



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA GENERADA
POR EFECTO JOULE EN EL CABLE DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
PARA EL MOTOR ELÉCTRICO DEL VEHÍCULO KIA SOUL

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

AUTORES: PEDRO JOSÉ ONCE CUMBE

EDISSON ADRIÁN TACURI ORDÓÑEZ

TUTOR: ING. FREDY GONZALO TACURI MOSCOSO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Pedro José Once Cumbe con documento de identificación N° 0106204050 y Edison Adrián Tacuri Ordóñez con documento de identificación N° 0106866973; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos 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.

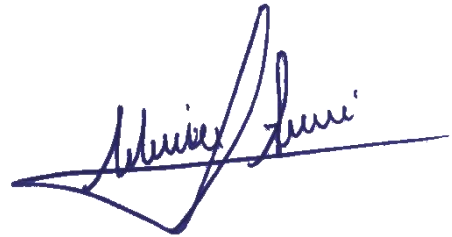
Cuenca, 17 de julio del 2023

Atentamente,



Pedro José Once Cumbe

0106204050



Edison Adrián Tacuri Ordóñez

0106866973

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

Nosotros, Pedro José Once Cumbe con documento de identificación N° 0106204050 y Edison Adrián Tacuri Ordóñez con documento de identificación N° 0106866973, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Análisis del comportamiento de temperatura generada por efecto joule en el cable de alimentación eléctrica para el motor eléctrico del vehículo KIA SOUL”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

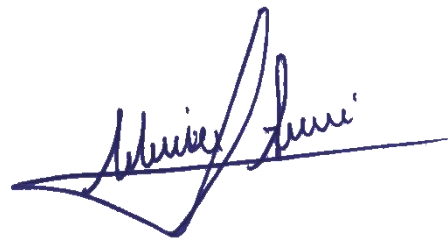
Cuenca, 17 de julio del 2023

Atentamente,



Pedro José Once Cumbe

0106204050



Edison Adrián Tacuri Ordóñez

0106866973

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fredy Gonzalo Tacuri Moscoso con documento de identificación N° 0103369542, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA GENERADA POR EFECTO JOULE EN EL CABLE DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA EL MOTOR ELÉCTRICO DEL VEHÍCULO KIA SOUL, realizado por Pedro José Once Cumbe con documento de identificación N° 0106204050 y por Edison Adrián Tacuri Ordóñez con documento de identificación N° 0106866973, 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, 17 de julio del 2023

Atentamente,

Ing. Fredy Gonzalo Tacuri Moscoso, MSc.

0103369542

DEDICATORIA

El presente proyecto dedico con todo mi amor y gratitud a mis padres José Once y Rosa Cumbe, por su apoyo, por siempre estar conmigo en todo momento, por sus consejos, su paciencia, por toda su confianza, por los valores que me han inculcado desde pequeño, por haber creído en mí, por su sacrificio que hoy se ve reflejado en toda mi carrera.

Así mismo se lo dedico a mi hermana Tatiana Once y Dylan Once por confiar en mí, apoyarme en cada momento, por nunca olvidarse de mí.

De igual forma le dedico a mi abuelita Margarita Yunga que ha sido mi alegría, mi apoyo, mi concejera para salir adelante.

De la misma manera a mi querida Wendy Alexandra P., por tu apoyo, tus consejos por nunca dejarme solo y siempre confiar en mí.

A todos ustedes, mi familia amada, Este proyecto de grado es también su logro.

Pedro José Once Cumbe

DEDICATORIA

Con gran amor, gratitud y cariño, quiero dedicar este proyecto mis amados padres, Edison Tacuri y Gladys Ordoñez, así como también a mi querida esposa Andrea Yunga.

En cada paso de mi camino, han sido mi apoyo incondicional, creyendo en mis capacidades y brindándome su tiempo, paciencia y apoyo incondicional. Han sacrificado parte de sus propias vidas para que hoy pueda alcanzar mi objetivo de convertirme en un profesional.

Sin su constante sacrificio y apoyo, no habría podido superar las adversidades que se presentaron en mi camino y alcanzar esta meta tan anhelada.

Es por ello por lo que doy este trabajo en honor a ellos mis padres por su amor, sacrificio y esfuerzo, y a mi querida esposa por ser un pilar fundamental en esta etapa de mi vida.

Edisson Adrián Tacuri Ordoñez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por no haberme dejado caer en ninguno de los obstáculos que se presentaron, por darme las fuerzas necesarias para continuar con este proyecto de investigación, a mis padres por haberme obsequiado este regalo como es el estudio, y que ahora vean el resultado de cada uno de los días transcurridos dentro de las aulas, que hace varios años solo se veía como un sueño pero que ahora es una de las metas que se ha culminado y que sé que vendrán más en un futuro. Agradezco a mis hermanos quienes han sido mis cómplices y amigos incondicionales.

A nuestro tutor Ing. Fredy Tacuri por su asesoría y disposición, quien que con sus conocimientos y apoyo nos guio durante cada una de las etapas de este proyecto

Pedro José Once Cumbe

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien me ha acompañado en cada paso de este camino y me ha otorgado la fuerza y la inteligencia necesarias para llegar a este momento.

A mis amados padres, mi querida esposa y mi hijo les dedico mi más sincero agradecimiento. Su amor incondicional y cariño han sido un pilar en esta etapa de mi vida. Han sido mi fuente de inspiración y ejemplo, formándome día a día para ser un ser humano íntegro y comprometido con la sociedad. Gracias por siempre estar a mi lado, brindándome su apoyo y su amor incondicional en todo momento.

Quiero extender mi agradecimiento especial a nuestro tutor, el Ingeniero Fredy Tacuri. Su valiosa asesoría y disposición me ha ayudado mucho en el desarrollo de este proyecto. Agradezco su paciencia y dedicación, que nos han permitido crecer y superar los desafíos que se nos presentaron.

Edisson Adrián Tacuri Ordoñez

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad analizar la variación de la temperatura generada en el cable de alimentación del motor eléctrico conectado hacia el Inversor del vehículo Kia SOUL. Los principios teóricos del efecto Joule, también se establecen los fundamentos y técnicas de adquisición.

En el capítulo dos basados en los procesos de mejoramiento continuo de las cinco M, se especifica que la investigación se llevara a cabo en la ciudad de Cuenca y en la ruta de prueba se tiene una distancia de 44 km desde la Universidad Politécnica Salesiana hacia el parque Nacional El Cajas (sector Tres Cruces), se establecen las particularidades técnicas de los equipos y materiales a utilizar, finalmente se aplican procesos que permitan la recopilación de los datos confiables sobre el comportamiento de la temperatura del cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo Kia Soul por efecto Joule.

En el tercer capítulo se analizará el comportamiento de la temperatura generada por efecto Joule en el cable conductor del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta, donde se obtuvo un valor de 39°C correspondiente a los 84 minutos.

También se analiza temperatura generada en función de la energía perdida donde se tiene como resultado que a mayor energía disipada mayor temperatura generada en el cable de alimentación del motor eléctrico.

Igualmente se analiza la energía perdida por efecto Joule en el conductor de alimentación del motor eléctrico durante el recorrido de la ruta, donde se observa una gran variación de pérdida de energía la que es provocada por el modo de conducción ya que en aceleraciones se demanda más corriente eléctrica y en desaceleraciones no existe consumo eléctrico.

Además se analiza de pérdida de energía por efecto Joule durante el recorrido, donde se contempla que a medida que a mayor sea el recorrido se incrementa la pérdida de energía con una tasa de 0,8 kJ/km.

Finalmente se analiza la pérdida de potencia por efecto Joule, para ello se realiza un cálculo llegando a determinar la pérdida de potencia en el cable de alimentación del motor eléctrico debido al efecto Joule. La pérdida total es de 0.10% de la potencia total de la batería

Palabras Claves: *efecto Joule, EMOLab, LabVIEW.*

ABSTRACT

This project analyzes the temperature variation generated in the electric motor's power cable connected to the inverter of the Kia SOUL vehicle. The theoretical principles of the Joule effect, the fundamentals and acquisition techniques are also set up.

In chapter two based on the process of continuous improvement of the five M's, it is specified that the research will be carried out in the city of Cuenca and the test route has a distance of 44 km from the Salesian Polytechnic University to the National Park El Cajas (Tres Cruces sector), the technical peculiarities of the equipment and materials to be used are established, finally processes that allow the collection of reliable data on the behavior of the temperature of the power supply cable of the electric motor of the Kia Soul vehicle by Joule effect are applied.

In the third chapter, the behavior of the temperature generated by the Joule effect in the electric motor conductor cable during the duration of the route will be analyzed, where a value of 39°C corresponding to 84 minutes was obtained.

The temperature generated is also analyzed as a function of the energy lost, with the result that the higher the energy dissipated, the higher the temperature generated in the electric motor power cable.

Likewise, the energy lost due to the Joule effect in the electric motor power supply conductor during the route is analyzed, where a great variation of energy loss is seen, which is caused by the driving mode, since in accelerations more electric current is demanded and in decelerations there is no electric consumption.

In addition, the energy loss due to Joule effect during the trip is analyzed, where it is considered that the longer the trip, the higher the energy loss increases with a rate of 0.8 kJ/km.

Finally, the power loss due to the Joule effect is analyzed, for which a calculation is made to determine the power loss in the power cable of the electric motor due to the Joule effect. The total loss is 0.10% of the total power of the battery.

Keywords: *Joule effect, EMOLab, LabVIEW.*

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XI
ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ILUSTRACIONES DE ANEXOS	9
INTRODUCCIÓN	10
PROBLEMA	12
ANTECEDENTES	13
IMPORTANCIA Y ALCANCES	13
DELIMITACIÓN	13
OBJETIVOS	15
Objetivo General.	15
Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO 1: Presentar los fundamentos teóricos sobre efecto Joule, adquisición de datos, mediante investigación bibliográfica para determinar las variables que influyen en el proceso.	16
1.1. Efecto JOULE	16
1.1.1. Ley de JOULE.....	16
1.2. Equipos, Hardware	18
1.2.1. La DAQ.....	18
1.2.2. Aplicaciones de la DAQ.....	20
1.3. Software	21

1.3.1.	LabVIEW	21
1.3.2.	NI-DAQmx.....	21
1.4.	Temperatura	22
1.4.1.	Medición de la temperatura en el campo Automotriz	22
1.4.2.	Evaluación de Temperatura con Termopares o Termocuplas	24
1.1.1.	Termocupla tipo “K”	26
1.4.3.	Termocupla tipo “J”	26
1.4.4.	Termocupla tipo “T”	27
1.5.	Desarrollo del proceso para adquisición de datos.	27
.CAPÍTULO 2: Obtener el comportamiento de la temperatura en el cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo Kia Soul mediante adquisición de datos para su análisis.....		
2.1.	Metodología de la Investigación	29
2.1.1.	Medio Ambiente.....	29
2.1.2.	Materiales e Insumos utilizados	30
2.1.3.	Maquinaria	31
2.1.4.	Métodos Para La Determinación De Los Procesos De Toma De Datos.....	39
2.1.5.	Determinación de la ruta de prueba.....	45
2.1.6.	Mano De Obra/ Competencias Del Personal.....	46
CAPÍTULO 3: Obtención y Análisis de los resultados mediante análisis estadístico para determinar el comportamiento del efecto Joule en el cable de alimentación		
3.1.	Análisis de resultados.....	47
3.1.1.	Base de datos generados por LabVIEW.....	47
3.1.2.	Base de datos generados por EMOLab	49
3.2.	Análisis de resultados.....	50
3.2.1.	Análisis del comportamiento de la temperatura generada por efecto Joule en el cable de alimentación del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta.....	50
3.2.2.	Análisis de pérdida de energía y la temperatura generada en cable de alimentación del motor eléctrico.....	51
3.2.3.	Análisis de la energía perdida por efecto Joule en el cable de alimentación del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta.....	55
3.2.4.	Análisis de pérdida de energía por efecto Joule durante el recorrido	56
3.2.5.	Análisis de pérdida de potencia por efecto Joule	57
4.	CONCLUSIONES	59
5.	RECOMENDACIONES	61

6. BIBLIOGRAFIA	62
ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	14
Ubicación de UPS	14
Figura 2	18
NI-USB 6009	18
Figura 3	19
Hardware USB 6212	19
Figura 4	20
Aplicaciones de las placas DAQ	20
Figura 5	21
Software LabVIEW	21
Figura 6	24
Instrumentos para medir la Temperatura	24
Figura 7	24
Funcionamiento de una termocupla	24
Figura 8	27
Adquisición de datos	27
Figura 9	32
KIA SOUL EV	32
Figura 10	34
NI-USB 6212	34
Figura 11	35
PINOUT NI USB-6212	35
Figura 12	36
Termocupla tipo J	36
Figura 13	37
Dell Inspiron 14 2 in 1	37
Figura 14	38
Software EMOLAB	38
Figura 15	40
Conexiones Previas a la toma de datos	40
Figura 16	40
Descripción del proceso	40

Figura 17	41
Conexión de la DAQ en la computadora	41
Figura 18	41
Configuración de la ruta de almacenamiento de los datos.....	41
Figura 19	42
Conexión del dispositivo Bluetooth en el conector OBDII	42
Figura 20	42
Software EMOLAB	42
Figura 21	43
Interfaz bluetooth activado	43
Figura 22	43
Conexión del dispositivo OBDLink MX al pc	43
Figura 23	44
Interfaz EMOLAB	44
Figura 24	44
Inicio de la adquisición de datos	44
Figura 25	45
Panel de instrumentos del EV	45
Figura 26	45
Ruta de prueba, Cuenca- Cajas (Tres Cruces)	45
Figura 27	51
Variación de la temperatura en la ruta experimental.	51
Figura 28	53
Temperatura vs Energía	53
Figura 29	54
Perdida de energía por efecto Joule	54
Figura 30	55
Energía consumida(J) por unidad de tiempo (sg)	55
Figura 31	56
Energía vs Km recorrido	56
Figura 32	65
Interfaz LabVIEW	65
Figura 33	67
Diagrama de bloques para determinar la temperatura	67

Figura 34	67
DAQ Assistant	67
Figura 35	69
Medidor de temperatura	69
Figura 36	70
Selección del tipo de señal y el tipo de entrada	70
Figura 37	71
Temperatura, termocupla	71
Figura 38	71
Selección de tipo de canal.....	71
Figura 39	72
Esquema de conexión de la termocupla tipo “J” al canal ai3 de la DAQ-6212.....	72
Figura 40	73
Configuración de la termocupla “tipo J”	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	17
Ley de Joule y sus definiciones	17
Tabla 2	17
Resistividad de un cable.....	17
Tabla 3	25
Normas ANSI/ASTM E-230.....	25
Tabla 4	30
Clima de la ciudad de Cuenca.....	30
Tabla 5	30
Características Ambientales del parque nacional Cajas.....	30
Tabla 6	31
Características insumos.....	31
Tabla 7	33
Especificaciones técnicas Kia Soul EV	33
Tabla 8	34
Ficha técnica de la NI-USB 6212	34
Tabla 9	36
Especificaciones termocupla J	36
Tabla 10	37
Características del multímetro Beta WELL DONE.....	37
Tabla 11	38
Características pc	38
Tabla 12	46
Competencias del personal	46
Tabla 13	48
Base de datos real LabVIEW	48
Tabla 14	48
Base de datos corregidos.....	48
Tabla 15	49
Base de datos EMOLab	49
Tabla 16	52
Energía perdida en prueba experimental.....	52

Tabla 17	54
Efecto Joule perdida de energía	54
Tabla 18	56
Máximo consumo de corriente [a]	56

ILUSTRACIONES DE ANEXOS

Anexo 1. Programación	65
1.1. Software para adquisición de datos	65
1.2. Métodos Para La Adquisición De Datos	66
1.2.1. Programación de NI-USB-6212 para comprobar la temperatura del cable conductor del KIA SOUL EV	66
1.2.1.1. DAQmx	66
1.2.1.2. NI Signal Streaming	68
1.2.1.3. NI-DAQmx	68
1.2.1.4. DAQ Assitants	70

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad analizar la variación de la temperatura generada en el cable de alimentación del motor eléctrico conectado hacia el Inversor del vehículo Kia SOUL. Los principios teóricos del efecto Joule, también se establecen los fundamentos y técnicas de adquisición.

