



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**DESARROLLO DE UN MEDIDOR DE SEÑALES ELÉCTRICAS PARA LA
COMPILACIÓN DE DATOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS PARA LA
EVALUACIÓN DE MICROMOVILIDAD**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Mecánico Automotriz

AUTOR: DAVID ISMAEL GUZMÁN LITUMA
TUTOR: ING. JUAN DIEGO VALLADOLID QUITOISACA

Cuenca - Ecuador

2024

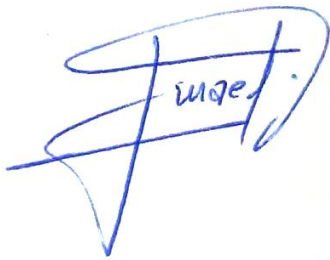
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, David Ismael Guzmán Lituma con documento de identificación N° 0105060131, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 15 de enero del 2024

Atentamente,



David Ismael Guzmán Lituma

0105060131

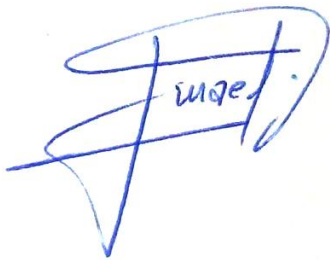
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, David Ismael Guzmán Lituma con documento de identificación N° 0105060131, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud del que soy autor del Proyecto técnico: “Desarrollo de un medidor de señales eléctricas para la compilación de datos de vehículos eléctricos para la evaluación de micromovilidad”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 15 de enero del 2024

Atentamente,



David Ismael Guzmán Lituma

0105060131

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Diego Valladolid Quitoisaca con documento de identificación N° 0104821210, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN MEDIDOR DE SEÑALES ELÉCTRICAS PARA LA COMPILACIÓN DE DATOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS PARA LA EVALUACIÓN DE MICROMOVILIDAD**, realizado por David Ismael Guzmán Lituma con documento de identificación N° 0105060131, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 15 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Juan Diego Valladolid Quitoisaca
0104821210

DEDICATORIA

Este logro es uno más de los muchos que he alcanzado gracias al esfuerzo y apoyo incondicional de mis padres, ellos han sido los pilares de mi vida, gracias a mis hermanos quienes me enseñaron el valor de la paciencia y la virtud de enseñar, mis abuelos quienes siempre me han apoyado desde mi infancia, gracias a todos.

David Ismael Guzmán Lituma

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme guiado y protegido en este largo camino. A mis padres por su gran esfuerzo que realizaron para que yo sea un profesional. A la Universidad Politécnica Salesiana, docentes y compañeros por las enseñanzas y apoyo brindado.

David Ismael Guzmán Lituma

RESUMEN

El proyecto presenta una investigación sobre el diseño y construcción de un dispositivo electrónico para medir y compilar datos eléctricos de vehículos de movilidad personal eléctrica, debido al aumento en popularidad de estos vehículos, existe una necesidad de obtener información técnica precisa sobre su rendimiento real, ya que no hay dispositivos comerciales disponibles actualmente. El objetivo es desarrollar una placa electrónica capaz de leer y almacenar datos eléctricos para obtener información detallada del rendimiento eléctrico.

Se realizó el proceso de diseño, que incluye identificación de señales, selección de componentes, diseño y simulación de la placa electrónica, programación del software, y pruebas, se presentan diagramas de los circuitos y código de programación.

Obteniendo así finalmente, una placa arduino programada, se muestran las conexiones realizadas a los vehículos, la verificación de datos recopilados, y la presentación gráfica de variables como carga eléctrica, potencia y energía. Esto permite validar el funcionamiento del dispositivo desarrollado para el monitoreo de vehículos eléctricos.

Palabras Clave: Rendimiento eléctrico, Diagramas de circuitos, Código de programación, Placa arduino.

SUMMARY

The project presents an investigation on the design and construction of an electronic device to measure and compile electrical data of electric personal mobility vehicles, due to the increase in popularity of these vehicles, there is a need to obtain precise technical information about their real performance, since There are no commercial devices currently available. The objective is to develop an electronic board capable of reading and storing electrical data to obtain detailed information on electrical performance.

The design process was carried out, which includes signal identification, component selection, design and simulation of the electronic board, software programming, and testing, circuit diagrams and programming code are presented.

Finally obtaining a programmed Arduino board, the connections made to the vehicles are shown, the verification of collected data, and the graphic presentation of variables such as electrical load, power and energy. This allows validating the operation of the device developed for monitoring electric vehicles.

Keywords: Electrical performance, Circuit diagrams, Programming code, Arduino board.

TABLA DE CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	1
1.1	Introducción	1
1.2	Problema del estudio.....	1
1.3	Objetivos	2
1.3.1	Objetivo General	2
1.3.2	Objetivos Específicos.....	2
2.	MARCO TEÓRICO	3
1.4	Movilidad.....	3
1.5	Vehículos de movilidad personal eléctricos	3
1.5.1.	Scooter eléctrico	4
1.5.2.	Lopifit.....	5
1.6.	Energía eléctrica	6
1.6.1.	Corriente.....	7
1.6.2.	Tensión.....	8
1.6.3.	Señales analógicas.....	8
1.6.4.	Señales digitales	9
1.7.	Controlador	10
1.8.	Arduino	11
1.9.	Sistema de programación.....	11

1.10.	Estado del arte	12
1.11.	Investigaciones internacionales.....	12
1.11.1.	Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo de Parámetros de vehículos a Larga Distancia.....	13
1.11.2.	Propuesta de diseño conceptual de la capa física de un dispositivo de diagnóstico a bordo (OBD) para monitoreo de operación de vehículos eléctricos	13
1.12.	Investigaciones nacionales	14
1.12.1.	Modelado y simulación numérico-matemático de parámetros de funcionamiento para un vehículo eléctrico en la ciudad de Cuenca-Ecuador.....	15
1.12.2.	Control de un motor Brushless DC para aplicación en un vehículo eléctrico	16
2.	METODOLOGÍA.....	18
2.5.	Introducción	18
2.6.	Identificación de señales de entrada	18
2.7.	Métodos de lectura.....	19
2.7.1.	Sensor Voltaje	19
2.7.2.	Sensor de corriente.....	20
2.7.3.	Sistema de almacenamiento de datos.....	21
2.8.	Sistema de procesamiento de datos	22
2.9.	Diseño y programación.....	22
2.9.1.	Parámetros de diseño	23

2.10.	Simulación y diseño	24
2.11.	Ensamblaje de componentes	25
2.12.	Programación del software	26
2.12.1.	Sistemas a programar	26
3.	RESULTADOS	33
3.5.	Introducción	33
3.6.	Conexiones.....	33
3.6.1.	Conexiones del scooter	33
3.6.2.	Conexiones del Lopifit.....	35
3.7.	Verificación de datos	36
3.7.1.	Verificación de datos del Scooter	36
3.7.2.	Verificación de datos del Lopifit	38
3.8.	Presentación gráfica de datos.....	40
3.8.1.	Carga eléctrica.....	40
3.8.2.	Potencia.....	42
3.8.3.	Energía	43
3.8.4.	Consumo energético.....	45
5.	Conclusiones.....	46
6.	Recomendaciones	47
7.	Bibliografía.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Especificaciones batería Lopifit	18
Figura 2. Circuito de Voltaje	20
Figura 3. Circuito de amperaje	21
Figura 4. Modulo lector SD..	21
Figura 5. Microprocesador Arduino	22
Figura 6. Simulación de la placa	24
Figura 7. Diseño de la placa.	25
Figura 8. Placa ensamblada	26
Figura 9. Diagrama de flujo.....	32
Figura 10. Diagrama de conexiones del scooter	34
Figura 11. Conexiones al scooter	34
Figura 12. Diagrama de conexiones del Lopifit	35
Figura 13. Conexiones al lopifit	36
Figura 14. Comprobación de datos en el scooter	37
Figura 15. Datos compilados del scooter	38
Figura 16. Comprobación de datos en el lopifit	39
Figura 17. Datos compilados por el lopifit.	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales Utilizados	23
Tabla 2. Datos para obtener la carga eléctrica	41
Tabla 3. Datos para obtener la potencia.....	42
Tabla 4. Datos para obtener el uso de la energía	43
Tabla 5. Datos para obtener la suma de energía	45

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Carga eléctrica	42
Ilustración 2. Potencia	43
Ilustración 3. Energía.....	44

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Carga Eléctrica.....	41
Ecuación 2. Potencia.....	42
Ecuación 3. Uso de la energía.....	44
Ecuación 4. Suma de energía.....	45

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El aumento por la preocupación por el medio ambiente y la necesidad de disminuir la dependencia de los combustibles fósiles ha aumentado en los últimos tiempos, lo que ha ocasionado un incremento en la popularidad de los vehículos de movilidad alternativa, sin embargo, existe una falta de conocimiento sobre el rendimiento real de estos vehículos eléctricos. Para recopilar información técnica precisa de los dispositivos de movilidad alternativa, es necesario desarrollar un medidor de señales eléctricas. En el caso de los vehículos eléctricos, no hay dispositivos de medición disponibles en el mercado comercial, y las interfaces no están estandarizadas, lo que dificulta establecer los puertos de comunicación de cada una de las señales. El objetivo global del proyecto es diseñar y construir un dispositivo electrónico que permita la compilación de datos eléctricos generados por vehículos de movilidad alternativa durante sus recorridos. La placa electrónica será capaz de leer y almacenar los datos eléctricos con una frecuencia de muestreo, lo que permitirá obtener información detallada y precisa del rendimiento eléctrico de los vehículos.

1.2 Problema del estudio

En los últimos años, la creciente preocupación por el medio ambiente y la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles ha llevado a un aumento en la popularidad de los vehículos de movilidad alternativa, como; bicicleta eléctrica, lopifit y el scooter eléctrico, sin embargo, a pesar de su creciente popularidad, existe una falta de conocimiento sobre el rendimiento real de estos vehículos. Para recopilar información técnica precisa de los dispositivos de movilidad alternativa es necesario el uso de un medidor de señales eléctricas que pueda compilar los datos para su posterior

análisis. Aunque existen una variedad de dispositivos de medición de señales para vehículos de combustión interna, en el caso de los vehículos eléctricos, al ser relativamente nuevos en el mercado, no hay dispositivos de medición disponibles comercialmente, además de que las interfaces no están normalizadas, lo que dificulta establecer los puertos de comunicación de cada una de las señales.

Esta falta de información técnica sobre los vehículos eléctricos genera un desconocimiento sobre los consumos energéticos y comportamientos eléctricos reales de cada uno de los vehículos de movilidad personal. Esto dificulta su comercialización en comparación con los vehículos de propulsión a base de combustibles fósiles, que cuentan con una amplia gama de dispositivos y herramientas disponibles para medir su rendimiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollo de un medidor de señales eléctricas para la compilación de datos de vehículos eléctricos para la evaluación de micro movilidad.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar el Marco teórico, mediante investigación bibliográfica, definiendo el fundamento base de la investigación.
- Establecer el proceso de diseño, programación de software, ensamblaje.
- Comprobar los resultados obtenidos mediante prueba experimental en vehículos eléctricos de movilidad personal.

2. MARCO TEÓRICO

Los conceptos principales para el desarrollo de la investigación se presentan de forma ordenada para la comprensión de estos, a su vez busca dar un preámbulo para el posterior desarrollo de la investigación y de esta forma alcanzar el entendimiento de los análisis y conclusiones finales.

1.4 Movilidad

De acuerdo a (Recasens Alsina, 2020), el desarrollo de modos alternativos de transporte, como la bicicleta, el caminar y el transporte público, es la solución para los actuales inconvenientes que se presenta en la movilidad, estos modos de transporte no solo son respetuosos con el medio ambiente, sino que también son asequibles y accesibles para todos los ciudadanos, independientemente de su nivel de ingresos. Además, la promoción de la movilidad activa, como caminar y andar en bicicleta, puede tener importantes beneficios para la salud de las personas y las comunidades, ya que, puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas y promover la salud mental. (Recasens Alsina, 2020)

La movilidad es un aspecto crucial de la vida moderna que debe abordarse de manera sostenible e inclusiva, el desarrollo de modos alternativos de transporte y la promoción de la movilidad activa pueden contribuir a crear ciudades más habitables y saludables al tiempo que reducen el impacto negativo sobre el medio ambiente (León Aravena, 2019).

