



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA EL MONITOREO
Y GESTIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL PROTOTIPO
SHELL-ECO MARATHON DE LA UPS SEDE QUITO, CAMPUS SUR.**

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

**AUTORES: GEOVANNY ALEXANDER CANCHIGNIA GUAMUSHIG
DENNIS ADOLFO MANOBANDA MANOBANDA**

TUTOR: CARLOS ALBERTO CARRANCO QUIÑÓNEZ

Quito - Ecuador

2023

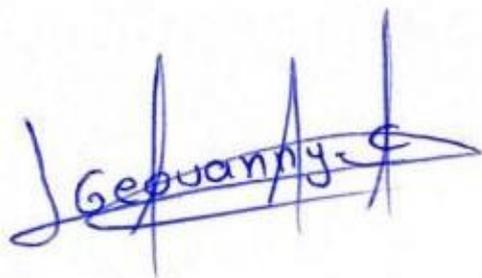
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Geovanny Alexander Canchignia Guamushig con documento de identificación N° 1751981992 y Dennis Adolfo Manobanda Manobanda con documento de identificación N° 1725006967 manifestamos que:

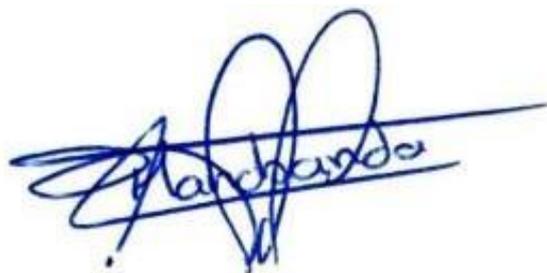
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que, sin fines de lucro, la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de septiembre de 2023

Atentamente,



Geovanny Alexander Canchignia Guamushig
1751981992



Dennis Adolfo Manobanda Manobanda
1725006967

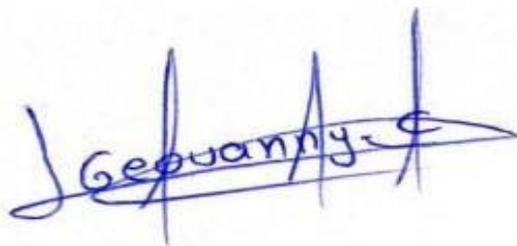
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Geovanny Alexander Canchignia Guamushig con documento de identificación N° 1751981992 y Dennis Adolfo Manobanda Manobanda con documento de identificación N° 1725006967 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: "Implementación de un sistema de telemetría para el monitoreo y gestión de consumo de energía eléctrica para el prototipo SHELL-ECO Marathon de la UPS Sede Quito, Campus Sur", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

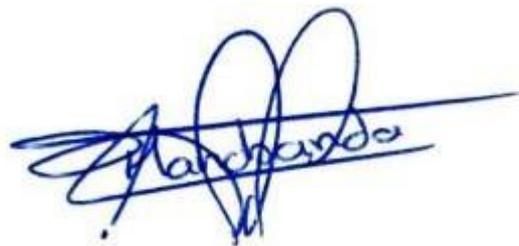
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 11 de septiembre de 2023

Atentamente,



Geovanny Alexander Canchignia Guamushig
1751981992



Dennis Adolfo Manobanda Manobanda
1725006967

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Alberto Carranco Quiñónez con documento de identificación N° 1713629564 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA EL MONITOREO Y GESTIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL PROTOTIPO SHELL-ECO MARATHON DE LA UPS SEDE QUITO, CAMPUS SUR, realizado por Geovanny Alexander Canchignia Guamushig con documento de identificación N° 1751981992 y por Dennis Adolfo Manobanda Manobanda con documento de identificación N° 1725006967, 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.

Quito, 11 de septiembre de 2023

Atentamente,



Ing. Carlos Alberto Carranco Quiñónez, MSc.

1713629564

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todos aquellos que han sido parte fundamental de mi camino académico y personal. A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por creer en mí incluso en los momentos de mayor duda. A mis amigos, por su compañía, alegría y por ser mi red de apoyo en cada etapa del proceso. A mis profesores, por su conocimiento, guía y por desafiarme a superar mis propios límites. A mis compañeros de estudio, por compartir risas, lágrimas y por ser una fuente de motivación mutua. Agradezco a todos aquellos que han sido parte de mi crecimiento y desarrollo, ya sea de manera directa o indirecta. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi vida y han sido una inspiración constante para alcanzar mis metas. Esta tesis es un tributo a su apoyo y confianza en mí. Sin ustedes, este logro no habría sido posible. Con gratitud y alegría, dedico este trabajo a cada uno de ustedes. ¡Gracias por ser parte de mi camino!

Geovanny Alexander Canchignia Guamushig

Dedico el presente proyecto a mi madre ya que esperamos con tanta alegría llegar a ver este momento en el cual logré cumplir con mis estudios universitarios, demostrando que la constancia y educación me harán llegar cada vez más lejos así poder brindar una oportunidad mejor a mi familia y a mí. Y a el sacerdote Juliano Valloto quien confió en mis capacidades de estudio y me ha permitido estudiar en tan prestigiosa universidad y a su vez a mi padrino Pablo que con su ejemplo de vida, estudios y valores me motiva a ser cada día mejor y no tener miedo a buscar un sueño que por más difícil y lejano que parezca se puede cumplir. He podido demostrar que las expectativas que mi familia tiene hacia mi si son las correctas y de no perder de vista la persona que quiero llegar a ser.

Dennis Adolfo Manobanda Manobanda

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a Dios, a mis queridos padres y a mis amados abuelos por el invaluable apoyo, amor y guía que me han brindado a lo largo de mi vida y en mi carrera como ingeniero automotriz, de todo corazón por ser pilares fundamentales en mi desarrollo y éxito profesional. Siempre llevaré conmigo los valores y enseñanzas que me han transmitido.

Geovanny Alexander Canchignia Guamushig

Mis sinceros agradecimientos a Dios por la vida que me ha dado y la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida, a mi madre quien está conmigo en todo momento, brindándome ese cariño, fuerza y valor para esforzarme por mis sueños, sin usted no hubiese podido llegar hasta este punto de mi vida. Gracias, madre por confiar y creer en mí y por enseñarme que el camino que se lo construye con sacrificio es el que se lo disfrutará con alegría. Gracias a mis hermanos por brindarme ese ánimo y alegría incondicional para no rendirme en esta etapa de mi vida, al sacerdote Juliano Valloto quien está presente en mi vida espiritual, académica y personal. Y a toda mi familia porque con su compañía me han demostrado que cuento con ellos.

Dennis Adolfo Manobanda Manobanda

Índice de contenidos

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPITULO I.....	2
ANTECEDENTES	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.1.1 Delimitación del problema.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Metodología	6
2. CAPITULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1 Telemetría.....	7
2.1.1 Telemetría en automóviles	8
2.1.2 Componentes de un sistema de telemetría	9
2.1.3 Sensores o transductores.....	10

2.1.4	<i>Transmisores</i>	11
2.1.5	<i>Antenas</i>	12
2.1.6	<i>Multiplexados</i>	13
2.1.7	<i>Importancia de la telemetría en competencias automovilísticas</i>	15
3.	CAPÍTULO III.....	19
3.1	Diseño e implementación.....	19
3.1.1	<i>Arduino mega 250</i>	19
3.1.2	<i>Arduino uno</i>	21
3.1.3	<i>Pantalla Lcd 16x2 Fondo Azul</i>	24
3.1.4	<i>Sensor de temperatura LM36 analógico</i>	25
3.1.5	<i>Sensor de temperatura TMP 36</i>	26
3.2	Módulo de Sensor de Velocidad Infrarrojo.....	27
3.3	Fuentes de poder 12V y tomacorriente.....	29
3.3.1	<i>Módulo transceptor LoRa Sx1278 Ra-02 433Mhz con Base-Electrónica</i>	30
3.4	Plan de desarrollo	31
3.5	Fase Preliminar.....	32
3.6	Elaboración de la programación.....	33
3.6.1	<i>Monitoreo del emisor en tiempo real con el módulo Lora y sensores</i>	33
3.6.2	<i>Recepción de datos Lora con SPI</i>	37
3.6.3	<i>Diseño del transmisor</i>	41

3.6.4	<i>Diseño del receptor de datos</i>	41
3.6.5	<i>Diseño impreso de las placas</i>	42
3.6.6	<i>Diseño impreso de la placa transmisor</i>	43
3.6.7	<i>Diseño impreso de la placa receptor de datos</i>	45
3.6.8	<i>Diseño de la interfaz gráfica en LabVIEW 23</i>	48
3.6.9	<i>Ejecución del programa en LabVIEW</i>	49
4.	51
5.	CAPÍTULO IV.....	52
	ANÁLISIS DE RESULTADO.....	52
6.	CAPÍTULO V	61
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN.....	61
6.1	Conclusiones	61
6.2	Recomendaciones.....	63
	Bibliografía.....	64
	Anexos.....	67