En el capítulo dos basado en el proceso de mejoramiento continuo de las cinco M, se especifica que la investigación se llevara a cabo en la ciudad de Cuenca y en la ruta de prueba se tiene una distancia de 44 km desde la Universidad Politécnica Salesiana hacia el parque Nacional El Cajas (sector Tres Cruces), se establecen las particularidades técnicas de los equipos y materiales a utilizar, finalmente se aplican procesos que permitan la recopilación de los datos confiables sobre el comportamiento de la temperatura del cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo Kia Soul por efecto Joule.

En el tercer capítulo se analizará el comportamiento de la temperatura generada por efecto Joule en el cable conductor del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta, donde se obtuvo un valor de 39°C correspondiente a los 84 minutos.

También se analiza temperatura generada en función de la energía perdida donde se tiene como resultado que a mayor energía disipada mayor temperatura generada en el cable de alimentación del motor eléctrico.

Igualmente se analiza la energía perdida por efecto Joule en el conductor de alimentación del motor eléctrico durante el recorrido de la ruta, donde se observa una gran variación de pérdida de energía la que es provocada por el modo de conducción ya que en aceleraciones se demanda más corriente eléctrica y en desaceleraciones no existe consumo eléctrico.

Además, se analiza de pérdida de energía por efecto Joule durante el recorrido, donde se contempla que a medida que a mayor sea el recorrido se incrementa la pérdida de energía con una tasa de 0,8 kJ/km.

Finalmente se analiza la pérdida de potencia por efecto Joule, para ello se realiza un cálculo llegando a determinar la pérdida de potencia en el cable de alimentación del motor eléctrico debido al efecto Joule. La pérdida total es de 0.10% de la potencia total de la batería

PROBLEMA

El paso de corriente eléctrica por un cable conductor produce el incremento de temperatura debido al efecto Joule, que consiste en la pérdida de energía provocado por las colisiones internas de electrones portadores de carga eléctrica y átomos (Gómez, 2011). En el automóvil la principal fuente es la energía para el accionamiento de varios sistemas auxiliares del vehículo e incluso para la propulsión de vehículos eléctricos, esta energía es transportada por cables conductores desde la fuente hacia los consumidores y en función del tiempo durante el cual el efecto joule se produzca ($Q = I^2 * R * t$) la temperatura generada en los conductores será diferente, pudiendo alcanzar valores que sobrepasen el límite de resistencia de los aislantes y provocando su inflamación, lo que terminaría en un incendio.

Según el canal de noticias (CNN) en Estados Unidos, fabricantes de las marcas Hyundai y Kia, han pedido a los propietarios de los vehículos eléctricos que tengan un mayor control debido a que los vehículos presentan un defecto en su fabricación. El problema es que se inflaman espontáneamente, aunque estuviesen apagados, debido a que existe un cortocircuito en el módulo de control de la computadora lo que provoca inflamación en los conductores y el vehículo. (Dapena, 2022)

ANTECEDENTES

El efecto Joule es una manifestación de la ley de conservación de la energía en la cual, cuando una corriente eléctrica pasa a través de un conductor con resistencia, se produce una disipación de energía en forma de calor. Este fenómeno es proporcional a la resistencia del conductor y a la intensidad de corriente que circula por él, según la Ley de Joule. (Narasimhan, 1999)

Según estudios el efecto Joule, tiende a afectar el rendimiento y genera un impacto significativo en la eficiencia de los sistemas de alimentación eléctrica de los vehículos eléctricos. La generación excesiva de calor puede causar un aumento en la resistencia eléctrica, lo que conduce a pérdidas energéticas y un deterioro en el rendimiento general del sistema.

IMPORTANCIA Y ALCANCES

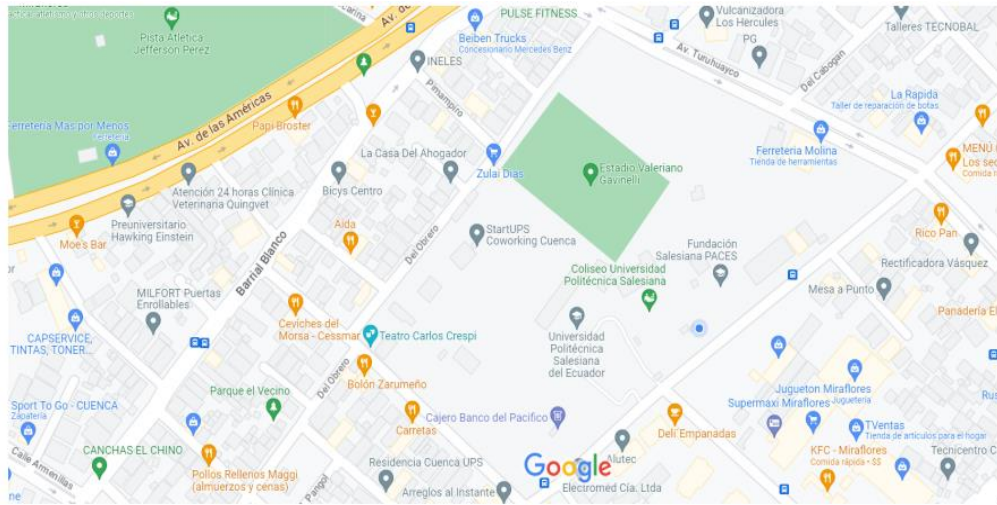
El beneficio a la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, con el aporte de la investigación del comportamiento de la temperatura generada en el cable de alimentación al motor eléctrico del vehículo KIA SOUL mediante el Efecto Joule, esta práctica a ejecutar nos permitirá relacionar dos variables, temperatura en el cable de alimentación y consumo de corriente del motor eléctrico, con lo que se determinara si la temperatura generada en el cable de alimentación es la causa por la que estos vehículos eléctricos se incendian espontáneamente.

DELIMITACIÓN

El proyecto se llevará a cabo en la Universidad Politécnica Salesiana, al norte de la ciudad en el campus de Cuenca. Para llevar a cabo la investigación se utilizará un vehículo eléctrico de la institución, concretamente un KIA SOUL.

Figura 1

Ubicación de UPS



Nota: Tomado de (Google, s. f.)

OBJETIVOS

Objetivo General.

Analizar el comportamiento de temperatura generada por efecto joule en el cable de alimentación eléctrica para el motor eléctrico del vehículo KIA SOUL.

Objetivos Específicos.

- Presentar los fundamentos teóricos sobre efecto Joule, adquisición de datos, mediante investigación bibliográfica para determinar las variables que influyen en el proceso.
- Obtener el comportamiento de la temperatura en el cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo Kia Soul mediante adquisición de datos para su análisis.
- Analizar los resultados sobre temperatura en función del efecto joule mediante estadística descriptiva interpretando su comportamiento.

CAPÍTULO 1: Presentar los fundamentos teóricos sobre efecto Joule, adquisición de datos, mediante investigación bibliográfica para determinar las variables que influyen en el proceso

El presente capítulo llevara a cabo el marco teórico sobre el desarrollo del proyecto a realizar: las definiciones del Efecto Joule, los diferentes equipos que existen para la adquisición de datos y su software correspondiente, Así como también, la temperatura, diversos instrumentos que miden una variable física, el funcionamiento de la termocupla, y los tipos de termocuplas.

1.1. Efecto JOULE

El efecto Joule es un fenómeno físico que se ocurre cuando una corriente pasa a través de un material conductor y se convierte en calor.

Los electrones en esta corriente chocan con los átomos del conductor, causando una resistencia al flujo de corriente. La resistencia transforma la eléctrica en energía térmica, por lo que aumenta la temperatura del conductor.

El efecto Joule se usa en muchas aplicaciones en la industria y en la vida cotidiana que usan la corriente eléctrica, puede ser el problema de situaciones peligrosas como el circuito eléctrico generado por la resistencia, pudiendo dañar los componentes del circuito o causar un incendio. (Narasimhan, 1999)

1.1.1. Ley de JOULE

La ley de joule establece la equivalencia entre la energía eléctrica gastada en el flujo de electricidad a través de una resistencia y el trabajo mecánico.

La ley de joule se expresa de la siguiente manera en la Tabla 1.

Tabla 1*Ley de Joule y sus definiciones*

$P = i^2 * R * t$			
Sigla	Definición	Unidades de medida	Observación
P	Energía disipada en la unidad de tiempo o potencia	Joule (J)	
t	Tiempo transcurrido	Segundos (s)	<ul style="list-style-type: none"> • A más tiempo, más cantidad de calor generada.
i	Intensidad media	Amperios (A)	<ul style="list-style-type: none"> • La intensidad de la corriente es la cantidad de carga eléctrica que fluye por unidad de tiempo en un punto específico. (“Glosario: Corriente eléctrica - Comisión Europea”)
R	Resistencia del cable	Ohmios Ω	<ul style="list-style-type: none"> • La resistencia es la obstrucción que presenta un elemento al flujo de electrones que lo atraviesan. • Si mayor es la resistencia, mayor será el número de obstáculos que los electrones encuentren en su trayectoria. • Si la resistencia es menor, habrá una mayor diferencia de potencial y un mayor flujo de electrones en movimiento

Nota: Tomado de (Narasimhan, 1999, pp. 4-6)

En la tabla 2 se indica cómo se calcula la resistencia del cable.

Tabla 2*Resistividad de un cable*

$R = \frac{\rho * l}{S}$	
Sigla	Definición
l	Longitud del alambre.
S	Sección transversal(área)
ρ	Resistividad

Nota: Realizado por Autores

1.2. Equipos, Hardware

1.2.1. La DAQ

Una placa DAQ (Adquisición de datos) es un dispositivo electrónico que mide y recibe señales analógicas y digitales de sensores y otros dispositivos electrónicos. Las tarjetas DAQ pueden incluir amplificadores, filtros y convertidores de analógico a digital (ADC) y de digital a analógico (DAC) para medir y controlar señales del mundo real y transferirlas a una computadora para su procesamiento y análisis. (Instruments, s.f)

Existen diversas placas DAQ, que se detallan a continuación.

1.1.1.1. NI USB- 6008/6009

NI USB 6008 es un instrumento DAQ que utilizan el controlador NI-DAQmx, a más de ser económico y multifuncional, ofrece entradas analógicas y digitales; este dispositivo es adecuado para estudios básicos como el registro simple de datos, mediciones que pueden realizarse de manera portátil y experimentos académicos llevados en un laboratorio; su diseño incluye una carcasa liviana y su alimentación proviene del bus, lo que lo hace fácilmente portable. También se pueden conectar sensores y señales sencillamente al dispositivo mediante conexión de terminales en forma de tornillo. (Halvorsen, 2023)

Figura 2

NI-USB 6009



Nota: Tomado de (Instruments, 2023)

NI -USB – 6009 presenta las siguientes características

- NI USB-6009 tiene las siguientes especificaciones:

- Ocho puertos de entradas (14 bits, 48 kS/s)
- Puertos de salida (12 bits a 150 S/s)
- Doce E/S digitales
- Un contador de velocidad instantánea. (Halvorsen, 2023)

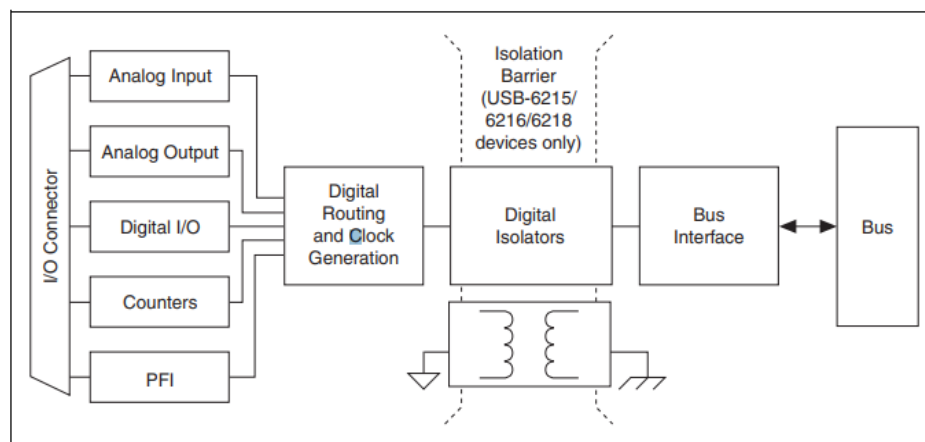
1.1.1.2. NI USB-6212

Es un instrumento DAQ multifuncional cuyo costo es elevado. Su campo es perfecto para diseños, inspección y prueba, incluido la recopilación de datos, control de campo, Toma de datos de vehículos y aplicaciones de estudio. Provee de un puerto analógico, puerto de entrada digital, un puerto digital de salida y cuenta con dos contadores. El dispositivo ofrece un amplificador integrado diseñado para una configuración rápida y rápida de exploración y una transferencia de datos bidireccional a velocidades altas mediante el bus USB. (Instruments, s.f)

Hardware. A continuación, se presenta en un diagrama de bloques, hardware DAQ. Este digitaliza señales, realiza conversiones DC/AC para generar señales de salida analógicas, calcula y controla las señales de E/S digitales. (Instruments, 2009)

Figura 3

Hardware USB 6212



Nota: Diagrama de bloques USB 6212. Tomado de (Instruments, 2009)

1.2.2. Aplicaciones de la DAQ

Los dispositivos DAQ se pueden usar para leer datos de diferentes sensores como ser de temperatura (entrada analógica) o si queremos controlar algo (salida analógica/digital) como calentadores, bombas, válvulas, luces/atenuadores, etc. Los dispositivos DAQ suelen tener canales digitales y analógicos. (Instruments, s.f)

Este dispositivo tiene 4 tipos diferentes de Señales.

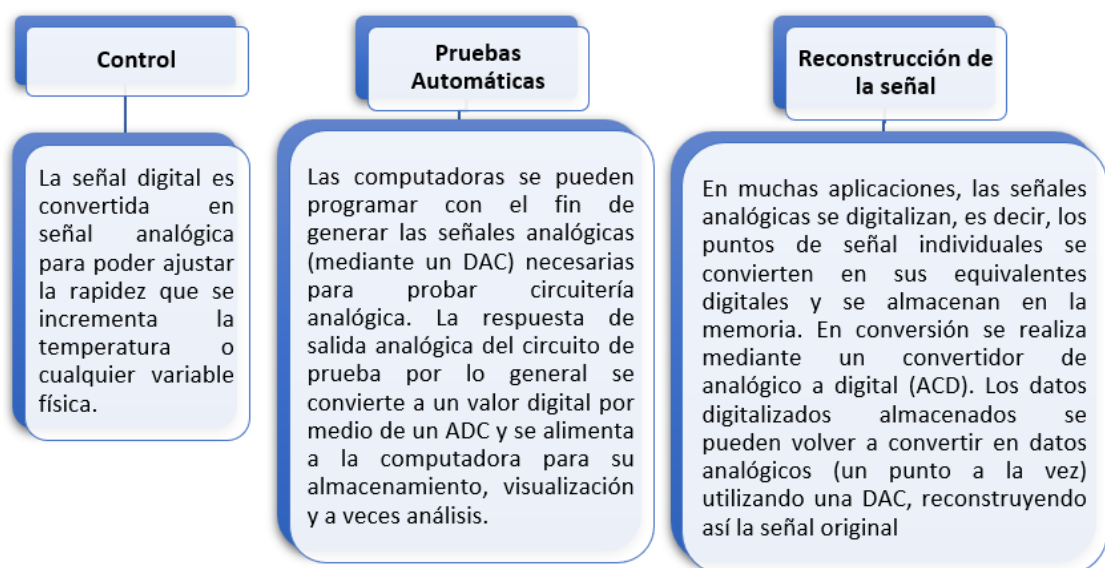
- Entradas digitales (DI)
- Salidas digitales (DO)
- Salidas digitales (DO)
- Salidas Analógicas (AO)

Los Convertidores Analógico-Digital (DAC) se emplean cuando es necesario que la señal que sale de un sistema digital proporcione un voltaje o tensión analógicos y así poder controlar de manera precisa un dispositivo de naturaleza analógica.

Algunas de las aplicaciones más comunes se enumeran en la tabla 4.

Figura 4

Aplicaciones de las placas DAQ



Nota: Tomado de (JANET & ZURIEL, 2015)

1.3. Software

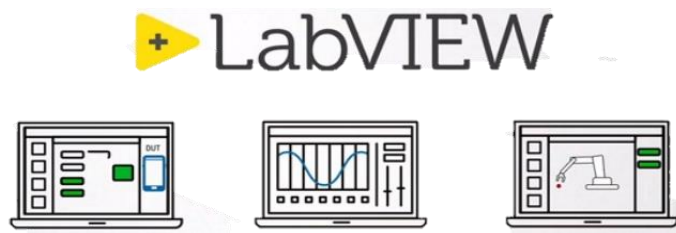
1.3.1. LabVIEW

LabVIEW, es un software de programación grafica. Está diseñado especialmente para adquirir, analizar y presentar datos. Se utiliza en diversos sectores como la automatización, la fabricación, la investigación y la ingeniería.

