



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE
DATOS (DAQ) CON EL FIN DE MEDIR PARÁMETROS DE
FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN DE
VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

GUILLERMO FERNANDO CASTRO HERNÁNDEZ

ANGEL STEVEEN VERA MARIDUEÑA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (DAQ) CON EL FIN DE MEDIR PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: GUILLERMO FERNANDO CASTRO HERNÁNDEZ

ANGEL STEVEEN VERA MARIDUEÑA

DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS CASTELO VALDIVIESO

Riobamba – Ecuador

2022

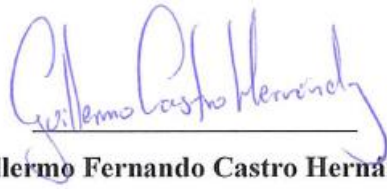
©2022, Guillermo Fernando Castro Hernández; Angel Steven Vera Maridueña

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, GUILLERMO FERNANDO CASTRO HERNÁNDEZ y ANGEL STEVEEN VERA MARIDUEÑA, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 12 de diciembre de 2022



Guillermo Fernando Castro Hernández

060432563-9

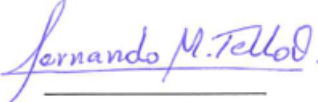




Angel Steven Vera Maridueña

230001073-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, Tipo: Proyecto Técnico, **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (DAQ) CON EL FIN DE MEDIR PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS**, realizado por los señores: **GUILLERMO FERNANDO CASTRO HERNÁNDEZ** y **ANGEL STEVEEN VERA MARIDUEÑA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Fernando Mauricio Tello Oquendo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-12
Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-12
Ing. Ángel José Quevedo Ríos ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-12

DEDICATORIA

A mi mamá, quien con su amor incondicional y su sacrificio ha hecho posible que yo siga aquí.

A mi hermano, norte de mis “sin razón”, quien estando a mi lado ha hecho que los golpes de la vida duelan menos.

A mi familia, mi rayo de luz en la oscuridad, se los debo y dedico a ustedes

Guillermo

AGRADECIMIENTO

A todos quienes en algún momento me tendieron la mano, GRACIAS con mayúsculas y desde lo más hondo.

Guillermo

En primero lugar agradezco a Dios por siempre otorgarme paciencia, sabiduría y esa fuerza de voluntad para afrontar los obstáculos que siempre se interponían en el camino para llegar a mis ideales.

A mis padres Ángel Vera y Yajaira Maridueña GRACIAS, por el apoyo incondicional, por la confianza que siempre depositaron en mí, por los valores que desde niño supieron inculcar, por enseñarme a valorar lo que tengo, por inculcarme el deseo de superación, espero siempre contar con su apoyo incondicional.

A mis hermanos Yajaira y Bryan Vera, a mi familia y amigos gracias por el apoyo y transmitirme esa fuerza para seguir adelante.

Ángel

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. <i>Justificación teórica:</i>	3
1.3.2. <i>Justificación metodológica:</i>	4
1.3.3. <i>Justificación práctica:</i>	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Referencias teóricas.....	6
2.1.1. <i>Componentes</i>	6
2.1.1.1. <i>Pi 3 B...</i>	6
2.1.1.2. <i>Touchscreen</i>	7
2.1.1.3. <i>ADC</i>	7
2.1.1.4. <i>Sensor de corriente</i>	8
2.1.1.5. <i>Sensor de voltaje</i>	8
2.1.1.6. <i>Baterías de alta tensión</i>	9
2.1.1.7. <i>Parámetros eléctricos</i>	10
2.1.1.8. <i>Antecedentes de la investigación</i>	10

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	12
3.1.	Selección de componentes y ensamblaje:	12
3.1.1.	<i>Raspberry Pi:</i>	12
3.1.2.	<i>Sunfounder Touchscreen:</i>	13
3.1.3.	<i>Sensores:</i>	14
3.1.4.	<i>Convertidor Analógico/Digital (ADC):</i>	15
3.1.5.	<i>Código de programación</i>	16
3.1.6.	<i>Prueba estática</i>	16

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	19
-----------	---	----

	CONCLUSIONES	29
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	30
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-4:	Precios de componentes	28
-------------------	------------------------------	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Impuesto a Consumos Especiales (ICE) para distintos vehículos por tecnologías y precio de venta.	3
Ilustración 2-1:	Ventas de vehículos eléctricos a nivel mundial entre 2010 y 2021	4
Ilustración 1-2:	Raspberry Pi 3	6
Ilustración 2-2:	Touchscreen	7
Ilustración 3-2:	ADC	7
Ilustración 4-2:	Sensor de corriente	8
Ilustración 5-2:	Sensor de voltaje	9
Ilustración 6-2:	Batería de alta tensión	9
Ilustración 1-3:	Raspberry Pi	12
Ilustración 2-3:	Sunfounder Touchscreen.....	13
Ilustración 3-3:	Escritorio deSunfounder Touchscreen	13
Ilustración 4-3:	Sensor de corriente	14
Ilustración 5-3:	Sensor de voltaje	15
Ilustración 6-3:	Convertidor Analógico Digital.....	16
Ilustración 7-3:	Conexión del sensor de corriente	17
Ilustración 8-3:	Conexión al borne negativo de la batería de alta tensión	18
Ilustración 9-3:	Conexión al borne positivo de la batería de alta tensión	18
Ilustración 1-4:	Pantalla de inicio del programa	20
Ilustración 2-4:	Ventana de visualización de datos evaluados.....	20
Ilustración 3-4:	Ventana para asignar el nombre del vehículo a evaluar	21
Ilustración 4-4:	Ventana de visualización de datos guardados	22
Ilustración 5-4:	Confirmación de prueba eliminada	22
Ilustración 6-4:	Gráfica corriente vs tiempo	23
Ilustración 7-4:	Gráfica de voltaje vs tiempo.....	24
Ilustración 8-4:	Gráfica potencia vs tiempo.....	24
Ilustración 9-4:	Gráfica de la prueba	25
Ilustración 10-4:	Base de datos en la primera aceleración.....	25
Ilustración 11-4:	Gráfica voltaje vs tiempo	26
Ilustración 12-4:	Gráfica corriente vs tiempo	26
Ilustración 13-4:	Datos en multímetros automotrices durante la prueba	27
Ilustración 14-4:	Valores en multímetroz automotrices antes de la aceleración.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: CREACIÓN DE ACCIONES
- ANEXO B:** CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: CONEXIÓN A BASE DE DATOS
- ANEXO C:** CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: CREACIÓN DE INTERFAZ
- ANEXO D:** CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: ESCALAMIENTO DE SENSORES
- ANEXO E:** CONEXIONES DE RASPBERRY
- ANEXO F:** VISUALIZACION DE PRUEBA REALIZADA
- ANEXO G:** PRUEBA ESTÁTICA
- ANEXO H:** MEDICIÓN EN MULTÍMETROS
- ANEXO I:** CONEXIÓN DEL SENSOR DE VOLTAJE
- ANEXO J:** INSTALACIÓN DE PANTALLA EN CARCASA

RESUMEN

En el presente documento se detalla el desarrollo de un sistema de adquisición de datos para obtener parámetros eléctricos de baterías de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos tales como voltaje, corriente y potencia eléctrica. El proyecto se inició con la selección de los componentes, los que forman parte del sistema de presentación de la interfaz, del software que contiene el programa y del sistema de medición. Consecutivamente, se desarrolló el código de programación en Python, el cual se encarga de, entre otras tareas, presentar la interfaz al usuario y procesar los datos medidos por el sensor de voltaje y de corriente. Finalmente, en el código de programación se realizó un proceso de escalamiento y corrección de las señales de los sensores, para lo cual se utilizó un multímetro y pinza amperimétrica como equipos de referencia, y se realizaron pruebas estáticas sobre un vehículo eléctrico. El resultado es un dispositivo con las características de portabilidad, una interfaz amigable para manejo y lectura de resultados, la opción de poder escoger la frecuencia de muestreo según las preferencias del operario, la presentación de datos en tiempo real al momento de realizar la prueba y finalmente la opción de acceder a una base de datos para revisiones posteriores. Se concluye que, gracias a sus características, el dispositivo desarrollado permite realizar pruebas dinámicas y estáticas a vehículos híbridos y eléctricos.

Palabras clave: <DISPOSITIVO DE ADQUISICIÓN DE DATOS>, <BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN>, <VEHÍCULOS HÍBRIDOS>, <VEHÍCULOS ELÉCTRICOS>, <POTENCIA ELÉCTRICA>, <BASE DE DATOS>.

0536-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

This document details the development of a data acquisition system to obtain electrical parameters of high voltage batteries of hybrid and electric vehicles such as voltage, current and electrical power. The project began with selecting the components of the interface presentation system, the software containing the program, and the measurement system. Consecutively, the programming code was developed in Python, which is responsible for, among other tasks, presenting the interface to the user and processing the data measured by the voltage and current sensor. Finally, in the programming code, a process of scaling and correcting the sensor signals was carried out. A multimeter and clamp meter was used as reference equipment, and static tests were carried out on an electric vehicle. The result is a device with the characteristics of portability, a friendly interface for handling and reading results, the option of being able to choose the sampling frequency according to the operator's preferences, the presentation of data in real-time at the time of performing the test and finally the option of accessing a database for subsequent revisions. It is concluded that thanks to its characteristics, the developed device allows dynamic and static tests to be carried out on hybrid and electric vehicles.

Keywords: <DATA ACQUISITION SYSTEM> <HIGH VOLTAGE BATTERIES> <HYBRID VEHICLES> <ELECTRIC VEHICLES> <ELECTRIC POWER> <DATABASE>.



Lic. Sandra Leticia Guijarro Paguay

C.I.: 0603366113

INTRODUCCIÓN

El auge de vehículos híbridos y eléctricos en el sector automotriz a nivel mundial es una realidad innegable, y con este cambio hacia la electromovilidad el área de diagnóstico y reparación de vehículos requiere nuevos y mejores equipos para brindar un servicio que cumpla con los estándares de calidad del mercado, es por esto por lo que se busca implementar equipos novedosos que permitan cumplir estos requisitos.

La implementación de un dispositivo que pueda calcular la potencia eléctrica en vehículos híbridos y eléctricos, además de presentar el voltaje de la batería y la corriente suministrada en cada momento es un paso importante hacia la inclusión de nuevas tecnologías que permitan comprender el comportamiento de vehículos específicos, además de establecer las diferencias entre los parámetros provistos por el fabricante y los parámetros de funcionamiento en condiciones reales. Los datos provistos por los fabricantes de los vehículos en cuanto a las características de estos no siempre se cumplen, especialmente cuando el vehículo es utilizado bajo condiciones diferentes a las establecidas cuando el vehículo fue testeado previo a ser lanzado al mercado, como por ejemplo una mayor altura sobre el nivel del mar, topografía irregular, condiciones de tráfico y hábitos de manejo, lo que en la mayoría de los casos reduce las prestaciones del vehículo.

El desarrollo de este proyecto está enfocado a la evaluación de los parámetros eléctricos de baterías de alta tensión de todas las clases de vehículos híbridos y eléctricos, en donde se provea de un dispositivo de fácil utilización, portable y que pueda obtener los datos medidos con una alta precisión, además de almacenar todos los valores de manera ordenada en una base de datos, con el fin de poder establecer cuánto realmente es el consumo de corriente bajo ciertas condiciones y cuánta potencia eléctrica es realmente de proveer la batería de alta tensión.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Los fabricantes de vehículos híbridos y eléctricos proporcionan información de datos nominales de parámetros eléctricos de las baterías de alta tensión que utilizan dichos vehículos, sin embargo, estos datos no pueden considerarse reales ya que varían de acuerdo a diferentes factores como hábitos de manejo, topografía, condiciones climáticas, etc. por lo cual, el tener la capacidad de medir dichos parámetros implicaría un aporte adicional al conocimiento del comportamiento de la batería de alta tensión.