Índice de figuras

Figura 1. <i>Sistema de Telemetría Automotriz</i>	8
Figura 2. <i>Modelo arduino 2560</i>	20
Figura 3. <i>Parte frontal y reversa del modelo arduino uno</i>	23
Figura 4. <i>Representación de la pantalla LCD 16x2</i>	25
Figura 5. <i>Representación del sensor de temperatura Lm36 analógico</i>	26
Figura 6. <i>Representación del sensor de temperatura TMP 36</i>	27
Figura 7. <i>Representación del Módulo de sensor de velocidad infrarrojo</i>	28
Figura 8. <i>Fuentes de poder</i>	29
Figura 9. <i>Representación del transceptor LoRa Sx1278 Ra-02 433Mhz con Base-Electrónica</i>	31
Figura 10. <i>Esquemática de la placa transmisor en 2D</i>	43
Figura 11. <i>Diagrama 3D de la placa transmisor</i>	44
Figura 12. <i>Diseño placa transmisor impreso</i>	45
Figura 13. <i>Modulo lora Ra02 y Arduino Uno</i>	46
Figura 14. <i>Diagrama 3D de la placa receptor</i>	47
Figura 15. <i>Diseño placa receptor impreso</i>	47
Figura 16. <i>Visualización, LabVIEW</i>	49
Figura 17. <i>Reprentación visual LabVIEW</i>	50
Figura 18. <i>Recepción de datos RSSI a 200 metros</i>	52
Figura 19. <i>Pruebas parque Bicentenario</i>	53
Figura 20. <i>Recepción de datos RSSI a 400 metros</i>	53
Figura 21. <i>Pruebas parque Bicentenario</i>	54
Figura 22. <i>Recepción de datos RSSI a 600 metros</i>	55

Figura 23. Pruebas parque Bicentenario	55
Figura 24. <i>Recepción de datos RSSI a 800 metros</i>	56
Figura 25. <i>Pruebas parque Bicentenario</i>	57

Índice de tablas

Tabla 1. Funcionalidad y beneficios de aplicar un sistema telemétrico en la gestión y monitoreo del consumo de energía eléctrica de un vehículo.....	16
Tabla 2. Características del Arduino uno.....	21
Tabla 3. Tabla comparativa entre el Arduino uno y Arduino mega 250.....	23
Tabla 4. Tabla de costos de materiales.....	58

RESUMEN

La problemática consiste en la necesidad de establecer un sistema de comunicación en tiempo real entre un vehículo eléctrico y los encargados de monitorear su funcionamiento durante la competencia Shell Eco-Marathon. Esto requiere la implementación de un sistema de telemetría en el prototipo, que recopile datos como la velocidad, revoluciones del motor, tiempos de carga-descarga de la batería y temperatura. El objetivo es proporcionar al piloto valores en tiempo real para que tome decisiones acertadas y maximice la capacidad y eficiencia del vehículo eléctrico. Este trabajo técnico describe la creación de un modelo experimental de un sistema de telemetría para la Shell Eco Marathon en la Universidad Politécnica Salesiana. El sistema permite la transmisión y el control al instante de los datos adquiridos de diferentes sensores, como la velocidad del motor (RPM), la velocidad del vehículo, la carga y descarga de la batería y la temperatura de la batería. Procesar y mostrar información para su análisis. La implementación técnica se basa en el uso de Arduino, una plataforma de hardware libre que recolecta y procesa señales de sensores. Este proyecto demuestra la funcionalidad del sistema de telemetría y su capacidad para mejorar aumentar la eficiencia y seguridad del prototipo, por lo que se basa en el uso de un Arduino Mega, una pieza de hardware libre que recoge todas las señales de los sensores utilizados. Para la transmisión y recepción de datos, lo hacemos a través de un módulo LoRa, que facilita la conexión sin cables entre uno o más varios dispositivos. La interfaz gráfica fue desarrollada en LabVIEW, lo que nos permitió visualizar gráficamente en tiempo real de los distintos sensores implementados en el modo experimental. En general, los resultados de las pruebas de comunicación utilizando los módulos LoRa en distancias de 200, 400, 600 y 800 metros demuestran la eficiencia y calidad de la señal, siendo este último un factor clave en las aplicaciones automotrices. Aunque se observaron variaciones en los valores de RSSI, se logró una transmisión eficiente y confiable en todas las distancias evaluadas, lo cual destaca el potencial y la efectividad de los módulos LoRa en la transmisión de datos a larga distancia. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar esta tecnología en sistemas de comunicación inalámbrica para vehículos, lo que promueve un funcionamiento seguro y efectivo del sistema.

Palabras Claves: Comunicación inalámbrica, Interfaz Gráfica, Telemetría, Arduino (Hardware), LabVIEW (Software)

ABSTRACT

The problem consists of the need to establish a real-time communication system between an electric vehicle and those in charge of monitoring its operation during the Shell Eco-Marathon competition. This requires the implementation of a telemetry system in the prototype, which collects data such as speed, engine revolutions, battery charge-discharge times and temperature. The objective is to provide the pilot with real-time values so that he can make the right decisions and maximize the capacity and efficiency of the electric vehicle. This technical paper describes the creation of an experimental model of a telemetry system for the Shell Eco Marathon at the Salesian Polytechnic University. The system allows instant transmission and control of data acquired from different sensors, such as engine speed (RPM), vehicle speed, battery charge and discharge, and battery temperature. Process and display information for analysis. The technical implementation is based on the use of Arduino, a free hardware platform that collects and processes sensor signals. This project demonstrates the functionality of the telemetry system and its ability to improve the efficiency and safety of the prototype, which is why it is based on the use of an Arduino Mega, a piece of free hardware that collects all the signals from the sensors used. For the transmission and reception of data, we do it through a LoRa module, which facilitates the wireless connection between one or more various devices. The graphical interface was developed in LabVIEW, which allowed us to graphically visualize in real time the different sensors implemented in the experimental mode. In general, the results of the communication tests using the LoRa modules at distances of 200, 400, 600 and 800 meters demonstrate the efficiency and quality of the signal, the latter being a key factor in automotive applications. Although variations in RSSI values were observed, efficient and reliable transmission was achieved at all tested distances, which highlights the potential and effectiveness of LoRa modules in long-distance data transmission. These findings support the

feasibility of using this technology in vehicle wireless communication systems, promoting safe and effective system operation.

Keywords: Wireless communication, Graphic Interface, Telemetry, Arduino (Hardware), LabVIEW (Software)

INTRODUCCIÓN

En el primer capítulo, se presenta una sucinta descripción de la competencia Shell-Eco Marathon y se menciona lo que se incorporará para el desarrollo del proyecto técnico. También se destaca la participación de la Universidad Politécnica Salesiana a través de la carrera de ingeniería automotriz, convirtiéndose en un participante de Shell-Eco Marathon. La universidad ha competido con el prototipo de combustión interna y espera poder hacerlo con el prototipo eléctrico es por esta razón que se deben hacer adaptaciones por medio de una previa investigación realizada en el sistema de telemetría. Por ello se da paso al proyecto para implementar el sistema que permita visualizar al piloto los parámetros del prototipo.

Se partirá desde la investigación realizada lo cual se presenta en el capítulo 2 donde se determinarán datos, criterios y condiciones de diferentes fuentes para empezar con el desarrollo del proyecto técnico de manera clara y eficaz, utilizando estos parámetros, se lleva a cabo el diseño del sistema de telemetría que se implementa en el prototipo eléctrico Shell-Eco Marathon de la Universidad Politécnica Salesiana.

En el capítulo 3 se presenta la elección de hardware, software, elementos de comunicación e interfaz de la presentación de datos, donde se delimitarán las necesidades y procesos a seguir para el óptimo funcionamiento del sistema.

El capítulo 4, se caracteriza por la ejecución de las pruebas pertinentes con el propósito de corroborar el correcto funcionamiento del sistema, se determina el alcance, comunicación y verificación de los datos obtenidos en las pruebas para constatar que los sensores trabajen de manera correcta.

Para finalizar en el capítulo 5 se expondrán las conclusiones y recomendaciones que surgieron a lo largo del proyecto técnico llevado a cabo.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del problema

Se plantea una problemática que requiere un análisis de datos de tiempo real que permita obtener un sistema de comunicación entre el vehículo eléctrico y las personas encargadas de monitorear y evaluar el funcionamiento en todo momento, en consecuencia, a este problema se incorpora un sistema de telemetría para un prototipo eléctrico que cumpla con las indispensables medidas como es: velocidad del vehículo, revoluciones del motor eléctrico, tiempos de carga – descarga de la batería y la temperatura de la misma.

Todo esto parte de la competencia Shell Eco Marathon, que es un programa académico a nivel continental e internacional en tres sedes: América, Europa y Asia. En este caso participan por parte del grupo ASU UIO Automotriz que se da anualmente con la finalidad de contribuir el diseño, construcción y operar vehículos de alta eficiencia energética la cual está dividida en diferentes categorías: concepto urbano, vehículos ultra eficientes y ligeros. Como tipos de energía tenemos: motores de combustión interna, baterías eléctricas, celda de hidrogeno. Para la competencia se puede emplear la fibra de carbono.

En ello se involucra la electrónica del vehículo, lo cual busca ser eficiente al realizar pruebas en pistas a competencias en la ciudad de Quito- Ecuador, por lo cual las pruebas se realizarían desde abril hasta junio del 2023, con las normas establecidas por la competencia para monitorear el funcionamiento del prototipo y la conducción que debe mantener el piloto por este motivo se busca que el piloto pueda tener valores en tiempo real, que le permitan tomar decisiones acertadas para maximizar la capacidad del prototipo eléctrico y utilizar la energía

de

manera

eficiente.

1.1.1 Delimitación del problema

- Objeto de investigación: Telemetría.
- Campo de acción: electrónica, automotriz.
- Limite zonal: el proyecto técnico se implementa por la carrera de ingeniería automotriz de la UPS, en la provincia de Pichincha, en el campus sur de la sede Quito.
- Delimitación temporal: el proyecto técnico se efectúa en el año 2023.

