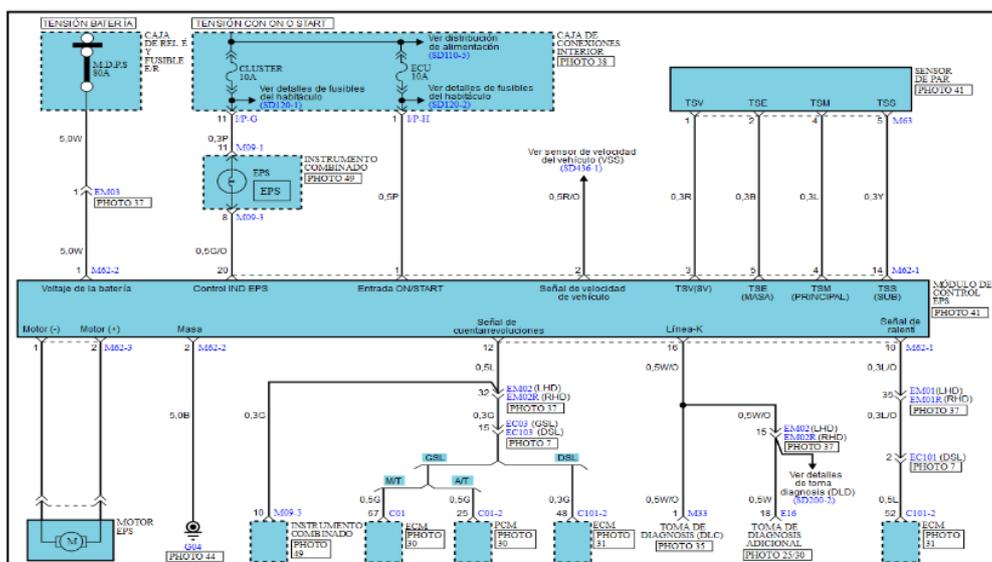
Fallo del sistema: Si el sistema de dirección asistida eléctrica experimenta una falla o un mal funcionamiento, el testigo se encenderá para advertir al conductor. En este caso, es posible que la dirección se vuelva más difícil de manejar, ya que no se está proporcionando la asistencia eléctrica.

Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.21)

2. 11 Diagramas Eléctricos.

La descripción general de los componentes principales y cómo están conectados en un sistema típico de dirección electro asistida (EPS). Para obtener un diagrama eléctrico específico, te recomendaría consultar el manual del fabricante según el modelo del vehículo correspondiente, que suele incluir diagramas eléctricos detallados y esquemas de cableado.

Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.21)



Figura_ 7 Diagrama eléctrico del Sistema EPS

Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.23)

2.12 Conectores Eléctricos.

El módulo de control electrónico (ECU) del sistema de dirección electro asistida cuenta con varios conectores para la conexión de diferentes componentes y señales.

Cada uno de estos conectores y pines tiene un propósito específico en la conexión de los componentes eléctricos del sistema de dirección electro asistida, permitiendo la comunicación de datos y la alimentación eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento del sistema.

Es importante tener en cuenta que la numeración y designación de los conectores y pines puede variar entre fabricantes y modelos específicos del vehículo. Por lo tanto, consultar el manual de servicio del vehículo correspondiente proporcionará información detallada sobre los conectores y pines específicos para tu vehículo en particular. Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.24)

2.13 Entrada de señales del modulo

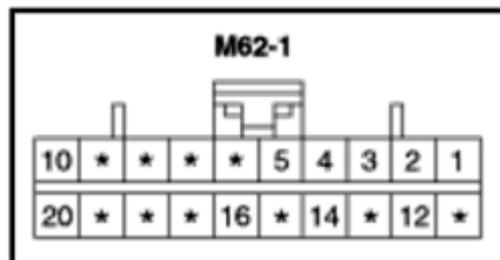


Figura._ 8 Pin de Conexión
Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.24)

NO.	PIN	Entrada-Salida	Descripción
1	IG	Entrada	Interruptor de encendido
2	SP	Entrada	Velocidad del vehículo
3	TSV	Salida	Alimentación sensor de torque
4	TSM	Entrada	Señal principal sensor de torque
5	TSE	Entrada/Salida	Masa sensor de torque
6	-	-	NA
7	-	-	NA
8	-	-	NA
9	-	-	NA