La medición de voltaje y corriente de baterías de alta tensión no es una práctica novedosa en la industria automotriz, de hecho, el proceso de medición se lo puede realizar utilizando equipos comunes como multímetros y amperímetros capaces de medir el rango de voltaje y corriente que las baterías de alta tensión proveen, sin embargo este método presenta ciertas limitantes ya que si se pretende conocer la potencia eléctrica provista por la batería en cierto punto, se debe recolectar la información de los parámetros eléctricos y posterior a eso realizar los cálculos pertinentes, lo cual pasa a ser un proceso complejo si se busca sincronizar estos datos con el comportamiento de la batería bajo diferentes condiciones de manejo.

En el mercado no se encuentran equipos capaces de medir en tiempo real dichos parámetros, además de procesarlos, realizar cálculos y finalmente presentar los datos de interés al usuario. Es por estos motivos que se ha visto la necesidad de desarrollar un equipo portátil que cumpla con estas características.

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente la tendencia en la industria automotriz se refleja en el movimiento del mercado hacia la electromovilidad, y aunque los vehículos eléctricos todavía representan una pequeña porción del mercado, en 2021 casi el 9% de los autos nuevos vendidos fueron eléctricos, a diferencia del 2,5% de 2019 (Ewing and Boudette 2022). Siendo así que las ventas de autos eléctricos alcanzaron 6.6 millones en 2021, más del triple que los dos años anteriores (Fuentes 2022). Esto es debido a que la corriente actual incita a contaminar cada vez menos y buscar tecnologías más sustentables y amigables con el medioambiente. Es importante notar que, a pesar de su veloz crecimiento, el número de vehículos híbridos y eléctricos en el mercado con relación a vehículos con únicamente

motor de combustión interna aún es muy baja, se estima que el número de vehículos a nivel mundial en 2022 alcanza la cifra de 1446.000 millones (Hedges&Company 2022). Este fenómeno se debe a que varios componentes como por ejemplo las baterías de alta tensión, se encuentran aún con un amplio margen de desarrollo. Es por esta razón que el mercado de análisis y diagnóstico de vehículos híbridos y eléctricos se encuentra en el mismo estado que el de los vehículos, en auge pero sin grandes avances aún, por lo cual actualmente no se encuentra en el mercado un equipo capaz de leer parámetros eléctricos de baterías de alta tensión, medir dichos parámetros en tiempo real bajo diferentes condiciones de manejo, procesarlos y mostrarlos mediante una interfaz, además con la característica de que sea un equipo portátil y de uso amigable, esto representa un problema debido a que no se tiene una idea clara del comportamiento de la batería como por ejemplo la potencia eléctrica provista, cuánto voltaje o corriente es utilizado por el vehículo en diferentes situaciones, ni la autonomía de éste bajo ciertas condiciones de manejo y terreno.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

La movilidad eléctrica no es más que la implementación de las nuevas tecnologías para transportarse de un lugar a otro como son las bicicletas eléctricas, motos, scooters, vehículos eléctricos e híbridos, con la implementación de estas nuevas tecnologías se podrá reducir los gases contaminantes de efecto invernadero.

Vehículo (tecnología)	Precio del vehículo	ICE %
Híbrido o eléctrico	Hasta \$35,000	0%
	\$35,000 - \$40,000	8%
	\$40,000 - \$50,000	14%
	\$50,000 - \$60,000	20%
	\$60,000 - \$70,000	26%
	Mayor a \$70,000	32%
Camionetas, furgonetas, camiones y vehículos de rescate	Hasta \$30,000	5%
Motorizados livianos	Hasta \$20,000	5%
	\$20,000 - \$30,000	10%
	\$30,000 - \$40,000	15%
	\$40,000 - \$50,000	20%
	\$50,000 - \$60,000	25%
	\$60,000 - \$70,000	30%
	Mayor a \$70,000	35%

Ilustración 1-1: Impuesto a Consumos Especiales (ICE) para distintos vehículos por tecnologías y precio de venta.

Fuente: (López and Galarza, 2016).

De acuerdo con (López and Galarza 2016), en Latinoamérica debido a la cantidad de generadores hidroeléctricos, existe una de las matrices de generación eléctrica con menores emisiones de CO₂, la movilidad eléctrica aporta de manera significativa a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En el Ecuador no existe ensamblaje de vehículos eléctricos, los vehículos eléctricos menores a 40.000 USD son exentos del arancel de importación, además el Impuesto a Consumos Especiales (ICE) no se aplican en vehículos eléctricos e híbridos

1.3.2. *Justificación metodológica*

Debido a que, una vez desarrollado el equipo se harán pruebas sobre baterías de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos, se establecerá la metodología para utilizarlo y realizar dichas pruebas, lo cual presentará una serie de pasos que servirán de guía para la correcta utilización del equipo en futuros análisis y pruebas.

1.3.3. *Justificación práctica:*

En vista de la escasa variedad de equipos que suplan las necesidades mencionadas en el punto 1.2, el desarrollo de este trabajo proporcionará una solución a este problema, ya que, a pesar de que existen equipos destinados a obtención de datos eléctricos, estos no están diseñados específicamente para vehículos eléctricos sino para cualquier tipo de maquina eléctrica y los cuales tienden a tener costos elevados en el mercado, por lo que se ve obstaculizada su adquisición. Además, la elaboración de dicho equipo se requiere componentes de fácil acceso en el mercado y consta de un ensamblaje sencillo, el reto consiste únicamente en el desarrollo del código de programación que permitirá leer, procesar y presentar los datos en la interfaz del equipo.

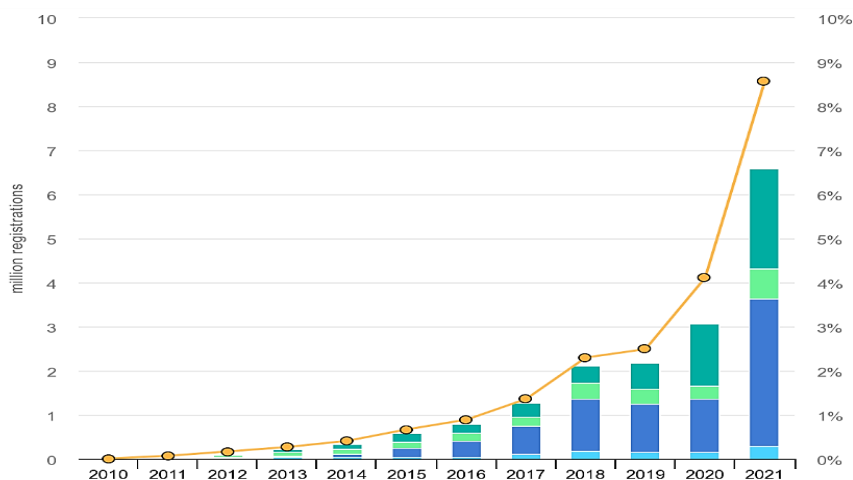


Ilustración 2-1: Ventas de vehículos eléctricos a nivel mundial entre 2010 y 2021

Fuente: (Paoli and Gül, 2022)

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar un sistema de adquisición de datos (DAQ), el cual, mediante sensores de voltaje y corriente, permita medir parámetros de funcionamiento de la batería de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Seleccionar los componentes electrónicos que permitan la visualización y obtención de datos de voltaje y corriente, los cuales deben ser los adecuados para la medición de las características de la batería de un vehículo eléctrico.
- Desarrollar el código de programación del interfaz gráfico para el procesamiento y muestra de los datos obtenidos de los sensores.
- Validar los datos obtenidos comparando con multímetros u osciloscopios comerciales.
- Realizar pruebas sobre un vehículo eléctrico para determinar los parámetros eléctricos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencias teóricas

2.1.1. Componentes

2.1.1.1. Pi 3 B

Raspberry Pi es una computadora de bajo costo y de tamaño compacto, es capaz de solventar una amplia gama de usos, desde la visualización de videos (con un monitor externo), navegación por internet, reproducción de juegos, hasta el desarrollo de proyectos más complejos que involucren el uso de sensores, actuadores y demás componentes externos. La Raspberry Pi utiliza el sistema operativo Linux y lenguajes de programación como Python o Scratch.

La versión 3B de Raspberry Pi tiene puerto de entrada/salida para todo propósito (GPIO) de 40 pines, destinados a la conexión de sensores, actuadores y demás elementos externos de acuerdo con el uso que se le vaya a dar, además posee puertos USB, HDMI, conector de ethernet, entrada de audio y para una memoria externa microSD y un conector micro USB para alimentación. La alimentación es de 5V, sin embargo, el voltaje de entrada para el GPIO es de 3.3V.

En cuanto a las características técnicas, este componente posee:

- Un procesador de 64-bit y 1.6 GHz
- LAN Wireless dual-band
- Bluetooth 4.2

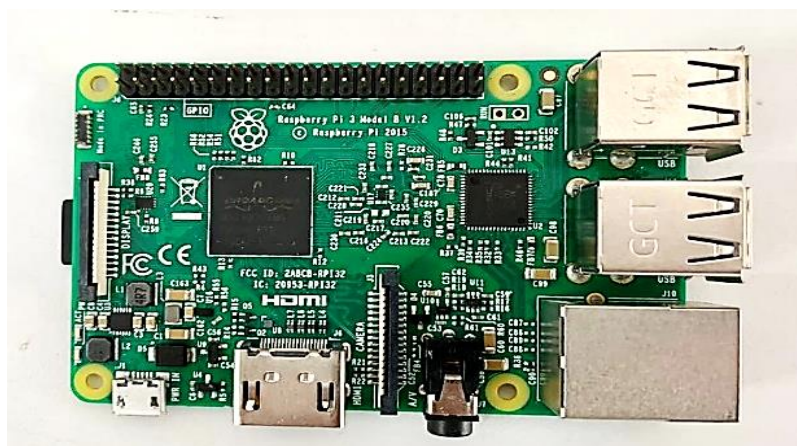


Ilustración 1-2: Raspberry Pi 3

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

2.1.1.2. Touchscreen

Desarrollada por SunFounder, la pantalla cumple la función de un monitor en una computadora tradicional, permite desplazarse por las diferentes funciones de la computadora y provee de un teclado virtual, lo que elimina la necesidad de conectar dicho componente de forma externa. Consiste en una pantalla LCD táctil de 10.1” con una resolución de 1280x800 píxeles, físicamente consta con un soporte posterior para la Raspberry Pi.

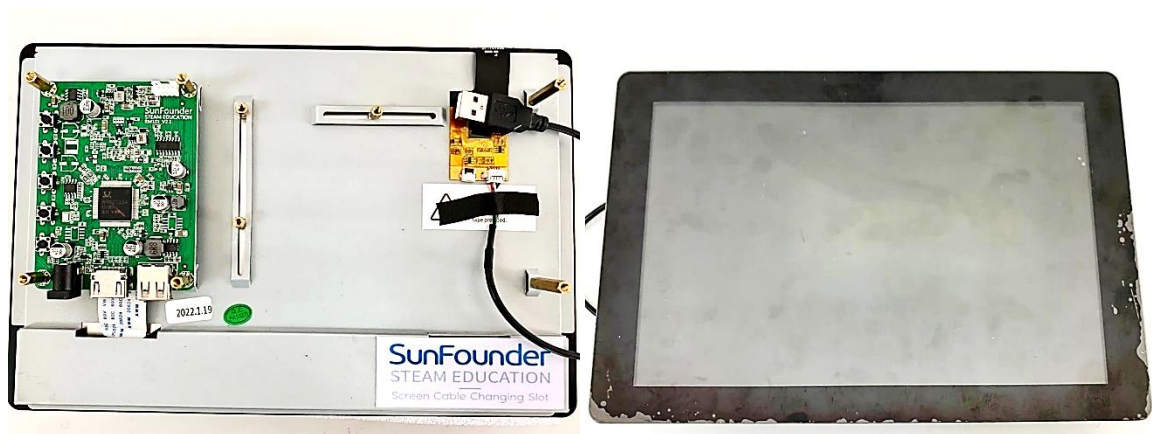


Ilustración 2-2: Touchscreen

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

2.1.1.3. ADC

ADC son las siglas de convertidor analógico a digital, el ADC Pi está diseñado específicamente para trabajar con la computadora Raspberry Pi, el cual tiene 8 pines listos para realizar la conexión con el GPIO de dicha computadora. En cuanto a las características técnicas del ADC, posee 8 canales y 16 bits, y una entrada de hasta 5V, por lo que se debe tomar en cuenta que las señales de entrada sean compatibles con dicho componente.