1.2 Justificación

El proyecto surgió de la necesidad de analizar el comportamiento de un tren motriz que se encuentra en proceso de desarrollo dentro de la Universidad Politécnica Salesiana a través de la implementación de un dispositivo capaz de brindar información en tiempo real sobre algunas variables específicas.

Además, es posible consolidar la adquisición de conocimientos a lo largo de la trayectoria académica en ingeniería automotriz. Para enfrentar problemas específicos y obtener resultados en un tiempo determinado. El objetivo del proyecto es proporcionar nuevas alternativas para la gestión de datos y aportar conocimientos relacionados con la instrumentación, el procesamiento de señales y la implementación de comunicaciones inalámbricas.

El sistema diseñado ofrece la posibilidad de determinar el comportamiento del tren motriz en la geografía ecuatoriana, además de registros de datos que permitan la optimización de tecnologías relacionadas con el proyecto.

Para la presente investigación se toma como información a seguir el proyecto técnico de titulado ‘Diseño e implementación de un sistema de telemetría con el módulo de comunicación RF para monitorear el prototipo Shell – Eco Marathon de la UPS, esto permitirá la visualización los datos en tiempo real para para conforme a ello delimitar las mejoras necesarias para su eficiencia y conducción.

La presente investigación fundamenta su análisis en la competencia Shell-Eco Marathon, misma que busca proactivamente el mejorar la calidad de vida al reducir las emisiones contaminantes que provienen de motores de combustión interna, en la competencia se busca recorrer la mayor cantidad de kilómetros con un consumo bajo de combustible en este caso las baterías las cuales alimentan al vehículo deben ser menos contaminante con el entorno. En este proceso se puede utilizar hidrogeno, energía solar, baterías recargables, etc.

Para medir los parámetros de rendimiento, eficiencia, consumo, temperatura de baterías, estado de carga, entre otros, se debe generar una comunicación que informe como se encuentra el vehículo al conductor y las personas a cargo del vehículo. Conforme a lo mencionado se da paso a la incorporación de un sistema de telemetría que controle parámetros necesarios.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de telemetría para el monitoreo y gestión de consumo de energía eléctrica para el prototipo Shell-Eco Marathon de la UPS Sede Quito, Campus Sur.

1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar los fundamentos teóricos de la telemetría y su implementación en las competencias, a su vez de la comunicación que genere entre el software Arduino con los diferentes sensores a través de un monitoreo de los efectos físicos y químicos para informar de manera oportuna al conductor y box.
- Generar un sistema en Arduino, que proporcione comunicación de datos obtenidos de vehículos eléctricos para mantener informados a los conductores y equipos de mantenimiento.
- Implementar un sistema de transmisión de información por medio del módulo Lora dúplex, conforme a la distancia y parámetros que se necesitan.
- Determinar los diferentes sensores; sensor temperatura LM35, sensor WSS, módulo Lora Ra-01 SX011287 para crear estrategias de conducción la cual necesita ver la forma de actuar en beneficio del estado del vehículo al compartir un sistema el cual genera datos en tiempo real.
- Monitorear la eficiencia del sistema implementado por medio de pruebas en el vehículo para verificar que los datos no tengan interferencia o sean erróneos con esto se busca ver la calidad de comunicación que tiene el módulo Lora e ir delimitando parámetro que actúen entre el piloto y el centro de mando, con ello se busca mantener una comunicación estable y continua.
- Analizar la viabilidad económica del proyecto conforme a los recursos que el estudiante dispone con la finalidad de poder cumplir con el proyecto comprando los diferentes sensores, material, sistemas que sea necesarios para elaborarlo, así los estudiantes se

sientan libres de poder tomar una decisión sin temor a los gastos que se presenten en el transcurso del proyecto.

1.4 Metodología

El desarrollo del proyecto presentado se realiza utilizando los siguientes métodos:

- **Metodología Analítica:** Mediante este método es posible comprobar variables del prototipo físico del Shell-Eco Marathon UPS, por lo que se debería encontrar el sensor adecuado para la ejecución técnica.
- **Metodología Deductiva:** Por medio de los datos que se van obteniendo se procede a delimitar la comunicación más eficiente para el envío y recepción de datos.
- **Metodología experimental:** Es necesario verificar la eficiencia del sistema incorporado al vehículo eléctrico, por esta razón se toma este punto en base a pruebas en tiempo real y así delimitar la distancia de señal para transmitir los datos de un punto a otro.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Telemetría

La telemetría se puede describir como el proceso de recopilar datos de diversas naturalezas a distancias, utilizando dispositivos de sonorización o transductores los cuales según su estructura pueden ser de tipo digital o analógico. De tal modo que dichos datos recopilados, sean enviados directamente a una estación de control mediante un sistema de telecomunicaciones dónde son gestionados, procesados y visualizados (Morocho, 2020).

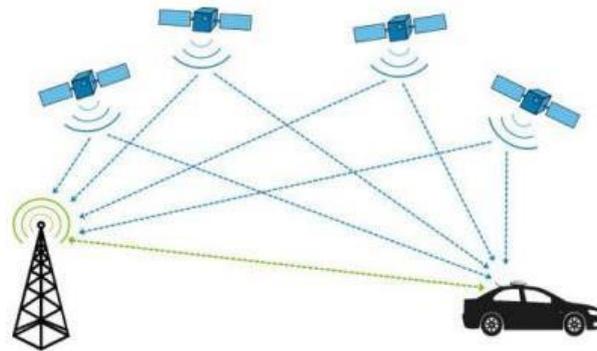
Es un proceso fundamental en el ámbito de la recolección de datos a distancia, ya que esta cumple la función de obtener y transmitir información a partir de sensores o transductores ubicados en lugares remotos hacia una base de control centralizada. Dichos sensores pueden ser de tipo digital o analógico, y su función es capturar diversos tipos de datos, como temperatura, presión, velocidad, entre otros.

En la actualidad, el uso de la telemetría está ampliamente difundido en múltiples sectores, esto debido principalmente a la capacidad que esta posee para adquirir datos de forma remota y su integración con sistemas de telecomunicaciones la convierten en una herramienta invaluable para el monitoreo, control y análisis de procesos en el ámbito industrial, de igual manera permite la examinación de diversos patrones de comportamiento del consumidor y la continua mejora en las diversas operaciones en diversos sectores. (Alvarado, 2022).

Otro ámbito en el que la telemetría desempeña un papel fundamental es dentro del control del suministro de energía en automóviles (telemetría automotriz), ya que los sensores telemétricos se emplean principalmente para realizar tareas de producción, distribución y consumo de la energía eléctrica. Lo cual les permite a los fabricantes de dichos vehículos

obtener datos en tiempo real sobre el rendimiento de sus redes, identificar posibles fallas o averías y optimizar la eficiencia en torno al consumo promedio de sus vehículos.

Figura 1. *Sistema de Telemetría Automotriz*



Fuente: (Yarleque, 2018).

En base a lo planteado anteriormente, se puede inferir que la telemetría automotriz es una herramienta valiosa para el mantenimiento predictivo y el diagnóstico de averías, esto debido a que los datos recopilados a través de esta pueden ser utilizados para detectar posibles problemas mecánicos o eléctricos antes de que se produzcan fallos graves, lo que permite realizar reparaciones preventivas y evitar averías costosas. Además de permitirles a los fabricantes y talleres también utilizar esta información para mejorar los programas de servicio y ofrecer un mantenimiento más personalizado a los propietarios de vehículos.

2.1.1 Telemetría en automóviles

La telemetría en el ámbito automotriz ha revolucionado la forma en que se monitorea y gestiona el rendimiento de los vehículos, ya que a través de esta se permite la recopilación y envío de información en tiempo real relacionados con diversos aspectos del automóvil, brindando a los fabricantes, ingenieros y pilotos una visión profunda y detallada de su funcionamiento (Vela, 2022).

Uno de los aspectos clave de la telemetría en automóviles es el monitoreo del rendimiento del vehículo-automóvil, puesto que los sensores telemétricos tienen la capacidad de obtener información relacionada con la aceleración, la velocidad, el consumo de combustible y el rendimiento de un motor. Mismos que permiten a los conductores y a los fabricantes evaluar el rendimiento general del automóvil y realizar ajustes o mejoras según sea necesario. Los datos telemétricos también pueden utilizarse para comparar el rendimiento de diferentes modelos de vehículos y ayudar a los consumidores a tomar decisiones informadas al comprar un automóvil nuevo.

La telemetría en los automóviles de fórmula 1 permite recopilar una variedad de datos operativos (los cuales se obtienen mediante sensores estratégicamente ubicados en el vehículo y se transmiten en tiempo real para su procesamiento), que brindan información valiosa sobre el rendimiento y el estado del vehículo, entre los datos que pueden ser recopilados se encuentran la rapidez, también conocida como velocidad, las revoluciones por minuto del motor, la temperatura en la cual es se encuentra trabajando, la presión ejercida sobre los neumáticos y la valoración con respecto al consumo del combustible (Arroyo, 2020).

Además de los datos mencionados anteriormente, la telemetría en la Fórmula 1 recopila información sobre el desplazamiento de la suspensión, el nivel de presión hidráulica y la fluctuación de la pista, los cuales son utilizados por los ingenieros para comprender y controlar el comportamiento dinámico del automóvil, adaptando la configuración de la suspensión según las características del circuito y optimizando el rendimiento en diferentes tipos de curvas y superficies de la pista.