10	I/UP	Salida	Señal control de ralentí
11	-	-	NA
12	IGP	Entrada	Señal revoluciones del motor
13	-	-	NA
14	TSS	Entrada	Señal secundaria sensor de torque
15	-	-	NA
16	MONI	Entrada/Salida -	Línea de comunicación (línea K)
17	-	-	NA
18	-	-	NA
19	-	-	NA
20	-	Salida	Lámpara testigo

Tabla._ 2 Pines y Conector Principal del Modulo M-62

Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p24)

Entrada de alimentación del modulo

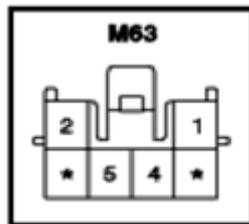


Figura._ 9 Pines de Alimentación

Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.25)

No.	PIN	ENTRADA / SALIDA	DESCRIPCIÓN
1	TSV	Salida	Alimentación sensor de torque
2	TSE	Entrada / Salida	Masa sensor de torque
4	TSM	Entrada	Señal principal sensor de torque
5	TSS	Entrada	Señal secundaria sensor de torque

Tabla._ 3 Pines y conectores del sensor de Torque M-63

Fuente: (Herrera y Criollo 2013, p.25)

2.14 Arduino

La placa Arduino es el componente principal de esta plataforma. Viene en diferentes modelos y tamaños, pero todos ellos tienen en común un microcontrolador, que es el cerebro del sistema, y una serie de pines de entrada/salida que permiten conectar sensores, actuadores y otros componentes electrónicos.

El entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino es un software que se utiliza para escribir, compilar y cargar el código en la placa Arduino. Proporciona una interfaz fácil de usar, con un editor de texto, herramientas de programación y una conexión directa con la placa para transferir el código.

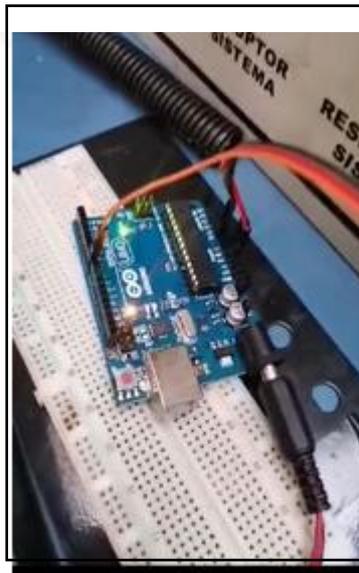


Foto._ 1 Conexión del Arduino

2.15 Programación

Mediante este programa podemos simular la señal de RPM, Velocidad y Stop para poder dar movimiento de torque ya que en la columna de la dirección se encontró defectuosa la señal de torque.

```
// C++ code
//
int velocidad = 0;

void setup()
{
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
}

void loop()
{
  velocidad = map(analogRead(A0),
  1023, 2, 255);
  if (velocidad <= 250) {
    digitalWrite(7, HIGH);
    delay(velocidad); // Wait for
    velocidad millisecond(s)
    digitalWrite(7, LOW);
    delay(velocidad); // Wait for
    velocidad millisecond(s)
  } else {
    digitalWrite(7, LOW);
  }
}
```

Foto._ 2 Programación del Arduino

3. Objetivo general.

Adequar y mejorar la maqueta de dirección electrónica asistida entender y analizar su funcionamiento.

4. Objetivos específicos.

- Determinar el estado actual de la maqueta, verificar sus fallas tanto electrónicas como mecánicas y dejarla en un estado funcional para poder realizar sus respectivos análisis y así poder comprender de mejor manera el funcionamiento de un sistema de dirección electrónica asistida.
- Realizar las diversas pruebas, mediciones, verificaciones y control dentro de este sistema de dirección asistida eléctrica EPS.

- Determinar los parámetros y criterios de diseño y selección de un sistema de dirección.

5. Procedimientos y herramientas.

5.2 Identificación del proyecto a realizar.

Primeramente, se procedió a verificar tanto el estado físico como funcional en el que se encontraba la maqueta.

Se identificó las partes que poseía este sistema, tales como:

- Estructura
- Cremallera
- Columna de dirección
- Sensor de Torque
- Módulo de control (MDPS)
- Placa PCB de Control
- Harnes eléctrico



Foto._ 3 Proceso de ingreso con equipo de diagnóstico a EPS mediante Breakout Box (caja de desconexión) por el pin 8 del DLC /puerto OBDII/ o conector SAE J1962

5.3 Diagnostico Eléctrico del sistema de dirección.

Como se puede ver en la Figura X, con la ayuda de un multímetro se procedió a comprobar la continuidad de todo el arnés del sistema.