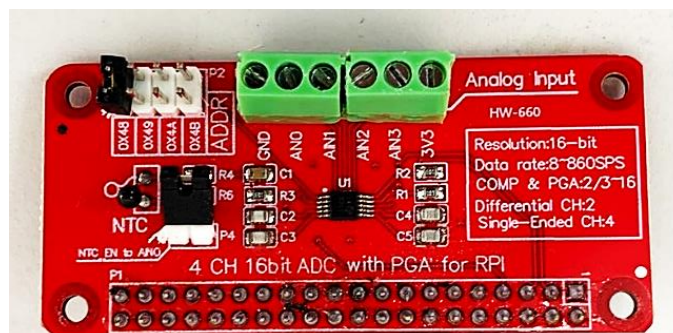


Ilustración 3-2: ADC

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

2.1.1.4. Sensor de corriente

El sensor de corriente de la serie D-C2T, desarrollado por FuChuang Technology Company, es un sensor de efecto hall que permite la medición de corriente continua a través de un cable. Este sensor se puede adquirir con diferentes características que van desde la medición de corriente de 100A a 500A, en el caso específico del sensor a ser utilizado en este proyecto se posee las siguientes características:

- Voltaje de alimentación: 12V
- Amperaje de entrada: Hasta 500A
- Señal de salida: analógica de 4V CC



Ilustración 4-2: Sensor de corriente

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

2.1.1.5. Sensor de voltaje

El sensor de voltaje, mediante inducción electromagnética, convierte el voltaje de un circuito en una señal analógica equivalente de 0V a 5V, para posteriormente ser leída. En el caso específico del sensor de voltaje a ser utilizado, posee las siguientes características:

- Voltaje de alimentación: 12V CC
- Voltaje de entrada: hasta 1000V CC
- Señal de salida: Analógica de hasta 5V CC

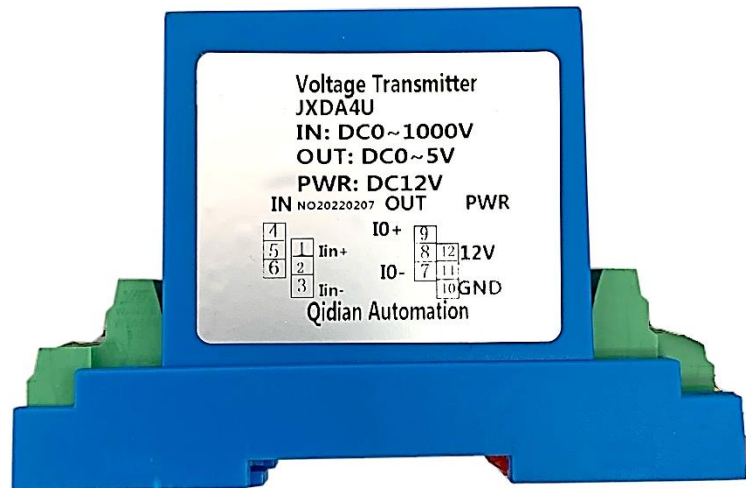


Ilustración 5-2: Sensor de voltaje

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

2.1.1.6. *ÇBaterías de alta tensión*

(Chong 2018) Indica que una batería de alta tensión es un conjunto de módulos, los módulos son un conjunto de celdas. Las baterías de níquel-metal hidruro tienen celdas de 1,2 V cada una y están conectadas en serie formando un módulo.

Las baterías convencionales poseen una capacidad de carga inferior a las baterías de alta tensión, así mismo existen baterías con diferentes bases químicas como es en el caso de: polímero de litio (LiPo), níquel-cadmio (NiCd) y níquel-metal hidruro (NiMH). Este tipo de baterías con estas bases químicas tienen buenas características como son: mayor vida útil, capacidad de carga mayor, soportan sobrecargas, construcción rígida y compacta.(Jeréz Mayorga, Puente Moromenacho and Ayala Ortiz 2018)

Definiciones

- Módulo de Baterías: es la conexión en serie o paralelo de varias celdas.
- Celdas: conectadas en serie o paralelo, además posee un ánodo y un cátodo, siendo esta la forma más pequeña de una batería



Ilustración 6-2: Batería de alta tensión

Fuente: (Sloan, 2020).

2.1.1.7. Parámetros eléctricos

A continuación (Chuquimarca and Suin 2017) detalla los parámetros eléctricos que caracterizan el funcionamiento de las baterías.

- Tensión.- Es la presión o fuerza con la que empuja a los electrones dentro de un circuito.
- Tensión nominal.- Es la diferencia potencial que un fabricante ha definido para un equipo
- Amperaje.- Es la unidad de medida de la intensidad eléctrica y es quien hace funcionar a un dispositivo electrónico.
- Capacidad de carga.- Su unidad de medida son los Culombios y se define como la carga eléctrica almacenada.
- Efecto Hall.- Es el un campo eléctrico formado por la separación de cargas
- Estado de carga (SOC).- Es el estado o nivel de carga de una batería.
- Profundidad de descarga (DOD). - Hace referencia a cuánta capacidad de una batería se ha empleado en una actividad.
- Estado de salud (SOH). - Es la relación que existe entre la carga máxima de una batería y su capacidad nominal.
- Potencial eléctrico. - También conocido como trabajo eléctrico y permite obtener una medida del campo eléctrico de un objeto o punto.
- Tiempo de descarga. - Es el tiempo que tarda en descargarse una batería.
- Tiempo de recarga. - Se define como el tiempo que se demora en cargarse una batería.

2.1.1.8. Antecedentes de la investigación

Tomando en cuenta la problemática ya mencionada, se han realizado diferentes intentos de presentar un equipo que mida los parámetros eléctricos de interés de las baterías de alta tensión. En 2019, miembros del “State Grid Zhejiang Electric Power Company”, establecidos en la provincia de HangZhou, en China, presentaron el desarrollo de un medidor de corriente continua con el fin de utilizarlo en las estaciones de carga de vehículos eléctricos. El dispositivo de medición de energía eléctrica juega un papel muy importante en el acuerdo comercial entre consumidores y proveedores de energía eléctrica (Song et al. 2019). Esto se debe a que si el punto de medición se encuentra situado previo a la rectificación de la corriente alterna, la energía eléctrica perdida durante dicha rectificación correrá por parte del consumidor, lo cual disminuirá la popularidad de los vehículos eléctricos a los ojos de los consumidores, por tal motivo un medidor de corriente continua puede ser utilizado para medir la corriente recibida por el usuario.

En cuanto al principio de funcionamiento, explican que la línea de corriente es transformada a una señal de voltaje y la línea de voltaje es medida directamente, las cuales son recibidas por un chip de procesamiento, y posteriormente a esto son procesadas para obtener los datos correspondientes de potencia eléctrica.

Además, estudiantes de la universidad de Colima presentaron un artículo en la “Revista de aplicaciones de ingeniería” de un sistema de medición de voltaje, corriente y resistencia. Como mencionan sus autores, el módulo de medición de las variables cuenta con tres formas de medición que son, voltaje, resistencia y corriente. Para lograr esta función se utilizó un ARDUINO MEGA 2560 para leer los datos y mostrarlos en forma local en una LCD (16x2), los datos recibidos se convirtieron de analógico al digital con los pines ANALOG IN del Arduino (Albino et al. 2020).

Para dicho propósito, se desarrolló un sistema con divisores de tensión y de corriente, con el fin de reducir los parámetros eléctricos medidos a señales compatibles con el módulo Arduino. Finalmente, posterior al procesamiento de los datos, estos fueron presentados mediante una aplicación desarrollada en “APP Inventor”.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

El fin de este proyecto consiste en desarrollar un código de programación que, al implementarlo en una computadora compacta, y con la ayuda de sensores, pueda presentar los parámetros eléctricos de las baterías de alta tensión a través de una pantalla en tiempo real. Por tal motivo el enfoque de este proyecto técnico tendrá un carácter cuantitativo, y será de tipo experimental, ya que se realizarán pruebas de verificación de los datos obtenidos, los mismos que se cotejarán mediante un análisis estadístico con la información recopilada de los de equipos de medición tradicionales como el multímetro y pinza amperimétrica.

3.1. Selección de componentes y ensamblaje:

Como paso inicial para el desarrollo de este proyecto, se seleccionarán los componentes cuyas características sean las más adecuadas de acuerdo con los propósitos establecidos. La computadora para utilizar es el componente más importante para el desarrollo del proyecto, por lo cual sus características fueron analizadas cuidadosamente tomando en cuenta su facilidad de utilización y precio en comparación con otros equipos.

3.1.1. *Raspberry Pi*:



Ilustración 1-3: Raspberry Pi

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

La computadora seleccionada utiliza un sistema operativo libre denominado Raspbian, el cual es desarrollado por la misma empresa creadora de la computadora, y debido a que el fin mayor para

el que este componente fue creado es para realizar todo tipos de proyectos, el sistema operativo viene cargado con programas base para desarrollar códigos de programación utilizando el lenguaje Python. El sistema operativo es instalado desde una computadora en una tarjeta de memoria Micro SD, la cual posteriormente es insertada en el hardware Raspberry Pi.

3.1.2. *Sunfounder Touchscreen:*

Ya que la computadora compacta es simplemente una tarjeta electrónica, necesita de un hardware externo que haga las veces de monitor para poder trabajar en ella, es así que la pantalla Sunfounder debe ser conectada a la Raspberry. La pantalla viene con un soporte en la parte posterior donde la computadora puede ser fijada, además de incluir un cable HDMI, un cable de alimentación a la computadora y un cable de datos con los que la conexión entre la pantalla y la Raspberry queda lista, la pantalla no requiere de una configuración adicional para utilizar la función táctil.

Una vez conectados ambos componentes, se puede trabajar con la Raspberry.



Ilustración 2-3: Sunfounder Touchscreen

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

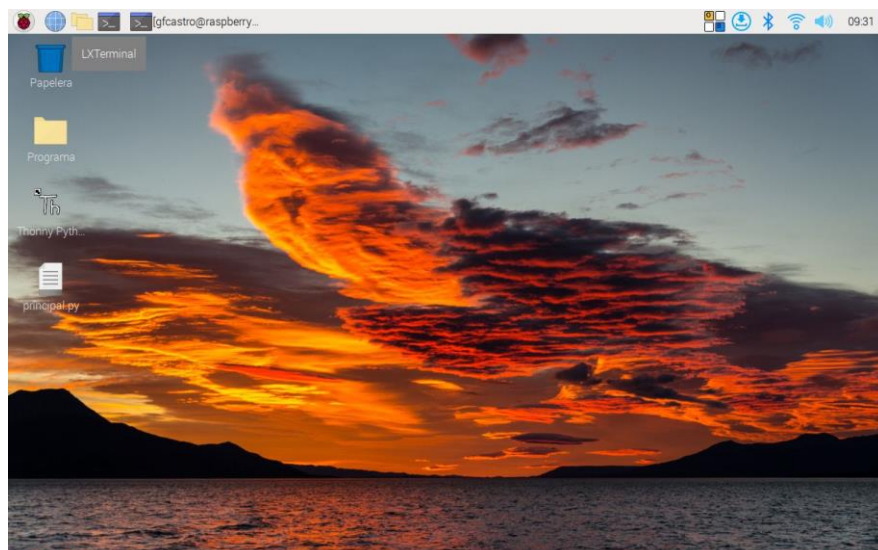


Ilustración 3-3: Escritorio deSunfounder Touchscreen

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

3.1.3. Sensores:

Tomando en cuenta que el dispositivo será utilizado para medir parámetros eléctricos de baterías de alta tensión, en donde el voltaje a medir puede ser superior a 700V y una corriente de más de 300A, el sensor de voltaje seleccionado tiene un rango de medición de 0V a 1000V y el sensor de corriente de 0A a 500A, lo cual brinda un amplio rango de baterías que pueden ser objetos de medición.