2.1.2 Componentes de un sistema de telemetría

Los principales componentes de cualquier sistema de telemetría empleado en automóviles son:

2.1.3 Sensores o transductores

En el ámbito de la telemetría los sensores o transductores desempeñan un papel crucial, ya que son los encargados de captar y convertir las magnitudes físicas en señales eléctricas, las cuales posteriormente son procesadas y transmitidas a través de sistemas de comunicación para su análisis y utilización. Estos dispositivos son esenciales para la adquisición precisa de datos ya que gozan de una extensa lista de aplicaciones en diferentes sectores, entre las cuales están la industria, las ciencias médicas, la automoción y la investigación científica (Turrión, 2022).

Es importante destacar que los sensores y transductores pueden medir una amplia variedad de magnitudes físicas, como la presión, la humedad, la aceleración, la luz, entre otras. Cada tipo de sensor utiliza un principio de operación específico que le permite responder a la magnitud física deseada y convertirla en una señal eléctrica adecuada. La salida en forma de voltaje es común debido a que es fácilmente interpretable y compatible con los circuitos electrónicos utilizados en muchas aplicaciones.

Los transductores y sensores más comunes miden una amplia variedad de magnitudes físicas en diversas aplicaciones, entre los más utilizados se encuentran los sensores de temperatura, que permiten medir la temperatura de diferentes objetos y entornos. Dichos sensores son esenciales en aplicaciones como sistemas de climatización, control de procesos industriales y monitoreo de la temperatura en dispositivos médicos (Calín, 2016).

La versatilidad de dichos sensores-transductores les permite ser utilizados en aplicaciones que van desde la medición de deformación y presión hasta la temperatura, velocidad, aceleración y muchas otras variables, dichos dispositivos son fundamentales en la

adquisición de datos, el control de procesos y el monitoreo preciso en diversos campos industriales y científicos.

Por ende, se puede inferir que los sensores y transductores son elementos clave en la telemetría, ya que permiten la captura y medición de una amplia gama de magnitudes físicas en tiempo real. Su capacidad para transformar estas magnitudes en señales eléctricas facilita la recopilación, el procesamiento y la transmisión de datos en diferentes aplicaciones, como la industria automotriz, la medicina y la exploración espacial.

2.1.4 Transmisores

Los transmisores son dispositivos esenciales que permiten la transferencia confiable y eficiente de las señales que captan los sensores por medio de un sistema de telecomunicaciones, estos son los encargados de garantizar que la información capturada por los sensores sea transmitida de manera precisa y oportuna a la base de control, esto permite una monitorización efectiva y ayuda a la toma de decisiones, mismas que estarán fundamentadas en datos actualizados (Ronquillo, 2022).

En consideración a lo antes expuesto, es posible aseverar que en el campo de la telemática los transmisores tienen un papel fundamental al asegurar la integridad de los datos adquiridos por los sensores o transductores. Utilizando tecnologías y protocolos de comunicación eficientes los transmisores optimizan la velocidad y el ancho de banda de la transmisión lo que facilita una transferencia rápida y fluida de datos.

Dentro de la telemetría los transmisores actúan como intermediarios entre los sensores y el sistema de telecomunicaciones, convirtiendo las señales eléctricas generadas por los

sensores en señales adecuadas para su transmisión a través de cables, ondas de radio u otras formas de comunicación. Tales dispositivos aseguran que los datos recolectados por los sensores sean transmitidos de manera confiable y eficiente, permitiendo un monitoreo continuo y una respuesta rápida ante cualquier cambio o evento importante (Castillo, 2018).

La capacidad de los transmisores para convertir las señales de los sensores en un formato adecuado para la transmisión es crucial en el contexto de la telemetría, ya que cada tipo de sensor genera una señal específica que requiere un procesamiento adecuado antes de poder ser transmitida. Por ende, dichos transmisores se encargan de este proceso de adaptación, asegurando que las señales sean compatibles con los medios de comunicación utilizados y puedan ser transmitidas sin pérdida de información o degradación de la señal.

Por lo tanto, se le puede adjudicar a los transmisores la confiabilidad y eficiencia en la transmisión de datos efectuada dentro de todo sistema de telemetría, teniendo en cuenta que gracias a estos se puede realizar un monitoreo continuo, a través del cual se proporcionan respuestas rápidas y precisas ante cualquier cambio o evento importante. Facilitando corroborar la funcionalidad de los vehículos u aparatos en los cuales se encuentra implementado el sistema de telemetría.

2.1.5 Antenas

Las antenas desempeñan un papel fundamental en la comunicación inalámbrica, debido a que gracias a las mismas es posible convertir la señal eléctrica generada por los transmisores en señales de radiofrecuencia (RF) que pueden ser irradiadas al espacio. Estas señales de radiofrecuencia son captadas por la estación terrestre, que las recibe y las convierte nuevamente en señales eléctricas comprensibles, similares a las generadas por el transmisor (Yarleque, 2018).

La función principal de las antenas en la telemetría es irradiar energía de radiofrecuencia al espacio para permitir la comunicación inalámbrica, actividad la cual se logra mediante la generación de ondas electromagnéticas que se propagan a través del aire. Dichas antenas están diseñadas para radiar tales ondas de manera eficiente, asegurando una cobertura adecuada y una transmisión confiable de las señales.

Aunque la idea de concretar de forma inalámbrica varias terminales terrestres suene sencillo, generalmente es irracional pensar en la posibilidad de instalar una antena direccional en un prototipo de vehículo, que irradie una señal uniforme alrededor del vehículo de prueba que permita una alta ganancia en todas las estaciones a tierra (Turrión, 2022).

En el contexto de la telemetría implementada dentro de los vehículos de prueba, se suele utilizar antenas omnidireccionales debido a su capacidad para irradiar la señal uniformemente en todas las direcciones alrededor del vehículo, ya que dichas antenas permiten una cobertura completa alrededor del vehículo y facilitan la detección-recepción de la señal por parte de las antenas direccionales de alta ganancia en la estación terrestre

En base a lo planteado anteriormente se puede inferir que las antenas desempeñan un papel fundamental en la telemetría al permitir la comunicación inalámbrica entre los transmisores y las estaciones terrestres, ya que dichos componentes son los encargados de transformar las señales de salida del transmisor en señales de largo alcance o de radiofrecuencia (RF) que pueden ser irradiadas en el espacio.

2.1.6 Multiplexados

El multiplexor es un elemento particular que permite interpretar una serie de mediciones que exigen el flujo de telemetría. Asimismo, prevén la información necesaria para asignar la sub-frecuencia en los parámetros de los transmisores. Dicho de otra manera, este puede ser

considerado como un interruptor de alto flujo, capaz de dividir las frecuencias para mayor desempeño en determinadas situaciones (Ronquillo, 2022).

Entendiendo el concepto estipulado en el apartado anterior se puede defender que la aplicación de técnicas de multiplexación, como la multiplexación por división de frecuencia (FDM), permiten transmitir y recibir eficientemente múltiples señales en una única transmisión de telemetría. Lo cual simplifica el sistema de telemetría al reducir la cantidad de canales de comunicación necesarios y facilita el procesamiento y análisis posterior de las mediciones en la estación receptora.

En el contexto de la telemetría, el multiplexado se utiliza para agrupar las señales provenientes de diferentes sensores en un solo flujo de datos, debido a que el multiplexado de señales telemétricas permite transmitir múltiples mediciones en un único canal de comunicación, lo que optimiza el uso de recursos y reduce la complejidad del sistema (Vela, 2022).

El multiplexado se aplica comúnmente en situaciones donde hay una gran cantidad de sensores y mediciones que deben transmitirse simultáneamente, ya que, en lugar de asignar un canal de comunicación separado para cada señal, el multiplexado permite combinar múltiples mediciones en un solo canal, lo que conduce inherentemente a una mayor eficiencia en la utilización de los recursos que se encuentran al alcance. Hecho por el cual es especialmente útil en aplicaciones donde los recursos de comunicación son limitados o costosos

Por ende, se puede definir al multiplexado como una técnica que agrupa las señales de varios sensores en un solo flujo de datos, optimizando el uso de recursos y reduciendo la complejidad del sistema. Dado que a través de este se permite transmitir múltiples mediciones en un único canal de comunicación, siendo ampliamente utilizado en industrias como la

automotriz y la aeroespacial, generando una solución eficiente que contribuye al desarrollo de vehículos más seguros y eficientes.

2.1.7 Importancia de la telemetría en competencias automovilísticas

En las competencias automovilísticas, la telemetría juega un papel crucial al brindar datos relevantes y de crucial importancia referentes a aspectos como el rendimiento y la seguridad de los vehículos en tiempo real, ya que la telemetría permite la recolección y transmisión de datos operativos clave, lo que brinda a los equipos y pilotos una visión detallada de cómo se está desempeñando el automóvil en la pista (Turrión, 2022).

La información obtenida a través de la telemetría durante las competencias proporciona a los equipos una visión detallada del comportamiento del automóvil en tiempo real, hecho el cual les permite analizar factores clave, como la velocidad, la aceleración, el nivel de calor presente en la estructura interna del motor, el nivel de presión ejercido sobre las paredes de los neumáticos y otros parámetros relevantes. Al comprender cómo se desempeña el vehículo en situaciones de alta exigencia, los ingenieros pueden tomar decisiones más informadas para mejorar su rendimiento y confiabilidad.