Foto._ 4 Revisión de sistema eléctrico

5.4 Diagnostico placa PCB.

Esta placa PCB era la encargada de simular las señales necesarias de RPM y Velocidad del vehículo para el funcionamiento del sistema. Se verificó los componentes y el voltaje de funcionamiento aquí se encontró averías en el voltaje de alimentación el cual debía ser de 12v, se obtuvo una medición de 17,94V como se muestra en la figura x, dando como resultado al diagnóstico la invalidez de la placa PCB.

5.5 Diagnóstico del módulo MDPS.

Se realizó las conexiones de alimentación al módulo MDPS para poder verificar su funcionamiento y poder tener conexión mediante escáner así se pudo verificar el estado del mismo y los códigos de falla que presentaba como se muestra en la figura x.

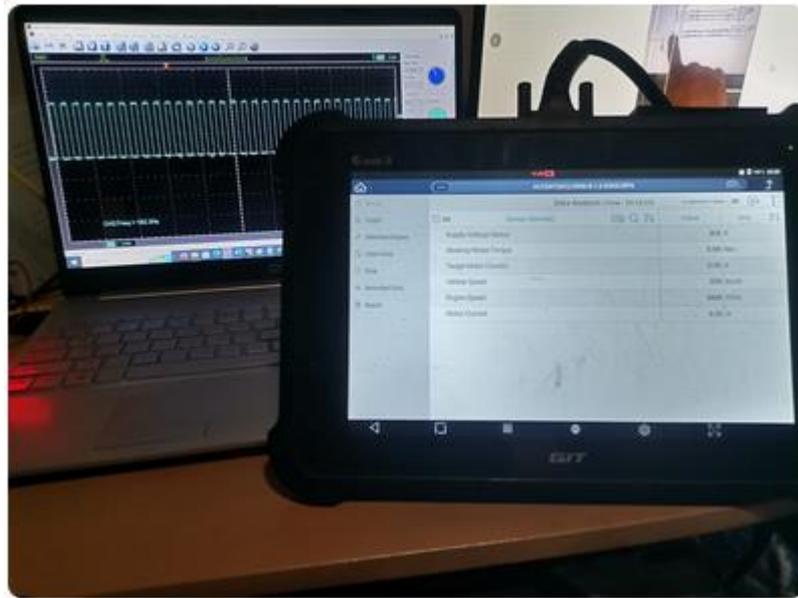


Foto._ 5 Proceso de ingreso con equipo de diagnóstico a EPS mediante Breakout Box (caja de desconexión) por el pin 8 del DLC /puerto OBDII/ o conector SAE J1962

5.6 Diagnostico sensor de torque.

Al tener ya conexión mediante OBD2 y verificar que había códigos de falla relacionados al sensor de torque se realizó una visualización de los datos en tiempo real como se muestra en la figura x, dando como resultado del diagnóstico un daño mecánico en el sensor de torque.

5.7 Simulación de señales mediante Arduino.

Debido a los daños presentados tanto en la placa PCB como en el sensor de torque, se procedió a simular las señales necesarias para poder dar funcionamiento al sistema de dirección, tales como señal de RPM, señal de velocidad, y señal del sensor de torque, para esto se usó un Arduino UNO como se muestra en la figura x.