Una de sus características muy importante es la capacidad de interactuar con una amplia variedad de dispositivos como sensores, actuadores y sistemas de adquisición de datos. Lo cual lo transforma en una herramienta muy popular ya que se puede controlar, monitorizar experimentos y sistemas en tiempo real. (Elliott et al., 2007)

Figura 5

Software LabVIEW



Nota: Tomado de (Instruments, 2023)

1.3.2. NI-DAQmx

NI-DAQmx es un controlador de software excepcional que va más allá de un controlador básico de adquisición de datos, ya que ofrece una mayor eficiencia y desempeño en la toma de datos y en el control del desarrollo de aplicaciones. NI-DAQmx es responsable de administrar todos los aspectos del sistema DAQ (incluyendo los dispositivos de acondicionamiento de señales de NI) desde configuración y programar en LabVIEW, controlar el sistema operativo de bajo nivel y los dispositivos, así como recopilar rápidamente datos del mundo real utilizando canales virtuales listos para la medición y DAQ Assistant. NI-DAQmx es compatible con varios lenguajes de programación, incluyendo NI LabVIEW, NI LabVIEW

SignalExpress, NI LabWindows/CVI, C/C++, Visual Basic y Visual Basic.NET. (Chen & Li, 2012)

1.4. Temperatura

La temperatura es una propiedad física que indica la cantidad de energía térmica o calor presente en un objeto o en su entorno. El aumento de temperatura está estrechamente relacionado con la agitación de las partículas en un cuerpo de masa. Algunas propiedades de la materia dependen de temperatura como estado, la solubilidad y volumen, por ejemplo, el agua en condiciones normales, es decir que se encuentra a presión atmosférica, si la temperatura es 0°C, se presentara en estado sólido (congelado) si está entre 1°C a 99°C, estará en estado líquido y finalmente si está a 100 °C y más, se presentara en forma gaseosa (vapor). (Pérez & Gardey, 2010)

Para medir existen distintas “Escala”, como las que se destacan a continuación:

- Celsius (°C)
- Fahrenheit (°F)
- Kelvin (°K)
- Rankine (°R)

1.4.1. Medición de la temperatura en el campo Automotriz

La temperatura no se puede medirse directamente, porque hay que inferir los cambios de temperatura mediante magnitudes termométricas, unidades o cantidades que se modifican según la temperatura. Un ejemplo evidente de estas unidades termométricas es la expansión lineal de un líquido o la resistencia eléctrica de un metal. (Lab-Volt, 2005, pp. 23-28)

En los procesos automotrices los dispositivos más utilizados para la medición de la temperatura son los siguientes:

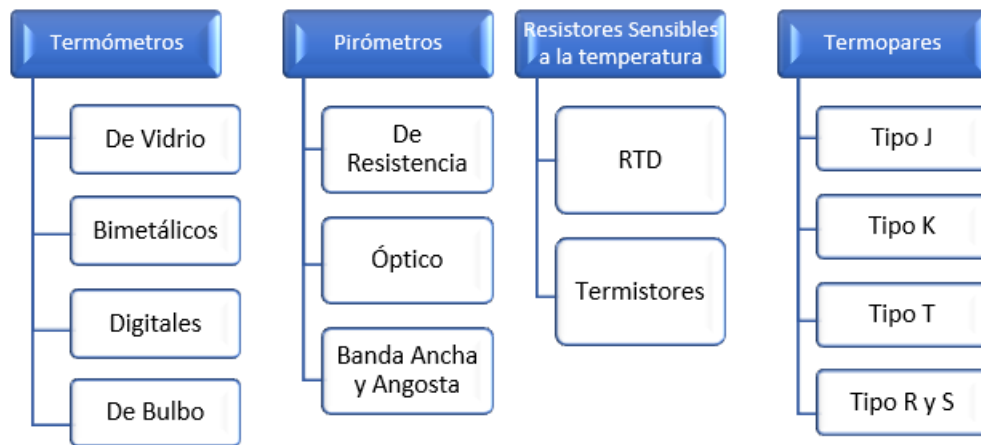
- **Termómetro de líquido en vidrio** se fundamenta en la expansión y contracción del líquido en respuesta a los cambios de temperatura. Uno de los termómetros más

reconocidos y ampliamente utilizados a lo largo del tiempo es el termómetro de mercurio. (Hernández & Martínez, 2016, pp. 2-5)

- **Los termómetros de resistencia (también conocidos como pirómetros de resistencia)** su principio de funcionamiento es la variación a la oposición eléctrica en ciertos metales con relación a la temperatura. En estos termómetros, los metales empleados suelen ser el platino, el níquel, el cobre y el molibdeno.
- **Termopares o Pares Térmicos** son dispositivos de medición de dos alambres hechos de metales o aleaciones que generan un voltaje eléctrico que varía según la temperatura. (Lab-Volt, 2005, p. 23)
- **Pirómetros Automotrices** es un instrumento para determinan la temperatura mediante la detección de la radiación térmica. Una ventaja de los pirómetros es su capacidad para medir la temperatura de superficies u objetos sin necesidad de contacto físico, incluso a distancias significativas. (Rolle, 2006, p. 62)
- **Termómetros digitales** se componen de en un circuito electrónico que efectúa la medición de temperatura y la envía a un microchip, el cual la procesa y la muestra en una pantalla digital. (Huerta, 2012, p. 2)
- **Termistores** son dispositivos de resistencia que experimentan cambios en función de la temperatura. Hay dos tipos de termistores: los de coeficiente de temperatura positivo, que aumentan su resistencia a medida que la temperatura aumenta, y los de coeficiente de temperatura negativo, cuya resistencia disminuye a medida que la temperatura aumenta. (Whitman & Johnson, 2006, p. 35)

Figura 6

Instrumentos para medir la Temperatura



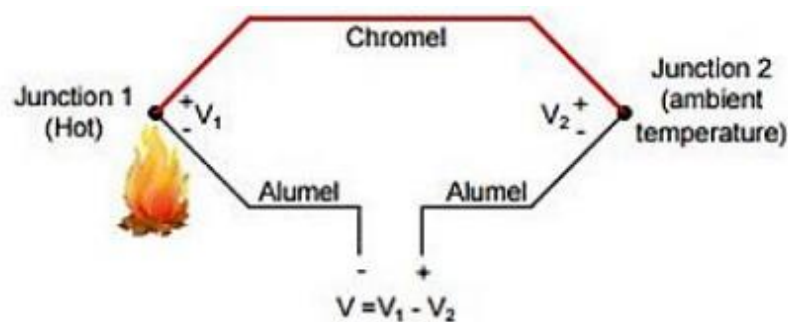
Nota. Tomado de (Lab-Volt, 2005, p. 34)

1.4.2. Evaluación de Temperatura con Termopares o Termocuplas

El Termopar o Termocupla es un dispositivo de medición de temperatura que se basa en el “efecto Seebeck”. Consiste en una conexión de dos alambres de material diferente unidos en un extremo. Cuando se calienta a uno de los metales, se forma un flujo de corriente y provoca, una diferencia de voltaje. El otro metal se conoce como "unión fría" y generalmente se mantiene a temperatura ambiente. (Rodríguez & Suárez, 2016, p. 9)

Figura 7

Funcionamiento de una termocupla



Nota: Tomado de (Rodríguez & Suárez, 2016, p. 9)

Resulta crucial conocer la temperatura de la unión de referencia mediante un método independiente cada vez que se utilice un termopar para medir una temperatura desconocida. La temperatura medida se determina a través de una ecuación de referencia que considera la fuerza electromotriz generada en el termopar. (Moreno, 2007, p. 11)

Hay combinaciones múltiples de metales investigados, actualmente estos metales muestran características en relación del voltaje con la variación de temperatura. La normativa ANSI/ASTM E-230 establece estándares para los diversos metales, los termopares, cables y conectores. Todos los detalles sobre cada termopar se ilustran en la Tabla 3.

Tabla 3

Normas ANSI/ASTM E-230

Termocupla	Combinación de Aleación		Comentarios Entorno Cable Pelado	Rango de temp. del termopar (máximo)
	Positivo	Negativo		
J	HIERRO Fe (Magnético)	CONSTANTAN CUPRONÍQUEL Cu- Ni	Reductor, vacío, inerte. Su uso se limitado a altas temperaturas. No es recomienda para temperaturas bajas. Principio oxidante libre de impurezas y químicamente inactiva. Su constancia está restringida al desgaste en condiciones de vacío Ofrece un prologado rango de temperaturas y se emplea de manera generalizada en procesos de calibración. Alterno a “tipo k”.	-210 a 1200 °C -346 a 2193 °F
K	CHROMEAGA NICROMO Ni-Cr	ALOMEGA NIQUEL ALUMINIO Ni-Al	En temperaturas altas su comportamiento es más estable.	-270 a 1372 °C -454 a 2501°F
N	OMEGA-P NICROSIL Ni-Cr- Si	OMEGA-N NICROSIL Ni-Si-Mg	Oxidante o inerte.	-270 a 1300 °C -450 a 2372 °F
E	CHROMEAGA NICROMO Ni-Cr	CONSTANTÁN CUPRONÍQUEL Cu- Ni	Oxidante Su comportamiento es óptimo en presencia de humedad. Su aplicación se implica en temperaturas bajas	-270 a 100 °C -454 a 1832 °F
T	COBRE Cu	CONSTANTÁN CUPRONÍQUEL Cu- Ni	Oxidante o Inerte. metálicos.	-270 a 400°C -454 a 752°F
R	PLATINO 13% RODIO Pt-13%Rh	PLATINO Pt		-50 a 1768°C -58 a 3214°F

S	PLATINO 10% RODIO Pt-10%Rh	PLATINO Pt	Temperatura alta Oxidante o Inerte. Cuidado con la contaminación. Temperatura alta	-50 a 1768°C -58 a 3214°F
---	-------------------------------	------------	--	------------------------------

Nota: Tomado de (E-230, ANSY/ASTM, s. f.)

Las termocuplas más utilizadas en diferentes campos de medición son los tipos J, K y T. Cada termocupla posee su propio rango de temperatura y entorno de trabajo particular. Es importante destacar que el diámetro del cable también juega un papel importante, ya que determina la temperatura máxima que puede alcanzar el termopar. En otras palabras, un termopar de dimensiones reducidas no lograría alcanzar el rango de temperatura deseado. (Medrano, 2002, pp. 1-4)

1.1.1. Termocupla tipo “K”

Este sensor es utilizado para altas temperaturas y es especialmente popular para calibración en este rango. En su terminal positivo, presenta un material Chromel, se compone de 91% de níquel y un 9% de cromo. Por otro lado, en su elemento negativo, utiliza Alumel, una aleación del 95% de níquel, un 2% de manganeso, un 2% de aluminio y un 1% de silicio. (Hernández & Mendoza, 2019, pp. 1-4)

1.4.3. Termocupla tipo “J”

Este tipo de termocupla es el más común debido a su valor accesible y un gran rango de medición. Es importante destacar que tiene presenta ciertas limitaciones cuando está expuesta a altas temperaturas y presencia de oxidación, este termopar no es recomendable para temperaturas bajas. Este termopar lo forman un conductor positivo de hierro y otro negativo de Constantán, una aleación compuesta por un 55 % de cobre y un 45 % de níquel. Es importante mencionar que el termopar es magnéticamente sensible a su elemento positivo, el hierro. (Hernández & Mendoza, 2019)

1.4.4. Termocupla tipo “T”

Este sensor se usa en aplicaciones que requieren mediciones en entornos de temperaturas bajas y puede resistir condiciones de humedad. El componente positivo del sensor se fabrica con cobre, mientras que su contraparte negativa usa Constantán, una aleación combinada por 54 % de cobre y 46 % de níquel. A diferencia de los termopares tipo J y K, este sensor no es sensible a los campos magnéticos. (Hernández & Mendoza, 2019, pp. 1-4)

1.5. Desarrollo del proceso para adquisición de datos

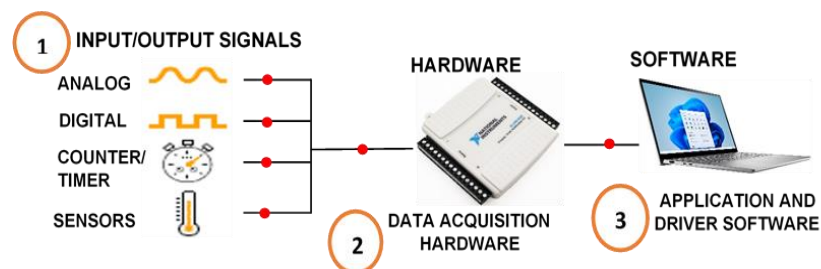
En la Ingeniería Automotriz, la adquisición de datos es un proceso muy fundamental para comprender el rendimiento y el comportamiento de los vehículos.

La capacidad de recolectar información de manera precisa y en tiempo real es esencial para el diseño, la optimización y la resolución del sector automotriz.

La toma de datos a través de una tarjeta DAC es un método en el que las señales analógicas se procesan para mostrarlas, almacenarlas y, en última instancia, analizar los datos obtenidos. La tarjeta de recolección de datos nos permite procesar la señal obtenida de un sensor conectado al cable conductor y envía la información a una computadora para luego ser analizado mediante un software estadístico.

Figura 8

Adquisición de datos



Nota: Realizada por los Autores.

En este capítulo, se presentó toda la información necesaria correspondiente al desarrollo de este proyecto. Los conceptos básicos del Efecto Joule, los diversos dispositivos disponibles

para la recolección de datos y el software correspondiente. Además, se han tratado aspectos vinculados con la temperatura, los distintos instrumentos para la medición de esta magnitud física y el funcionamiento de una termocupla, incluyendo una clasificación de sus tipos.

CAPÍTULO 2: Obtener el comportamiento de la temperatura en el cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo Kia Soul mediante adquisición de datos para su análisis

En esta sección se detalla los materiales, equipos, software e instrumentos de medida para la recolección de datos previo a la temperatura y corriente del cable de alimentación del vehículo KIA SOUL. Obteniendo estos parámetros establecidos, se realizará una prueba de ruta.

2.1. Metodología de la Investigación

En el desarrollo de esta investigación se aplicará el proceso de “mejora continua”, basado en cinco pilares fundamentales denominado método de las “5 M”, el mismo que está enfocado en un proceso lógico ordenado que permitirá obtener resultados confiables.

Esta metodología está basada en:

- Medio ambiente
- Materiales e insumos
- Maquinaria
- Método para la adquisición de datos
- Mano de obra

2.1.1. Medio Ambiente

Para el presente estudio se enfocará en dos ambientes de trabajo que se detallaran a continuación:

El primer ambiente de estudio, en el que se desarrollan las pruebas, serán los talleres de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada al norte de la ciudad, con las condiciones ambientales indicadas en la tabla 4.

Tabla 4*Clima de la ciudad de Cuenca*

Condición ambiental	Valor	Unidad
Ubicación geográfica	Latitud: 2° 53' 12" S	-
Coordenadas	Longitud: 2° 59' 10" S	-
Altura geográfica	2550	msnm
Presión atmosférica	89192	Pa
Temperatura promedio	16,3	°C
Promedio anual de lluvias	878	mm
Humedad	30	%

Nota: Tomado de (Barragán & Ochoa, 2014, pp. 85-86)

El segundo ambiente en el que se llevará a cabo la ruta de prueba de esta investigación será el trayecto Cuenca-Cajas; donde se recopilarán los datos necesarios en base a nuestra investigación.

Las cajas presentan las siguientes condiciones ambientales que se presenta en la tabla 5.

Tabla 5*Características Ambientales del parque nacional Cajas*

Condición ambiental	Valor	Unidad
Ubicación geográfica	Latitud: 2° 47' 16,65" S	-
Coordenadas	Longitud: 79° 12' 37,92" w	-
Altura geográfica	3.152 a 4.445	msnm
Temperatura promedio	-2 a 18	°C
Promedio anual de lluvias	1.000 a 2.000	mm
Precipitación media anual	1.200	mm

Nota: Tomado de (Ormaza, 2019, pp. 13-16).

2.1.2. Materiales e Insumos utilizados

Los materiales a utilizar para el desarrollo de esta investigación son:

- Cinta aislante 3M.
- Cables de tipo puente.

- Cable USB

En la tabla 6 se representan las características de cada material mencionado.