Hoy en día la telemetría ha revolucionado la forma en que se mide y gestiona el consumo eléctrico, puesto que, a través de dispositivos inteligentes como medidores o contadores, se puede obtener una lectura remota del consumo de energía de múltiples vehículos en tiempo real. Hecho el cual elimina la necesidad de los medidores tradicionales que requieren una lectura manual periódica.

Esta tecnología desempeña un papel clave en la eficiencia energética y en la identificación de áreas de mejora en cuanto al uso de la electricidad, ya que esta permite tener una lectura precisa y en tiempo real acerca del consumo eléctrico, lo cual, otorga al público la

aptitud de monitorear, controlar y optimizar el consumo energético, permitiéndoles realizar distintos cambios que les proporcionen un mejor rendimiento a futuro (Yarleque, 2018).

Misma tecnología con la cual se puede implementar un sistema de gestión energética eficiente que posee la capacidad de mermar considerablemente el consumo de energía de un automotor, permitiéndole de cierto minimizar el nivel de energía eléctrica que el vehículo requiere para su funcionamiento, lo que se traduce en beneficios tangibles tanto para el usuario como para el medio ambiente, ya que al aprovechar eficientemente los recursos energéticos disponibles, se obtiene una mayor autonomía y eficiencia en la conducción, lo que resulta en un menor impacto ambiental y una reducción de costos asociados al consumo energético.

Tabla 1. *Funcionalidad y beneficios de aplicar un sistema telemétrico en la gestión y monitoreo del consumo de energía eléctrica de un vehículo*

Funcionalidad	Descripción	Beneficios
Recopilación de datos	El sistema recopila información en tiempo real sobre el consumo de energía eléctrica del vehículo.	Facilita la identificación de áreas de mejora para aumentar la eficiencia energética.
Análisis y procesamiento	Los datos recopilados se analizan y procesan para identificar patrones de consumo, eficiencia energética y tendencias a lo largo del tiempo	Identifica oportunidades de ahorro energético y reducción de costos.

Funcionalidad	Descripción	Beneficios
Monitoreo en tiempo real	El sistema proporciona un monitoreo en tiempo real del consumo de energía eléctrica del vehículo.	Ayuda a prevenir el consumo excesivo de energía y mejorar la autonomía del vehículo.
Alertas y notificaciones	El sistema puede generar alertas y notificaciones cuando se superan ciertos umbrales de consumo o si se detectan anomalías en los patrones de uso.	Permite realizar ajustes proactivos para mantener la eficiencia energética.
Informes y visualización	Se generan informes detallados y visualizaciones gráficas que muestran el desgaste de electricidad en diferentes períodos de tiempo, como horas, días o semanas.	Facilita la evaluación de la eficacia de las medidas implementadas para reducir el continuo desgaste de energía.

Fuente: Elaborado a partir de la información obtenida de (Calín, 2016).

La tabla anterior presenta las funcionalidades clave que se presentan en un sistema telemétrico relacionado con la gestión y chequeo del consumo de energía eléctrica en vehículos, teniendo en cuenta como dicho sistema recopila datos en tiempo real, analiza patrones de consumo y ofrece monitoreo en tiempo real, alertas y recomendaciones. Además,

proporciona informes detallados y visualizaciones gráficas, se integra con otros sistemas y busca optimizar el consumo de energía. Recalcando como con dichas características, tal sistema facilita una administración eficiente de energía, maximizando la autonomía y contribuyendo a una conducción más sostenible y económica.

CAPÍTULO III

3.1 Diseño e implementación

Para el tercer capítulo, se llevará a cabo una meticulosa evaluación de los requisitos técnicos imprescindibles para diseñar e implementar de forma eficiente el sistema de telemetría que será aplicado en el prototipo de competencia Shell-Eco Marathon de la Universidad Politécnica Salesiana. Dicho esto, se presenta una descripción detallada tanto del software como el hardware empleado en la creación del sistema de emisión y recepción. Será detallada la selección de los módulos específicos empleados, así como la programación detallada en Arduino y la interfaz desarrollada en LabVIEW. Además, se abordarán de manera integral los procesos de envío y recepción de datos, teniendo en cuenta todos los aspectos relevantes para su correcta implementación y funcionamiento. Por último, se presentará un enfoque meticuloso en el diseño del sistema, buscando optimizar ampliamente el rendimiento y la efectividad en el ámbito de la competencia.

3.1.1 *Arduino mega 250*

El Arduino Mega 2560 se destaca por su capacidad de expansión y versatilidad. Con sus 54 pines digitales y 16 pines analógicos, ofrece una amplia gama de opciones para conectar sensores, actuadores y otros componentes electrónicos. Además, su memoria flash de 256 KB permite cargar programas más complejos y extensos, debido a lo mencionado este componente se posiciona como una elección prioritaria para trabajos e investigaciones en los campos de robótica domótica y automatización industrial (Marín, 2016).

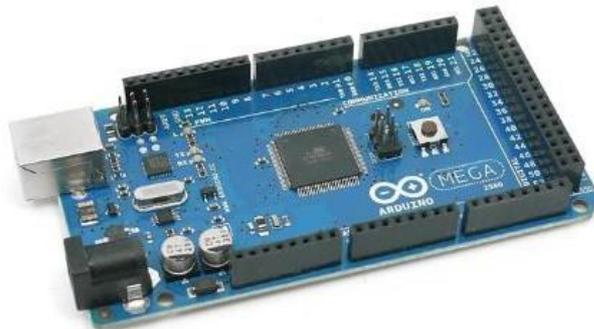
Esta interfaz se caracteriza por su alto calibre en relación con las actividades básicas como la expansión y versatilidad. También se conoce como un programa capaz de ofrecer al usuario un sin número de funciones, esto es debido a sus 16 pines analógicos y 54 digitales, y

a la amplia gama de diversos sensores, actuadores, entre otros componentes de igual o mayor importancia. Además, es preferido por la mayoría de los consumidores por su coste intermedio y su alcance en la automatización industrial.

El Arduino mega 2560 es una herramienta invaluable para los creadores y diseñadores de todo el mundo. Su diseño modular y su amplio conjunto de características lo convierten en la opción preferida para proyectos que requieren una mayor cantidad de pines digitales y analógicos, así como una mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento (Maya, 2017).

Se considera imprescindible para funciones de desarrollo, proactividad, y correlación con herramientas de similares características. A través de su interfaz amigable para el usuario, se prevén un conjunto asistencias personalizadas para cada función en específico, de esta manera se logra una mejor inclusión con el ocupante y se da prioridad al procesamiento de la información.

Figura 2. *Modelo Arduino 2560*



Fuente: (Turrión, 2022)

La figura 2 nos permite conocer el modelo de Arduino 2560, podemos observar sus componentes sub-subdivisión de las líneas eléctricas hacia el procesador. Cabe mencionar que

es preferido por los usuarios gracias a su ergonomía fácil de reparar en caso de ser necesario, y con pines intercambiables enfocados en prolongar la vida útil del dispositivo

3.1.2 Arduino uno

El microcontrolador “Arduino Uno” se caracteriza por ser una placa de desarrollo de código abierto, en los últimos años ha generado un gran impacto en la electrónica y en la programación al proporcionar una solución versátil y de fácil manejo. Su diseño abierto y sus características destacadas lo han convertido en la opción más popular en proyectos de robótica, domótica y automatización industrial, cuenta con un microcontrolador ATmega328P, el cual suministra una variada cantidad de puertos como pines, permitiendo con ello la conexión y control de diversos componentes electrónicos. Lo cual brinda a los usuarios la libertad de crear una amplia variedad de proyectos, desde simples circuitos de luces hasta complejos sistemas de automatización (Bonilla, 2021).

En la rama de la mecatrónica se realizan diversos proyectos tecnológicos, congruentes también con la robótica y la capacidad de relacionar las actividades con los microcontroladores que albergan un almacenamiento suficientemente amplio para, ser utilizado según lo prevea el usuario. Dispone de varios pines, capacitores, salidas y entradas que buscan ofrecer funciones especiales, como la capacidad de reiniciar el sistema, entre otros.

Tabla 2. *Características del Arduino uno*

Componente	Especificación	Descripción
Voltaje	5 V	Voltaje de alimentación nominal

Componente	Especificación	Descripción
Voltaje de Entrada	7-12 V	Rango de voltaje aceptado para la entrada
Pines digitales	4 (6 de salida PWM)	Cantidad de pines digitales disponibles, incluyendo 6 pines de salida (PWM) que traducido del inglés significa “Modulación por ancho de pulso”
Pines de entrada digital	6 pines	Cantidad de pines de entrada digital
Memoria flash	32 KB (ATmega 328)	Tamaño de la memoria flash del microcontrolador ATmega 328
Corriente continua	3.3 V, 50 mA	Corriente continua máxima para el pin de 3.3 V, con una carga máxima de 50 mA
Corriente DC	40 mA	Corriente continua máxima para el dispositivo, en condiciones normales de funcionamiento
SRAM	2 KB (ATmega 328)	Tamaño de la memoria SRAM del microcontrolador ATmega 328
Velocidad del reloj	16 MHz	Velocidad de frecuencia del reloj interno del microcontrolador
EEPROM	1 KB (ATmega 328)	Tamaño de la memoria EEPROM del microcontrolador ATmega 328

Fuente: Tabla elaborada a partir de la información obtenida de (Marín, 2016)

La tabla presentada anteriormente demuestra con creces las características del Arduino de forma general. Asimismo, se puede observar la subdivisión de los componentes, las especificaciones básicas y una breve descripción que busca solventar dudas pequeñas que tengas los consumidores. Por otro lado, también nos sirve para argumentar de forma positiva la validez del Arduino cualquier proyecto de robótica.