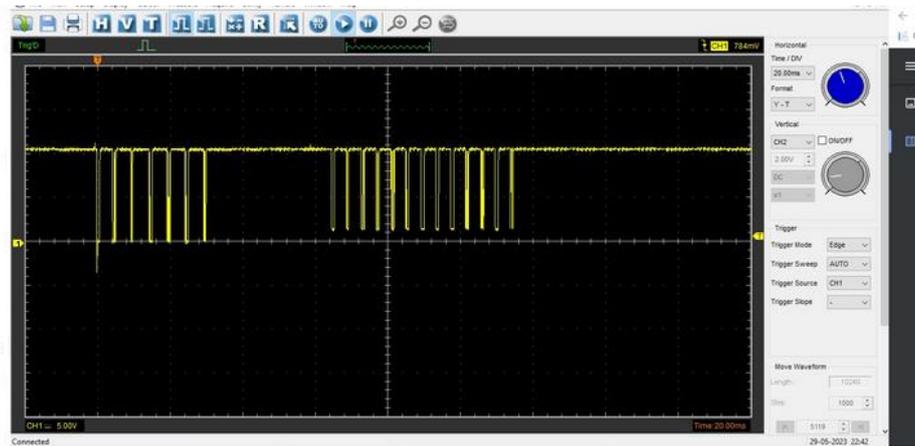


Foto._ 6 señal de RPM y Velocidad, pulsos de 5V con 50% de duty positivo y negativo, frecuencia de 12.43 Hz equivalen a 17km/h de velocidad y 360 rpm

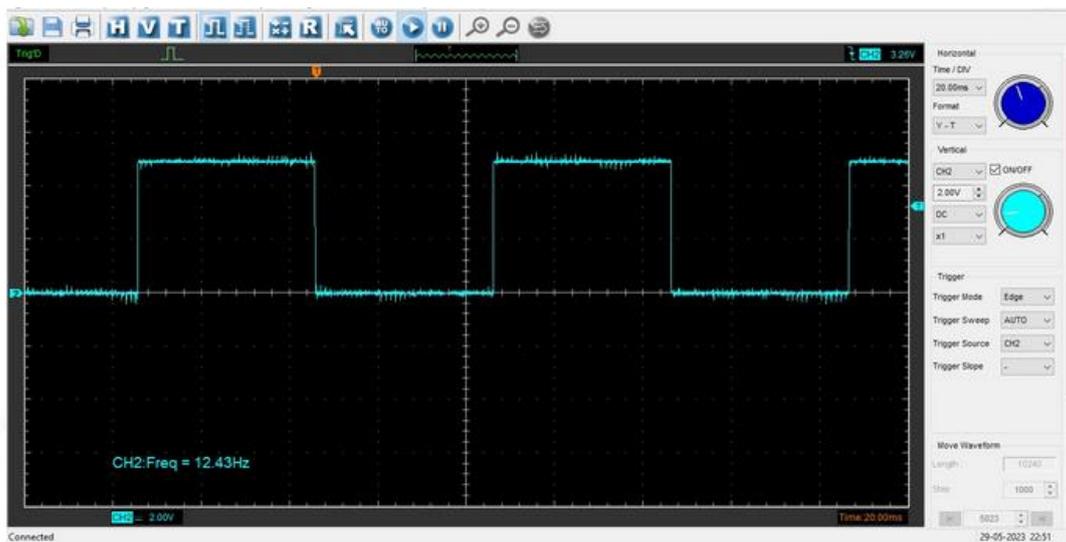


Foto._ 7 Proceso manual de modelado de sensor mediante comparativa frecuencia vs aporte de PID en equipo de diagnóstico

5.8 Programación de Arduino.

Se procedió a programar en la plataforma tinkercard el dispositivo de Arduino el cual mediante dos potenciómetros generaremos con uno las señales de RPM y Velocidad y con el otro potenciómetro la señal del sensor de torque. En la siguiente figura x se muestra el código de programación.

5.9 Análisis y pruebas del sistema de dirección.

En esta parte procedemos a poner en funcionamiento y analizar los datos en tiempo real con escáner el cual nos permite ver los valores obtenidos del sensor de torque, sensor de

rpm y velocidad como se muestra en la figura x y mediante osciloscopio procedemos a analizar las gráficas de corriente y señal PWM del motor de la dirección electro asistida.