El principio de funcionamiento del sensor de corriente es efecto Hall, físicamente el sensor tiene 4 pines los cuales corresponden a:

- Pin 1: Alimentación del sensor de 12V.
- Pin 2: GND de la señal.
- Pin 3: Señal analógica de salida.
- Pin 4: GND de la alimentación.

Debido a que el sensor es de efecto hall, no posee un cable de entrada al cual medir la corriente, en su lugar el cable pasa a través del sensor y mediante el campo electromagnético generado alrededor del cable se crea la señal de salida que irá al convertidor analógico/digital (ADC) mediante el cable del pin 3.



Ilustración 4-3: Sensor de corriente

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

El sensor de voltaje tiene 12 pines, para el propósito de este proyecto se utiliza la siguiente configuración:

- Pin 12: Alimentación de 12V.

- Pin 10: GND de alimentación.
- Pin 9: Señal de salida.
- Pin 7: GND de la señal.
- Pin 1: Voltaje de entrada (de la batería de alta tensión).
- Pin 3: GND del voltaje de entrada.

El Pin 12 y 10 corresponden a la alimentación, por tal motivo van conectados a la fuente de voltaje que alimenta todo el dispositivo.

El pin 9 y 7 corresponden al circuito de señal que la Raspberry leerá, a través del ADC.

El pin 1 y 3 corresponden al voltaje que será censado, por lo que el pin 1 deberá ir conectado al borne positivo y el pin 3 al borne negativo de la batería de alta tensión.

Las señales de salida con sus respectivas GND irán al computador compacto, sin embargo, estas señales son analógicas y deben ser transformadas a digitales, por lo que deben pasar por el convertidor analógico/digital mencionado en el punto 2.1.1.3.

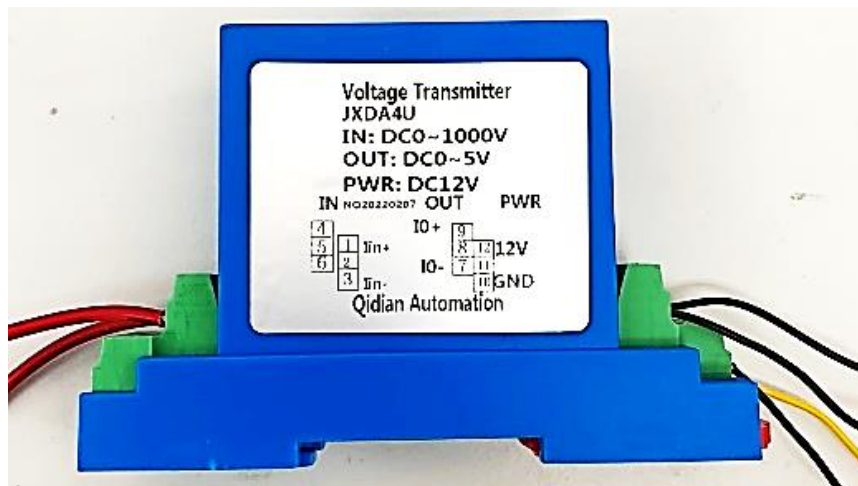


Ilustración 5-3: Sensor de voltaje

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

3.1.4. Convertidor Analógico/Digital (ADC):

El ADC convierte las señales analógicas en digitales para que la Raspberry pueda leerlas, va conectado en el GPIO de la computadora y las señales provenientes de los sensores serán recibidas en los siguientes pines:

Pin AN 0: Corresponde a la señal del sensor de voltaje.

Pin AN 1: Corresponde a la señal del sensor de corriente.

Pin GND: Corresponde a los GND de las señales de ambos sensores.

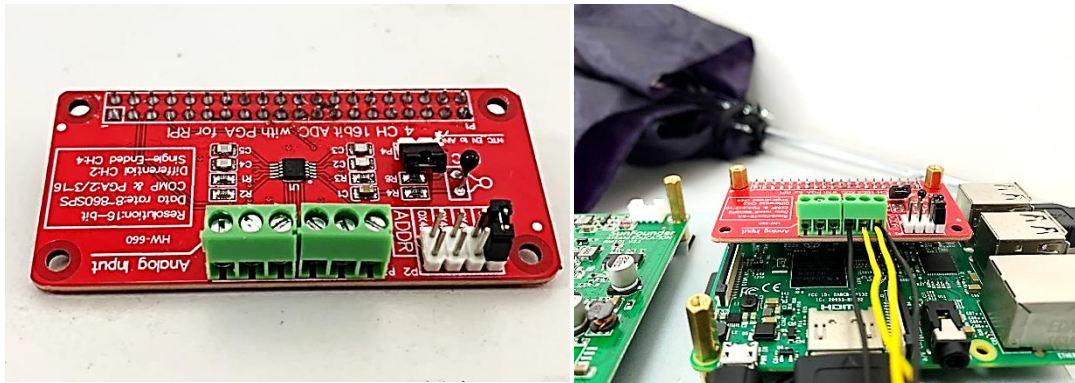


Ilustración 6-3: Convertidor Analógico Digital

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

3.1.5. Código de programación

El código de programación es desarrollado en Python, en donde primero se inician las librerías que serán requeridas durante todo el proceso, y posterior a eso se crean el menú con las ventanas y los botones ya mencionados, asignándoles una función específica.

Posteriormente se crea una base de datos a la que se puede acceder desde el navegador mediante la conexión PhpMyAdmin, en donde se añadirá o eliminarán base de datos de acuerdo a las pruebas realizadas.

Una vez creada la interfaz que permitirá desplazarse por el programa, se configura el plano en donde se desarrollará el gráfico de los valores obtenidos.

Finalmente se desarrollan las ecuaciones de cálculo de voltaje y corriente en base al voltaje recibido por los sensores.

3.1.6. Prueba estática

Para la realización de la prueba estática se tomó como vehículo de pruebas la moto eléctrica de la carrera Ingeniería Automotriz de la Politécnica de Chimborazo, la cual cuenta con una batería de ion de litio con voltaje nominal aproximado de 54V.

Para iniciar el proceso, se monta la motocicleta en el caballete propio del vehículo para dejar la rueda posterior de tracción libre del suelo, posteriormente se conecta el sensor de corriente al dispositivo DAQ, los cables del sensor de corriente se conectan en los puertos correspondientes del dispositivo, es decir, el BNC macho con el hembra etiquetado como “Corriente” y el de alimentación con el correspondiente. En cuanto a la medición de voltaje, se conecta la sonda al puerto BNC correspondiente en el dispositivo.

A continuación, se conecta el dispositivo a una fuente de alimentación de 12V, la cual alimenta todo el sistema, incluyendo los sensores.

Finalmente, cuando todo se encuentre conectado y listo para utilizarse, se conecta el sensor de voltaje a la batería de alta tensión, conectando primero el cable negro al borne negativo y el rojo al borne positivo, realizando un pequeño contacto con el cable positivo al borne positivo, para evidenciar si existen corto circuitos, en el caso de que no exista ningún problema, se completa la conexión.

Una vez realizadas todas las conexiones, se inicia el programa, se selecciona la opción para evaluar y se ingresa el nombre del vehículo, se selecciona el botón de “Siguiente” y aparecerá la interfaz en donde se desarrollan las gráficas de voltaje, corriente y potencia eléctrica.



Ilustración 7-3: Conexión del sensor de corriente

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)



Ilustración 8-3: Conexión al borne negativo de la batería de alta tensión

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

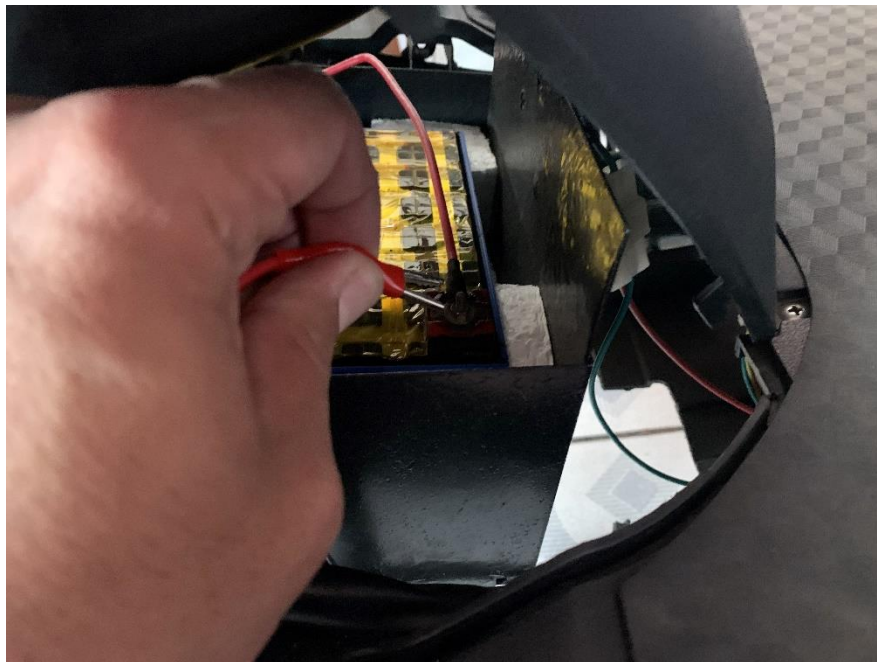


Ilustración 9-3: Conexión al borne positivo de la batería de alta tensión

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Al iniciar la prueba, se muestran los datos de voltaje, corriente y potencia eléctrica en tiempo real con una frecuencia de muestreo de 100ms. Se realiza la prueba durante un lapso de 3 minutos, para luego dar por finalizada y se guarden los datos en una base de datos. Se apaga el dispositivo, se apaga la moto y se desconectan los sensores.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentarán los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos planteados.

Como primera parte del desarrollo del proyecto, la selección de los componentes supuso una investigación para escoger los más adecuados para cumplir con el objetivo del proyecto. La conexión de los componentes se desarrolló sin mayor inconveniente debido a que en la pantalla ya incluye soportes para instalar la Raspberry Pi, además de los cables para las conexiones de alimentación, audio y video.

Como primer prototipo se utilizaron cables de timbre para todas las conexiones, siendo estas los de alimentación de los sensores y transmisión de datos, además se utilizó el conector propio de la pantalla que alimenta también la Raspberry, sin embargo en las primeras pruebas se detectó una lectura anómala de datos, en las que se evidenció un excesivo ruido en las señales, esto nos alertó de que posiblemente existía un factor que alteraba estos datos, por lo que se revisó todas las conexiones y se descubrió que al utilizar una fuente de 12V DC que alimentaba a los sensores, el voltaje llegaba con un ruido periódico debido a que dicha fuente se conecta a la red de suministro eléctrico de 110 V AC, para lo cual la solución fue utilizar una batería de 12V DC, lo que además permitía la portabilidad del dispositivo en caso de hacer pruebas dinámicas.

Los cables, además, se cambiaron por cables multifilares y coaxiales, los cuales reducen la interferencia de corrientes externas y permiten una transferencia precisa de datos.

La alimentación del dispositivo originalmente es mediante un conector a la red de alimentación eléctrica que tiene 110V de entrada y 12V de salida, sin embargo la salida de alimentación de dicho transformador es de 1.5A, lo que supone una corriente inferior a la necesaria para el correcto funcionamiento de todos los componentes, por lo que se optó por tomar la alimentación directamente de una fuente de 12V pero de mayor amperaje, además la alimentación de los sensores se toma del mismo cable, por lo que se tiene una sola alimentación general para todo el dispositivo.

Se desarrolló una carcasa con impresión 3D, lo que permite la protección de todos los componentes electrónicos, a excepción del sensor de corriente, que al ser de efecto Hall debe ir directamente en el cable del cual medirá la corriente.