Figura 3. *Parte frontal y reversa del modelo Arduino uno*



Fuente: (Bonilla, 2021).

Para concatenar la idea central relacionada hacia el modelo Arduino 2560, es necesario asimilar sus características y componentes, tanto en la parte frontal como también en el reverso.

Tabla 3. *Tabla comparativa entre el Arduino uno y Arduino mega 250*

Característica	Arduino Uno	Arduino Mega 2560
Micro controlador	ATmega328P	ATmega2560
Velocidad de reloj	16 MHz	16 MHz
Memoria flash	32 KB	256 KB
SRAM	2 KB	8 KB
EEPROM	1 KB	4 KB
Número de pines digitales	14	54 (15 de ellos con PWM)

Número de pines analógicos	6	16
Comunicación serie	1 puerto UART	4 puertos UART
Comunicación I2C	1 puerto I2C	1 puerto I2C
Comunicación SPI	1 puerto SPI	1 puerto SPI
Tamaño	Pequeño	Grande

Fuente: Tabla elaborada a partir de la información obtenida de (Bonilla, 2021)

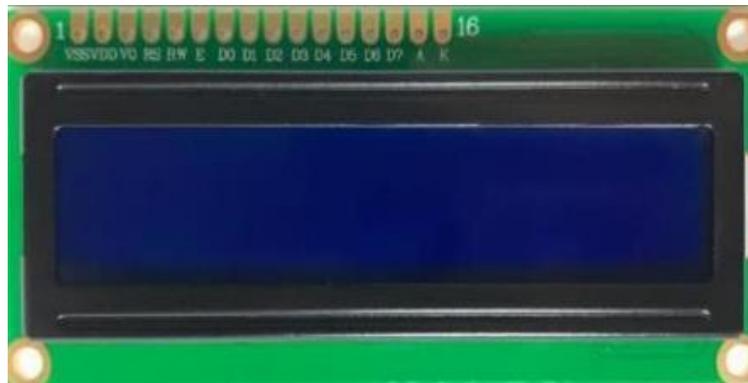
Basándose en las características del Arduino Uno y Arduino Mega 250, previamente establecidas en la anterior tabla, se puede inferir que el Arduino Uno es la alternativa más apropiada para el desarrollo de pequeños y medianos proyectos ya que solo demanda una cantidad limitada de recursos y pines, mientras que el Arduino mega 250 es más adecuado para proyectos más grandes y complejos que necesitan mayor capacidad de procesamiento, más memoria y más pines disponibles. La elección entre ambos modelos está condicionado con respecto a las necesidades y requerimientos específicos de cada uno de los proyectos incursionados y del nivel de funcionalidad requerido.

3.1.3 Pantalla Lcd 16x2 Fondo Azul

Conocido por sus siglas en inglés LCD (Liquid Cristal Display), qué se traduce en español cómo pantalla de cristal líquido, es un elemento ampliamente utilizado para presentar visualmente información de manera gráfica como figuras, contenidos, datos, caracteres, símbolos. El término de 16x2 determina cuantas filas trae y cuantas columnas (2 filas y 16 caracteres), todas disponibles según su programación. El módulo Posee un controlador HD44780 integrado a su sistema, compatible con cualquier librería disponible en el mercado (Bisbicuth, 2021).

Las pantallas LCD tienen como principal fortaleza su tecnología de cristal líquido, esta les permite obtener una visualización clara y nítida de los caracteres en la pantalla, ya que esto facilita la lectura de la información, de datos numéricos, caracteres alfanuméricos, símbolos o incluso gráficos sencillos. Además, esta tecnología consume poca energía, lo que la convierte en una opción eficiente en términos de consumo energético, especialmente en proyectos donde se requiere una larga duración de la batería o un bajo consumo eléctrico.

Figura 4. *Representación de la pantalla LCD 16x2*



Fuente: (Bisbicuth, 2021)

Las pantallas LCD 16*2 con fondo azul son un componente versátil y confiable que ofrece una visualización clara y legible de caracteres y gráficos en proyectos electrónicos. Esto en gran parte debido a su tecnología de cristal líquido, bajo consumo de energía, controlador integrado y opciones de retroiluminación, debido a estas características las pantallas LCD son una opción ampliamente aceptada y utilizada en diversas aplicaciones en el ámbito de la electrónica y de la informática.

3.1.4 Sensor de temperatura LM36 analógico

El siguiente elemento a analizar es el de temperatura LM36, este es una destacada solución analógica que permite medir con precisión y confiabilidad la variación de calor o

temperatura para un extenso número de aplicaciones, una de sus características más notables es su amplio rango de medición, ya que es posible monitorear temperaturas que van desde los -55°C hasta $+150^{\circ}\text{C}$, lo cual le confiere una versatilidad excepcional para adaptarse a diferentes entornos y aplicaciones (Santana, 2017).

Este tipo de sensores permiten una amplia gama de usos y servicios, sobre los cuales se amerita un monitoreo y preciso control de la temperatura, lo cual se debe principalmente a su gran capacidad para medir temperaturas en un rango que abarca desde -55°C hasta $+150^{\circ}\text{C}$, convirtiendo de esta manera a dichos sensores, en aditamentos adecuados para aplicaciones tanto en entornos extremadamente fríos como en entornos de alta temperatura.

Figura 5. *Representación del sensor de temperatura LM36 analógico*



Fuente: (Guerra, 2017).

De lo mencionado anteriormente, se puede inferir que los sensores de temperatura LM36 analógico son una opción confiable y precisa para la medición de temperaturas en una variedad de aplicaciones, ya que su precisión calibrada, amplio rango de temperatura, salida lineal y facilidad de integración lo convierten en una elección popular en numerosos sectores industriales y de investigación donde el control preciso de la temperatura es fundamental.

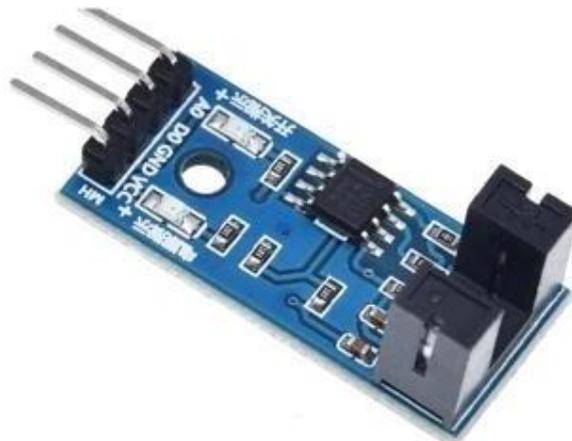
3.1.5 Sensor de temperatura TMP 36

El TMP36 es un sensor de temperatura electrónico digital, este fue desarrollado para ser aplicado en proyectos que necesitan un monitoreo constante de temperatura,

Una herramienta indispensable para aplicaciones en las que se requieren la toma exacta de la velocidad de objetos en movimiento, sin duda es el “Módulo de Sensor de Velocidad Infrarrojo”. Este sensor utiliza tecnología infrarroja para detectar cambios en el tiempo de vuelo de los pulsos infrarrojos reflejados por el objeto en movimiento, lo que permite calcular su velocidad con gran precisión (Carrillo, 2018).

La tecnología infrarroja utilizada por este sensor aprovecha las propiedades de reflexión de la luz infrarroja en objetos en movimiento, puesto que al enviar constantes pulsos de luz infrarroja y medir el tiempo que tarda en reflejarse y regresar al sensor, el módulo es capaz de determinar con precisión la velocidad del objeto en cuestión, dicha capacidad de medición de tiempo de vuelo permite un análisis detallado y una evaluación precisa de la velocidad en diferentes aplicaciones.

Figura 7. Representación del Módulo de sensor de velocidad infrarrojo



Fuente: (García, 2018).

De tal modo que, se puede inferir que el módulo de sensor de velocidad infrarrojo es un instrumento de alta precisión y confiabilidad ya que permite medir de manera muy exacta la velocidad de un objeto que se encuentra en movimiento, esto en gran parte debido a su

tecnología infrarroja y capacidad de medición de tiempo de vuelo le otorgan una ventaja significativa en aplicaciones que requieren mediciones precisas, como el control de tráfico y el monitoreo deportivo, así como su facilidad de uso y versatilidad lo convierten en una opción valiosa en diversos entornos y proyectos.

3.3 Fuentes de poder 12V y tomacorriente

Las fuentes de poder de 12V y los tomacorrientes son elementos fundamentales en la alimentación de una amplia gama de dispositivos electrónicos y sistemas eléctricos. Las fuentes de poder de 12V proporcionan una salida de voltaje constante y estable de 12 voltios, cualidades que lo catalogan como la alternativa ideal para alimentar componentes como circuitos integrados, sensores, actuadores y sistemas de iluminación (Cabrera, 2019).

Tales fuentes de poder y tomacorriente son principalmente utilizadas dentro de una extensa escala de dispositivos electrónicos, que van desde computadoras y equipos de comunicación hasta sistemas de seguridad, sistemas de audio-video y dispositivos de automatización del hogar. Aunado al hecho de que su salida de 12V es compatible con muchos componentes y circuitos electrónicos comunes, lo que facilita su integración en sistemas existentes y permite una alimentación confiable y eficiente

Figura 8. *Fuentes de poder*



Fuente: (Guerra, 2017).