Tabla 6

Características insumos

Denominación	Características	Datos
Cinta Aislante¹	Alto voltaje	69kV
	Rango de temperatura	90°C a 130°C
	aislamiento dieléctrico	35kV
	Vida útil	5 años
	Color	Negro
	Espesor (ASTM D4325)	30 mils (0.762 mm)
	Resistencia a la tensión (ASTM D4325)	250 psi (1.72 Mpa)
	Resistencia aislante	>106 Megohms
Cables de tipo puente²	Cables puente	Puntas solidas 22 AWG
	Serie	TW-MM
	Tipo	Conductor de Corriente
USB 2.0 Tipo A macho a Tipo B macho	Rapidez de transmisión	480 Mbps
	Calibre del cable	30 AWG
	Revestimiento	PVC
	Material del conductor	Acero revestido de cobre

Nota: las fuentes se detallan en las notas al pie de página.

2.1.3. Maquinaria

Para el desarrollo de esta investigación se utilizan los siguientes equipos:

- Vehículo eléctrico KIA SOUL.
- Tarjeta de adquisición de datos.
- Termocupla.
- Multímetro.
- Computadora.

¹ Tomado de (3M, 2018, pp. 1-4)

² Tomado de (Electronics, 2023)

A continuación, se detallarán las características más notables de la maquinaria a utilizar.

2.1.3.1. Vehículo Eléctrico KIA SOUL

El KIA SOUL es un vehículo eléctrico, moderno que combina un diseño llamativo, con un rendimiento eficiente y respetuoso con el medio ambiente. Ofrece un motor eléctrico potente y su batería de iones de litio proporcionan una buena autonomía, lo que ayuda a recorrer distancias considerables con una sola carga.

Se principal enfoque se vincula a la sostenibilidad y la eficiencia energética. Buscando disminuir la contaminación del aire.

Cuenta también con tecnología avanzada y características de seguridad para brindar una experiencia de conducción más agradable y segura. (KIA, 2014)

Sus modos de conducción varían dependiendo las necesidades del conductor.

Figura 9

KIA SOUL EV



Nota: Fuente (Autores).

Especificaciones técnicas. En la tabla 7 se detalla una lista de las características técnicas del KIA SOUL. Dicha información es recopilada del manual del vehículo.

Tabla 7*Especificaciones técnicas Kia Soul EV*

Denominación	Características	Datos	
PESO	Peso bruto del vehículo	1,960kg (4,321lbs)	
MOTOR³	Motor síncrono de imán permanente	Potencia máxima 81,4 kW Par máximo 285 Nm Aceleración 0 a 100 Km/h 11 sg Voltaje de entrada 240~413 Potencia máx. (kW) 1,7 Autonomía 452km	
	BATERÍAS DE ALTO VOLTAJE DEL VEHÍCULO KIA SOUL⁴	Tipo de Batería	Polímero de Iones de Litio
		Capacidad almacenar energía eléctrica	75Ah
			96 celdas
			8 módulos
		Módulo de batería	360 V 75 ah 90 kW
		Tipo de conexión	Serie
		Voltaje por celda	3,75V
		Peso Total	274kg
	CARGADOR (OBC)	Potencia máxima	6,6kW

Nota: las fuentes utilizadas se detallan al pie de página.

2.1.3.2. NI USB-6212

Es un instrumento DAQ multifuncional de un precio elevado. Es ideal en aplicaciones como: diseño, monitoreo y prueba, incluido el almacenamiento de datos, control de campo, adquisición de datos de vehículos y aplicaciones de estudio. Provee de una entrada analógica, una entrada digital, una salida digital y cuenta con dos contadores de 32 bits. El dispositivo

³ Tomado de (KIA, 2014)

⁴ Tomado de (Maurad Yubi & Armijos Illescas, 2018)

ofrece un amplificador integrado diseñado para una configuración rápida y rápida de exploración y una transferencia de datos bidireccional a velocidades altas mediante el bus USB.

(Instruments, s.f)

Figura 10

NI-USB 6212



Nota: Tomado de (Instruments, 2023)

Entradas y Salidas NI USB-6212. La tarjeta NI USB-6212, está formada por cuatro unidades de terminales enlazados en los extremos de la tarjeta, dos bloques en el extremo izquierdo son las entradas de señal analógica y la otra parte las señales digitales.

Tabla 8

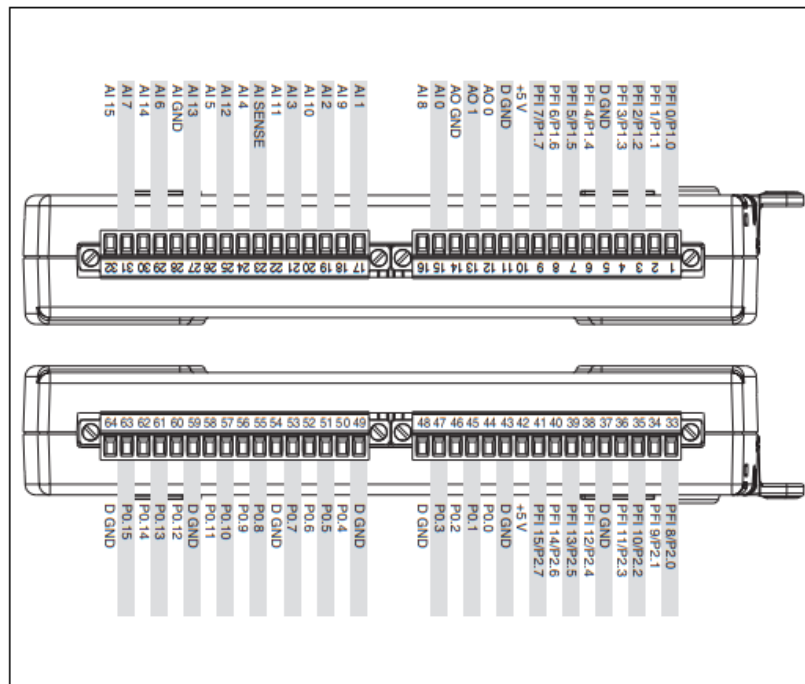
Ficha técnica de la NI-USB 6212

Características NI-USB 6212	
Entrada Analógica resolución	16 bits
No. puertos analógicos	8
Rapidez de muestreo	400 kS/s
Puertos de salida analógica	2
Max. Velocidad de actualización	250 kS/s
Conector de Bus	USB 2.0
Contador/Temporizadores	2
Entrada de Potencia	Energizada por Bus

Nota: Tomado de (Instruments, 2009)

Figura 11

PINOUT NI USB-6212



Nota: Tomado de (Instruments, 2009)

2.1.3.3. Termocupla

Para recopilar los datos del procedimiento y monitorear la temperatura, se ha utilizado una termocupla tipo J, un sensor que mide la temperatura a través de la unión de los metales Hierro-Constantan (Cobre-Níquel).

La termocupla tipo J, es un dispositivo muy robusto y económico. Este termopar se crea cuando dos metales diferentes se juntan y el punto de contacto produce un pequeño voltaje de circuito abierto como una función de temperatura. (Antepara & Burgos, 2010)

El voltaje termoeléctrico presenta una diferencia de temperatura entre dos metales diferentes. La diferencia de temperatura 1 y Temperatura 2 en la unión de los metales A y B crea una diferencia de potencial V. El voltaje no tiene una relación lineal con respecto a la temperatura. (Antepara & Burgos, 2010)

Figura 12

Termocupla tipo J



Nota: Tomado de (Camsmark, 2021).

Especificaciones Termocupla Tipo J. En la tabla 9 se presenta las especificaciones técnicas correspondientes.

Tabla 9

Especificaciones termocupla J

Denominación	Característica	Datos
	Aislamiento del cable	Fibra de vidrio enmallado
	Recubrimiento	Malla acero inoxidable
Termocupla tipo "J"	Composición (terminal positivo-negativo)	Fe – Constantán
	Longitud del cable (mm)	2000
	Rango de trabajo (°C)	0 a 750

Nota: Realizado por Autores

2.1.3.4. *Multímetro*

Características del multímetro Beta WELL DONE

En la tabla 2.4 se detallan las características del multímetro Beta WELL DONE

Tabla 10

Características del multímetro Beta WELL DONE

Denominación	Característica	Datos
Multímetro Beta WELL DONE	Tensión AC/DC	50mV - 1000V $\pm 0.06\%$ - $\pm 0.1\%$ rdg
	Corriente AC/DC	0.01 μ A - 10A $\pm 0.5\%$ - $\pm 1\%$ rdg
	Resistencia	0.01 Ω - 50M Ω $\pm 0.2\%$ - $\pm 2\%$ rdg
	Meg OHM	0.01 - 5000M Ω $\pm 4\%$ rdg. max current 1mA
	Capacidad	5nF - 10mF $\pm 1.5\%$ - $\pm 3\%$ rdg
	Frecuencia	0Hz - 100 MHz $\pm 0.02\%$ - $\pm 0.1\%$ rdg
	Temperatura	-50°C - +1350°C $\pm 0.5\%$ rdg
	Prueba continuidad	<30 Ω

Nota: Tomado de (Beta, 2018)

2.1.3.5. Computadora

Presentamos las características requeridas que debe cumplir la computadora para poder realizar la toma de datos con los programas: LabVIEW y EMOLAB.

Figura 13

Dell Inspiron 14 2 in 1



Nota: Realizado por Autores

Tabla 11

Características pc

Denominación	Características	Datos
Computadora	Sistema operativo	Windows 10/8.1/7 (64 bits)
	Procesador	Intel “Core i7”
	Memoria RAM	“8 GB” – “16 GB”
	Espacio del disco duro	5 GB
	Tarjeta grafica	Compatible con DirectX 10
	Puertos	4 puertos USB

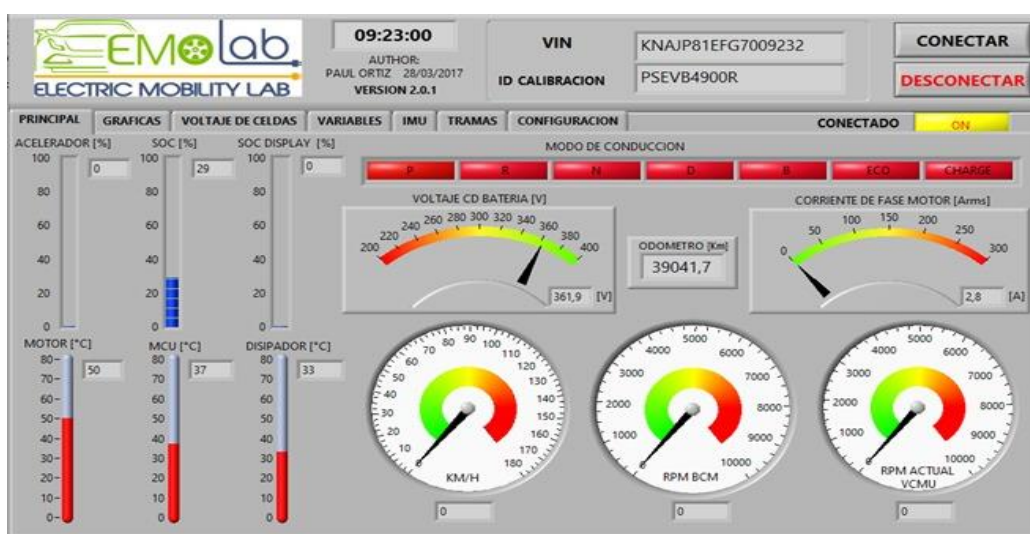
Nota: Realizada por Autores.

Software EMOLAB. Es un software diseñado en la Universidad Politécnica Salesiana, programado por un interfaz en LabVIEW, cuyo objetivo principal es seleccionar información del vehículo eléctrico, a través de la ECU conectado con un dispositivo OBD-II hacia la computadora con el programa ya instalado, esta conexión se realiza por medio del Bluetooth.

El software recibe la información como: la temperatura, estado de carga, velocidad, SOC%, corriente de la batería, etc.

Figura 14

Software EMOLAB



Nota: Realizado por Autores.

El programa almacena información de variables distintas recopiladas del vehículo y se muestra en una interfaz fácil de comprender. Los datos que se va a tomar para el presente proyecto es la variable Battery Current [A], para poder determinar la variación de temperatura y la pérdida de energía en el cable de alimentación.

2.1.4. Métodos Para La Determinación De Los Procesos De Toma De Datos

Para la toma de datos del comportamiento de la temperatura del cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo KIA SOUL, se aplicará el siguiente proceso:

1. Conexiones previas.
2. Configuraciones para la recolección de datos.
3. Proceso de recolección de datos.

2.1.4.1. Conexiones previas

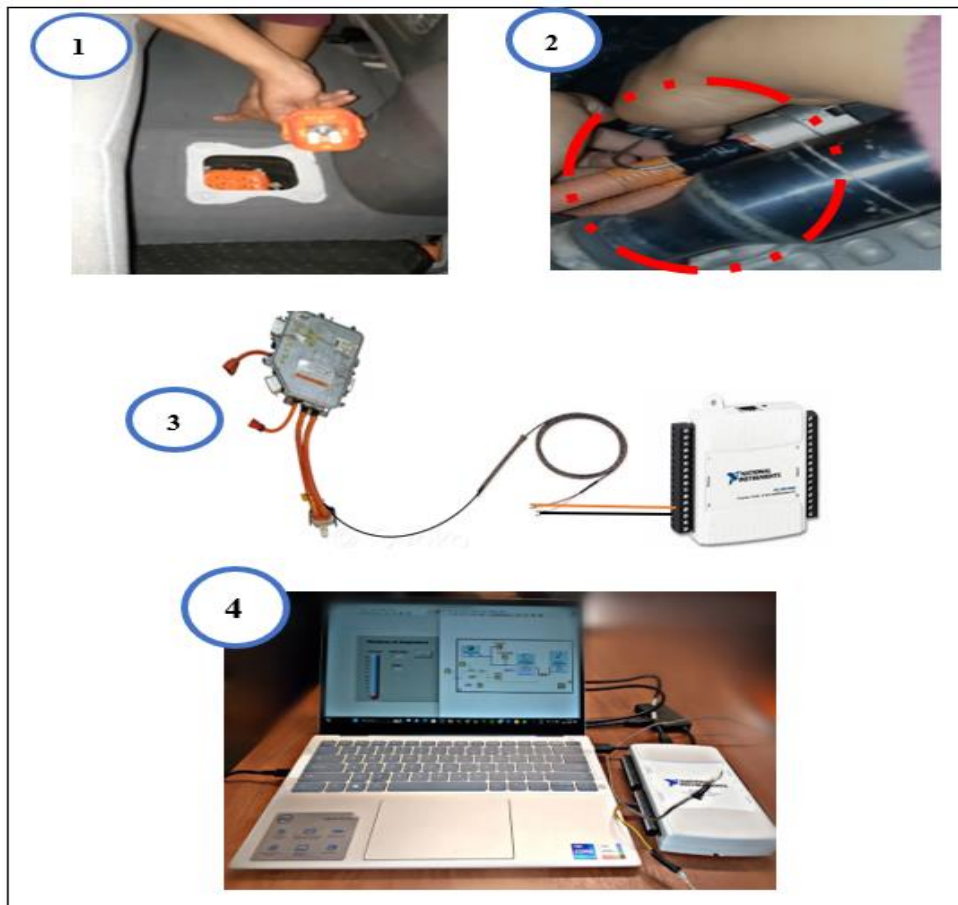
A continuación, se detallará los siguientes pasos para las conexiones previas:

1. Desconectar el “JUMPER” de la batería de alta tensión.
2. Conexión de la termocupla al cable de alimentación del motor eléctrico, en el cable de entrada hacia el motor.
3. Conexión de los cables de la termocupla en los puertos de entrada de la DAQ.
4. Conexión de la DAC con la PC.

En la figura 2.5 se ilustra cada paso realizado.

Figura 15

Conexiones Previas a la toma de datos.



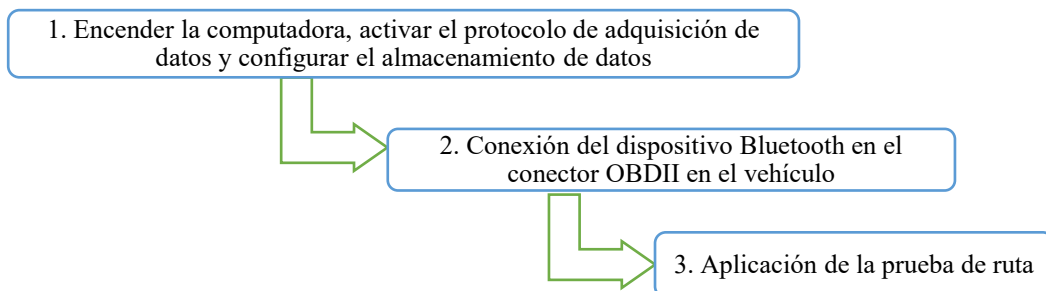
Nota: Realizada por los Autores

2.1.4.2. Configuraciones para la adquisición de datos

A continuación, se detallará el siguiente proceso:

Figura 16

Descripción del proceso.