1.5 Vehículos de movilidad personal eléctricos

Según (Jiménez Acaro, 2022), los vehículos eléctricos de movilidad personal se han vuelto cada vez más populares en los últimos años, estos vehículos, a menudo

denominados e-scooters o e-bikes, ofrecen una alternativa conveniente y ecológica a los modos de transporte tradicionales.

Uno de los principales beneficios de los vehículos eléctricos de movilidad personal es su eficiencia, siendo estos más baratos de operar que los automóviles ya que requieren menos mantenimiento, además son mucho más ecológicos que los automóviles, ya que no emiten contaminantes y utilizan fuentes de energía renovables (Hernán Sánchez, López, Martínez, & Borja, 2022). Según (Gómez Cañabete, 2019) otro beneficio de los vehículos eléctricos de movilidad personal es su comodidad; son pequeños y livianos, lo que los hace fáciles de maniobrar entre el tráfico y estacionar en espacios reducidos, también son mucho más rápidos que caminar o andar en bicicleta, lo que permite a los usuarios moverse de manera rápida y eficiente. A medida que más personas busquen opciones de transporte convenientes y ecológicas, es probable que los scooters eléctricos y las bicicletas eléctricas se conviertan en una vista cada vez más común en nuestras carreteras y aceras.

1.5.1. Scooter eléctrico

Los scooters eléctricos son una alternativa de transporte cada vez más popular en áreas urbanas de todo el mundo, estos vehículos ofrecen una forma económica, conveniente y limpia de moverse por la ciudad, lo que los convierte en una opción atractiva para muchos consumidores (Gómez Cañabete, 2019). Una de las principales ventajas es que son más ecológicos que los scooters de gasolina, no emiten gases de escape, lo que reduce significativamente la contaminación del aire en las ciudades, además son más silenciosos que los de gasolina, lo que reduce la contaminación acústica en las áreas urbanas. Otra ventaja es que son más económicos que los vehículos convencionales, el costo de mantenimiento y operación es menor debido a que no requieren combustible, la carga de la batería es más económica que llenar el tanque de

gasolina, son más fáciles de estacionar y pueden maniobrarse fácilmente en el tráfico urbano (Aguirre Chuncho & Ortega Cabrera, 2020).

Según (Jiménez Acaro, 2022), existen algunos desafíos asociados con los scooters eléctricos, uno de ellos es la duración de la batería, que puede limitar el alcance y la duración del viaje, además la infraestructura de carga aún no está completamente desarrollada, lo que puede dificultar la carga en áreas urbanas, a pesar de estos desafíos, los scooters eléctricos son una opción prometedora para la movilidad personal en áreas urbanas. Según (Cordes, Hafner, Lischinsky, Peralta, & Schwartz, 2018) con la creciente conciencia sobre la necesidad de reducir la contaminación ambiental y acústica en las ciudades, estos medios de transporte alternativos pueden desempeñar un papel importante en la transición hacia una movilidad más sostenible. Es importante que se fomente el desarrollo de infraestructura de carga para vehículos eléctricos en general y se promueva su uso entre los consumidores para maximizar su potencial como una alternativa de transporte limpia y eficiente (Iturralde Gordillo, 2020).

1.5.2. Lopifit

De acuerdo a (Kawliya, Rathod, Rathore, & Chandak, 2019), los Lopifit son una alternativa de transporte innovadora que combina la comodidad de una bicicleta con la facilidad de uso de una cinta de correr. Estos vehículos son impulsados por una batería eléctrica y cuentan con una banda de correr en lugar de pedales, lo que permite a los usuarios caminar mientras se mueven.

Los Lopifit ofrecen varias ventajas como opción de transporte, por un lado, al caminar mientras se mueven los usuarios obtienen ejercicio ligero mientras se desplazan por la ciudad. Además, son más fáciles de usar que las bicicletas convencionales, ya que no requieren pedalear y pueden maniobrarse fácilmente en el tráfico urbano. Por otro lado, son más ecológicos que los vehículos convencionales al no emitir gases de escape,

lo que reduce significativamente la contaminación del aire en las ciudades. Este medio de transporte alternativo es más silencioso que los vehículos motorizados, lo que reduce la contaminación acústica en las áreas urbanas (Sonawane, Khairnar, Ahir, & Dabhade, 2019).

Sin embargo, existen algunos desafíos asociados con los Lopifit, uno de ellos es la duración de la batería, que puede limitar el alcance y la duración del viaje, son más pesados que las bicicletas convencionales y pueden ser más difíciles de transportar y almacenar. A pesar de estos desafíos, este medio de transporte es una opción prometedora para la movilidad personal en áreas urbanas. (Cordes, Hafner, Lischinsky, Peralta, & Schwartz, 2018).

1.6. Energía eléctrica

La energía eléctrica se genera a través de la corriente eléctrica y se utiliza en diversas aplicaciones, es una forma de energía muy versátil que ha revolucionado la forma en que vivimos y trabajamos. Desde su invención, la electricidad ha sido una fuerza impulsora en el desarrollo tecnológico y ha permitido avances significativos en campos como la medicina, el transporte, las comunicaciones y la informática, además, la energía eléctrica es una fuente de energía limpia y renovable, lo que la convierte en una opción cada vez más popular para satisfacer las necesidades energéticas del mundo moderno (Mujal Rosas, 2021). La generación de energía eléctrica se realiza a partir de diferentes fuentes, incluyendo la energía hidroeléctrica, la energía nuclear, la energía eólica y la energía solar, cada una de estas fuentes tiene sus propias ventajas y desventajas en términos de costo, eficiencia e impacto ambiental (Hernández, y otros, 2017). Esta se transmite a través de una red de distribución de energía eléctrica, que se compone de líneas de transmisión y subestaciones, la energía eléctrica se distribuye a los

consumidores a través de una red de distribución local, que se compone de líneas de distribución y transformadores (Mujal Rosas, 2021).

La eficiencia energética es un factor importante en el uso de la energía eléctrica, se refiere a la cantidad de energía que se utiliza para realizar una determinada tarea, la mejora puede reducir el consumo de energía y disminuir los costos asociados con la producción y distribución (Hernández, y otros, 2017). La sostenibilidad es otro factor importante en el uso de la energía eléctrica, se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras (Mujal Rosas, 2021). De acuerdo con (Gutierrez & Garcia, 2021) la adopción de fuentes de energía renovable y la mejora de la eficiencia energética son medidas importantes para garantizar la sostenibilidad en el uso de la energía eléctrica.

1.6.1. Corriente

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica a través de un conductor, se produce cuando hay una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos en un circuito, lo que causa que los electrones se muevan hacia el punto de menor potencial, se mide en amperios (A) y puede ser de corriente continua (CC) o corriente alterna (CA) (Quinteros Orellana, 2017). La corriente continua fluye en una sola dirección, mientras que la corriente alterna cambia de dirección periódicamente (Pontes Pedrajas, 2017).

La corriente eléctrica tiene una gran variedad de aplicaciones, desde la iluminación, la calefacción, la electrónica, la industria, entre otros, además de esto se utiliza para alimentar dispositivos electrónicos, motores y otros equipos eléctricos (Quinteros Orellana, 2017). Según (Gutierrez & Garcia, 2021) la resistencia eléctrica es un factor importante en la corriente eléctrica, se refiere a la oposición que ofrece un material al flujo de corriente eléctrica, se mide en ohmios (Ω) y puede ser influenciada por factores como la temperatura, el material y la geometría del conductor.

De acuerdo a (Mora , Moreira, & Meneses Villagrà , Aprendizaje activo y significativo de la ley de Ohm en estudiantes de nivel medio superior, 2022) la ley de Ohm es una ley fundamental en la corriente eléctrica que establece que la corriente eléctrica es proporcional al voltaje y la resistencia del circuito, esta ley es utilizada en el diseño y análisis de circuitos eléctricos.

1.6.2. Tensión

La tensión eléctrica, también conocida como voltaje, es una medida de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos en un circuito eléctrico, esta se mide en voltios (V) y se utiliza para describir la fuerza con la que fluye la corriente eléctrica a través del circuito (García Trasancos, 2020).

Como indica (García Trasancos, 2020) la tensión eléctrica surge cuando existe una disparidad de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito, esta disparidad puede ser generada por una fuente de energía eléctrica, como una batería o un generador, la misma puede ser de corriente continua (CC) o corriente alterna (CA), dependiendo del tipo de fuente de energía y del circuito. La ley de Ohm es una ley fundamental en la tensión eléctrica que establece que la corriente eléctrica es proporcional al voltaje y la resistencia del circuito.

1.6.3. Señales analógicas

Las señales analógicas son señales eléctricas que varían continuamente en el tiempo, estas señales pueden tomar cualquier valor dentro de un rango determinado y se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, desde la música y el sonido hasta la transmisión de datos (Navarro Cavazos , Paz Razo , Santamaría Gómez , & Castro Sánchez , 2022).

Tal como indica (Alvarez Chomón, 2022), estas señales se miden en términos de amplitud y frecuencia; la amplitud se refiere a la magnitud de la señal, mientras que la frecuencia se refiere a la cantidad de ciclos completos que ocurren en un segundo, las señales analógicas pueden ser sinusoidales, cuadradas, triangulares o cualquier otra forma de onda.

Las señales analógicas se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, como la música, la televisión, la radio y la telefonía, se transmiten a través de un medio físico, como un cable o una antena, y pueden ser afectadas por factores como la interferencia y el ruido (Alvarez Chomón, 2022).

De acuerdo con (Navarro Cavazos , Paz Razo , Santamaría Gómez , & Castro Sánchez , 2022), las señales analógicas tienen algunas limitaciones en comparación con las señales digitales; son susceptibles a la interferencia y al ruido, lo que puede afectar la calidad de la señal, además tienen una resolución limitada, lo que significa que no pueden representar valores con una precisión infinita.

Como indica (Navarro Cavazos , Paz Razo , Santamaría Gómez , & Castro Sánchez , 2022), a pesar de estas limitaciones, las señales analógicas siguen siendo importantes en muchas aplicaciones, son utilizadas en instrumentos de medición, como osciloscopios y multímetros, así como en sistemas de control y automatización.

1.6.4. Señales digitales

Las señales digitales son señales eléctricas que representan información en forma de dígitos binarios, es decir, una secuencia de ceros y unos, estas señales se utilizan en una variedad de aplicaciones, desde la electrónica y las comunicaciones hasta la informática y la robótica (Alvarez Chomón, 2022). Tienen varias ventajas sobre las señales analógicas; en primer lugar, son menos susceptibles a la interferencia y al ruido,

lo que significa que pueden transmitirse a largas distancias sin perder calidad, además tienen una resolución infinita, lo que significa que pueden representar valores con una precisión muy alta (Navarro Cavazos , Paz Razo , Santamaría Gómez , & Castro Sánchez , 2022).

Se miden en términos de bits por segundo (bps), que es la cantidad de información que se puede transmitir a través de la señal en un segundo, pueden ser codificadas en diferentes formatos, como ASCII, Unicode o binario (Tokheim, 2021).

Como afirma (Tokheim, 2021), la seguridad es un factor importante en el uso de las señales digitales, pueden ser interceptadas y manipuladas por terceros malintencionados, lo que puede comprometer la privacidad y la seguridad de la información transmitida, es importante utilizar medidas de seguridad adecuadas, como la encriptación y la autenticación, para proteger las señales.

Las señales digitales son señales eléctricas que representan información en forma de dígitos binarios, tienen varias ventajas sobre las señales analógicas, como una mayor resistencia a la interferencia y una mayor precisión (Tokheim, 2021).

1.7. Controlador

De acuerdo a (Molina Cruz, y otros, 2019) en informática, un controlador (también conocido como driver) es un programa o software que permite que un dispositivo o componente de hardware se comunice con el sistema operativo de una computadora, actúa como un intermediario entre el dispositivo y el sistema operativo, permitiendo que el sistema operativo entienda cómo funciona el dispositivo y cómo interactuar con él.

Cada dispositivo de hardware requiere un controlador específico para que funcione correctamente en un sistema operativo determinado, por ejemplo, una impresora

requiere un controlador para que la computadora pueda enviarle órdenes de impresión y recibir los resultados (Lozano Valencia, Rodríguez García, & Giraldo Buitrago, 2020). Según (Molina Cruz, y otros, 2019), los controladores pueden ser proporcionados por el fabricante del dispositivo o estar incluidos en el sistema operativo, en algunos casos, es necesario actualizar o instalar manualmente los controladores para asegurarse de que el dispositivo funcione correctamente.