Por lo tanto, se puede deducir que las fuentes de poder de 12V y los tomacorrientes son elementos esenciales en la alimentación de dispositivos electrónicos y sistemas eléctricos, ya que estas son las encargadas de proporcionar una salida de voltaje constante y estable, mientras que los tomacorrientes permiten la conexión segura de los dispositivos a la red eléctrica. Todo esto teniendo en cuenta que su uso extendido y su compatibilidad los convierten en elementos fundamentales en numerosas aplicaciones tanto residenciales como comerciales e industriales.

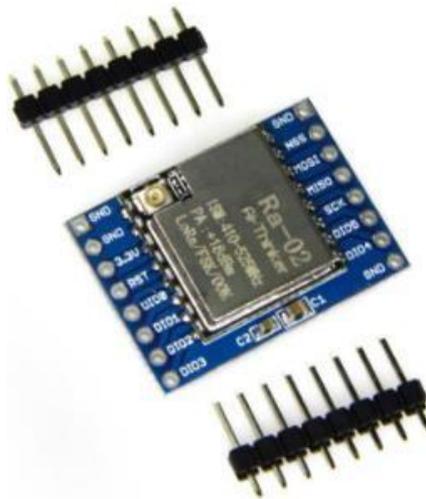
3.3.1 Módulo transceptor LoRa Sx1278 Ra-02 433Mhz con Base-Electrónica

El módulo transceptor LoRa SX1278 Ra-02 433MHz con Base-Electrónica es una poderosa herramienta de comunicación inalámbrica diseñada para brindar soluciones eficientes y confiables en aplicaciones de Internet de las cosas (IoT) y redes de área amplia de baja potencia (LPWAN). Este módulo combina la tecnología LoRa, que permite la transmisión de datos a larga distancia con un consumo mínimo de energía, con una base electrónica que facilita su integración en proyectos y sistemas (Orellana, 2020).

Debido a su diseño compacto y su base electrónica integrada, este modelo se destaca por su facilidad de uso y flexibilidad en la integración en proyectos y sistemas existentes. La

interfaz serial SPI estándar facilita la conexión con microcontroladores y sistemas embebidos, lo que permite una rápida implementación sin complicaciones. Además, ofrece opciones de antena externa para optimizar la calidad de la señal y mejorar el rendimiento de la comunicación.

**Figura 9. Representación del transceptor LoRa Sx1278 Ra-02 433Mhz con Base-
Electrónica**



Fuente: (Tipán, 2020).

En base a lo planteado anteriormente, es posible inferir que LoRa SX1278 Ra-02 433MHz de Base-Electrónica representa una solución tecnológica avanzada para superar los desafíos de comunicación inalámbrica a larga distancia en entornos IoT y LPWAN, esto debido a que su capacidad de transmitir datos de manera confiable y eficiente a través de largas distancias, combinado con su bajo consumo de energía este módulo se convierte en una elección perfecta para aplicaciones que demanden un alcance extenso y una duración prolongada de la batería.

3.4 Plan de desarrollo

En el actual punto del proyecto se expondrá de manera detallada el proceso completo de desarrollo, implementación y diseño del sistema de telemetría utilizando el prototipo de competencia SHELL-ECO Marathon en la Universidad Politécnica Salesiana. Para dar cumplimiento a la premisa expuesta se ha de llevar a cabo una serie de etapas fundamentales que incluirán desde la programación y diseño preliminar, las pruebas exhaustivas el desarrollo del sistema final y, para culminar, la obtención de resultados en tiempo real.

En primer lugar, se realizará una fase inicial de programación y diseño preliminar, donde se sentarán las bases del sistema de telemetría. Durante esta etapa, los expertos en ingeniería automotriz emplearán su conocimiento y experiencia para definir los requisitos específicos del sistema, teniendo en cuenta los objetivos y las características del prototipo Shell Eco Marathon. Además, se realizará una planificación cuidadosa para garantizar la integración óptima del mencionado sistema telemétrico en el vehículo de competencia.

Una vez establecidos los fundamentos, se ejecuta y controla un listado de valoraciones para garantizar el correcto desenvolvimiento del sistema. Estas pruebas abarcarán diferentes escenarios y condiciones, con el fin de evaluación.

3.5 Fase Preliminar

Durante esta etapa del proyecto, se llevó a cabo el desarrollo de un prototipo funcional del emisor y receptor elaborado en una placa PCB, con el propósito de realizar las pruebas correspondientes para verificar la efectividad en la transmisión y recepción de datos.

Para diseñar el emisor, se emplearon diferentes tipos sensores, cada uno con una labor distinta, pero todos con un propósito fundamental en la tarea de recolección de información relevante. Entre ellos se incluye el sensor de temperatura TPM35, utilizado para medir de manera precisa las variaciones de temperatura en el entorno. Además, se implementa el

dispositivo que mide la velocidad de un objeto en movimiento y el sensor de encoder, los cuales permiten medir la velocidad actual del vehículo y las revoluciones de un componente específico, respectivamente.

Estos componentes generan señales similares a las mencionadas anteriormente, lo que facilita la integración y el proceso de la información. La finalidad es la de visualizar adecuadamente los valores obtenidos, se incorporaron dos pantallas LCD de 16x2 utilizando módulos I2C. Estas pantallas ofrecen la capacidad de mostrar en tiempo real las variables medidas, posibilitando una supervisión precisa y continua.

Adicionalmente, se estableció la conexión con el módulo LoRa Ra-02 SX1278, que permite la comunicación mediante una interfaz SPI con el Arduino Uno. El funcionamiento de este módulo se basa en el uso de una antena especializada para garantizar una transmisión inalámbrica de radiofrecuencia confiable, según las especificaciones proporcionadas por el fabricante el alcance de este módulo puede llegar hasta los 10 km. Cuenta con 16 pines y opera en un rango de frecuencias de 420 a 450 MHz.

Es importante destacar que el módulo LoRa Ra-02 SX1278 cumple una función esencial dentro del sistema ya que posibilita una comunicación eficiente y confiable entre los componentes involucrados. Su capacidad de recepción y transmisión de datos mediante radiofrecuencia, junto con sus características técnicas y su amplio alcance, lo convierten en un elemento clave en el contexto de este proyecto de ingeniería automotriz.

3.6 Elaboración de la programación

3.6.1 Monitoreo del emisor en tiempo real con el módulo Lora y sensores

El código presentado representa un programa diseñado para enviar datos a un vehículo utilizando diversos sensores y el módulo LoRa Ra-02 SX1278. Este programa utiliza la biblioteca LiquidCrystal_I2C para conseguir un enlace compartido con la pantalla LCD de 16x2. Además, se definen los pines utilizados por el módulo transceptor LoRa, así como los Leds de comunicación y falla, y se asignan los pines para los elementos que miden la temperatura, encoder de revoluciones, voltaje y velocidad lineal.

El setup(), es la función que permite codificar las configuraciones iniciales del programa, como la inicialización de la comunicación serial y de la pantalla LCD, y se configura el módulo LoRa. En la función loop(), se llevan a cabo las mediciones de los diferentes sensores. Se obtiene los valores de temperatura por medio del sensor, luego se calcula la velocidad angular a partir del sensor de encoder, se obtiene el voltaje utilizando el sensor correspondiente, y se calcula la velocidad lineal.

Los datos medidos se envían a través de la comunicación serial y se activa el LED de comunicación. Además, se utiliza el módulo LoRa para transmitir los datos al receptor. Por último, se actualiza la información en la pantalla LCD, mostrando los valores medidos de temperatura, RPM, voltaje y velocidad en tiempo real.

Este código se ejecuta en un bucle continuo, permitiendo la captura y transmisión constante de datos al vehículo. Mediante el uso de los sensores y el módulo LoRa, se logra una comunicación eficiente y confiable, proporcionando información relevante para el monitoreo y control del vehículo.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); // set the LCD address to
0x27 for a 16 chars and 2 line display
```

```

//define the pins used by the transceiver module
#define LORA_SS 10
#define LORA_RST 9
#define DIO0 3
//leds comunicacion
int comunicacion = 4;
int FALLA = 5;

//Sensor temperatura
int SENSORT = A0;
float TEMPERATURA;
float SUMA; // valor de la suma de las 5 lecturas de
temperatura

//sensor encoder para revoluciones
//int Encoder = 4;
int Vel_Angular = 0;
float Pulso = 0;
float Tiempo = 0;
float Frecuencia = 0;

//senaar voltaje
int Vol;
float lectura;
float volt;
double rendi = 0;

//velocidad lineal
float vel = 0;

//int counter = 0;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(SENSORT, INPUT);
  pinMode(A1, INPUT);
  pinMode(comunicacion, OUTPUT); //led 4
  pinMode(FALLA, OUTPUT); //led 5

  //pinMode(4, INPUT); // establece el pin en la entrada

  lcd.init();

```

```

lcd.backlight();
lcd.clear();

while (!Serial);
Serial.println("LoRa Sender");

LoRa.setPins(LORA_SS, LORA_RST, DIO0);

if (!LoRa.begin(433E6)) {
  Serial.println("Starting LoRa failed!");
  digitalWrite(FALLA, HIGH);
  while (1);
}
}

void loop() {

  //Sensor temperatura lm35
  SENSORT = analogRead(A0); // lectura de entrada
analógica A0
  SUMA = ((SENSORT * 5000.0) / 1023)/17; // lectura de entrada
analógica A0 de entrada A0 en grados centigrados
  TEMPERATURA = SUMA / 5; // suma de cada lectura de
temperatura