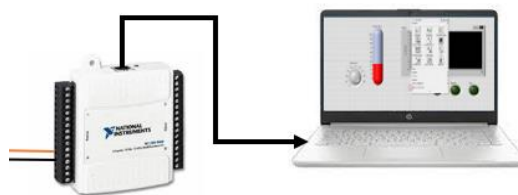
Nota: Realizada por los Autores.

Luego se detallan los pasos descritos anteriormente.

Encender la computadora, activar el protocolo de toma de datos y configurar su almacenamiento. Una vez realizada la instalada de la termocupla al cable de alta tensión, procedemos a conectarse a la DAQ-6212 con un cable USB descrito en la tabla 6 y las señales se transmitirá al computador como se observa en la figura 18.

Figura 17

Conexión de la DAQ en la computadora

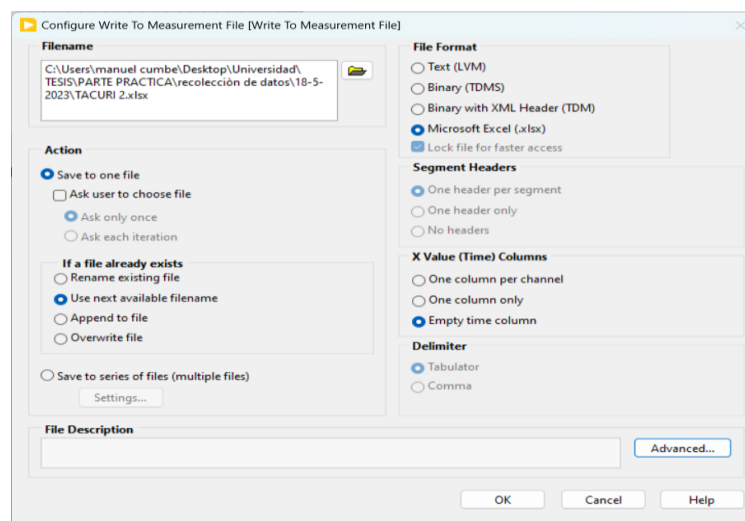


Nota: Realizada por Autores

En la computadora, abrimos LabVIEW y realizamos las configuraciones previas al almacenamiento de los datos. Seleccionamos la ruta de almacenamiento como se indica en la figura 18.

Figura 18

Configuración de la ruta de almacenamiento de los datos



Nota: Realizada por los Autores

Conexión del dispositivo Bluetooth en el conector OBDII en el vehículo. En el KIA SOUL EV, se identificará el puerto de conexión OBDII, tal como se indica en la figura 19, esto permitirá enlazarse el dispositivo OBDLink Mx con la ECU del vehículo mediante una interfaz bluetooth, para posterior realizar la toma de datos en el software EMOLAB, el cual fue diseñado por el Ing. Paul Ortiz tal como se ilustra en la figura 20, permitiendo almacenar datos como el consumo eléctrico del vehículo el cual nos ayudará en nuestra investigación.

Figura 19

Conexión del dispositivo Bluetooth en el conector OBDII



Nota: Realizada por Autores

Figura 20

Software EMOLAB



Software de Adquisición de Datos para
Diagnóstico de un Vehículo Eléctrico

Autor: Paúl Ortiz



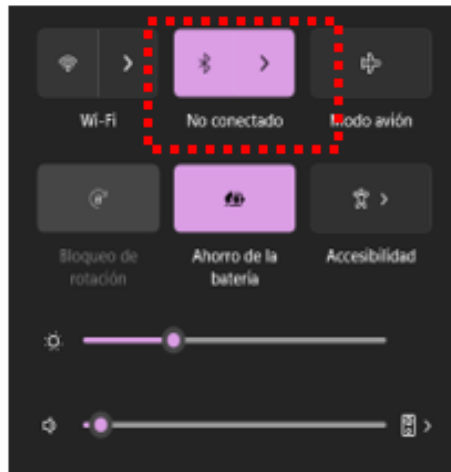
Laboratorio de Movilidad Eléctrica
Copyright 2017
EMoLab - Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca

Nota: Realizado por Ing. Paul Ortiz

Conexión de la computadora con el dispositivo Bluetooth y configuración para la adquisición de datos. Verificamos que en el pc este activado el interfaz Bluetooth, tal como se indica en la figura 21.

Figura 21

Interfaz bluetooth activado

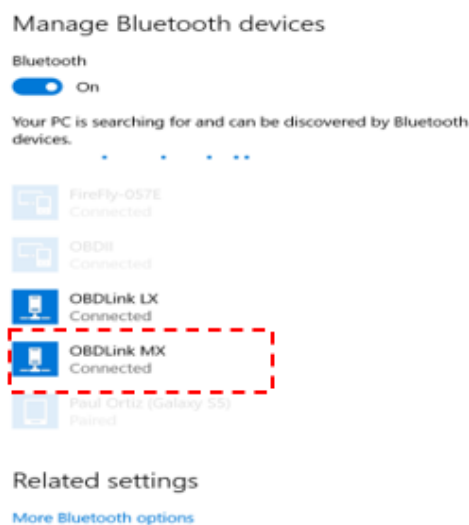


Nota: Realizada por Autores

Observamos que el pc se vincule con el dispositivo OBDLink MX tal como se indica en la figura 22.

Figura 22

Conexión del dispositivo OBDLink MX al pc

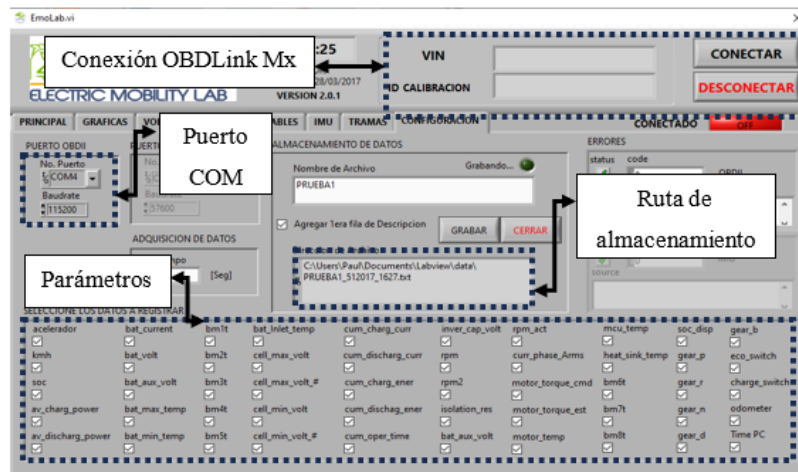


Nota: Realizada por Autores

Abrimos el software EMOLAB y se presenta la pantalla principal en donde se realiza las diferentes configuraciones, como la vinculación con el OBDLink Mx, la selección del puerto de comunicación del pc, los diferentes datos a registrar, la ruta de almacenamiento

Figura 23

Interfaz EMOLAB



Nota: Realizada por Autores

Seleccionamos el puerto COM 6 en el ordenador para el módulo bluetooth OBDLink y procedemos activar el botón CONECTAR el cual se observará en color verde indicando que ha comenzado la adquisición de datos.

Figura 24

Inicio de la adquisición de datos



Nota: Realizada por Autores

Finalmente, procedemos a la prueba de ruta definida en la tabla 5, el vehículo tiene una carga máxima en la batería de alta tensión del 100% y una autonomía de 57Km, como se ilustra en la figura 25.

Figura 25

Panel de instrumentos del EV



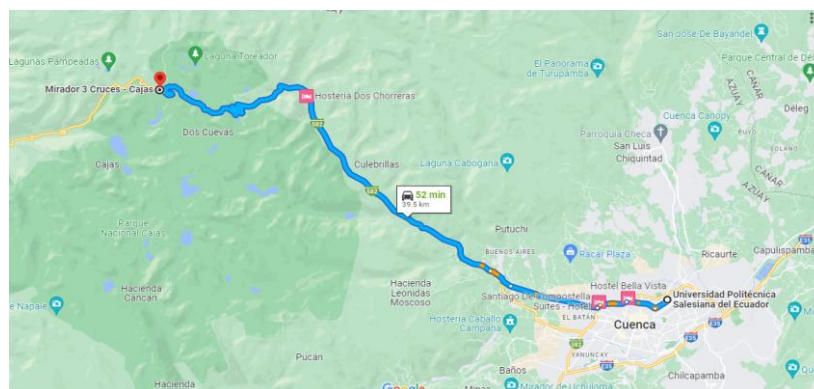
Nota: Realizada por Autores

2.1.5. Determinación de la ruta de prueba

Para la ruta de prueba se define una distancia de 39.5km, esta ruta hacia el Mirador Tres Cruces – Cajas, las condiciones ambientales se muestran en las tablas 4-5. En el tramo de ruta existe una variación de elevación entre el Mirador de Tres Cruces–Cajas y la ciudad de Cuenca de 440 m, ya que está dentro del rango establecido sin afectar a la autonomía.

Figura 26

Ruta de prueba, Cuenca- Cajas (Tres Cruces)



Nota: Tomado de (Google Maps, s. f.)

2.1.6. Mano De Obra/ Competencias Del Personal

Para el proceso del siguiente estudio se requiere del uso de equipos, métodos técnicos y científicos; para la obtención de los datos que se utilizaran para examinar la variación de la temperatura en el cable de alimentación del motor eléctrico.

En la siguiente tabla 12, se desarrolla las competencias que debe tener el personal para el desarrollo del estudio.

Tabla 12

Competencias del personal

	Metodologías	Competencias
Proceso de recopilación de datos	Reconocimiento del cable de alimentación al motor eléctrico, posteriormente la conexión.	Conocimientos del funcionamiento del sistema de alta tensión del vehículo eléctrico.
	Diseño de software para recolección de datos.	Conocimientos de ofimática
	Instalación y uso de equipos de medición.	Conocimientos en la operación de equipos como: termocupla, DAQ, etc.
	Proceso de aplicación de prueba	
Métodos estadísticos para el análisis de resultados	Análisis de datos por estadística descriptiva (gráficas, media aritmética, coeficiente de variación y desviación estándar muestral).	Conocimientos sobre estadística descriptiva y softwares estadísticos.

Nota: Realizada por Autores

En este capítulo se detallaron los materiales, equipos, software e instrumentos de medida para la implementación del proceso de recolección de datos de la temperatura y corriente del cable de alimentación del vehículo KIA SOUL.

CAPÍTULO 3: Obtención y Análisis de los resultados mediante análisis estadístico para determinar el comportamiento del efecto Joule en el cable de alimentación

Tras los resultados experimentales se presenta con el análisis correspondiente aplicando la ecuación del efecto Joule, se calcula la pérdida de energía y la temperatura generada en el cable de alimentación del KIA SOUL EV. Para ello se aplicará análisis estadístico según los datos almacenados, con un programa estadístico, en el que se evaluará una correlación de datos, para aplicar una regresión múltiple con las gráficas del comportamiento del efecto Joule y la corriente de la batería consumida en nuestro estudio.

3.1. Análisis de Resultados

En el momento que se obtienen los resultados de las pruebas, se iniciara con el análisis de la siguiente manera:

- Recolección y filtrado de datos del software LabVIEW entorno a la temperatura.
- Recolección de datos del software de EMOLab entorno al funcionamiento del vehículo.
- Análisis de resultados.

3.1.1. Base de Datos Generados por LabVIEW

El software NI LabVIEW 2023 Q1 crea una base de datos la cual indica la variación de la temperatura del cable de alimentación del vehículo KIA SOUL en tiempo real, donde se observa cómo se comporta la temperatura durante el recorrido, durante el tiempo de duración de la prueba se generaron 560 datos de los cuales en tabla 13 se indica un fragmento.

Tabla 13*Base de datos real LabVIEW*

Temperatura (°C)	Tiempo (min)
24,4888	0,00
24,2522	0,10
24,3615	0,26
25,3427	0,43
24,7433	0,60
25,1069	0,76
25,2342	0,93
25,6338	1,10
24,8706	1,26
24,8522	1,43
25,1069	1,60
25,1069	1,76
25,3615	1,93
24,6161	2,10
24,5975	2,26
25,1069	2,43
25,1069	2,60
25,2342	2,76
24,8522	2,93
25,3615	3,10
25,1069	3,26
24,4888	3,43

Nota: Realizado por Autores.

Para analizar los resultados se realiza un filtrado de valores de temperatura que los que presentaban cierta variabilidad con un margen de error del 0,5 %, provocado por la velocidad de toma de datos, interferencias eléctricas, etc.

Un fragmento de los datos filtrados/corregidos se presentan en la tabla 13.

Tabla 14*Base de datos corregidos*

Temperatura (°C)	Tiempo (min)
24,04	0,00
24,07	0,10
24,11	0,26
24,14	0,43
24,18	0,60
24,22	0,76
24,25	0,93
24,29	1,10
24,32	1,26
24,36	1,43
24,40	1,60
24,43	1,76
24,47	1,93

24,50	2,10
24,54	2,26
24,58	2,43
24,61	2,60
24,65	2,76
24,68	2,93
24,72	3,10
24,76	3,26
24,79	3,43

Nota: Realizado por Autores.

3.1.2. Base de Datos Generados por EMOLab

El software EMOLab 2.0.1 produce un conjunto de datos en tiempo real del vehículo eléctrico KIA SOUL (tiempo, kilometraje, rpm motor, corriente de batería, voltaje de batería, estado de carga de la batería, etc.). Durante la prueba experimental de ruta, se capturan las fluctuaciones de cada una de las variables. Un fragmento donde se muestran los resultados obtenidos del software se presenta de manera visual en la tabla 15.

Tabla 15

Base de datos EMOLab

Time [HH:MM: SS]	Odometer [Km]	Drive Motor Speed [rpm]	Battery Current [A]	Battery DC Voltage [V]	SOC [%]
8:16:06	38997,7	0	1,6	383,1	89
8:16:07	38997,7	0	1,8	383	89
8:16:08	38997,7	0	2	383,1	89
8:16:09	38997,7	0	1,9	383	89
8:16:10	38997,7	0	2,8	382,9	89
8:16:11	38997,7	100	3,5	382,8	89
8:16:12	38997,7	400	3	382,9	89
8:16:13	38997,7	700	3,1	382,8	89
8:16:14	38997,7	1000	3,6	382,8	89
8:16:15	38997,7	1500	3,3	382,8	89
8:16:16	38997,7	2000	2,4	382,9	89
8:16:17	38997,7	2300	2,2	383	89
8:16:18	38997,7	2600	2,5	382,9	89
8:16:19	38997,7	2800	2,4	383	89
8:16:20	38997,7	3000	3,2	382,8	89
8:16:21	38997,7	3300	6,1	382,5	89
8:16:22	38997,7	3400	16,1	380,9	89
8:16:23	38997,7	3500	28,9	378,9	89
8:16:24	38997,7	3600	53	374,9	89
8:16:25	38997,7	3500	79	370,7	89
8:16:26	38997,7	3400	84,4	369,3	89
8:16:27	38997,7	3400	83,3	369	89

Nota: Realizada por los Autores.

3.2. Análisis de Resultados

Los resultados se analizarán de la siguiente manera:

- Análisis del comportamiento de la temperatura generada por efecto Joule en el cable de alimentación del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta.
- Análisis de pérdida de energía y la temperatura generada en cable de alimentación del motor eléctrico.
- Análisis de la energía perdida por efecto Joule en el cable de alimentación del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta.
- Análisis de pérdida de energía por efecto Joule durante el recorrido.
- Análisis de pérdida de potencia por efecto Joule.