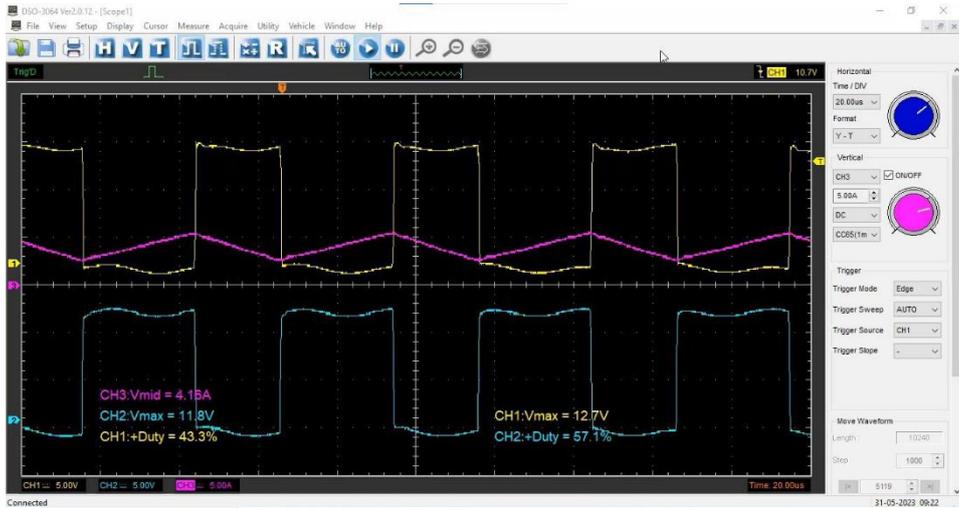


Foto._ 8 Análisis y Pruebas del Sistema de la Dirección

5.10 Comprobación de señales sensor de torque.

Como podemos observar en la figura x las gráficas obtenidas con el osciloscopio se puede observar el torque main y torque sub que da el sensor de torque.

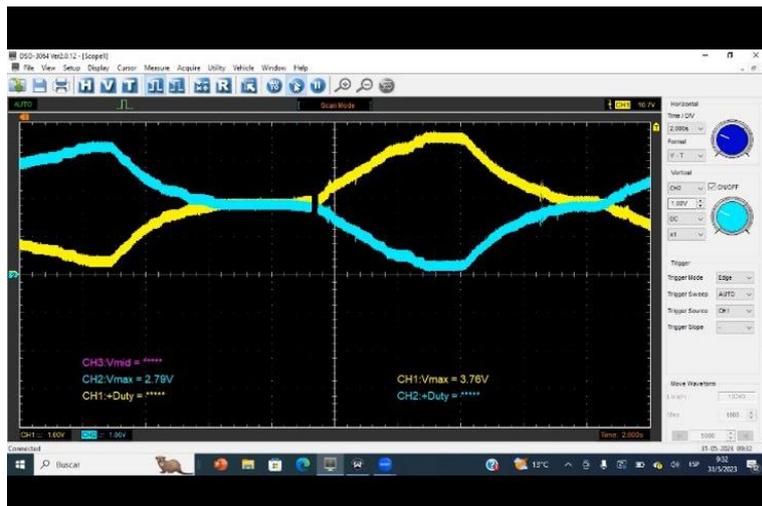


Foto._ 9 Comprobación del Señal de Torque

5.11 Modificación y restauración de la estructura.

Para finalizar se hizo varias modificaciones en la parte estructural tales como pintura, adaptación del sistema eléctrico y controles de mando para la maqueta de dirección electro asistida como podemos observar en las figuras x x x.

6. Resultados y Conclusiones.

Esta maqueta de dirección eléctrica concluye que este sistema ofrece mejoras significativas en funcionalidad, rendimiento y eficiencia energética en comparación con los sistemas de dirección hidráulica convencionales. La maqueta demostró su capacidad para proporcionar asistencia al volante de manera efectiva, mejorando la facilidad de conducción y la respuesta en diferentes escenarios simulados. En resumen, la maqueta de dirección eléctrica se presenta como una opción prometedora para el aprendizaje, diagnóstico y reparación de este sistema en el cual las pruebas que se pueden realizar en ello ayudarán a comprender mejor este conjunto, la maqueta nos ofrece gran practicidad para comprender y poder diagnosticar tanto los componentes mecánicos como electrónicos de un sistema de dirección electro asistida.

7. Lista de Referencia.

- ✓ Noroña M, M. V., Gómez B, M. F., Noroña M, M. V., & Gómez B, M. F. (2019). Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil: Una revisión. *Enfoque UTE*, 10(1), 117-127.
- ✓ <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.350>
- ✓ Direcciones Eléctricas—Manual en PDF - Descarga Gratuita. (2019, junio 5). Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz.
- ✓ http://www.blogmecanicos.com/2019/12/evolucion-del-sistema-de-direccion_12.html
- ✓ https://www.transmicoch.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20:sistemas-de-direccion-parte-i&catid=5:informacion-y-consejos&Itemid=16
- ✓ Herrera L., Criollo César (2013). Diseño y Construcción de un Banco Didáctico funcional del sistema de Electro Dirección Asistida, Universidad del Azuay