1.8. Arduino

De acuerdo con (Peña Millahual, 2020), Arduino es una plataforma de hardware libre y de código abierto que permite crear proyectos electrónicos interactivos de manera sencilla y accesible para cualquier persona interesada en la electrónica y la programación, consta de una placa de circuito impreso que incluye un microcontrolador, entradas y salidas digitales y analógicas, y una interfaz USB para la conexión con la computadora.

Según (Peña Millahual, 2020), Arduino se ha convertido en una herramienta muy popular para la creación de proyectos de electrónica, robótica, domótica, arte interactivo, entre otros, la plataforma cuenta con una gran cantidad de librerías y recursos en línea que facilitan la programación y el desarrollo de proyectos, además, Arduino es compatible con diferentes sistemas operativos y lenguajes de programación, lo que la hace accesible para usuarios con diferentes niveles de experiencia en programación y electrónica.

1.9. Sistema de programación

De acuerdo a (Manrique Rojas, 2020), un sistema de programación es un conjunto de herramientas y recursos utilizados para crear, editar, depurar y mantener programas de computadora, estos sistemas incluyen un editor de código fuente, un compilador o intérprete, un depurador y otras utilidades que facilitan el proceso de desarrollo de software.

Según (Manrique Rojas, 2020), el editor de código fuente es una herramienta que permite escribir y modificar el código fuente del programa en un lenguaje de programación determinado, el compilador o intérprete es el encargado de traducir el código fuente a un lenguaje de máquina que la computadora pueda entender y ejecutar, el depurador es una herramienta que permite detectar y corregir errores en el código fuente del programa.

Además de estas herramientas básicas, los sistemas de programación también pueden incluir otras utilidades como bibliotecas de código, frameworks, entornos de desarrollo integrados (IDE), sistemas de control de versiones, entre otros. Estas herramientas adicionales facilitan el proceso de desarrollo de software y permiten a los programadores trabajar de manera más eficiente y productiva (Manrique Rojas, 2020).

1.10. Estado del arte

Se han realizado investigaciones teóricas y experimentales, tanto a nivel nacional como internacional, para mejorar la comprensión del comportamiento de un medidor de señales eléctricas que permita recopilar datos de vehículos eléctricos. Estas investigaciones han beneficiado el desarrollo de la movilidad urbana y personal, al mismo tiempo que han generado una mayor fuente de información para futuras investigaciones.

1.11. Investigaciones internacionales

El análisis exhaustivo de la información disponible sobre investigaciones relacionadas ha permitido identificar estudios experimentales realizados en otros países que resultan fundamentales para el desarrollo del proyecto en cuestión.

1.11.1. Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo de Parámetros de vehículos a Larga Distancia

La investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema de monitoreo de parámetros a larga distancia para volquetes Volvo FH12 en centros mineros. Se enfoca en abordar la limitada información que las empresas de alquiler de vehículos pueden obtener sobre sus vehículos situados en campo, debido al crecimiento progresivo del transporte terrestre de carga. Se desarrolló un escáner con conexión a internet para garantizar el envío de parámetros a distancia, con el propósito de apoyar la gestión de mantenimiento y confirmar el uso en campo. (Calle Valdez & Pozo Quispe, 2019)

Para llevar a cabo el proyecto, se realizaron pruebas utilizando un protocolo CanBus y una plataforma virtual ejecutable en el PC cliente. Los resultados obtenidos indican que la telemetría no solo se limita a reportar ubicaciones y alertas de emergencia, sino que también puede ser parte fundamental del sector logístico, por lo que la implementación de un algoritmo adecuado, utilizando el Odómetro, puede generar resultados de uso categórico para futuros mantenimientos y requerimientos similares. (Calle Valdez & Pozo Quispe, 2019)

1.11.2. Propuesta de diseño conceptual de la capa física de un dispositivo de diagnóstico a bordo (OBD) para monitoreo de operación de vehículos eléctricos

Esta investigación se enfocó en el estudio del diseño de la capa física del dispositivo OBD2 utilizando ingeniería inversa y modelos comerciales, el objetivo principal fue diseñar un dispositivo OBD2 que pudiera tomar las señales del puerto del automóvil y transmitir las a través de bluetooth utilizando el chip PIC18F25K80 como unidad central de procesamiento. Se establecieron objetivos específicos como comprender los protocolos de comunicación utilizados en la industria automotriz, analizar

un modelo comercial de OBD2 y simular las señales eléctricas de cada protocolo (Escobar Fontalvo, 2023).

El chip de procesamiento utilizado en el diseño fue el PIC18F25K80, que soporta los protocolos necesarios. Se estableció una conexión individual para cada protocolo soportado por el chip hacia el bus J1962. Además, se utilizaron componentes como el TJA1040 y el LMX9838 para la unidad bluetooth y el transceptor respectivamente. En cuanto al circuito de alimentación, se necesitaron tres niveles de voltaje (+3.3V, +5V y +12V) para alimentar cada componente electrónico. Se utilizó el nivel de voltaje positivo de la batería del automóvil para obtener los +12V y se proporcionaron los otros voltajes mediante reguladores de voltaje (Escobar Fontalvo, 2023).

El proyecto se centró en el diseño de la capa física de un dispositivo OBD2 utilizando ingeniería inversa y modelos comerciales. Se establecieron objetivos específicos como comprender los protocolos de comunicación utilizados en la industria automotriz, analizar un modelo comercial de OBD2 y simular las señales eléctricas de cada protocolo. El diseño propuesto permite la recepción, interpretación y transmisión de las señales del automóvil a través de bluetooth (Escobar Fontalvo, 2023).

1.12. Investigaciones nacionales

Al igual que se realiza con las investigaciones internacionales, es crucial revisar previamente las investigaciones realizadas a nivel nacional para obtener una visión integral y completa del panorama investigativo relacionado con el proyecto.

1.12.1. Modelado y simulación numérico-matemático de parámetros de funcionamiento para un vehículo eléctrico en la ciudad de Cuenca-Ecuador

El proyecto se centra en el modelado y simulación numérico-matemático de parámetros de funcionamiento para un vehículo eléctrico en la ciudad de Cuenca, Ecuador. (Fierro Jiménez & Sigüenza Reinoso, 2017)

Según Fierro y Sigüenza, el laboratorio de movilidad eléctrica (EMOLAB) de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) llevó a cabo esta investigación para definir el comportamiento de vehículos eléctricos en ciudades ubicadas por encima de los 2000 metros sobre el nivel del mar, utilizando análisis basado en la simulación del rendimiento de un vehículo eléctrico. Se ha logrado una integración entre la autonomía del vehículo eléctrico y cinco variables asociadas al tiempo real de recorrido, la posición del pedal de aceleración, el drive motor speed y la pendiente de la carretera. (Fierro Jiménez & Sigüenza Reinoso, 2017)

El trabajo muestra una secuencia de procesos que llevan a la consecución de una herramienta computacional para pronosticar, con un error menor del cinco por ciento, la autonomía de un vehículo eléctrico, basado en datos reales obtenidos con siete rutas de conducción dentro de la ciudad de Cuenca. Además, se despliegan explicaciones detalladas de los resultados obtenidos de la investigación, que sirven para integrar ese conocimiento en la formación del Ingeniero Automotriz, como parte de un proceso de innovación educativa. (Fierro Jiménez & Sigüenza Reinoso, 2017)

La investigación ha identificado y definido las variables más relevantes que inciden en la determinación de la autonomía de un vehículo eléctrico, permitiendo simular la interacción de parámetros tecnológicos y funcionales. Asimismo, se ha implementado una interfaz que permite la introducción y control de las variables más influyentes del

sistema, constituyendo una herramienta funcional para la aplicación directa del modelo matemático desarrollado. (Fierro Jiménez & Sigüenza Reinoso, 2017)

1.12.2. Control de un motor Brushless DC para aplicación en un vehículo eléctrico

En esta investigación se implementó un sistema de control no lineal para regular la velocidad de un motor brushless instalado en un prototipo comercial tipo truggy a escala 1/16, este desarrollo ha generado conocimientos y experiencia que serán útiles para futuras implementaciones de sistemas de control en motores utilizados en tracción eléctrica, como vehículos eléctricos, vehículos híbridos y scooters. (Criollo Niveló, 2019)

Para llevar a cabo el control, se procedió a determinar la planta del sistema, la cual consta de elementos mecánicos como el chasis, el sistema de dirección, el sistema de amortiguación y los neumáticos, así como la electrónica y los actuadores: motor brushless, baterías, controlador y sensores. De acuerdo con el modelo del motor, se determinaron las funciones de transferencia de todos los elementos, transformándolas en inercias y resistencias acopladas al motor, no se han considerado diferentes tipos de superficie con el fin de simplificar los cálculos. (Criollo Niveló, 2019)

El controlador se implementó en un microcontrolador PIC modelo 18F4550, el cual se instaló en el vehículo tipo truggy. Para realizar el cambio de velocidad y la modificación de los parámetros de los controladores en tiempo real, se incorporó la comunicación vía Bluetooth entre la placa de control y una aplicación de control instalada en un teléfono inteligente o una computadora. (Criollo Niveló, 2019)

El monitoreo de la información proveniente del microcontrolador se realizó mediante una placa modelo Arduino ATMEGA 2560 y se transmitió por el cable de datos USB de la placa Arduino. Se procedió a calcular los parámetros de los controladores con

el fin de encontrar las características óptimas de respuesta. Con esta información, se diseñó una aplicación en MATLAB que permite simular y calcular la respuesta del controlador y la planta. Para este proyecto, se probaron tres modelos de sistemas de control: PID, realimentación de estados y realimentación de estados con integrador, siendo el último sistema el que presentó un mejor comportamiento tanto en las simulaciones en el entorno MATLAB como en las pruebas prácticas. (Criollo Niveló, 2019)

Con esta investigación, se ha probado y validado un método para obtener las características de la planta física y los actuadores de un vehículo eléctrico a escala. Asimismo, con esta planta real, se valida la mejora que presenta el comportamiento de la velocidad al utilizar los controladores, especialmente el controlador basado en la realimentación de estado con integrador. (Criollo Niveló, 2019)

2. METODOLOGÍA

2.5. Introducción

En cualquier vehículo de movilidad alternativa se necesita identificar las dos variables principales, las cuales son; Voltaje (V), Amperaje (A) y el tiempo (t), en base a estos datos principales se puede calcular más variables de cualquier vehículo de movilidad alternativa. Se ha propuesto medir las señales de dos vehículos en particular, un Lopifit y un scooter eléctrico, por lo que es necesario identificar las variables de entrada para poder utilizar los componentes adecuados en el medidor de señales.

2.6. Identificación de señales de entrada

Es necesario identificar las variables del Lopifit, para lo cual es necesario desmontar la tapa inferior del vehículo, en donde podemos encontrar la batería, donde se encuentra especificado los datos requeridos, tal como se muestra en la Figura 1. Por lo que las variables de entrada en este caso tenemos una batería de 26 voltios y una capacidad de 15.6 Ah.

Figura 1. Especificaciones batería Lopifit



Nota. Imagen de Autor.

En el caso del scooter eléctrico, el fabricante especifica que trae una batería de 60 voltios, en el caso del amperaje, es variable ya que depende de las condiciones en las que esté trabajando el motor, por lo que se debe tomar en cuenta el pico de consumo más alto y tenerlo como punto de referencia, este pico de amperaje es de 70 A (Castillo & Moncayo, 2023).

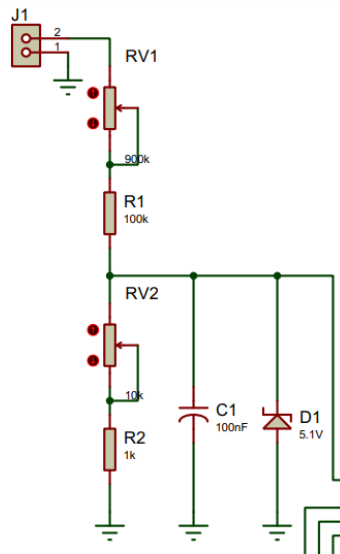
2.7. Métodos de lectura

Es importante tener en cuenta cuales van a ser los datos más importantes que se deben recopilar, por esta razón se tomaron en cuenta los elementos más importantes los cuales se detallaran a continuación.