En cuanto al desarrollo del programa, se presenta la interfaz que permitirá desplazarse entre las diferentes opciones para evaluar un vehículo, visualizar los resultados o eliminar alguna prueba previa de la base de datos. Con los cables conectados en su posición correspondiente se enciende el equipo y se inicia el programa. En la pantalla de inicio se encuentran dos botones: “File” y “Tools”, donde el segundo botón despliega las opciones “Evaluation”, “Visualize” y “Eliminate”, las cuales tienen las siguientes características:

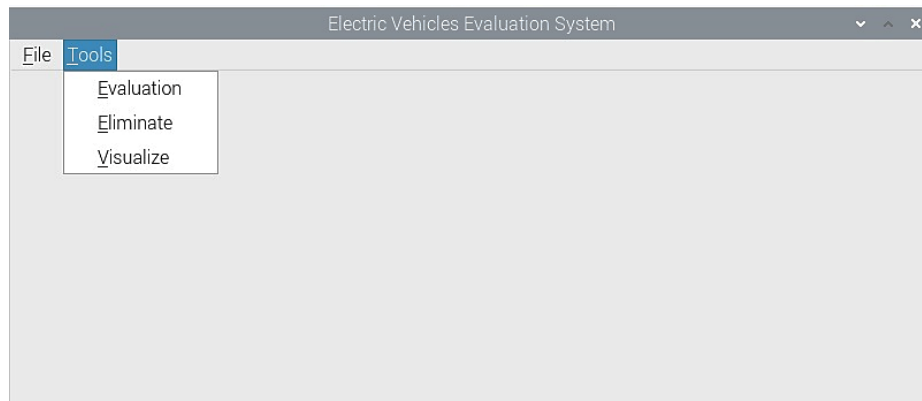


Ilustración 1-4: Pantalla de inicio del programa

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

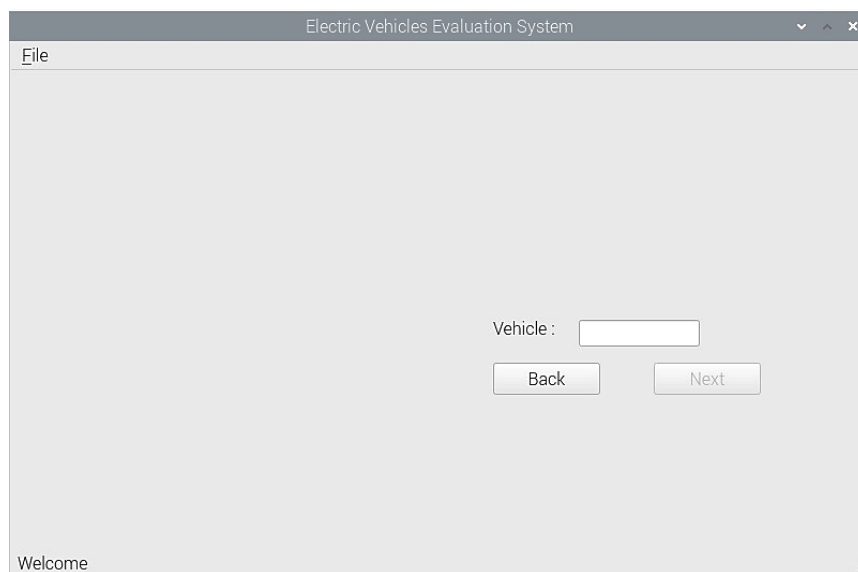


Ilustración 2-4: Ventana de visualización de datos evaluados

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

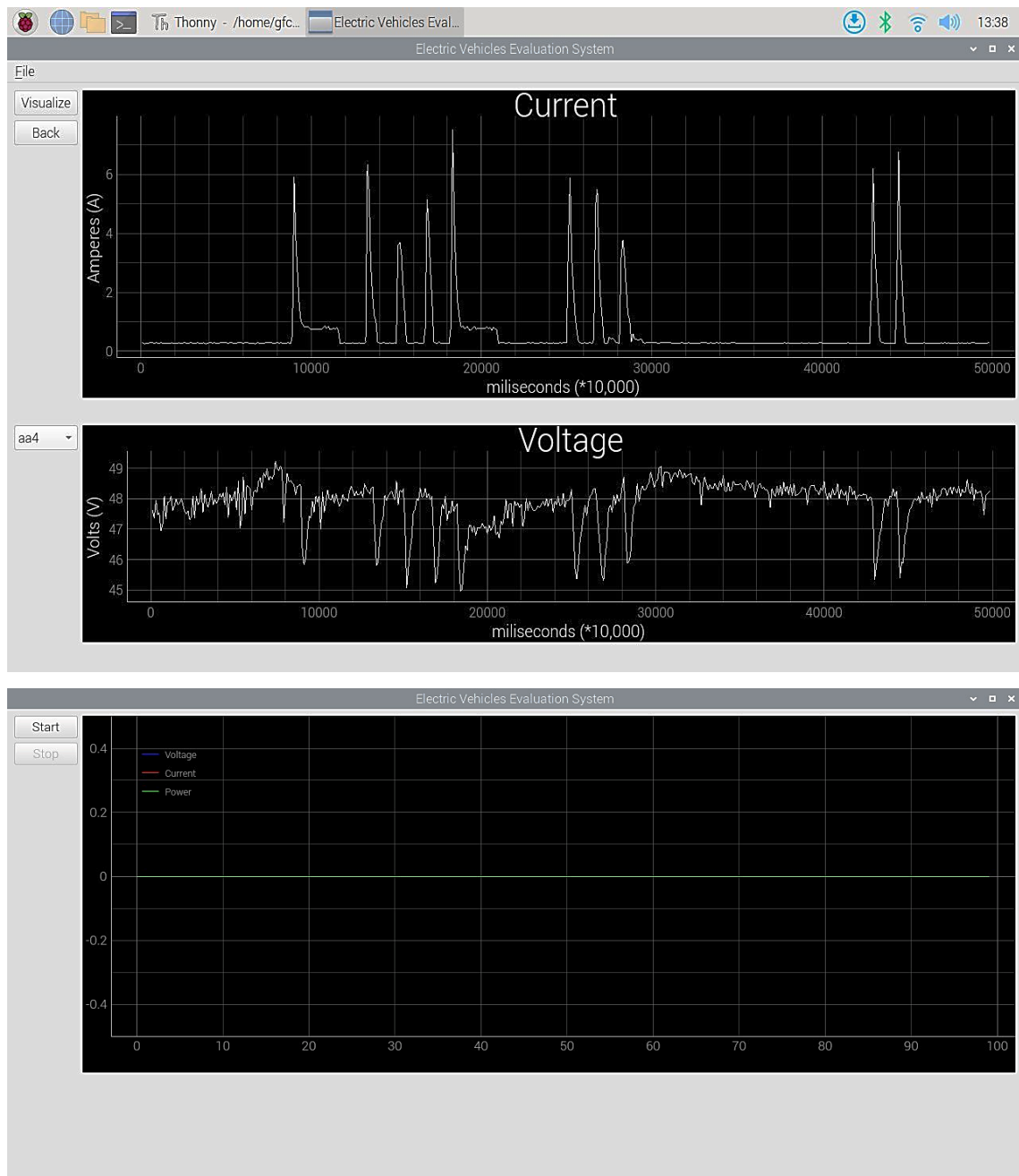


Ilustración 3-4: Ventana para asignar el nombre del vehículo a evaluar

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Evaluation: Al seleccionar esta opción, se abre una ventana que permite ingresar un nombre referencial del vehículo en el que se harán las pruebas, además de la opción de seguir adelante o retroceder, al seleccionar la opción de continuar se abre una nueva ventana con un diagrama donde, al iniciar la evaluación, se muestran las gráficas en tiempo real de los valores medidos, en la parte inferior se indica el voltaje, corriente y potencia eléctrica instantáneas, y se muestra además un botón para finalizar la medición.

Al finalizar la medición se muestra una ventana que indica que los datos fueron guardados. Visualize: En esta opción se permite al operador del equipo seleccionar entre todas las pruebas realizadas y visualizar las gráficas de los datos obtenidos, se presentan dos gráficas: una de voltaje y otra de corriente; en donde se puede desplazar a través de estas, acercar o alejar, con el fin de observar detalladamente los valores obtenidos.



Ilustración 4-4: Ventana de visualización de datos guardados

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Eliminate: Permite seleccionar una prueba entre las realizadas y eliminarla de la base de datos.

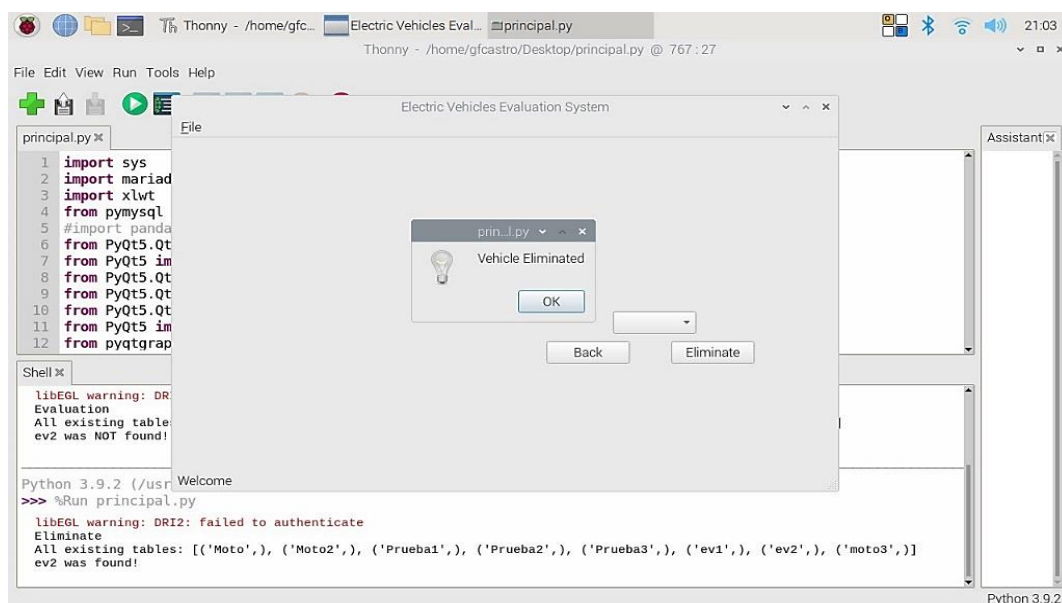


Ilustración 5-4: Confirmación de prueba eliminada

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Los datos obtenidos se guardan en forma de base de datos del dispositivo a la cual se puede acceder desde el navegador mediante el comando PhpMyAdmin, la cual permite gestionarlos y, a diferencia de la opción “Visualize” en donde se muestra una gráfica, esta permite visualizarlos de forma numérica en lapsos de 100ms.

Al finalizar la prueba estática, se obtuvieron los datos de voltaje, corriente y potencia eléctrica. Se obtuvieron 1883 datos, correspondientes a todos los valores recolectados durante 3 minutos de prueba.

Se realizó una grabación en video de las mediciones de datos del multímetro y pinza amperimétrica para compararlos con los resultados obtenidos con el dispositivo, es importante señalar que los datos presentados por estos equipos de medición son muestreados en un rango mayor de tiempo, en donde se muestra un promedio de los datos, por lo que el rango de comparación más certero entre el multímetro, pinza amperimétrica y el dispositivo se da en los momentos en que los parámetros de la batería se encuentran sin modificación, es decir, cuando la moto eléctrica se encuentra sin carga, al no requerir un suministro de corriente, esta permanece constante, en cambio al acelerar, los datos en la pinza amperimétrica no son tan precisos por los motivos ya mencionados. Sin embargo, se puede notar que, en la medición de corriente, la pinza amperimétrica muestra un primer pico de 3,9 amperios, el cual coincide con los datos del dispositivo.

A continuación, se presentan las gráficas de los datos de la prueba.