3.2.1. Análisis del comportamiento de la temperatura generada por efecto Joule en el cable de alimentación del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta

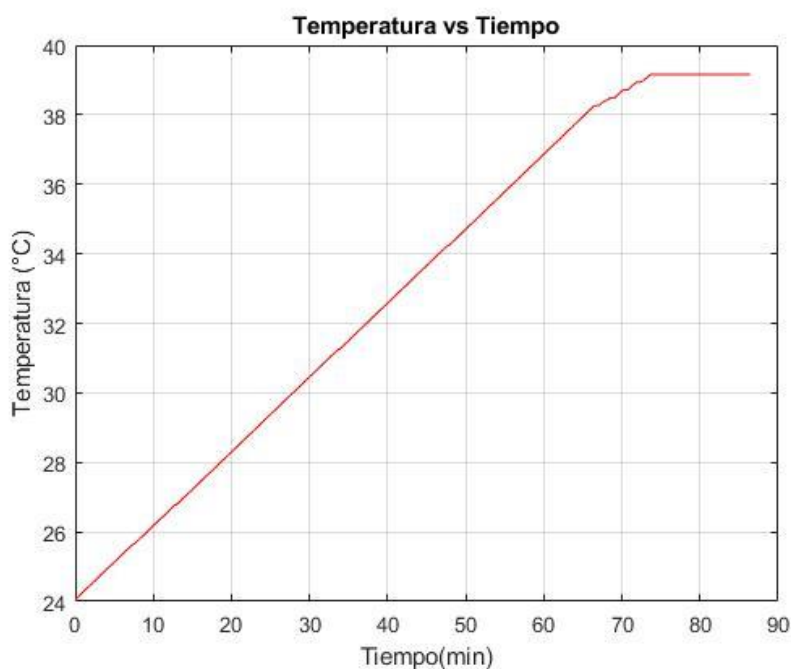
La prueba experimental, tuvo una duración de 1 hora con 14 minutos, en este lapso de tiempo, la temperatura inicio con un valor de 24°C y fue aumentando de manera progresiva hasta alcanzar los 39°C.

En la Figura 27 se representa el incremento de temperatura según transcurre el tiempo, igual que generada por la pérdida de energía por el efecto Joule.

Desde el minuto 73, alcanza un valor de 39°C, a partir de este tiempo la temperatura se mantiene constante, hasta finalizar la prueba experimental.

Figura 27

Variación de la temperatura en la ruta experimental.



Nota: Realizada por los Autores.

3.2.2. Análisis de Pérdida de Energía y la Temperatura Generada en Cable de Alimentación del Motor Eléctrico

Para obtener la energía total perdida en el cable de alimentación del motor eléctrico hacia el inversor se aplicó la ley de Joule $Q = I^2 * t * R$ descrita en la tabla 1.

Teniendo como datos:

- Consumo de la corriente del cable de alimentación.
- Tiempo.
- Resistencia del cable.

Para la resistencia del cable se parte a través de la fórmula expresada en la tabla 2. Así:

- Se mide la longitud del cable desde el inversor hacia el motor eléctrico, obteniendo un valor de 0,40 metros.
- Se mide el diámetro del cable, y se obtiene el valor de 0,020 metros.
- Se considera la resistividad del cobre con un valor de $1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$

- Para efectos de cálculo de la resistencia no se consideran los efectos de temperatura.

Para el cálculo de la resistencia del cable se procederá de la siguiente manera:

$$R = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$R = \frac{\pi(0,020)^2}{4} = 3,14 * 10^{-4}$$

Una vez obtenido la resistencia se procede a calcular de la resistividad del cable que viene dada según la tabla 1.

$$R = \frac{(1,7 \times 10^{-8} \Omega * m) * (0,40m)}{(3,14 * 10^{-4})} = 0,000026$$

La resistencia del cable es de 0,000026 Ω .

En la tabla 16 se detalla un fragmento del cálculo de la energía disipada por efecto joule durante la ruta de prueba.

Tabla 16

Energía perdida en prueba experimental

Time [sg]	Battery Current [A]	Wire Resistance [Ω]	Joule effect [J]
258,1	23,2	0,000026	3,61
258,2	24	0,000026	3,87
258,6	248,2	0,000026	414,20
258,7	249,9	0,000026	420,05
259,4	3,4	0,000026	0,08
259,5	32,1	0,000026	6,95
259,6	34,7	0,000026	8,13
259,7	34,4	0,000026	7,99
259,8	34,7	0,000026	8,13
259,9	31,1	0,000026	6,54
260,2	24,3	0,000026	3,99
	
	
		Total	35,25 KJ

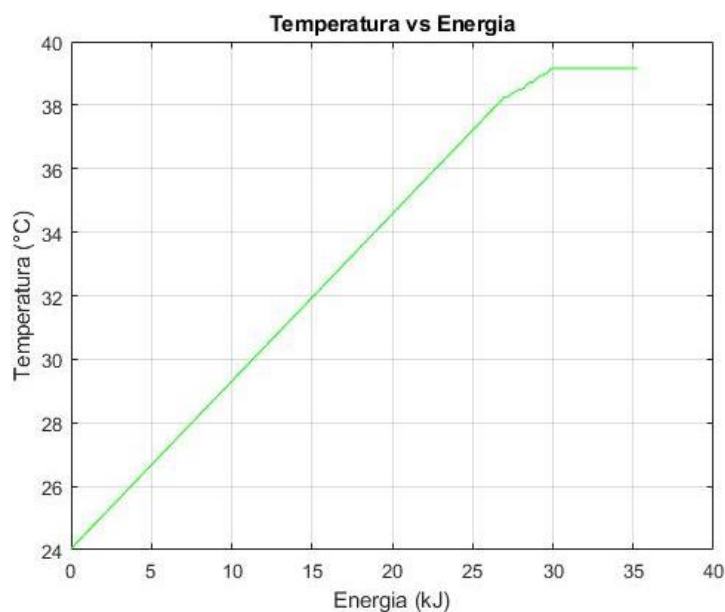
Nota: Realizado por los Autores.

La energía total perdida en la ruta experimental es de 35,25 KJ.

En la figura 28 se observa la pérdida de energía en el cable de alimentación del motor por el efecto Joule, y se observa que a medida que aumenta la pérdida de energía, también se incrementa la temperatura en el cable. También se observa que, desde los 29 kJ la temperatura tiende a mantenerse constante, lo que puede provocarse por transferencia de calor al medio.

Figura 28

Temperatura vs Energía



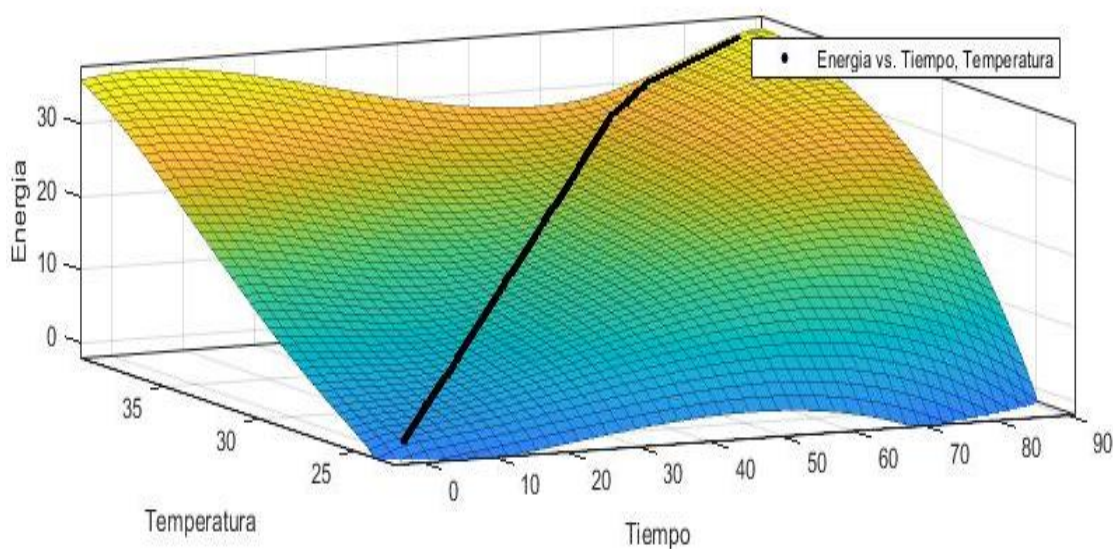
Nota: Realizada por los Autores.

En la siguiente figura 30 se observa el comportamiento del efecto Joule en el cable de alimentación aplicando tres variables como:

- Energía perdida en el cable de alimentación por el efecto Joule [kJ].
- Temperatura generada en el cable de alimentación por el efecto Joule [°C].
- Tiempo de ruta experimental. [min].

Figura 29

Perdida de energía por efecto Joule



Nota: Realizada por los Autores.

Realizando un análisis en el tiempo de 3,26 min la temperatura alcanzada es de 24.76°C se tiene una pérdida de energía de 1.37 kJ

Un fragmento de los parámetros más representativos , cuando el consumo de energía es la máxima, se presentan en siguiente tabla 16.

Tabla 17

Efecto Joule perdida de energía

Tiempo [min]	Temperature [°C]	Energía[kJ]
2,93	24,68	1,23
3,10	24,72	1,30
3,26	24,76	1,37
3,43	24,79	1,43
3,60	24,83	1,50
3,76	24,86	1,57
3,93	24,90	1,64

Nota: Realizado por los Autores

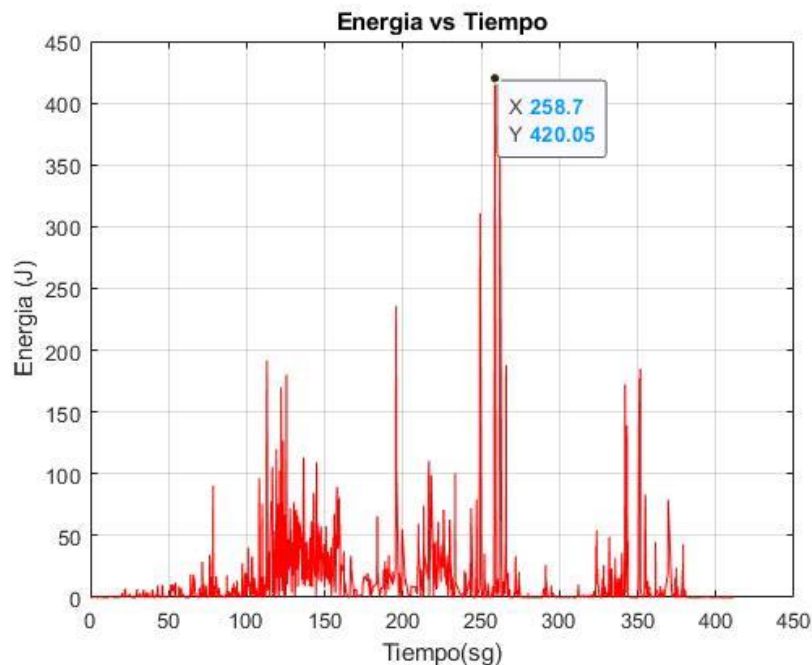
3.2.3. Análisis de la energía perdida por efecto Joule en el cable de alimentación del motor eléctrico durante el tiempo de duración de la ruta

Con los valores obtenidos del consumo de corriente (A) de la batería “Battery Current” de la tabla 15 se presenta la figura 30, la cual indica la cantidad de energía perdida por unidad de tiempo. La mayor energía se consume cuando las exigencias del motor son elevadas, ejemplo de esta pérdida de energía se da en el segundo 258.7 como se indica en la tabla 18, donde el motor está a 4600 rpm, por factores como la resistencia a la rodadura, resistencia a la pendiente, resistencia aerodinámica etc.

En este punto de máximo consumo de corriente de la batería se evidencia como se produce un incremento a 249.9 A debido al esfuerzo que sufrió el vehículo, generando una pérdida de energía de 420,05 J.

Figura 30

Energía consumida(J) por unidad de tiempo (sg)



Nota: Realizada por los Autores.

Un fragmento de los parámetros más representativos, cuando el consumo de corriente es la máxima, se presentan en siguiente tabla 17.

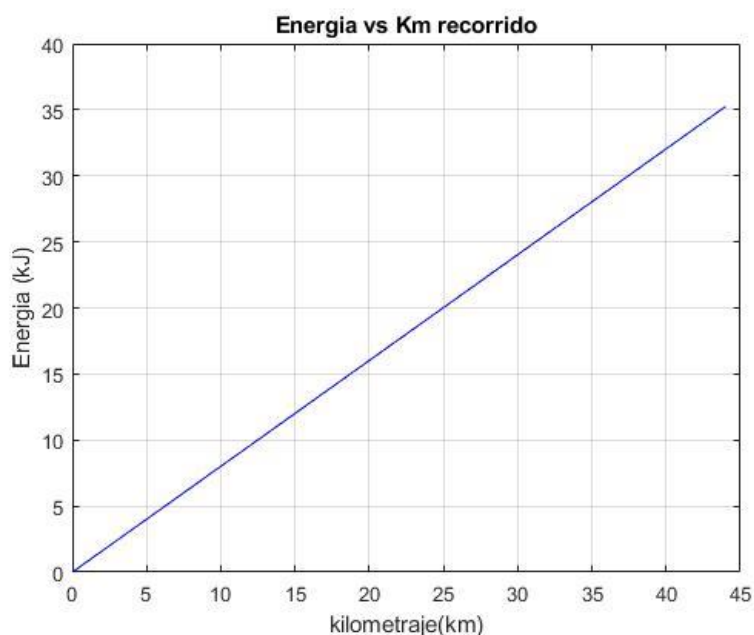
Tabla 18*Máximo consumo de corriente [a]*

Time [HH:MM: SS]	Time [sg]	Odometer [Km]	Drive Motor Speed [rpm]	Battery Current [A]	Battery DC Voltage [V]	Efecto Joule[J]
8:59:09	258,1	39033,1	3700	23,2	361,1	3,61
8:59:10	258,2	39033,1	3800	24	361	3,87
8:59:14	258,6	39033,1	4000	248,2	338,7	414,20
8:59:15	258,7	39033,2	4600	249,9	336,8	420,05
8:59:22	259,4	39033,3	3700	3,4	363,1	0,08
8:59:23	259,5	39033,3	3700	32,1	360,2	6,95
8:59:24	259,6	39033,3	3800	34,7	359,7	8,13
8:59:25	259,7	39033,3	3900	34,4	359,6	7,99
8:59:26	259,8	39033,3	4000	34,7	359,4	8,13
8:59:27	259,9	39033,3	4100	31,1	359,6	6,54
8:59:30	260,2	39033,4	4000	24,3	360,6	3,99

Nota: Realizada por los Autores.

3.2.4. Análisis de pérdida de energía por efecto Joule durante el recorrido

En la figura 31 se presenta la pérdida de energía del cable de alimentación del motor por el efecto Joule, donde se observa que, conforme aumenta el recorrido, aumenta la pérdida de energía con una tasa de 0,8 kJ/km.

Figura 31*Energía vs Km recorrido*

Nota: Realizado por los Autores.

3.2.5. Análisis de pérdida de potencia por efecto Joule

Para el siguiente análisis, se considera que la potencia de la batería es de 90 kW, tal como se indica en las características del KIA SOUL en la Tabla 7.

El objetivo es determinar la pérdida de potencia debido al efecto Joule entre el cable de alimentación que conecta el motor eléctrico al inversor.

A continuación, se realiza el cálculo para determinar la pérdida de potencia ocasionada por el efecto Joule.

1. Sumatoria de todas las energías perdidas por efecto joule a lo largo de la prueba experimental.
2. Se calcula la potencia dividiendo la energía total perdida por efecto joule para el tiempo total de duración de la prueba.

Desarrollo del calculo

$$\sum Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \dots \dots \dots$$

$$\sum Q_{Total} = 35,25 \text{ KJ}$$

$$Potencia = \frac{J}{s} \text{ (Watts)}$$

$$Potencia = \frac{35249,82 \text{ J}}{411,7 \text{ s}} = 85,62 \text{ W}$$

En total, se registra una pérdida de potencia de 85,62 W en el cable que conecta al motor eléctrico.

Porcentaje de la perdida de potencia por efecto Joule en el cable de alimentación.

$$\% = \frac{(0,085 \text{ kW} * 100\%)}{90 \text{ kW}} = 0,10\%$$

Esto indica que el motor eléctrico consume el 99,90% de la potencia suministrada por la batería, mientras que el 0,10% se pierde debido al efecto Joule.

En el presente capítulo 3, tras los resultados experimentales se presentaron con un análisis correspondiente aplicando la ecuación del efecto Joule, se calculó la pérdida de energía y la temperatura generada en el cable de alimentación del KIA SOUL EV.

Se analizo y se aplicó análisis estadístico según los datos obtenidos, utilizando un programa estadístico, en el que se evaluará una correlación de datos, para aplicar una regresión múltiple con las gráficas del comportamiento del efecto Joule y la corriente de la batería consumida en nuestro estudio.