2.7.1. Sensor Voltaje

La medición de la tensión eléctrica en un circuito requiere de un conocimiento previo del voltaje máximo con el que se trabajará, este conocimiento permitirá filtrar al máximo el voltaje medible por el dispositivo Arduino, que tiene un límite de 5V. Para lograr esto, se diseñó un circuito específico que permita medir la tensión eléctrica de manera eficiente, este proceso es fundamental ya que permite obtener datos certeros para el análisis y la interpretación de los resultados, de esta manera se muestra el circuito en la Figura 2.

Figura 2. Circuito de Voltaje

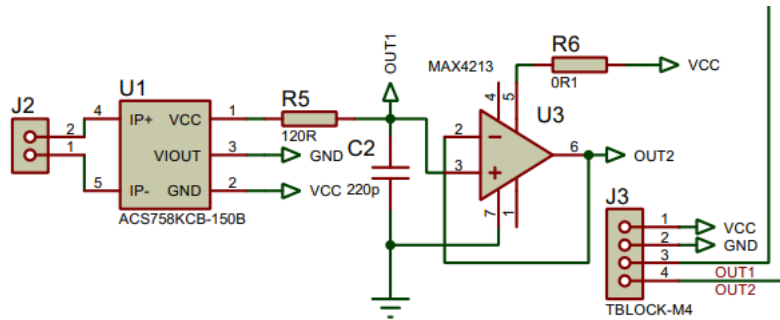


Nota. Imagen de Autor.

2.7.2. Sensor de corriente

En el proceso de medición de la corriente eléctrica en un circuito, es fundamental conocer el amperaje máximo que circulará por el mismo, para llevar a cabo esta tarea, se utilizará un sensor de amperaje ACS758 de 150 Amp bidireccional, el cual es procesado por un circuito integrado MAX4213. De esta forma, se obtiene una señal en voltios que puede ser procesada por el dispositivo Arduino para obtener información detallada sobre la corriente eléctrica que recorre por el circuito mostrado en la Figura 3.

Figura 3. Circuito de amperaje

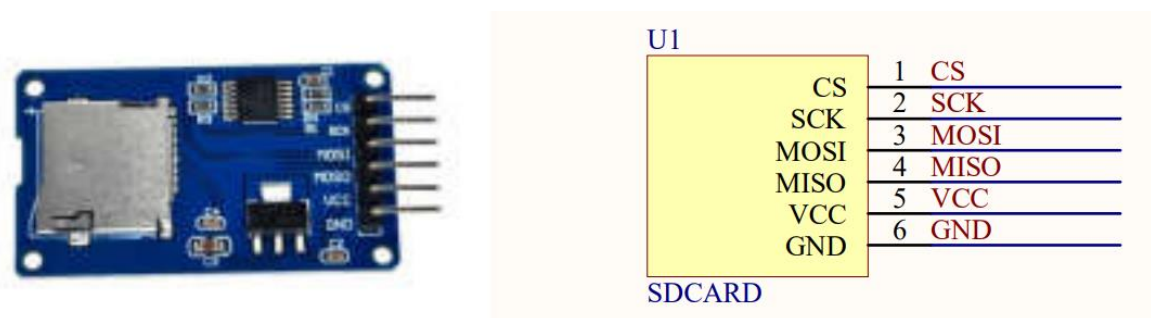


Nota. Imagen de Autor.

2.7.3. Sistema de almacenamiento de datos

En el sistema de almacenamiento de datos utilizado en la investigación, se optó guardar los datos procesados en una tarjeta microSD, para lograr esto se utilizó un módulo lector compatible con la tecnología arduino detallado en la Figura 4, el cual se encargó de la transmisión de los datos, este proceso permitió almacenar de manera segura y eficiente los datos procesados.

Figura 4. Modulo lector SD

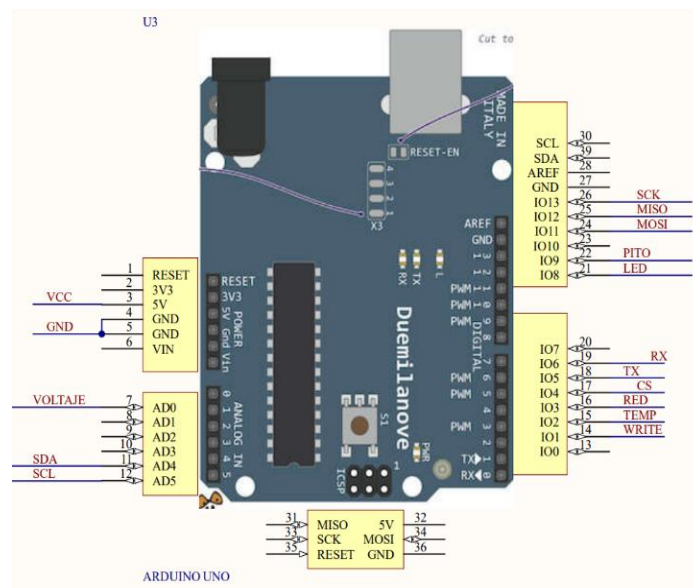


Nota. Izquierda; tarjeta micro SD, derecha; detalle de pines de tarjeta micro SD. Imagen de Autor.

2.8. Sistema de procesamiento de datos

El sistema de procesamiento de datos utilizado consiste en la extracción, interpretación y almacenamiento de los mismos, para llevar a cabo esta tarea, se requiere de un microprocesador como Arduino, el cual es capaz de leer señales de diferentes fuentes, incluyendo los sensores mencionados anteriormente, detallado en la Figura 5. A través de la programación del microcontrolador, se procesan las señales y se toma la decisión de almacenar los datos.

Figura 5. Microprocesador Arduino



Nota. Detalle de pines. Imagen de Autor.

2.9. Diseño y programación

Una parte crucial de esta investigación se enfoca en el diseño y la programación. Antes de ensamblar el medidor de señales, es fundamental determinar los parámetros de

diseño y simularlos a través de un software para garantizar la precisión y minimizar el margen de error.

2.9.1. Parámetros de diseño

Antes de proceder con el diseño de la placa, se llevó a cabo un proceso de selección de los componentes necesarios en base a los requisitos del circuito. Para ello, se consideraron especificaciones técnicas como las corrientes máximas y tensiones de operación, las cuales se encuentran detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1. Materiales Utilizados

Lista de materiales			
Línea	Designación	Descripción	Cantidad
1	BT1	3v	1
2	C1	0.1 uF	1
3	C2	0.1 uF	1
4	C3	100uF / 16V	1
5	C4	22uF	1
6	C5	2200uF	1
7	D1	5.1V	1
8	D2	BRIDGE1	1
9	D3, D3	RED	1
10	F1	FUSE1	1
11	J1	V BAT	1
12	J2	DS18B20	1
13	J3	AMPEROETRI CA	1
14	J4	HC-05 EXTRA	1
15	J5	CON2	1
16	LS1	BUZZER	1
17	Q1	MMBT4401	1
18	R1, R2	10K	2
19	R3	4.7K	1
20	R4	900K	1
21	R5	100K	1
22	R6	10K	1
23	R7	330	1
24	R8	1K	1

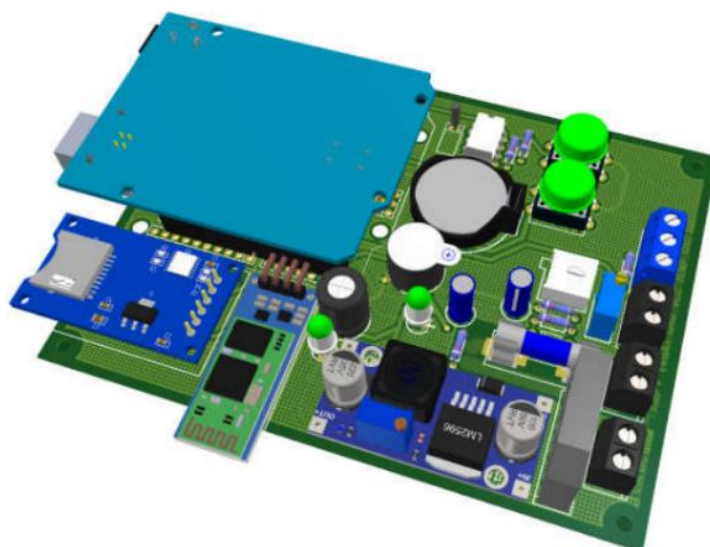
25	R9, R13	470	2
26	R10, R11, R12	1K	3
27	S1, S2	MENU	2
28	U1	SDCARD	1
29	U2	DS1307(8)	1
30	U3	ARDUINO UNO	1
31	U4	ACS758	1
32	U5	A5VDC	1
33	Y1	32768	1

Nota. Detalle de materiales.

2.10. Simulación y diseño

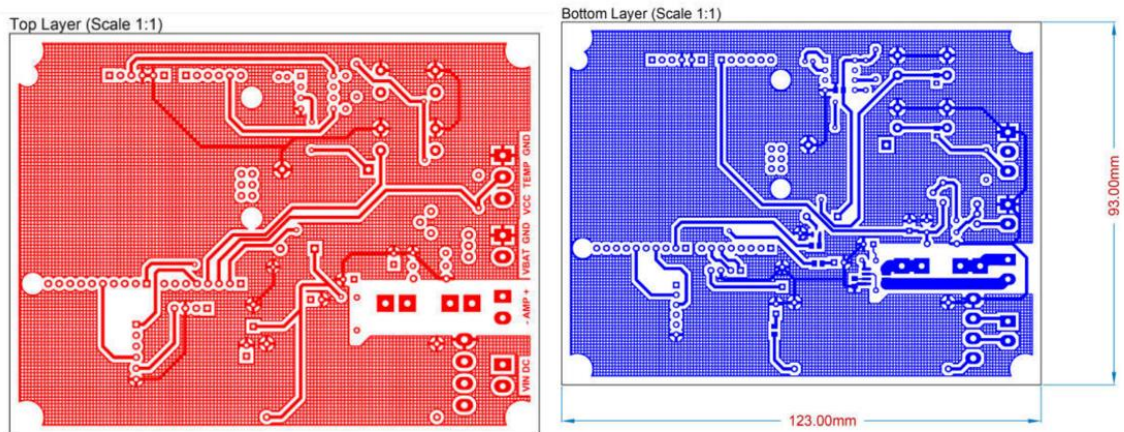
Una vez realizada la selección de componentes y el desarrollo del esquema eléctrico, se procedió al diseño de la placa con el fin de ser impresa en placas de tecnología PCB, este proceso permitió realizar simulaciones de comportamiento del sistema, lo que es fundamental ya que permite detectar posibles errores o problemas en el diseño del circuito antes de su implementación, el diseño del mismo se presenta en la Figura 6 y Figura 7.

Figura 6. Simulación de la placa



Nota. Imagen de Autor.

Figura 7. Diseño de la placa



Nota. Izquierda; capa superior, derecha; capa inferior. Imagen de Autor.

2.11. Ensamblaje de componentes

El sistema diseñado se desarrolló en una placa PCB impresa y soldada bajo el proceso de soldadura por ola, el cual fue realizado en un taller técnico especializado, este proceso de soldadura es fundamental en la fabricación de circuitos electrónicos, ya que permite asegurar una conexión confiable y duradera entre los componentes y la placa PCB, pudiendo observar el resultado final en la Figura 8.

Figura 8. Placa ensamblada



Nota. Imagen de Autor.

2.12. Programación del software

Previo al desarrollo del software se requiere definir la plataforma en la que se desea trabajar, siendo esta el "Arduino Uno" ya que cuenta con las entradas y salidas de señales necesarias para el desarrollo de este proyecto, además de que el procesamiento de datos no exige altos recursos siendo esta capaz de solventar cada una de las funciones.

La programación se la puede realizar en el software propio de la plataforma, siendo este "Arduino IDE", ya que cuenta con el cien por ciento de compatibilidad con el hardware, y a su vez por la relativa facilidad de modificar el código según las necesidades del usuario.

2.12.1. Sistemas a programar

El método más eficiente para realizar el código es dividiendo en secciones de interés, es decir, separando cada una de las funciones a cumplir y así programar una a

una, todo esto con el objetivo de detectar y corregir errores rápidamente y a su vez conocer en donde realizar las modificaciones necesarias para optimizar el funcionamiento del sistema.