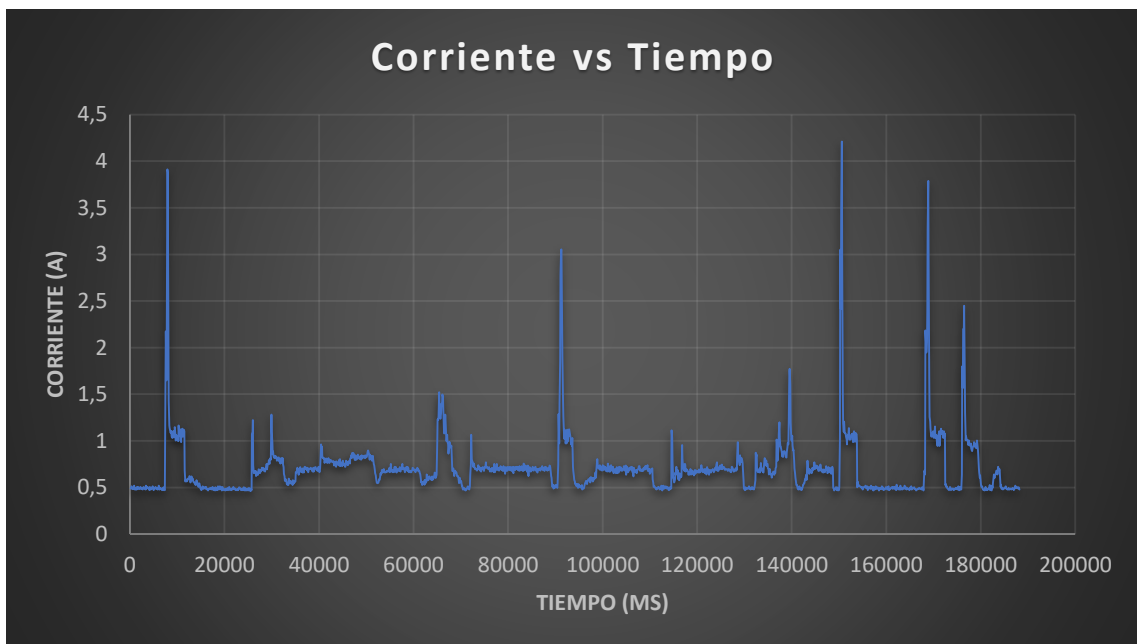


Ilustración 6-4: Gráfica corriente vs tiempo

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

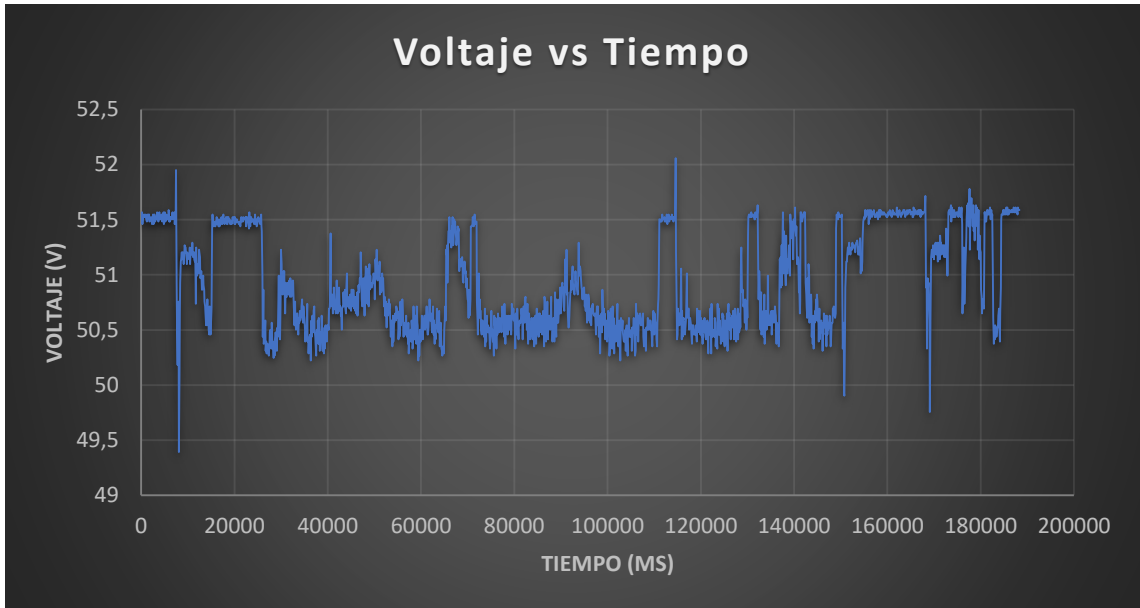


Ilustración 7-4: Gráfica de voltaje vs tiempo

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022).

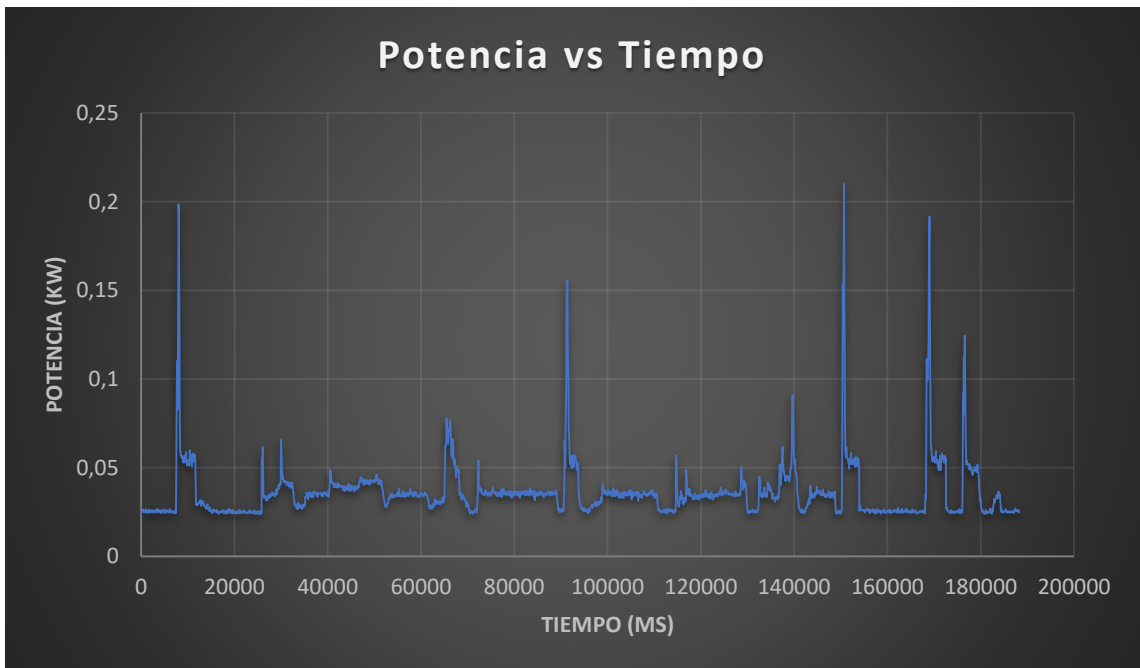


Ilustración 8-4: Gráfica potencia vs tiempo

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Se pueden observar en las tres gráficas, Corriente vs Tiempo, Voltaje vs Tiempo y Potencia vs tiempo, en la primera gráfica se presenta en el eje Y la corriente y en el eje X el tiempo de la prueba, los primeros segundos de la prueba la moto permanece sin carga, por lo que la corriente requerida es muy cercana a 0A, a continuación se realiza una aceleración brusca en donde la corriente alcanza un pico de 3,9 amperios para vencer la inercia y disminuye hasta alcanzar una

corriente para mantener la velocidad, al desacelerar completamente la corriente regresa a sus valores iniciales.

En la gráfica del voltaje, se puede observar que este fluctúa en un rango más amplio, debido a que el requerimiento de corriente produce un descenso en el voltaje medido, alcanzando un mínimo de 49,4 V, para luego recuperarse.

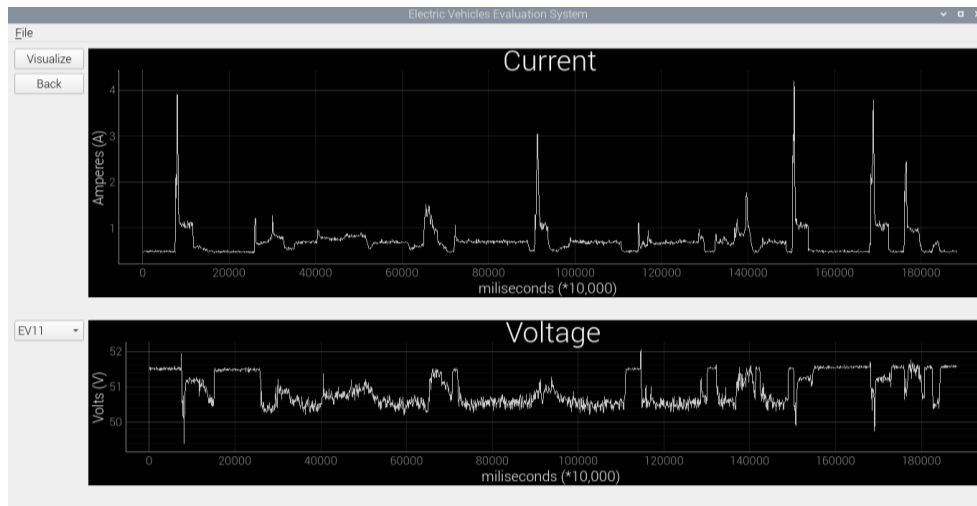


Ilustración 9-4: Gráfica de la prueba

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Finalmente se presenta la gráfica extraída de la opción “Visualize” del dispositivo:

Se puede ver en la siguiente tabla un extracto de la base de datos correspondiente al momento de la primera aceleración brusca:

time_ms	voltage_V	current_A	power_KW	time_ms	voltage_V	current_A	power_KW	time_ms	voltage_V	current_A	power_KW
6000	51.4827	0.478026050	0.024610072	8100	49.3909	3.876680672	0.191472747	10100	51.1625	1.008519328	0.051598370
6100	51.5254	0.489685714	0.025231252	8200	50.1167	2.331831933	0.116863721	10200	51.1839	1.049325630	0.053708578
6200	51.4827	0.518833613	0.026710955	8300	50.6503	1.428252101	0.072341397	10300	51.1412	0.996859664	0.050980599
6300	51.5254	0.478026050	0.024630483	8400	50.9277	1.165918487	0.059377547	10400	51.2479	1.165918487	0.059750874
6400	51.5040	0.478026050	0.024620254	8500	51.1198	1.136770588	0.058111485	10500	51.0985	1.055155462	0.053916861
6500	51.5040	0.495515546	0.025521033	8600	51.1412	1.101792857	0.056347009	10600	51.2266	1.078474790	0.055246597
6600	51.5254	0.483855882	0.024930868	8700	51.2052	1.084303361	0.055521970	10700	51.1839	1.125110924	0.057587565
6700	51.5681	0.489685714	0.025252162	8800	51.1412	1.107622689	0.056645153	10800	51.1839	1.008519328	0.051619952
6800	51.5040	0.483855882	0.024920513	8900	51.2052	1.055155462	0.054029446	10900	51.2052	0.985201261	0.050447428
6900	51.5467	0.472196218	0.024340157	9000	51.1625	1.037667227	0.053089649	11000	51.2906	1.101792857	0.056511617
7000	51.5467	0.489685714	0.025241683	9100	51.0985	1.031837395	0.052725343	11100	51.1625	1.125110924	0.057563488
7100	51.5681	0.472196218	0.024350262	9200	51.1412	1.084303361	0.055452575	11200	51.1839	1.130940756	0.057885959
7200	51.4614	0.501344118	0.025799870	9300	51.2693	1.107622689	0.056787040	11300	51.2052	1.043497059	0.053432476
7300	51.5040	0.483855882	0.024920513	9400	51.2479	1.043497059	0.053477033	11400	51.1412	1.078474790	0.055154495
7400	51.5681	0.472196218	0.024350262	9500	51.2479	1.037667227	0.053178266	11500	51.1198	1.119281092	0.057217426
7500	51.9523	0.472196218	0.024531680	9600	51.2052	1.148428992	0.058805536	11600	51.2052	1.101792857	0.056417524
7600	50.9064	1.673092437	0.085171113	9700	51.2052	1.078474790	0.055223517	11700	50.7356	0.682062605	0.034604856
7700	50.5862	2.174432773	0.109996291	9800	51.0985	1.002689496	0.051235929	11800	51.2479	0.565469748	0.028979137
7800	50.1807	1.649773109	0.082786769	9900	51.2052	1.060985294	0.054327964	11900	51.0558	0.582959244	0.029763451
7900	50.7356	2.209411765	0.112095832	10000	51.1625	1.014349160	0.051896639	12000	50.9918	0.577129412	0.029428868

Ilustración 10-4: Base de datos en la primera aceleración

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Aquí se muestra un lapso de 10 segundos, en los que se evidencia que, al no estar realizando ninguna aceleración, la corriente se mantiene alrededor de 0,4 amperios, con una variación de apenas 0,1 amperios respecto a los otros instrumentos de medición, y una vez se acelera el vehículo, alcanza el pico de 3,9 amperios. En cuanto al voltaje al no haber una aceleración, el valor medido con el dispositivo es de 51,5 voltios en comparación con 51 voltios medidos con el multímetro, y al momento de realizar la aceleración el descenso de voltaje coincide con el requerimiento de corriente.