4. CONCLUSIONES

La investigación bibliográfica fue fundamental en este estudio al dar una base de conocimiento sobre los fundamentos teóricos del efecto Joule y la adquisición de datos. Este conocimiento permitió comprender la relación entre el efecto Joule y la generación de temperatura en el cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo. Se identificaron variables clave, como la resistencia eléctrica del cable, la corriente que lo atraviesa y el tiempo de exposición, que influyen en este proceso. Estos fundamentos teóricos brindaron el marco necesario para poder analizar e interpretación de los datos adquiridos.

En la adquisición de datos ha sido crucial para conocer el comportamiento de la temperatura en el cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo KIA SOUL, tras utilizar el método de las 5 M (Método, Material, Mano de obra, Medio Ambiente y Medida). Este enfoque ha facilitado la identificación precisa de los equipos y materiales necesarios, así como la definición de un proceso metodológico claro para llevar a cabo la recopilación de datos

Gracias a todo lo anterior, al analizar estadísticamente los resultados relacionados con la temperatura y el efecto Joule, se ha encontrado una correlación directa entre la pérdida de energía en el cable de alimentación y el aumento de la temperatura. A medida que aumenta la pérdida de energía, la temperatura del cable se incrementa proporcionalmente, en línea con la comprensión teórica del efecto Joule, que establece que la energía eléctrica se convierte en calor debido a la resistencia del cable.

Adicionalmente, se ha identificado un punto de inflexión en los resultados, específicamente a partir de los 29 kJ de pérdida de energía. En este punto, la temperatura tiende a mantenerse constante, lo que sugiere que puede haber una transferencia de calor desde el cable hacia el medio.

Finalmente podemos concluir que, la importancia de controlar adecuadamente la pérdida de energía en el cable de alimentación para evitar incrementos indeseados en la temperatura, los cuales podrían afectar el rendimiento y la durabilidad del motor eléctrico

5. RECOMENDACIONES

Basándose en las investigaciones y análisis obtenidos del estudio, se sugiere prestar una atención especial a la administración de la pérdida de energía en el cable de alimentación del motor eléctrico del vehículo para evitar incrementos indeseados en la temperatura y asegurar un máximo rendimiento y una larga vida útil del motor.

En primer lugar, es importante tener en cuenta el diseño y la selección adecuada del cable de alimentación, considerando su resistencia eléctrica y capacidad de conducción de corriente. La elección de un cable con características apropiadas ayudará a reducir la pérdida de energía causada por el efecto Joule y minimizará el aumento de temperatura asociado.

Además, se sugiere llevar un constante monitoreo de la temperatura en el cable de alimentación durante el funcionamiento del vehículo. Esto permitirá identificar cualquier incremento anormal de temperatura y tomar medidas preventivas antes de que se produzca cualquier daño ya sea en el cable o en el motor. La adquisición de datos en tiempo real y la implementación de sistemas de alerta temprana pueden ser herramientas efectivas para lograr este propósito.

También se recomienda evaluar la eficiencia energética general del sistema eléctrico del vehículo, considerando otros componentes y conexiones además del cable de alimentación. Una gestión eficiente de la energía en todo el sistema contribuirá a reducir la pérdida de energía debido al efecto Joule y, por consiguiente, la generación de temperatura en el cable.

Por último, es esencial continuar investigando y actualizándose acerca de los avances tecnológicos y las mejores prácticas en relación a la gestión de la temperatura y la eficiencia energética en vehículos eléctricos. Mantenerse al tanto de los conocimientos adquiridos y la implementación de soluciones innovadoras ayudará a mejorar aún más el rendimiento y la durabilidad de los motores eléctricos, garantizando una experiencia segura y eficiente para los usuarios.

6. BIBLIOGRAFIA

- 3M. (2018). *Scotch® 130C Cinta de hule sin liner para empalmes*.
<https://multimedia.3m.com/mws/media/1609053O/data-sheet-scotch-130c-electrical-tape-spanish-mx.pdf>
- Antepara, O. L., & Burgos, J. W. (2010). *Implementación de un sistema de monitoreo para un intercambiador de calor en tiempo real por internet: diseño y construcción del equipo experimental* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL].
<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90514/D-79034.pdf>
- Barragán, A. E., & Ochoa, P. E. (2014). Estudio de caso: Diseño de viviendas ambientales de bajo costo, Cuenca (Ecuador). En *MASKANA* (Vol. 5, Número 1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.18537/mskn.05.01.06>
- Beta. (2018). *Multímetro/megaóhmetro para pruebas de aislamiento de alta tensión*.
<https://www.beta-tools.com/es/products/electrotecnia/multímetros-digitales/mult-237-metro-mega-243-hmetro-para-pruebas-de-aislamiento-de-alta-tensi-243-n-lectura-de-valor-eficaz-true-rms.html>
- Camsmark. (2021). *Termocupla tipo J*. <http://camsmark.com/producto/codigo-74-11-termocupla-tipo-j/>
- Chen, Y., & Li, X. (2012). A Method to Improve the Interacting between MATLAB and NI-DAQmx. *Energy Procedia*, 17, 1945-1952.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.337>
- E-230 ANSY/ASTM. (s. f.). *Especificaciones estándar para tablas de temperatura-fuerza electromotriz (fem) para termopares estandarizados*.
- Electronics, M. (2023). *Twin Industries TW-MM-5C*.
<https://www.mouser.com/ProductDetail/Twin-Industries/TW-MM-5C?qs=4qgZ1GHix0V7EQrF6z%2FhFw%3D%3D>
- Elliott, C., Vijayakumar, V., Zink, W., & Hansen, R. (2007). National Instruments LabVIEW: A Programming Environment for Laboratory Automation and Measurement. *Journal of Laboratory Automation*, 12(1), 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.jala.2006.07.012>
- Flores, D. (2016). *MEDICIONES Y PRUEBAS DE LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN ENCODER*. Instituto Politécnico Nacional .
- Google. (s. f.). *Dirección de Google Maps de la Universidad Politécnica Salesiana*. Recuperado 20 de junio de 2023, de <https://www.google.com.ec/maps/place/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+d>

- el+Ecuador/@-2.8879018,-
78.9945611,15z/data=!4m6!3m5!1s0x91cd1826d90c7e47:0x8eb47b6b0138cb74!8m2!
3d-2.8865291!4d-78.9898791!16s%2Fm%2F0cpdx8q?entry=ttu
- Google Maps. (s. f.). *Ruta de prueba, Cuenca- Cajas (Tres Cruces)*. Recuperado 16 de julio
de 2023, de
<https://www.google.com.ec/maps/dir/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+del+Ecuador,+Calle+Vieja,+Cuenca/6QC5%2BXPV+Mirador+3+Cruces+-+Cajas,+Dos+Cuevas/@-2.8333339,-79.1974845,12z/am=t/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x91cd1826d90c7e47:0x8eb47b6b0138cb74!2m2!1d-78.9898791!2d-2.8865291!1m5!1m1!1s0x91cd370347cd4f39:0xdf97cdca82c3763!2m2!1d-79.240712!2d-2.7775089!3e0?entry=ttu>
- Hernández, B., & Mendoza, L. (2019). Termopares. En *Science* (Vol. 341, Número 6149). American Association for the Advancement of Science.
<https://doi.org/10.1126/science.1230444>
- HERNÁNDEZ, R., & MARTÍNES, E. (2016). El Futuro de los Termómetros de Líquido en Vidrio. *Simposio de Metrología*, 2-5. <http://www.unep.org/newscentre/default.aspx?D>
- HUERTA, M. (2012). *INSTRUMENTOS MEDIDORES DE TEMPERATURA*.
https://www.academia.edu/12270991/INSTRUMENTOS_MEDIDORES_DE_TEMPERATURA
- Instruments, N. (2009). *DAQ M Series NI USB-621x User Manual Bus-Powered M Series USB Devices NI USB-621x User Manual*.
- Instruments, N. (2022, octubre 22). *Aprenda 10 funciones en NI-DAQmx y resuelva el 80% de sus aplicaciones de adquisición de datos*. <https://www.ni.com/es-cr/support/documentation/supplemental/06/learn-10-functions-in-ni-daqlmx-and-handle-80-percent-of-your-dat.html#section--184129431>
- Instruments, N. (2023a). *LabVIEW*. <https://www.everythingrf.com/news/details/10097-ni-announces-free-editions-of-labview-software-for-non-commercial-users>
- Instruments, N. (2023b). *NI-DAQ 6212*. <https://www.ni.com/es-cr/support/model.usb-6212.html>
- Instruments, N. (2023c). *USB-6009*. <https://www.ni.com/es-cr/support/model.usb-6009.html>
- Lab-Volt. (2005). *CONTROL DE PROCESO DE TEMPERATURA: Vol. Primera edición* (Copyright ©). Canadá.

- Medrano, S. G. (2002, julio). «Termopares». *Metas S.A. de C.V. Metrólogos Asociados, La Guía MetAs*. https://metas.com.mx/guia_metas/archivos/La-Guia-MetAs-02-07-TC.pdf
- Moreno, A. (2007). *Sistema Automatizado para la calibración de termopares tipo J*. Universidad Nacional Autónoma de México .
- Narasimhan, T. (1999). Ohm's Law, Fick's Law, Joule's Law, and Ground Water Flow. *BERKELEY LAB*, 1-14. <https://www.osti.gov/servlets/purl/6537>
- Ormaza, A. (2019). *Reconstrucción de la vegetación, el clima y el impacto humano durante el Holoceno medio y tardío en el páramo del Cajas, Cuenca – Ecuador* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16253>
- PÉREZ, J., & GARDEY, A. (2010, marzo 2). *Temperatura - Qué es, definición, en la medicina y beneficios*. <https://definicion.de/temperatura/>
- Rodríguez, A., & Suárez, S. (2016). *Caracterización de Sensores de Temperatura Termopar*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- ROLLE, K. (2006). *Termodinámica* (Sexta, Vol. 6). Pearson Prentice Hall. <https://books.google.com.ec/books?id=1rIBBXQhmCwC&pg=SA1-PA62&dq=pir%C3%B3metro&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjNw7OFpOjlAhXNtVkKHS6VB9AQ6AEIMDAB#v=onepage&q=pir%C3%B3metro&f=false>
- WHITMAN, W., & JOHNSON, W. (2006). *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado*. Paraninfo S.A. https://books.google.com.ec/books?id=skGScUTsO5IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

ANEXOS

Anexo 1. Programación

1.1. Software para adquisición de datos

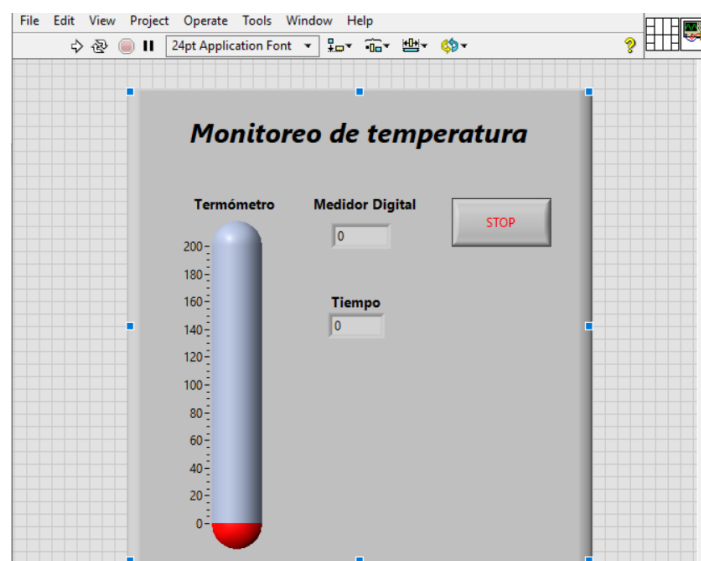
Para adquirir datos se utilizará el programa LabVIEW versión 2021 Q1, ya que es una herramienta versátil para adquirir datos en tiempo real y de manera precisa que se realizará en un vehículo Kia SOUL (EV).

LabVIEW es una plataforma gráfica de desarrollo y programación empleada en ingeniería. Este entorno permite la creación de sistemas personalizados de adquisición de datos, así como la visualización y análisis eficiente de los mismos

El uso de LabVIEW en la adquisición de datos en el vehículo eléctrico permite numerosas ventajas como: la integración de sensores de temperatura, lo cual permite monitorear los parámetros cruciales para evaluar el rendimiento del vehículo eléctrico. LabVIEW es una interfaz intuitiva que permite a los ingenieros crear sistemas de adquisición de datos personalizados sin necesidad de conocimientos avanzados en la programación.

Figura 32

Interfaz LabVIEW



Nota: Realiza por Autores

1.2. Métodos para la Adquisición de Datos

1.2.1. Programación de NI-USB-6212 para comprobar la temperatura del cable conductor del KIA SOUL EV

En el entorno de LabVIEW, se disponen de tres controladores importantes para realizar la programación y obtener los datos:

Traditional NI-DAQ: Estos controladores de nivel bajo fueron empleados en versiones previas de LabVIEW. Aunque se conservan para respaldar la compatibilidad con dispositivos y software heredados, su empleo no se aconseja en la actualidad.

NI-DAQmx: Presentado en la versión 2023 Q1 de LabVIEW, estos controladores simplifican la programación al permitir crear interfaces rápidas y fáciles de usar. También incluyen algoritmos mejorados para el análisis de datos y el control avanzado, y ofrecen la posibilidad de reutilizar bibliotecas propias desde varias herramientas.

DAQ Assistants: Esta opción ágil facilita enormemente la programación mediante un asistente de configuración. El resultado es un nodo configurable que lleva a cabo todas las tareas de adquisición de datos. Esta alternativa es la más sencilla para que los usuarios programen tareas de adquisición de datos.

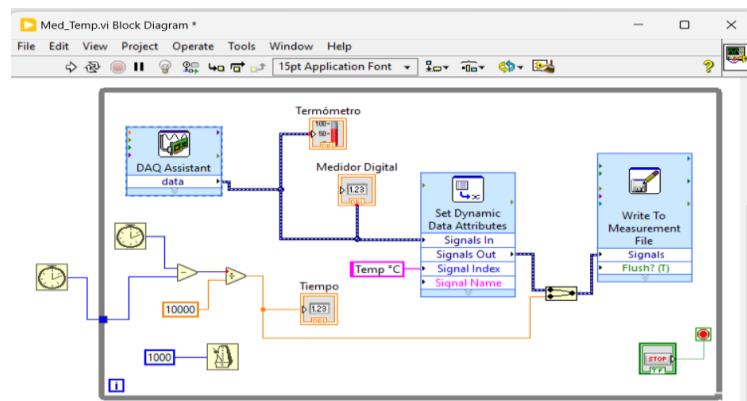
A continuación, se presentan las funciones empleadas para programar la tarjeta de adquisición de datos utilizando NI-DAQmx y Asistentes de DAQ, respectivamente, con el fin de determinar el efecto Joule en el cable de alimentación del KIA SOUL EV.

1.2.1.1. DAQmx

La actividad que debe llevar a cabo el VI se encuentra definida en el diagrama de bloques, utilizando las funciones provistas por la librería DAQmx del módulo NI USB-6212. En esta aplicación, se empleó una función principal que se describe a continuación.

Figura 33

Diagrama de bloques para determinar la temperatura



Nota: Realizada por los Autores

DAQmx-Data Acquisition (DAQ Assist). El DAQ Assistant es una herramienta visual que posibilita la creación, modificación y ejecución de canales virtuales y tareas NI-DAQmx de forma interactiva. Un canal virtual NI-DAQmx está compuesto por un canal físico en un dispositivo DAQ, junto con la configuración específica de ese canal, como el rango de entrada y la escala personalizada. Por otro lado, una tarea NI-DAQmx es un conjunto de canales virtuales, configuraciones de temporización, disparadores y otras características relacionadas con la adquisición o generación de datos. En la siguiente ilustración, se muestra una configuración del Asistente DAQ para llevar a cabo una medición de tensión limitada. (Instruments, 2022)

Figura 34

DAQ Assistant



Nota: Tomado de (Instruments, 2022)

En la figura 35 se presenta el diagrama de bloques diseñado para la medición de temperatura del cable conductor del KIA SOUL EV, para la programación se ocupó funciones necesarias como: un termómetro, un contador, DAQ Assistant, un transformador de tiempo, etc., la cual se presenta mediante un diagrama de bloques mostrado en la Figura 2.9, la frecuencia de muestreo idónea para la recopilación de datos es de 500 milisegundos, la cual se obtuvo con un factor multiplicador de 11,5 y este a su vez proviene un producto de matrices y así se obtiene una muestra real de 10 datos por segundo en cada una de las pruebas, los datos se presentan mediante una tabla de Excel.