2.12.1.1. Fecha y hora

La hora y la fecha fueron programadas mediante librerías RTC que facilitan la conexión con los diferentes componentes para el funcionamiento del reloj, como lo son el oscilador de cuarzo, pila de 3 V, etc, esta sección se encuentra dentro de los códigos de configuración (`void loop`).

```
///RELOJ///

#ifdef AVR
  Wire.begin();
#else
  Wire1.begin(); // Shield I2C pins connect to alt I2C bus on
Arduino Due
#endif
rtc.begin();

if (!rtc.isrunning()) {
  Serial.println("RTC is NOT running!");
} else {
  Serial.println("Rtc en funcionamiento");
}
//rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
//rtc.adjust(DateTime(2022, 5, 12, 10, 59, 0));
```

2.12.1.2. Corriente y tensión

El código de programación para la lectura del amperaje se basó según el código proporcionado por el fabricante del sensor de amperaje CZH-LABS, para el módulo de sensor ACS758 de +/-150A, el código fue dividido en dos partes ya que requiere primero definir variables específicas para calibrar parámetros y sensibilidad de lectura en las funciones de configuración (`void setup`), para posteriormente realizar la transformación de unidades dentro del código de funciones repetidas (`void loop`).

```

///CORRIENTE PARTE 1///

#define VIN A2
const float VCC = 5.0;
const int model = 4;
float cutOffLimit = 1.00;
float sensitivity[] = {
  40.0, // for ACS758LCB-050B
  60.0, // for ACS758LCB-050U
  20.0, // for ACS758LCB-100B
  40.0, // for ACS758LCB-100U
  13.3, // for ACS758KCB-150B
  16.7, // for ACS758KCB-150U
  10.0, // for ACS758ECB-200B
  20.0, // for ACS758ECB-200U
};
float quiescent_Output_voltage[] = {
  0.5, // for ACS758LCB-050B
  0.12, // for ACS758LCB-050U
  0.5, // for ACS758LCB-100B
  0.12, // for ACS758LCB-100U
  0.5, // for ACS758KCB-150B
  0.12, // for ACS758KCB-150U
  0.5, // for ACS758ECB-200B
  0.12, // for ACS758ECB-200U
};
const float FACTOR = sensitivity[model] / 1000; //
set sensitivity for selected model
const float QOV = quiescent_Output_voltage[model] * VCC; //
set quiescent Output voltage for selected model
float voltage; //
internal variable for voltage
float cutOff = FACTOR / cutOffLimit;

///CORRIENTE PARTE 2///

float voltage_raw = (5.0 / 1023.0) * analogRead(VIN);
voltage = voltage_raw - QOV + 0.007;
float current = voltage / FACTOR;

if (current < -1)
  digitalWrite(PITO, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(PITO, LOW);
delay(50);

```

En la tensión es un código más simple de realizar, ya que no se requiere de ningún dispositivo o módulo externo para su funcionamiento, por lo que solo es necesario conectar la señal analógica filtrada a una de las entradas del arduino para posteriormente digitalizarla dentro del código de funciones repetidas (`void loop`).

```

///VOLTAJE///

int sensorValue = analogRead(VOLTAJE);
float volt = sensorValue * 24 / 423 * 1.28830198;

```

2.12.1.3. Almacenamiento

El almacenamiento de los datos obtenidos mediante las señales leídas y procesadas por el arduino, se encuentra dentro del código de funciones repetidas (`void loop`), la cual funciona en una frecuencia calibrada para que cada dato se guarde repetidamente cada frecuencia, siendo necesario utilizar las librerías para el módulo lector de tarjetas micro SD, por lo tanto, primero se inicia el módulo.

```

///INICIO SD///

Serial.print(F("Iniciando SD ..."));
if (!SD.begin(4)) {
  Serial.println(F("Error al iniciar"));
  digitalWrite(PITO, HIGH);
  //   delay(100);
  //   digitalWrite(PITO,LOW);
  //   delay(25);
  //   digitalWrite(PITO,HIGH);
  //   delay(100);
  //   digitalWrite(PITO,LOW);
  //   delay(25);
} else {
  Serial.println(F("Iniciado correctamente"));
  //   digitalWrite(PITO,HIGH);
  //   delay(1000);
  //   digitalWrite(PITO,LOW);
}

```

Posteriormente se recopila todos los datos obtenidos, tales como fecha, hora, voltaje y corriente, y así poder ordenar todos estos en una sola línea que se interpreta como datos por segundo, para guardar cada uno en la memoria Micro SD.

```

///GUARDAR EN SD///

logfile = SD.open("datos.txt", FILE_WRITE);
if (logfile) {

```

```

    logFile.print(now.year(), DEC);
    logFile.print('/');
    logFile.print(now.month(), DEC);
    logFile.print('/');
    logFile.print(now.day(), DEC);
    logFile.print(' ');
    logFile.print(now.hour(), DEC);
    logFile.print(':');
    logFile.print(now.minute(), DEC);
    logFile.print(':');
    logFile.print(now.second(), DEC);
    logFile.print(" ");
    logFile.print(volt);
    logFile.print(" ");
    logFile.print(porc);
    logFile.print(" ");
    logFile.print(current);
    logFile.println();
    logFile.close();
    digitalWrite(LED, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(LED, LOW);
} else {
    Serial.println("Error al abrir el archivo");
    digitalWrite(PITO, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(PITO, LOW);
}

```

En cada código se puede ver una función digitalWrite la cual permite detectar errores del hardware en base a errores del cumplimiento del software, es decir, el código detecta anomalías dentro de su proceso para así poder encender una bocina junto con un led de notificación, permitiendo detener a tiempo la toma de datos.

Conociendo a su vez cada uno de los códigos necesarios para el correcto funcionamiento del dispositivo, es importante mencionar que previo a la programación se debe definir variables, librerías y nombrar los pines analógicos y digitales, la secuencia del código se puede ver en la figura 9.

```

///LIBRERIAS///
#include <SD.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include "RTCLib.h"
#include <Wire.h>

///PINES DIGITALES///
#define SCK 13

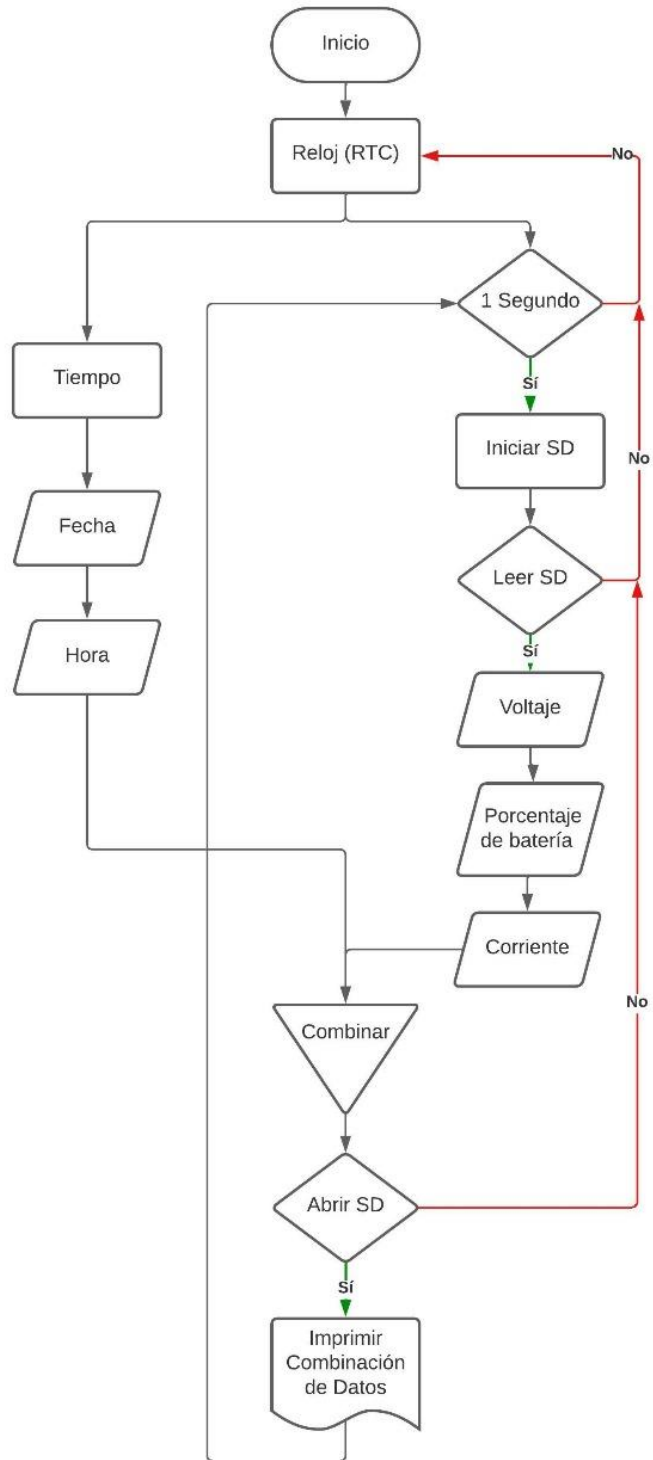
```

```
#define MISO 12
#define MOSI 11
#define PITO 9
#define LED 8
#define RX 6
#define TX 5
#define CS 4
#define RED 3
//#define WRITE 1

///  
//PINES ANALOGICOS///  
#define SCL A5
#define SDA A4
#define AMP A1
#define VOLTAJE A0

///  
//OBJETOS DE LIBRERIAS///  
File logFile;
SoftwareSerial miSerial(RX, TX); // RX, TX
RTC_DS1307 rtc;
```

Figura 9. Diagrama de flujo



Nota. Imagen de Autor

3. RESULTADOS

3.5. Introducción

Después de haber creado el código y haberlo instalado en el controlador, es importante verificar que las conexiones a los dispositivos de movilidad estén realizadas de manera adecuada y que los valores que se están compilando sean precisos, para ello es fundamental establecer una metodología correcta de conexiones y comparar los datos obtenidos con herramientas de medición convencionales para asegurarse de que sean correctos.

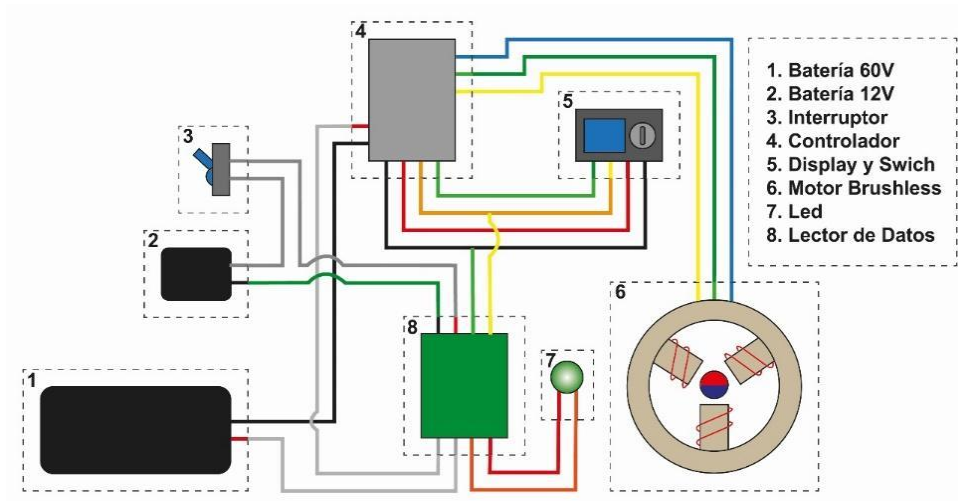
3.6. Conexiones

El dispositivo desarrollado cuenta con principios básicos para la conexión de sus componentes, entre ellos están conexiones a la batería del vehículo, conexiones al controlador y a su respectiva fuente de alimentación, siendo estas conexiones explicadas detalladamente a continuación.