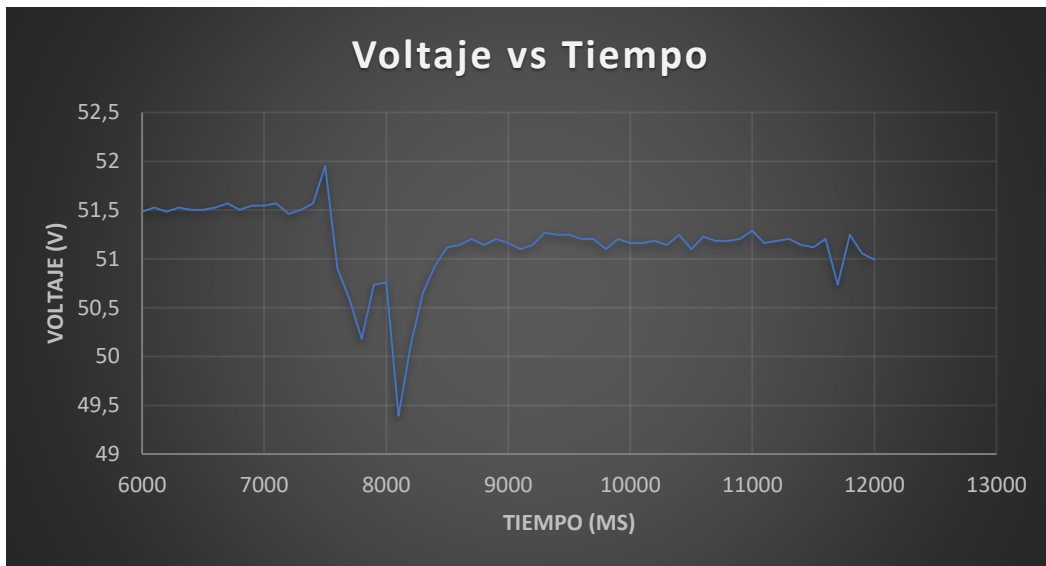


Ilustración 11-4: Gráfica voltaje vs tiempo

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

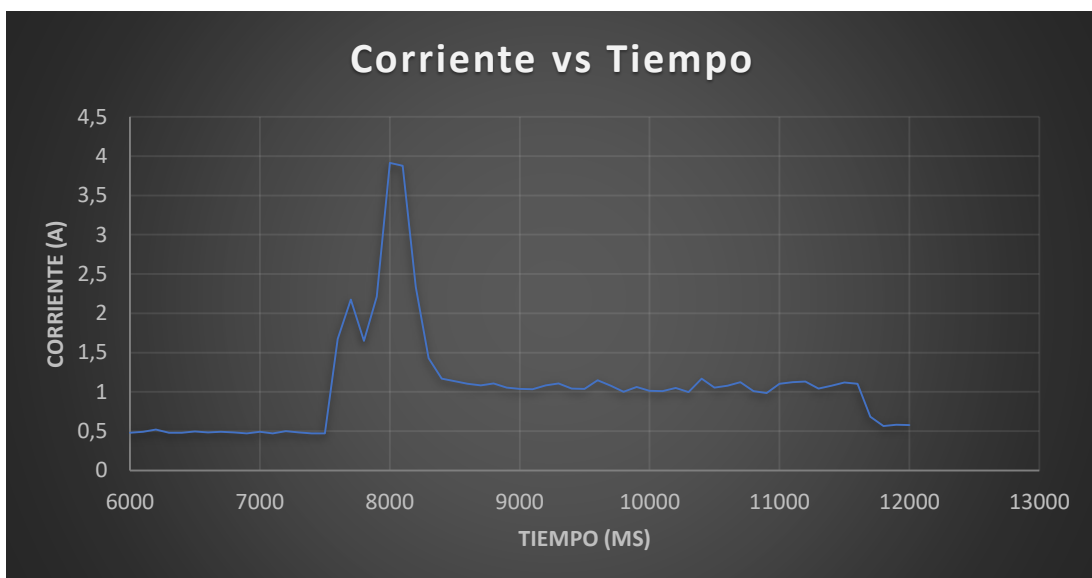


Ilustración 12-4: Gráfica corriente vs tiempo

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Los picos que se pueden observar en las gráficas son debido a los acelerones que se hacen para que la moto eléctrica pueda romper la inercia.

Parámetros en el primer pico durante la aceleración:



Ilustración 13-4: Datos en multímetros automotrices durante la prueba

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

Parámetros antes de la aceleración:



Ilustración 14-4: Valores en multímetroz automotrices antes de la aceleración

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

En cuanto al precio del dispositivo, si se toman en cuenta los precios de los componentes y el desarrollo del programa, el dispositivo tendría un costo aproximado de \$ 1017.

Tabla 1-4: Precios de componentes

A continuación, se detalla el precio de cada Componente: Componentes	Costo (\$)
Raspberry pi 3	\$ 210
Pantalla táctil	\$ 150
Convertidor analógico a digital	\$ 20
Sensor de corriente	\$ 20
Sensor de voltaje	\$ 32
Carcasa del dispositivo	\$ 40
Cables	\$ 30
Componentes para las conexiones (lagartos, terminales, conectores, cautín, estaño)	\$ 15
Curso de programación en Python	\$ 500

Realizado por: (Castro G., Vera A.,2022)

CONCLUSIONES

Los componentes seleccionados fueron los adecuados para realizar la medición y presentación del voltaje y corriente en tiempo real, ya que la computadora posee una velocidad de procesamiento lo suficientemente rápida para ejecutar la lectura y presentación de los datos cada 100ms, además, los sensores poseen un amplio rango de medición, lo que permite evaluar vehículos híbridos y eléctricos de todas las clases.

En el desarrollo del programa, se presenta una interfaz amigable con el operario, es bastante intuitiva en cuanto a los pasos a seguir para realizar diferentes acciones y es capaz de desarrollar y presentar la gráfica a medida que la prueba se desarrolla.

En la comparación con los datos obtenidos con multímetros automotrices, además de comparar sus gráficas, se concluye que el dispositivo de adquisición de datos es capaz de medir con precisión los parámetros, confirmando así su buen desempeño, su practicidad y su eficiencia en la toma de datos.

Mediante la utilización del dispositivo de adquisición de datos se pudo determinar diferentes parámetros eléctricos como el voltaje, corriente y potencia eléctrica, se pudo corroborar mediante las gráficas su buen desempeño, además de su fácil utilización brinda una excelente toma de datos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer, como parámetros base, los vehículos objetivo para los cuales el dispositivo medirá los parámetros eléctricos, esto debido a que es importante dimensionar el rango de medición de los sensores. Los sensores utilizados en este proyecto tienen un amplio rango de medición, en el caso específico del sensor de voltaje, este tiene un rango de medición de 0V a 1000V y una señal de salida de 0V a 5V, al estar comandado por una ecuación lineal, la señal de salida del sensor es directamente proporcional al voltaje de entrada, es decir, con 1000V se obtiene una señal de 5V, con 500V se obtiene 2,5V y así sucesivamente, y si el proyecto está enfocado en medir voltajes muy pequeños, es recomendable utilizar sensores con un rango menor de medición, ya que con sensores sobredimensionados la señal de salida del sensor es muy pequeña, y el “ruido” puede alterarlas.

Debido a que lo que se pretende es desarrollar un dispositivo de precisión, es importante que todas las conexiones estén realizadas con cables que sean poco susceptibles a la interferencia, que posean blindaje o elementos que permitan que la transmisión de datos se desarrolle de manera precisa. Además, se deben realizar conexiones con la menor longitud posible con los componentes que lo permitan, esto reduce significativamente la interferencia de corrientes. En el dispositivo desarrollado en este proyecto el sensor de corriente es el único elemento que no puede estar dentro de la carcasa y por ende tiene conexiones más largas, sin embargo, el uso de cables destinados a la transferencia de datos evita que la transferencia de estos sea alterada.

Se recomienda utilizar una sola fuente de voltaje que alimente todo el dispositivo, incluyendo los sensores. En el primer prototipo del dispositivo, los sensores de voltaje y corriente fueron alimentados independientemente de la pantalla y Raspberry, esto no solo crea nuevas corrientes que pueden interferir entre sí, sino que también propicia el error en las conexiones y un posible corto circuito, es por esto que la alimentación de todos los componentes se realiza con un solo par de cables y una sola fuente de voltaje.

BIBLIOGRAFÍA

ALBINO, I., ESCAMILLA, J.C., MORALES, E. & MARTINEZ, D., Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. *ECORFAN* [en línea], vol. 7. ISSN 2410-3454. Disponible en: www.ecorfan.org.

CHONG, Y.F., *Análisis De La Batería De Alta Tensión Del Toyota Prius 4G*. Guayaquil: Universidad Internacional Del Ecuador.

CHUQUIMARCA, S.R. & SUIN, K.M., “*diseño y desarrollo de una batería de alto voltaje para un vehículo de competencia tipo formula sae eléctrico.*” Cuenca: universidad politécnica salesiana.

EWING, J. & BOUDETTE, N.E., Este podría ser el año crucial para los vehículos eléctricos. *The New York Times* [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <https://www.nytimes.com/es/2022/02/10/espanol/coches-electricos.html>.

FUENTES, V., Las ventas de coches eléctricos se triplicaron en 2021 en todo el mundo, con China y Europa tirando del carro. *motorpasion* [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/ventas-coches-electricos-se-triplicaron-2021-todo-mundo-china-europa-tirando-carro>.

HEDGES&COMPANY, how many cars are there in the world in 2022? *Hedges&Company* [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <https://hedgescompany.com/blog/2021/06/how-many-cars-are-there-in-the-world/#:~:text=In%20both%20countries%20there%20are,are%20in%20the%20United%20States>

JERÉZ MAYORGA, D.A., PUENTE MOROMENACHO, E.G.& AYALA ORTIZ, E.A., Análisis del Proceso de Recuperación de la Batería de Alta Tensión del Vehículo Toyota Highlander Híbrido. *INNOVA Research Journal* [en línea], vol. 3, no. 8, pp. 1–13. [Consulta: 8 June 2022]. ISSN 2477-9024. DOI 10.33890/innova.v3.n8.2018.808. Disponible en: <http://201.159.222.115/index.php/innova/article/view/808>.

LÓPEZ, G. & GALARZA, S., Movilidad Eléctrica Oportunidades Para Latinoamérica. [en línea]. S.l.: [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <https://euroclimaplus.org/seccion-publicaciones/tipo-de-documentos/estudios-publicaciones-2/movilidad-electrica-oportunidades-para-latinoamerica>.

PAOLI, L. & GÜL, T., Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales. *IEA* [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales?utm_content=bufferd90dd&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer.