1.2.1.2. NI Signal Streaming

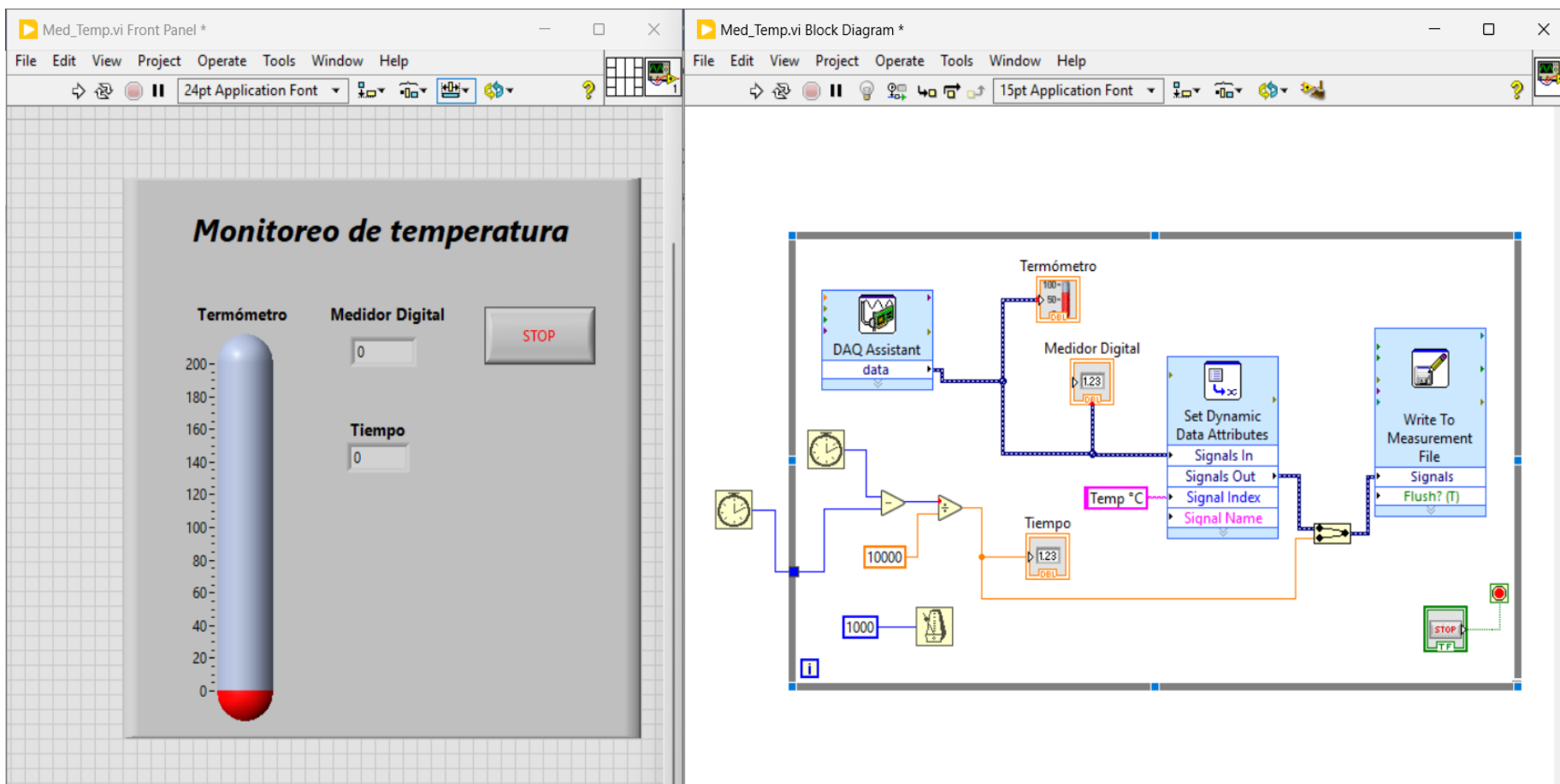
El USB-6212 no requiere de una alimentación externa, basta solo una conexión de un puerto USB. Además, cuenta con tecnología de NI Signal Streaming, la cual permite transferencia de datos bidireccional de alta velocidad similar a DMA a través del bus USB.(Flores, 2016)

1.2.1.3. NI-DAQmx

NI-DAQmx es un controlador de instrumentos que controla todos los aspectos de un sistema DAQ, ofrecen múltiples interfaces de programación en LabVIEW y las configuración son fáciles de usar con las características de la DAQ Assistant, reduciendo el tiempo de desarrollo. Al ser un dispositivo de serie M no es compatible con el controlador NI-DAQ Tradicional.(Flores, 2016)

Figura 35

Medidor de temperatura



Nota: Realizada por Autores en el Software de LabVIEW

1.2.1.4. *DAQ Assitants*

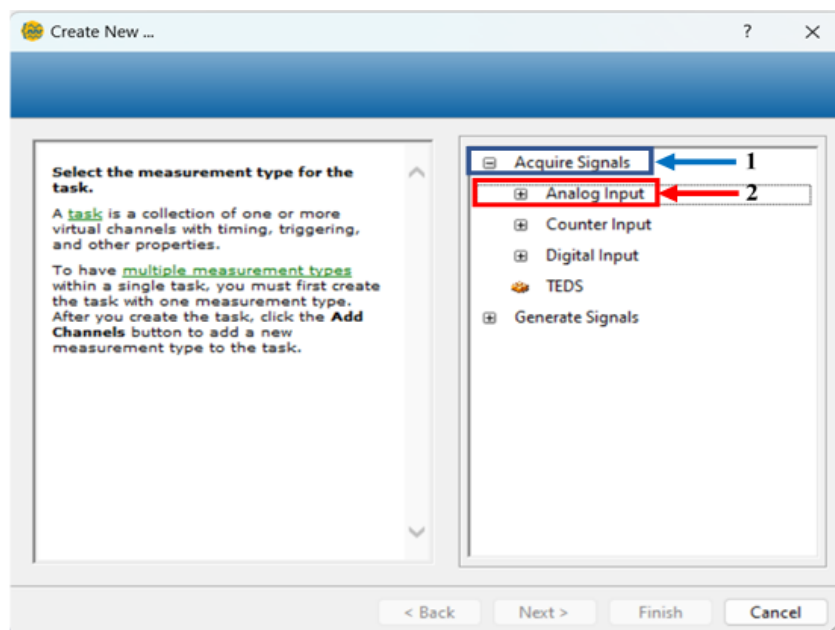
Esta función de LabVIEW sirve para crear, configurar y ejecutar tareas.

Al colocarlo en el diagrama aparecerá automáticamente un asistente como el de la Figura 34.

Primeramente, se observa una pestaña que nos pide determinar si vamos a adquirir o generar una señal que bien puede ser, analógica, digital o un contador. Para este estudio se seleccionará la opción, adquirir una señal (Acquire Signals) la cual será de tipo Analógica (Analog Input), como se muestra en la figura 36.

Figura 36

Selección del tipo de señal y el tipo de entrada

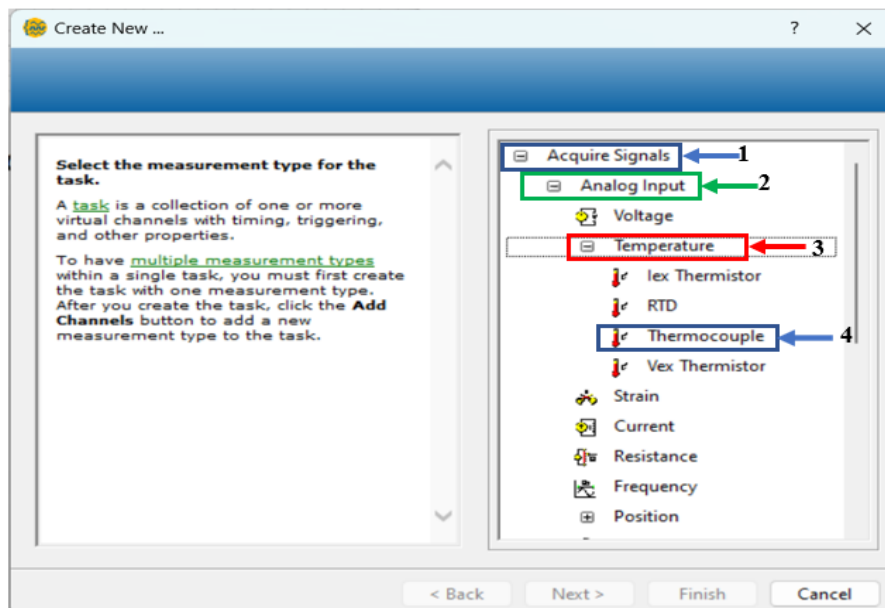


Nota: Realizada por Autores en el DAQ Assitants de LabVIEW

Una vez en la opción de adquisición de señales (Analog Input), se nos presentara una lista de variables de la DAQ Assitants. Se seleccionará la variable Temperatura (Temperature), posteriormente nos aparecerá varios instrumentos de medida; para ello se escogerá la opción “Thermocouple” como se ilustra en la figura 37.

Figura 37

Temperatura, termocupla

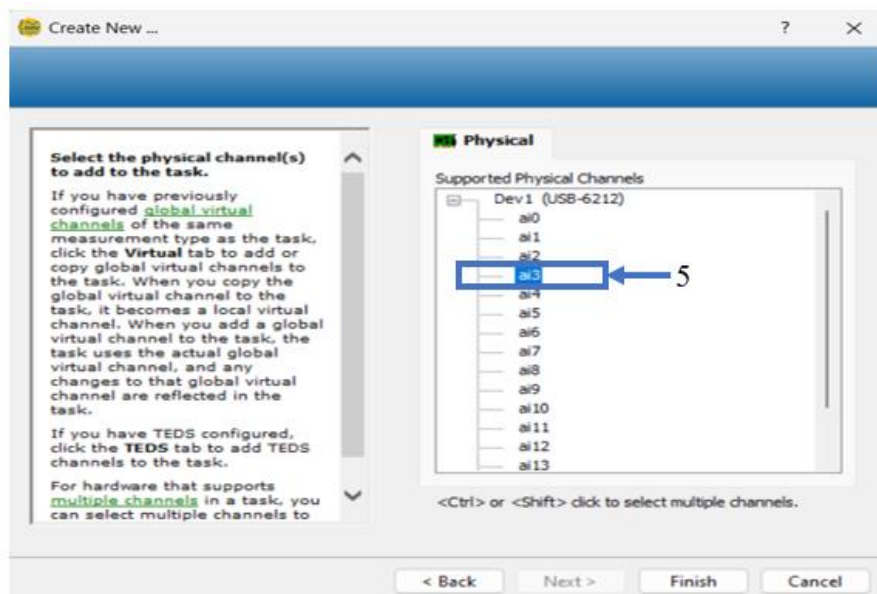


Nota: Realizada por Autores en el DAQ Assistant de LabVIEW

En la figura 39 finalmente se elige la opción del canal a utilizar (ai3) que corresponde al canal de entrada analógica de la DAQ-6212.

Figura 38

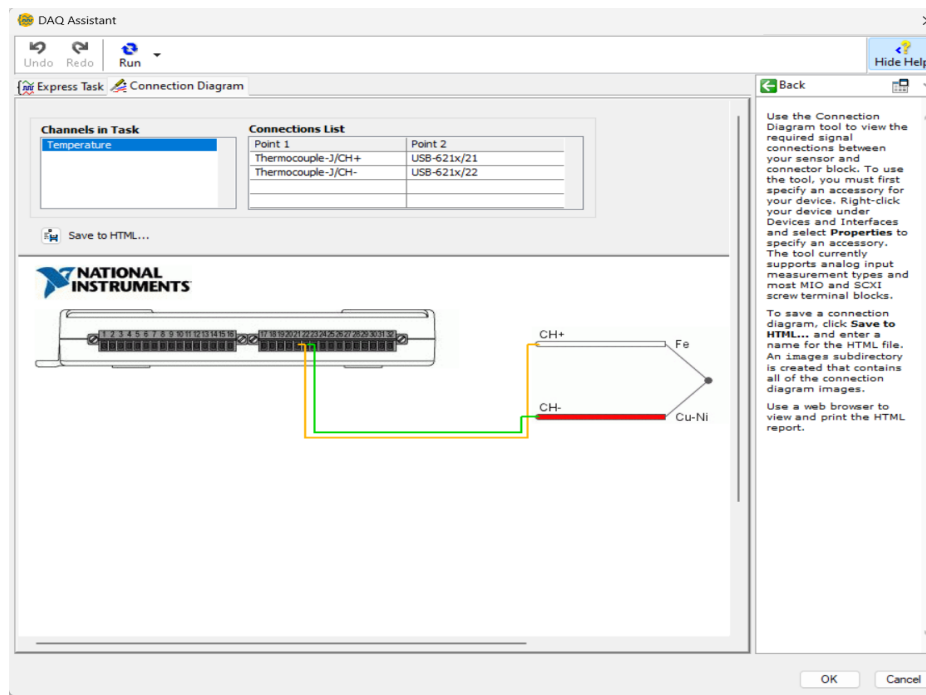
Selección de tipo de canal



Nota: Realizada por Autores en el DAQ Assistant de LabVIEW

Figura 39

Esquema de conexión de la termocupla tipo “J” al canal ai3 de la DAQ-6212



Nota: Realizada por los Autores

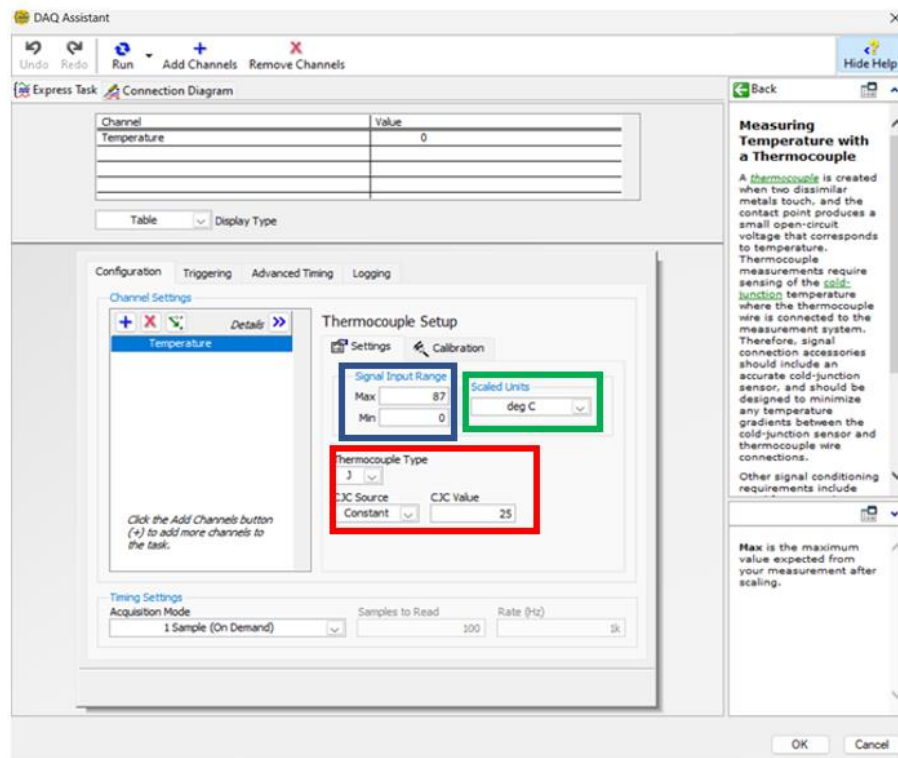
En la figura 39 se vera la ventana que permite configurar la termocupla en función a lo requerido para la adquisición de datos. Primero en el apartado de tipo de termocupla (Thermocouple Type) escogeremos el tipo “J”.

Posterior, en el apartado de rango de entrada (Signal Input Range), graduaremos con las escalas de medida de la termocupla “tipo J”, en función a las especificaciones de la figura 41.

Las escala en que se toman la temperatura será en grados centígrados (°C), la fuente de compensación de unión fría (CJC source); será de tipo constante (constan), este tendrá un valor por defecto de 25, todas estas configuraciones se muestran en la figura 41.

Figura 40

Configuración de la termocupla “tipo J”



Nota: Realizada por los Autores.

Una vez realizado todas estas configuración sobre la DAQ Assitants, y la termocupla funcionando correctamente, estará listo para la toma de datos.