3.6.1. Conexiones del scooter

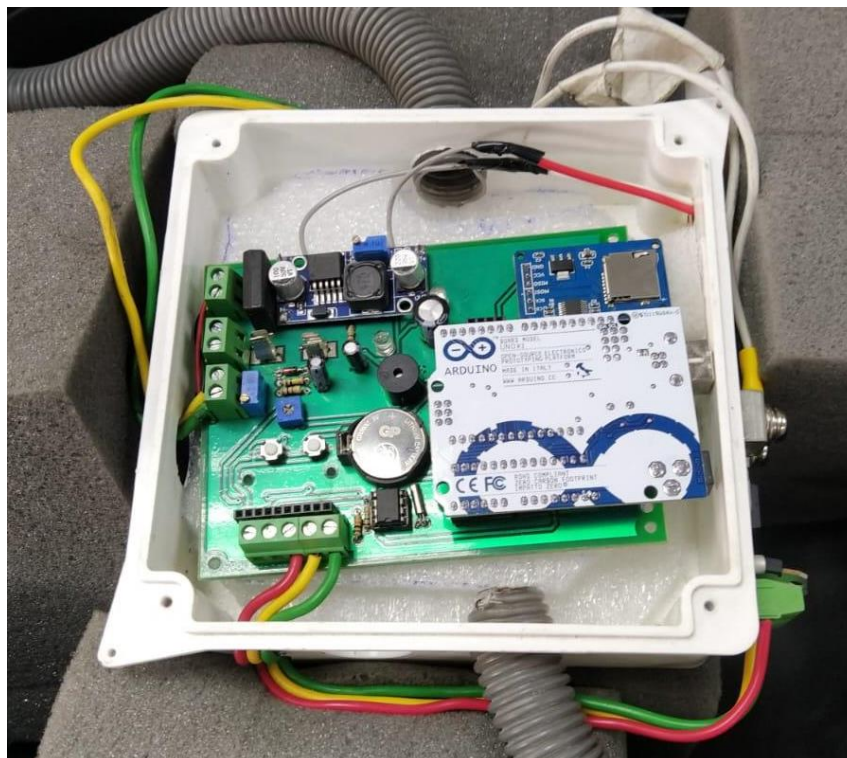
Para facilitar el proceso de conexión se dividirá en tres diferentes parámetros de medición, el amperaje se mide directamente de la batería conectando en serie el polo positivo con los bornes del dispositivo, para la medición de la tensión es necesario conocer la salida de voltaje del controlador ya que este entregará una señal filtrada. Por último, el dispositivo requiere de una alimentación de energía de al menos 7V, ya que en el circuito eléctrico del scooter no existe una salida de voltaje adecuada, se requirió de una batería de 12V para cumplir con los parámetros, siendo esto detallado en la Figura 10 y su ensamblaje mostrado en la Figura 11.

Figura 10. Diagrama de conexiones del scooter



Nota. Imagen de (Castillo & Moncayo, 2023).

Figura 11. Conexiones al scooter

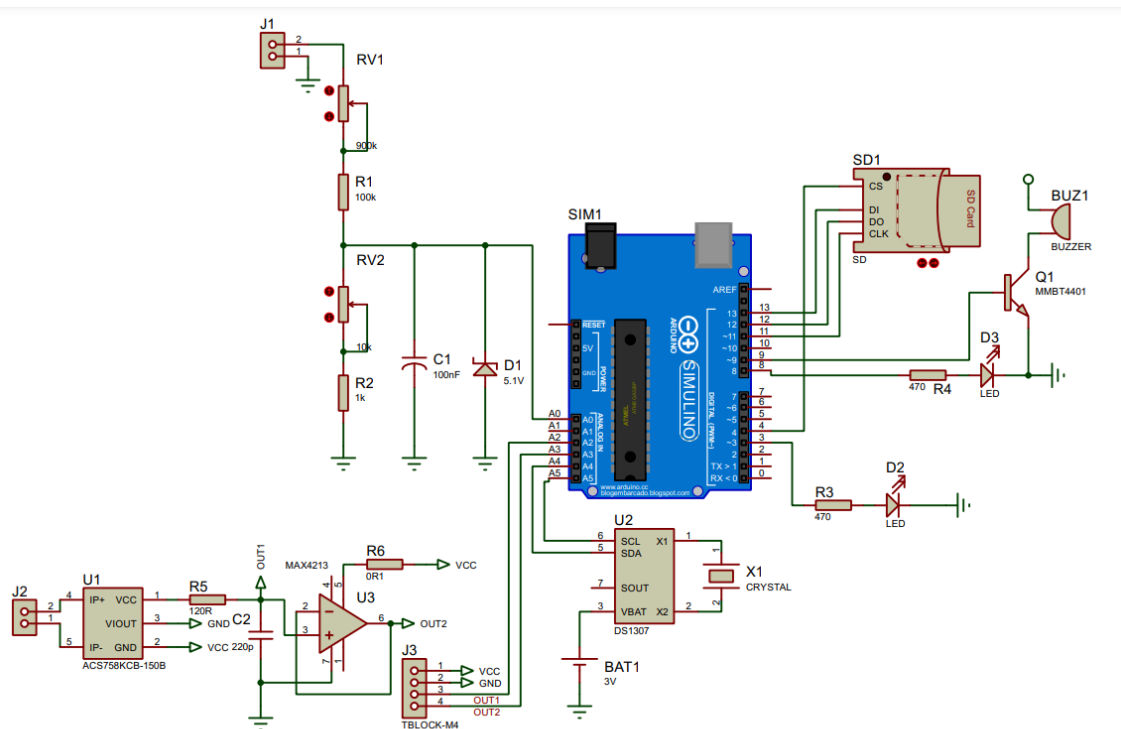


Nota. Imagen de Autor.

3.6.2. Conexiones del Lopifit

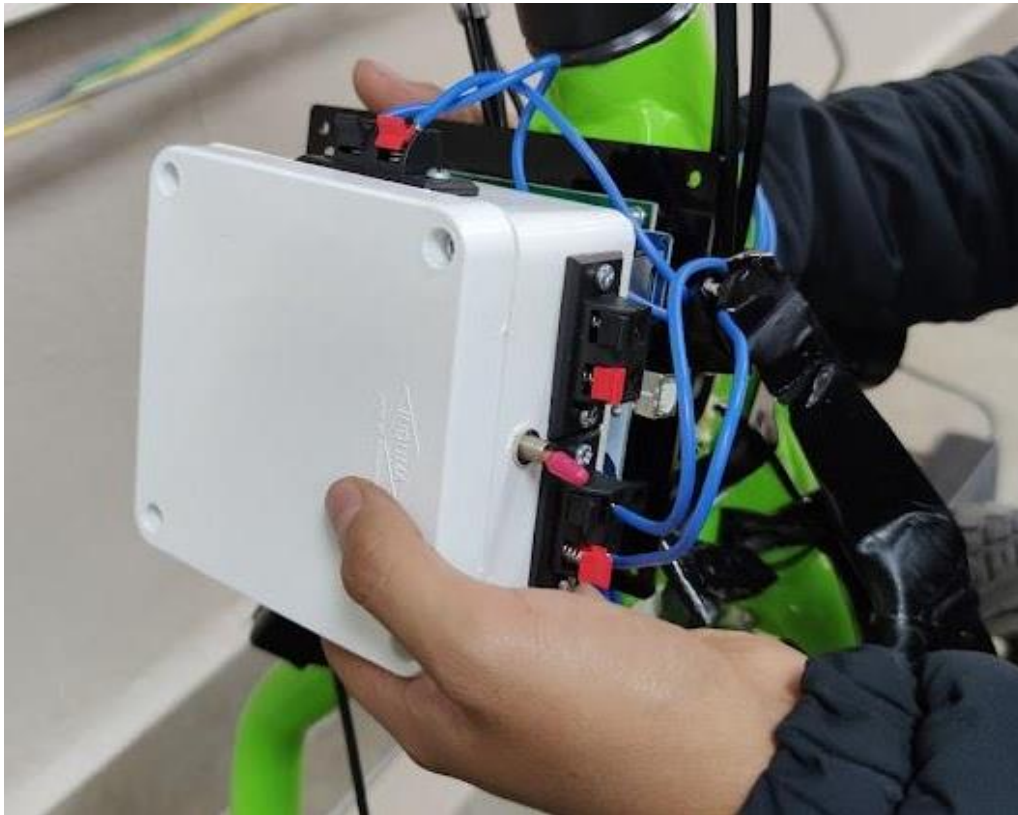
Para medir la corriente en un vehículo, es necesario conectar el dispositivo de medición en serie desde el positivo de la batería hasta los bornes del mismo, por otro lado, para medir la tensión, se conecta en paralelo a los bornes positivo y negativo de la batería que alimenta al vehículo, además para alimentar el dispositivo de medición, se toma una línea de voltaje saliente del mismo controlador del vehículo, tal como se indica en la Figura 12 y su ensamblaje mostrado en la Figura 13.

Figura 12. Diagrama de conexiones del Lopifit



Nota. Imagen de Autor.

Figura 13. Conexiones al lopifit



Nota. Imagen de Autor.

3.7. Verificación de datos

Para la verificación de datos es necesario tener en cuenta cómo conectar el dispositivo de compilación de datos a los diferentes vehículos, para posteriormente realizar pruebas rápidas, y así corroborar que los datos entregados sean verídicos con respecto a los dispositivos estándar de medición.

3.7.1. Verificación de datos del Scooter

Una vez conectado el dispositivo de medición de datos, es importante realizar una comprobación para asegurarse de que los resultados obtenidos sean precisos y confiables, esto implica comparar los datos obtenidos por el dispositivo de medición con los

obtenidos por las herramientas de medición convencionales para verificar que coincidan, tal como se indica en la Figura 14.

Figura 14. Comprobación de datos en el scooter

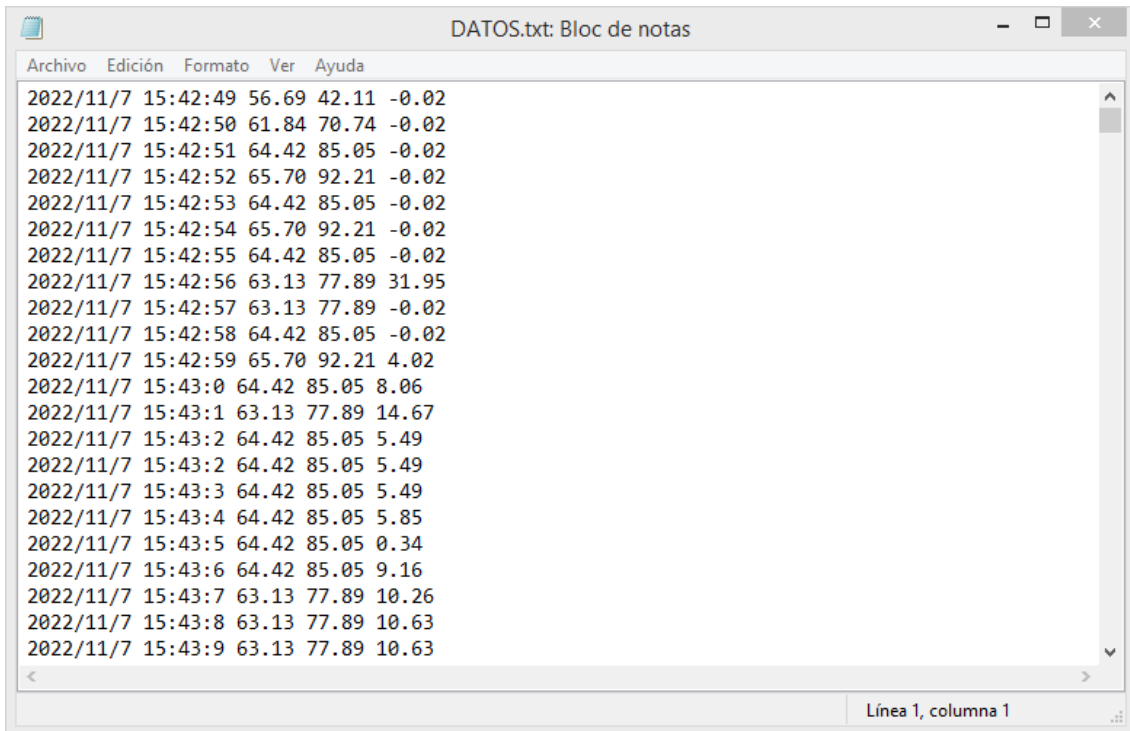


Nota. Imagen de Autor.

Durante las pruebas de toma de datos de este dispositivo, se identificaron errores como el corte de alimentación del dispositivo y datos irregulares debido a los picos de corriente de vehículos de potencias relativamente elevadas, como resultado, se tomó la decisión de implementar un nuevo sensor de amperajes más altos para solucionar este problema, ya que los picos de corriente eran más altos de lo que podía soportar un fusible.

Los resultados se almacenan en una tarjeta micro SD en formato TXT, lo que facilita su transferencia y visualización en un ordenador para su posterior análisis, tal como se indica en la Figura 15.