SLOAN, J., Toyota Highlander Hybrid Plug-and-Play Car Harness Installation Instructions. *HYBRID AUTOMOTIVE* [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <https://hybridautomotive.com/install-hh1pnp/>.

SONG, L., XU, Y., ZHOU, Y., HUANG, X., YAO, Q., ZHOU, C., LI, C. & YUAN, J., Development of a Novel DC Electricity Meter Based on New Electronic Current Transformer. . S.l.: IEEE, ISBN 9781538662434.

ANEXOS

ANEXO A: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: CREACIÓN DE ACCIONES

```
# Create new action
evaluationAction = QAction(QIcon(), '&Evaluation', self)
evaluationAction.setStatusTip('Evaluation')
evaluationAction.triggered.connect(self.evaluationCall)

# Create new action
eliminateAction = QAction(QIcon(), '&Eliminate', self)
eliminateAction.setStatusTip('Eliminate')
eliminateAction.triggered.connect(self.eliminateCall)
```

ANEXO B: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: CONEXIÓN A BASE DE DATOS

```
def tabla(self):
    import mariadb
    import warnings
    global c
    c = self.lineEdit.text()
    conn = mariadb.connect(
        user="gfcastro",
        password="Espoch123",
        host="localhost",
        port=3306,
        database="EV_evaluation" )
    cursor = conn.cursor()
    cursor.execute("SHOW TABLES")
    results = cursor.fetchall()
    print('All existing tables:', results)
    results_list = [item[0] for item in results]
    if c in results_list:
        print(c, 'was found!')
        msgBox = QMessageBox.warning(self, "", "Existing Vehicle", QMessageBox.Ok)
        if msgBox == QMessageBox.Ok:
            self.lineEdit.clear()
    else:
        print(c, 'was NOT found!')
        cursor.execute("CREATE TABLE IF NOT EXISTS %s (time_ms int UNSIGNED, voltage_V float UNSIGNED, current_A float SIGNED, power_KW float SIGNED)" %c)
        self.lineEdit.clear()
        evaluationWin.close()
        evalmain.show()
```

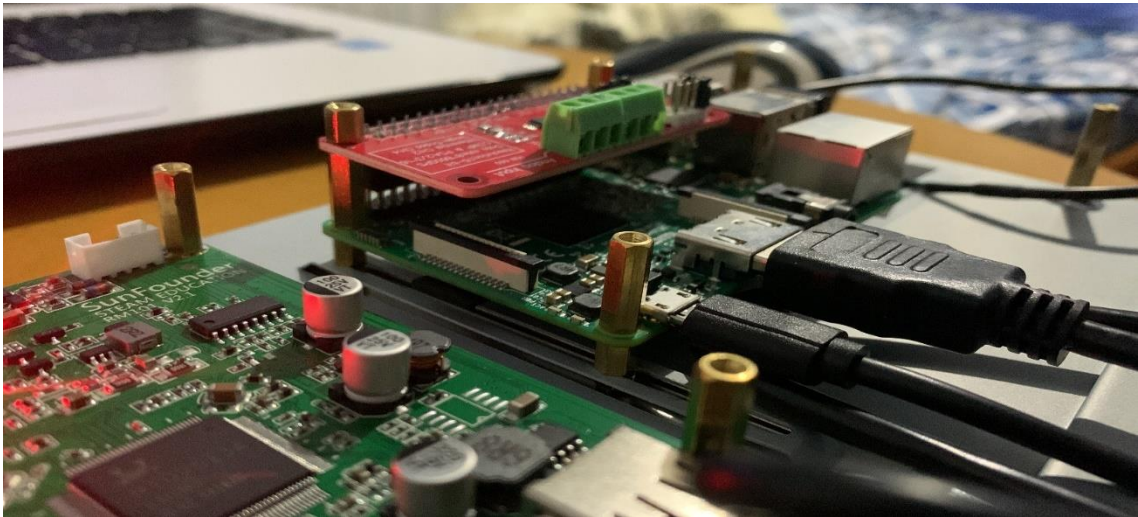
ANEXO C: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: CREACIÓN DE INTERFAZ

```
self.graphWidget = pg.PlotWidget()
self.graphWidget_2 = pg.PlotWidget()
self.layout.addWidget(self.graphWidget, 0, 1, 3, 1)
self.layout.addWidget(self.graphWidget_2, 5, 1, 3, 1)
self.layout.addWidget(self.button1, 0, 0)
self.layout.addWidget(self.button2, 1, 0)
self.layout.addWidget(self.combo_2, 5, 0)
self.layout.addWidget(self.showV, 3, 1)
self.setCentralWidget(self.widget)
styles = {'color':'r', 'font-size':'20px'}
self.graphWidget.setLabel('bottom', 'Time (ms)', **styles)
self.graphWidget_2.setLabel('bottom', 'Time (ms)', **styles)
self.graphWidget_2.setTitle("<span style='color:white;font-size:30pt'>Voltage</span>")
self.graphWidget.setTitle("<span style='color:white;font-size:30pt'>Current</span>")
self.graphWidget_2.setLabel('left', "<span style='color:white;font-size:20px'>Volts (V)</span>")
self.graphWidget_2.setLabel('bottom', "<span style='color:white;font-size:20px'>milliseconds (*10,000)</span>")
self.graphWidget.setLabel('left', "<span style='color:white;font-size:20px'>Amperes (A)</span>")
self.graphWidget.setLabel('bottom', "<span style='color:white;font-size:20px'>milliseconds (*10,000)</span>")
self.graphWidget.showGrid(x=True, y=True)
self.graphWidget_2.showGrid(x=True, y=True)
```


ANEXO D: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN: ESCALAMIENTO DE SENSORES

```
def update_plot_data(self):
    #ads = ADS.ADS1115(i2c)
    ads = ADS.ADS1115(i2c, gain=1, data_rate=860)
    chan = AnalogIn(ads, ADS.P0)
    chan1 = AnalogIn(ads, ADS.P1)
    v = ((chan.voltage)*100)-1.2
    amp = ((chan1.voltage)-0.0095)*250
    pot = (v*amp)/1000
    global segu
    segu = segu+100
    self.x = self.x[1:] # Remove the first y element.
    self.x.append(self.x[-1] + 10) # Add a new value 1 higher than the last.
```

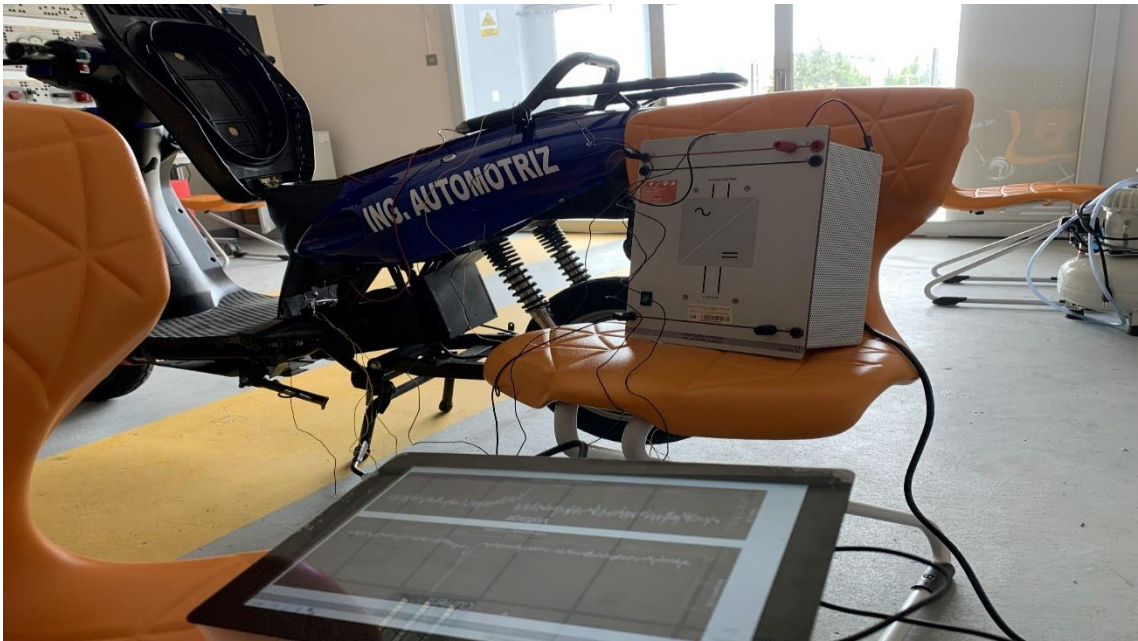
ANEXO E: CONEXIONES DE RASPBERRY



ANEXO F: VISUALIZACION DE PRUEBA REALIZADA



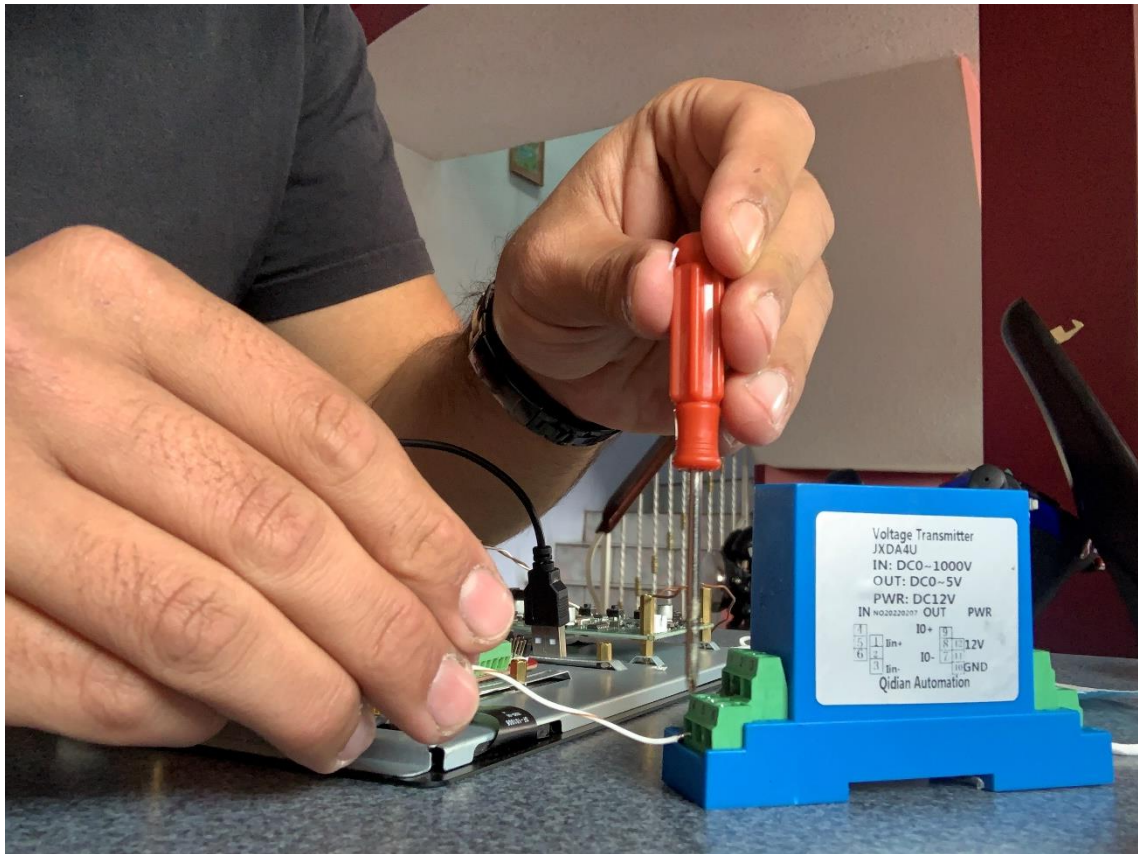
ANEXO G: PRUEBA ESTÁTICA



ANEXO H: MEDICIÓN EN MULTÍMETROS



ANEXO I: CONEXIÓN DEL SENSOR DE VOLTAJE



ANEXO J: INSTALACIÓN DE PANTALLA EN CARCASA