Figura 15. Datos compilados del scooter



Fecha y Hora	Velocidad	Acceleración	Altura	Altura	Altura
2022/11/7 15:42:49	56.69	42.11	-0.02		
2022/11/7 15:42:50	61.84	70.74	-0.02		
2022/11/7 15:42:51	64.42	85.05	-0.02		
2022/11/7 15:42:52	65.70	92.21	-0.02		
2022/11/7 15:42:53	64.42	85.05	-0.02		
2022/11/7 15:42:54	65.70	92.21	-0.02		
2022/11/7 15:42:55	64.42	85.05	-0.02		
2022/11/7 15:42:56	63.13	77.89	31.95		
2022/11/7 15:42:57	63.13	77.89	-0.02		
2022/11/7 15:42:58	64.42	85.05	-0.02		
2022/11/7 15:42:59	65.70	92.21	4.02		
2022/11/7 15:43:0	64.42	85.05	8.06		
2022/11/7 15:43:1	63.13	77.89	14.67		
2022/11/7 15:43:2	64.42	85.05	5.49		
2022/11/7 15:43:2	64.42	85.05	5.49		
2022/11/7 15:43:3	64.42	85.05	5.49		
2022/11/7 15:43:4	64.42	85.05	5.85		
2022/11/7 15:43:5	64.42	85.05	0.34		
2022/11/7 15:43:6	64.42	85.05	9.16		
2022/11/7 15:43:7	63.13	77.89	10.26		
2022/11/7 15:43:8	63.13	77.89	10.63		
2022/11/7 15:43:9	63.13	77.89	10.63		

Nota. Imagen de Autor.

3.7.2. Verificación de datos del Lopifit

Es fundamental verificar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos al conectar el dispositivo de medición de datos, esto requiere comparar los datos obtenidos por el dispositivo con los obtenidos por las herramientas de medición convencionales, a fin de garantizar su coherencia, tal como se indica en la Figura 16.

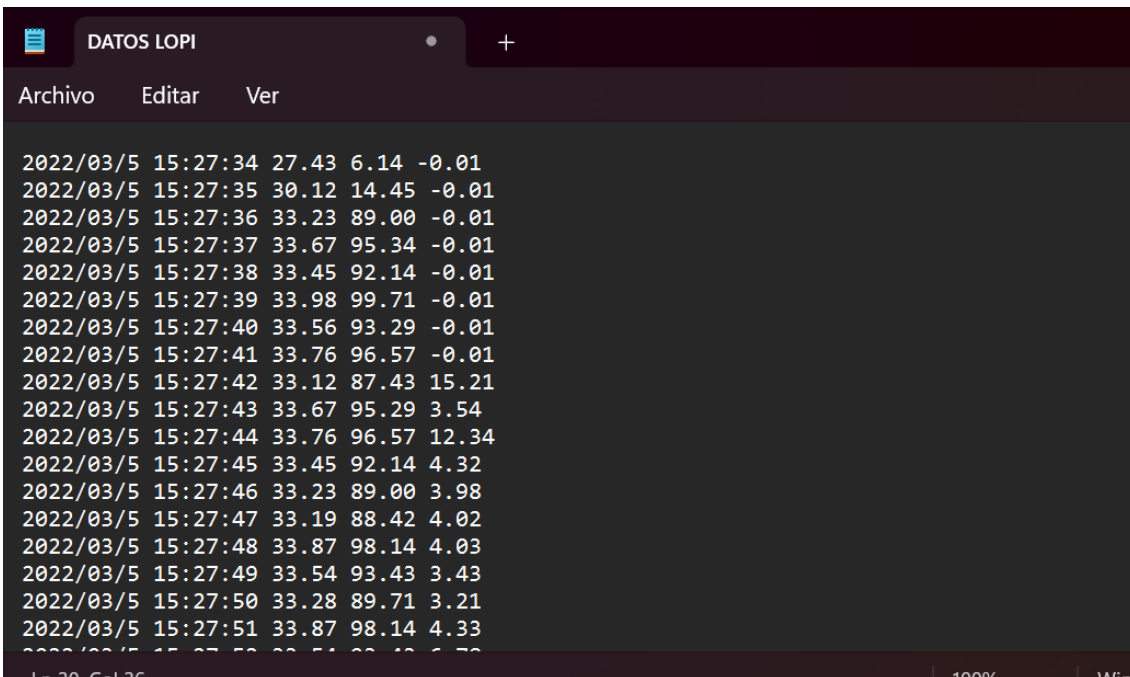
Figura 16. Comprobación de datos en el lopifit



Nota. Imagen de Autor.

Los resultados se guardan en una tarjeta micro SD en formato TXT, lo que simplifica su transferencia y visualización en un ordenador para un análisis posterior, tal como se indica en la Figura 17. Es importante destacar que la exactitud y fiabilidad de los datos son vitales para la toma de decisiones informadas y la identificación de posibles problemas o fallas en el proceso de medición.

Figura 17. Datos compilados por el lopifit



The image shows a terminal window with a dark background and light text. The title bar reads 'DATOS LOPI'. Below the title bar is a menu bar with 'Archivo', 'Editar', and 'Ver'. The main area contains a list of data points, each consisting of a timestamp followed by five numerical values. The data points are as follows:

Timestamp	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4	Value 5
2022/03/5 15:27:34	27.43	6.14	-0.01		
2022/03/5 15:27:35	30.12	14.45	-0.01		
2022/03/5 15:27:36	33.23	89.00	-0.01		
2022/03/5 15:27:37	33.67	95.34	-0.01		
2022/03/5 15:27:38	33.45	92.14	-0.01		
2022/03/5 15:27:39	33.98	99.71	-0.01		
2022/03/5 15:27:40	33.56	93.29	-0.01		
2022/03/5 15:27:41	33.76	96.57	-0.01		
2022/03/5 15:27:42	33.12	87.43	15.21		
2022/03/5 15:27:43	33.67	95.29	3.54		
2022/03/5 15:27:44	33.76	96.57	12.34		
2022/03/5 15:27:45	33.45	92.14	4.32		
2022/03/5 15:27:46	33.23	89.00	3.98		
2022/03/5 15:27:47	33.19	88.42	4.02		
2022/03/5 15:27:48	33.87	98.14	4.03		
2022/03/5 15:27:49	33.54	93.43	3.43		
2022/03/5 15:27:50	33.28	89.71	3.21		
2022/03/5 15:27:51	33.87	98.14	4.33		

Nota. Imagen de Autor.

3.8. Presentación gráfica de datos

La recopilación de datos a través del controlador es esencial para obtener información valiosa acerca del rendimiento del motor y la batería, entre los resultados obtenidos se encuentran la carga eléctrica, la potencia, la energía y el consumo energético. Estos datos son fundamentales para monitorear el comportamiento y estado del motor y la batería, lo que permite detectar posibles fallas o problemas que puedan afectar su funcionamiento a largo plazo.

3.8.1. Carga eléctrica

El objetivo en este punto es obtener la carga eléctrica instantánea consumida, lo cual se logra multiplicando el amperaje instantáneo consumido por la equivalencia de una hora en segundos ($1/3600$), tal como se muestra en la Ecuación 1.

Tabla 2. Datos para obtener la carga eléctrica

<i>Voltaje</i>	40 V
<i>Amperaje</i>	10 A
<i>Tiempo</i>	1 s

Ecuación 1. Carga Eléctrica

$$Carga\ Eléctrica = Corriente \cdot tiempo\ (h)$$

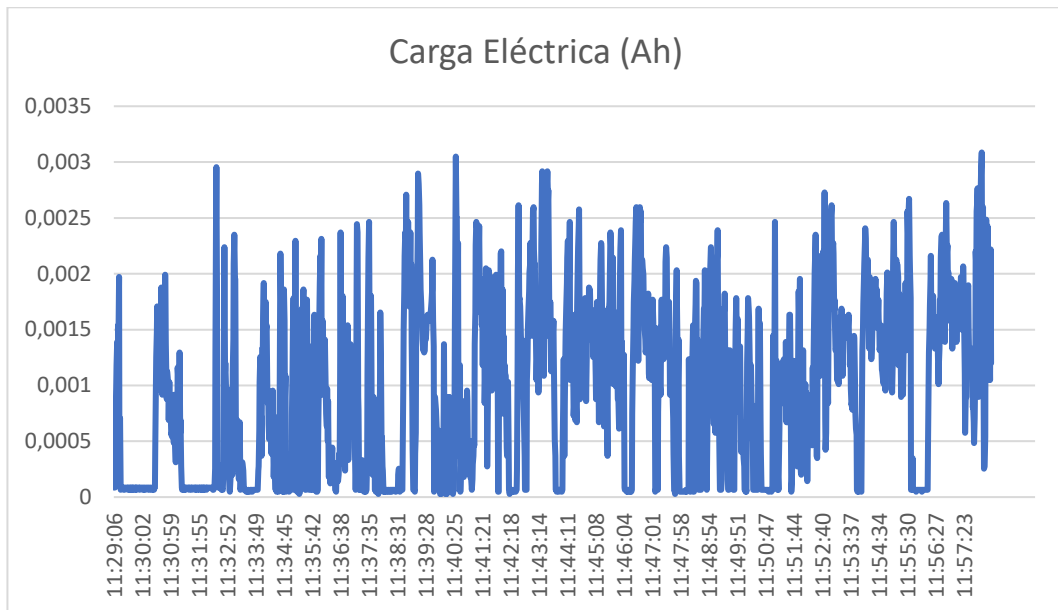
$$Carga\ Eléctrica = 30\ A \cdot 1\ s$$

$$Carga\ Eléctrica = 10\ A \cdot \frac{1}{3600}\ h$$

$$Carga\ Eléctrica = 0,00625Ah$$

En la Ilustración 1 se puede observar la varianza de la carga eléctrica en un lapso de 29 min, en donde se evidencian picos de uso de la corriente en base al tiempo, donde el valor máximo es de 0,003 Ah y con un uso de energía promedio de 0,0009 Ah, siendo estos valores necesarios para diferentes análisis dependiendo el tipo de ruta escogida por el usuario.

Ilustración 1. Carga eléctrica



Nota. Varianza de carga eléctrica.

3.8.2. Potencia

Para obtener datos útiles para análisis posteriores, es necesario calcular la potencia instantánea por segundo, este cálculo se realiza multiplicando la tensión por la corriente (Ecuación 2), tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

Tabla 3. Datos para obtener la potencia

<i>Voltaje</i>	40 V
<i>Amperaje</i>	10A
<i>Tiempo</i>	1 s

Ecuación 2. Potencia

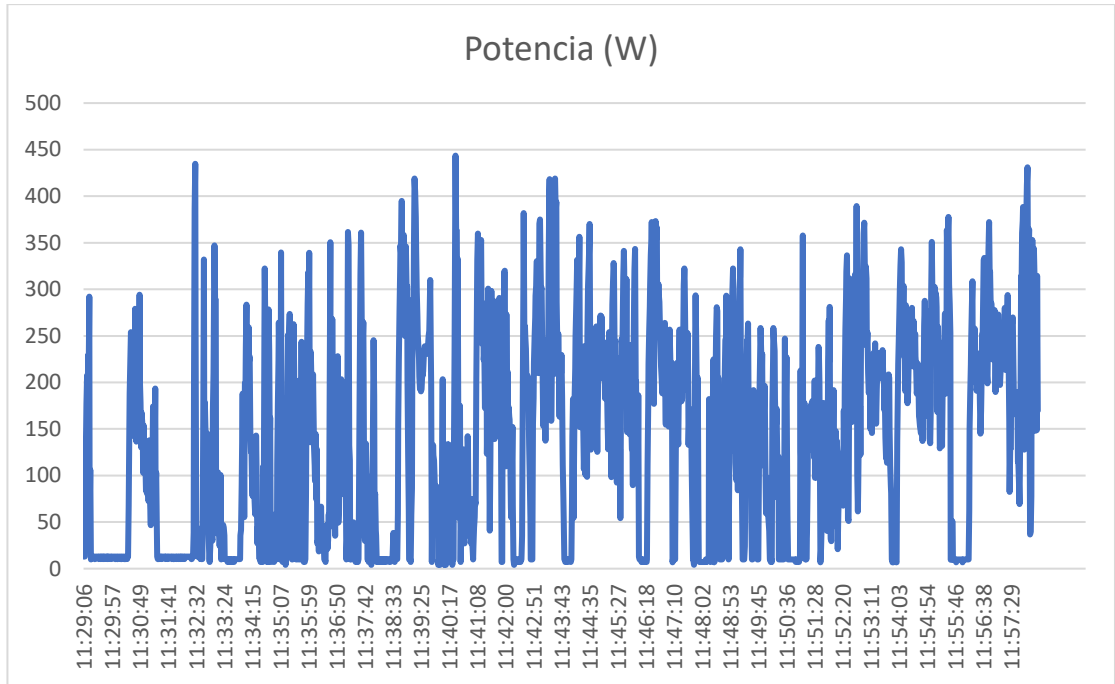
$$Potencia = Tensión \cdot Corriente$$

$$Potencia = 40 \cdot 10 A$$

$$Potencia = 400 W$$

La ruta de prueba que tuvo una duración de 29 minutos y en base al concepto de potencia explicado anteriormente, se observa en la Ilustración 2 los valores obtenidos, donde se pudo extraer datos importantes, tales como la potencia máxima de 444 W y la potencia promedio 137 W.

Ilustración 2. Potencia



Nota. Potencia instantánea.

3.8.3. Energía

El uso de la energía eléctrica se refiere a la potencia consumida en un determinado lapso de tiempo, sin embargo, en este caso solo se tienen datos de potencia instantánea, por lo que es necesario calcular el uso instantáneo de la misma (Ecuación 3), tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

Tabla 4. Datos para obtener el uso de la energía

<i>Voltaje</i>	10 V
<i>Amperaje</i>	40 A
<i>Potencia</i>	400 W

<i>Tiempo</i>	1 s
---------------	-----

Ecuación 3. Uso de la energía

$$Uso\ de\ la\ energía = Potencia \cdot tiempo\ (h)$$

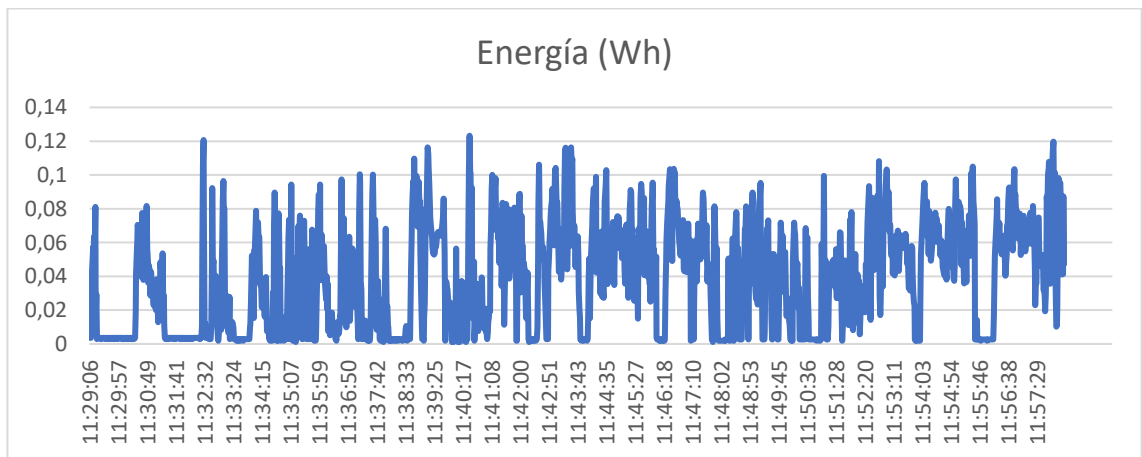
$$Uso\ de\ la\ energía = 400\ W \cdot 1\ s$$

$$Uso\ de\ la\ energía = 400\ W \cdot \frac{1}{3600}\ h$$

$$Uso\ de\ la\ energía = 0,1111\ Wh$$

En base a los valores potencia obtenidos se encuentra la potencia consumida o también conocida como energía, la cual se representa en la Ilustración 3 para conocer el consumo instantáneo, pero teniendo más valor en su sumatoria, siendo este el consumo energético total.

Ilustración 3. Energía



Nota. Potencia consumida.

3.8.4. Consumo energético

El consumo energético se refiere a la cantidad total de energía consumida durante el tiempo de uso del vehículo eléctrico. Una vez obtenido el uso instantáneo de la energía eléctrica, lo único que se requiere es realizar una sumatoria para obtener el consumo energético total (Ecuación 4), tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

Tabla 5. Datos para obtener la suma de energía

<i>Potencia (W)</i>	<i>Uso de la Energía (Wh)</i>
107,07	0,029
229,13	0,063
.	.
.	.
.	.
343,65	0,095

Ecuación 4. Suma de energía

$$\sum \text{Energía} = 67,40 \text{ Wh}$$

$$\sum \text{Energía} = 0,0674 \text{ kWh}$$

La comparación de los datos obtenidos con variables físicas externas permite obtener resultados que influyen en el comportamiento dinámico del vehículo eléctrico. Estos resultados son fundamentales para realizar análisis posteriores y pueden ser utilizados en futuros proyectos técnicos o de investigación.

5. Conclusiones

El marco referencial del proyecto resultó fundamental para garantizar una visión completa y detallada de los aspectos abordados en trabajos previos, gracias a ello se logró consolidar un enfoque de estudio riguroso que permitió identificar nuevas áreas de investigación y profundización, este proceso generó una serie de cuestionamientos adicionales que fueron necesarios investigar para abarcar todos los conceptos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Establecer una metodología de estudio sólida antes de la recolección de datos es fundamental para garantizar un desarrollo eficaz del proyecto, evitando contratiempos que puedan derivar en la repetición de pruebas o en errores en la toma de datos. En el caso específico de la extracción y compilación de datos de vehículos de movilidad eléctrica, es necesario revisar con detalle las especificaciones técnicas de los mismos para poder elegir los componentes adecuados para construir el dispositivo, de esta manera se podrá asegurar la calidad y la fiabilidad de los datos obtenidos.

El dispositivo diseñado y construido ha cumplido con su objetivo de manera efectiva, ya que los datos compilados son reales y precisos, los resultados obtenidos a través del proceso de medición y procesamiento de datos han sido óptimos para posteriores análisis. El diseño y construcción de este dispositivo ha permitido obtener información valiosa sobre el comportamiento de los sistemas y procesos estudiados, lo que puede resultar en mejoras y optimizaciones en el futuro.

6. Recomendaciones

Es fundamental conocer los parámetros precisos del vehículo eléctrico a analizar antes de diseñar y construir un circuito electrónico para evitar errores y fallas en el sistema. Es importante tener en cuenta que los vehículos eléctricos tienen requisitos específicos en cuanto a la potencia, corriente y voltaje de los sistemas eléctricos, por lo que es necesario seleccionar los componentes adecuados y diseñar un circuito que cumpla con las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

Entre los parámetros a considerar se encuentran la capacidad de la batería, la potencia del motor eléctrico, la corriente y voltaje de los sistemas de carga, entre otros. Es necesario asegurarse de que los componentes seleccionados sean compatibles con los parámetros del vehículo.

Además, es recomendable realizar pruebas y simulaciones del circuito antes de su implementación en el vehículo eléctrico, con el fin de detectar posibles errores o problemas en el diseño y asegurar su correcto funcionamiento. Es importante tener en cuenta que los circuitos electrónicos en vehículos eléctricos están sometidos a condiciones adversas, como vibraciones, cambios de temperatura y humedad, por lo que es necesario asegurar que los componentes utilizados sean resistentes y confiables.

7. Bibliografía

- Aguirre Chuncho, F. A., & Ortega Cabrera, J. E. (2020). *Estudio para la implementación del scooter eléctrico como sistema alternativo de movilidad vehicular en la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Alvarez Chomón, V. (2022). Analogías y metáforas en las señales analógicas y digitales. *Revista Márgenes*, 9.
- Calle Valdez, N. A., & Pozo Quispe, M. D. (2019). *Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo de Parámetros de vehículos a Larga Distancia*. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.
- Castillo, I., & Moncayo, P. (2023). *EVALUACIÓN DE UN SCOOTER ELÉCTRICO MONOPLAZA DE 2 kW COMO MEDIO DE MOVILIDAD EN RUTAS URBANAS DEFINIDAS DE LA CIUDAD DE CUENCA*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Cordes, T. E., Hafner, C., Lischinsky, M. J., Peralta, M. J., & Schwartz, M. (2018). *Scooters eléctricos: propuesta para el mercado argentino*. Argentina: ITBA.
- Criollo Niveló, J. R. (2019). *Control de un motor Brushless DC para aplicación en un vehículo eléctrico*. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca.
- Escobar Fontalvo, I. D. (2023). *Propuesta de diseño conceptual de la capa física de un dispositivo de diagnóstico a bordo (OBD) para monitoreo de operación de vehículos eléctricos*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Fierro Jiménez, P. R., & Sigüenza Reinoso, A. X. (2017). *Modelado y simulación numérico-matemático de parámetros de funcionamiento para un vehículo*

- eléctrico en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana .
- García Trasancos, J. (2020). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. Madrid: Ediciones Parainfo, SA.
- Gómez Cañabete, P. (2019). *Vehículos de movilidad personal; especial referencia al patinete eléctrico*. Almería: Universidad de Almería.
- Gutierrez, A., & Garcia, J. (2021). Fuentes De Energía Renovable, Recursos Energéticos Distribuidos Y Almacenamiento En Colombia: Una Revisión De La Normatividad (Renewable Energy Sources, Distributed Energy Resources And Energy Storage In Colombia: A Review Of Regulations). *SSRN*, 30.
- Hernán Sánchez, S., López, M., Martínez, I., & Borja, V. (2022). *DISEÑO DE UN VEHÍCULO DE MOVILIDAD PERSONAL ELÉCTRICO PARA ENTREGA DE PAQUETERÍA*. México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- Hernández, J., Pinto, Á., González, J., Pérez García, N., Torres, J., & Rengel, J. (2017). Nuevas Estrategias para un Plan de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica. *Ciencia, docencia y tecnología*, 20.
- Iturralde Gordillo, C. I. (2020). *Análisis del scooter eléctrico como alternativa de transporte : caso real de lanzamiento Triway*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Jiménez Acaro, R. A. (2022). “*Estudio de factibilidad del uso de VPME (vehículos de movilidad personal eléctricos) frente a la pandemia covid – 19 como alternativa*

de movilidad vehicular en el centro urbano del cantón Azogues, provincia de Cañar.”. Azogues: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Kawliya, R., Rathod, R., Rathore, V., & Chandak, A. (2019). Design and Fabrication of Treadmill Bicycle. *SSRN*, 6.

León Aravena, J. (2019). *Participación ciudadana y movilidad sostenible: el caso del área metropolitana de Concepción, Chile*. Santiago: Universidad de Chile.

Lozano Valencia, F., Rodríguez García, L., & Giraldo Buitrago, D. (2020). *Diseño, Implementación y Validación de un Controlador PID Autosintonizado*. Medellín: Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial.

Manrique Rojas, E. (2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. *Revista Ibérica de Sistemas Tecnologías de Información*, 15.

Molina Cruz, D., Cedeño Ferrin, J., Marcillo Parrales, K., Marcillo Parrales, A., Ortiz Hernandez, M., Mero Lino, E., & Merchán García, F. (2019). *Módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica*. Madrid: 3Ciencias.

Mora, C., Moreira, M., & Meneses Villagrà, J. (2022). Aprendizaje activo y significativo de la ley de Ohm en estudiantes de nivel medio superior. *Latin-American Journal of Physics Education*, 30.

Mujal Rosas, R. (2021). *Tecnología eléctrica*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Centre de Recursos de Suport a la Docència.

- Navarro Cavazos , L., Paz Razo , C., Santamaría Gómez , R., & Castro Sánchez , R. (2022). Diseño y construcción de prototipo portátil para exhibición de señal analógica. *XXVII Verano De la Ciencia*, 6.
- Peña Millahual, C. (2020). *Descubriendo Arduino*. Buenos Aires: RedUsers.
- Pontes Pedrajas, A. (2017). Utilidad de las simulaciones interactivas para comprender el modelo de corriente eléctrica. *Enseñanza de las ciencias*, 7.
- Quero Catalinas, E. (2002). *Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación*. Madrid: Gráficas Rogar.
- Quinteros Orellana, M. N. (2017). *CORRIENTE ELÉCTRICA*. Universidad Mayor de San Simón.
- Recasens Alsina, M. (2020). *Desafíos para una movilidad sostenible: Barcelona*. Barcelona: Gobierno de España. Ministerio de Fomento.
- Sonawane, R., Khairnar, S., Ahir, S., & Dabhade, B. (2019). *Electric bicycle using treadmill*. nternational research journal of engineering and technology (IRJET) Volume, 6.
- Tokheim, R. (2021). *Electrónica Digital*. Barcelona: Reverté .