  //sensor encoder para revoluciones
  Pulso = pulseIn(2, HIGH);
  Tiempo = 2 * (Pulso / 1000000);
  Frecuencia = 1 / Tiempo;
  Vel_Angular = Frecuencia * 60;
  vel = Vel_Angular * -33 / 1000; //velocidad linela

  //sensor voltaje
  lectura = analogRead(A1); //analógico
  volt = (lectura * 5.0) / 1050.0 ;
  rendi = volt / (7500.0 / (30000.0 +
7500.0)); //serial.println(volt);

  // lectura puerto serial
  Serial.print (TEMPERATURA);
  Serial.print(",");
  Serial.print (Vel_Angular);
  Serial.print(",");
  Serial.print (vel);
  Serial.print(",");
  Serial.print (rendi);
}

```

```

Serial.print(",");
Serial.println();
digitalWrite(comunicacion, HIGH);
LoRa.beginPacket();
LoRa.print(TEMPERATURA);
LoRa.print(",");
LoRa.print(vel);
LoRa.print(",");
LoRa.print(Vel_Angular);
LoRa.print(",");
LoRa.print(rendi);
LoRa.print(",");
LoRa.endPacket();
//counter++;
delay(1000);

//Lectura en el lcd
//lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("T:");
lcd.print(TEMPERATURA, 1);
lcd.print("C");
lcd.print(" RPM:");
lcd.print(Vel_Angular);

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Bat:");
lcd.print(rendi,1);
lcd.print("%");
lcd.print(" V:");
lcd.print(vel);
lcd.print("km/s");
}

```

3.6.2 *Recepción de datos Lora con SPI*

El código proporcionado implementa un receptor LoRa con funcionalidad de separación de datos utilizando una biblioteca llamada "Separador" que ayuda a extraer los valores específicos de un mensaje recibido. El código utiliza las bibliotecas SPI y LoRa para establecer la comunicación y recibir los paquetes.

En la función `setup()`, se inicializan los pines y la comunicación serial. Luego, se configura la comunicación LoRa en la frecuencia 433E6. Si la inicialización de LoRa falla, se imprime un mensaje de error y se enciende un LED de falla.

La función `loop()` es el bucle principal del programa. Primero, se verifica si hay un paquete LoRa disponible mediante `LoRa.parsePacket()`. Si se detecta un paquete, se procede a leer los datos recibidos mediante `LoRa.readString()`. Luego, se emplea la función `separa()` el cual proviene de la biblioteca "Separador" permitiendo extraer los valores específicos de interés del mensaje, como TPSFIN, steinhart, CKP, suma, etc. Estos valores se asignan a las variables correspondientes.

Después de extraer los datos, se imprime la información en el monitor serial mediante la función `Serial.print()`. El tiempo entre las impresiones se controla utilizando la función `millis()` para asegurarse de que se realicen las lecturas en intervalos regulares.

En resumen, el código configura y maneja la recepción de datos LoRa utilizando una biblioteca de separación de datos. Extrae los valores relevantes de un mensaje recibido y los muestra en el monitor serial.

```
//SEPARADOR
#include <Separador.h>//libreria spi
Separador s;
//LIBRERIAS SPI,LORA
#include <SPI.h>//libreria spi
#include <LoRa.h>//libreria lra
//VARIABLES
unsigned long tiempo;
unsigned long tiempo1;//variable tiempo
//variables leds
int comunicacion = 6;
int FALLA = 7;//definir donde va el led q puerto
//VARIABLES RECIBIDAS
int TPSFIN;
```

```

float steinhart;
float steinhart1;
String datog = ""; //palabra tipo string
float suma;
int Pabs;
int CKP;
int WSS;
char ledenviar;
String ledata;
float voltInput;
void setup() {
    tiempo=millis();
    Serial.begin(9600);//velicidad de comunicacion
    pinMode(FALLA, OUTPUT); //entrada o salida
    pinMode(comunicacion, OUTPUT);
    while (!Serial);//comunicacion

    if (!LoRa.begin(433E6)) { // or 915E6
        Serial.println("Starting LoRa failed!");
        digitalWrite(FALLA, HIGH);
        while (1);
    }
    // LoRa.setSpreadingFactor(12);
    // LoRa.setSignalBandwidth(7.8);
    // LoRa.setCodingRate4(8);
    Serial.println("LoRa Receiver");
    digitalWrite(comunicacion, HIGH);
}

void loop() {
    int packetSize = LoRa.parsePacket();//revision del paquete
    if (packetSize) {
        // read packet
        while (LoRa.available())
        {
            datog = LoRa.readString();//lee el dato
            String d1 = s.separa(datog, ',', 0);//tps
            String d2 = s.separa(datog, ',', 1);//ect
            String d3 = s.separa(datog, ',', 2);//ckp
            String d4 = s.separa(datog, ',', 3);//lm35
            String d5 = s.separa(datog, ',', 4);//iat
            String d6 = s.separa(datog, ',', 5);//bat
            String d7 = s.separa(datog, ',', 6);//wss

```

```

String d8 = s.separa(datog, ',', 7);//map
TPSFIN = d1.toInt();
steinhart = d2.toFloat();
CKP = d3.toInt();
suma= d4.toFloat();
steinhart1= d5.toFloat();
voltInput= d6.toFloat();
WSS= d7.toFloat();
Pabs= d8.toFloat();
}
datog = ""; //limppia numero

LoRa.packetRssi(); //fin paquete
}
if(millis() - tiempo > 300){
Serial.print(TPSFIN);
Serial.print(",");
Serial.print(steinhart); //prints
final temp in celcius
Serial.print(",");
Serial.print(CKP);//CKP
Serial.print(",");
Serial.print(suma);
Serial.print(",");
Serial.print(steinhart1);
Serial.print(",");
Serial.print(voltInput);
Serial.print(",");
Serial.print(WSS);
Serial.print(",");
Serial.print(Pabs);
Serial.println(",");//imprime en monitor serial
tiempo=millis();
}
ledata = "";
//lavbiew

//Leer serial
// if (Serial.available()) {
// ledenviar = Serial.read();
// ledata= ledenviar;
// if(millis() - tiempo1 > 150){
// LoRa.beginPacket(); //inicio paquete enviado
// LoRa.print(ledata);//paquete
// LoRa.endPacket();
// tiempo1=millis();//tiempo

```

```
// }  
}
```

3.6.3 *Diseño del transmisor*

Para desarrollar el diseño del emisor es necesario basarse en la transmisión de datos desde los sensores conectados a una unidad de control electrónica hacia un receptor remoto. Los datos son adquiridos por un controlador, como arduino u otro dispositivo similar, que se encarga de procesar y decodificar la información. Utilizando una tecnología de comunicación inalámbrica, como LoRa (Long Range), los datos son transmitidos de forma eficiente y confiable al receptor.

La intención con la que se diseñó este modelo es para acceder la visualización y el análisis de la información generada por los sensores en una interfaz de usuario apropiada. Esto facilita en la toma y ejecución de decisiones, el monitoreo constantemente actualizado y el control de sistemas o dispositivos basados en los datos recolectados.

Al utilizar tecnologías inalámbricas, se elimina la necesidad de ejecutar instalaciones físicas entre un elemento emisor y uno receptor, lo que brinda flexibilidad y movilidad en la implementación del sistema. Además, estas tecnologías suelen ofrecer un alcance considerable y un consumo de energía eficiente, lo que es especialmente beneficioso en aplicaciones que requieren la transmisión de datos a distancias largas o en entornos con restricciones de energía.

3.6.4 *Diseño del receptor de datos*

El diseño del receptor tiene como objetivo principal la recepción y procesamiento de datos provenientes de diversos sensores. En este caso, se utiliza el módulo LoRa, que brinda

una comunicación inalámbrica de largo alcance mediante radiofrecuencia. Este enfoque de diseño permite el envío de valores desde el transmisor al receptor de manera eficiente y confiable.

Una vez que los datos son recibidos por el receptor, se utilizan dispositivos Arduino, como el Arduino Uno, para decodificar la información utilizando un código de programación específico. Este proceso de decodificación asegura que los datos sean interpretados correctamente para su posterior procesamiento.

Después de decodificar los datos, se lleva a cabo un procesamiento adicional para su análisis y visualización. En este caso, se desarrolla una interfaz gráfica en LABVIEW para presentar la información de manera clara y comprensible. La interfaz gráfica permite una visualización en tiempo real de los valores obtenidos, lo que facilita su interpretación, análisis y deducción de resultados.

3.6.5 Diseño impreso de las placas

En electrónica, una placa de circuito impreso (PCB) es un componente esencial que alberga y conecta diversos elementos electrónicos. Las PCB se caracterizan por su alta conductividad, lograda a través de pistas conductoras, generalmente de cobre, que se encuentran en su superficie. Estas placas están diseñadas con una estructura multicapa que incluye materiales aislantes entre las capas conductoras, lo que permite una correcta circulación de las señales eléctricas.

La estructura general de una PCB está protegida mediante una capa no conductora de soldadura y suele estar serigrafiada con información relevante, como identificadores y marcadores. Esta capa no solo brinda aislamiento, sino que también sirve como base para la colocación de los elementos electrónicos en la placa.

Actualmente las placas de circuitos impresos son ampliamente utilizadas en diversas aplicaciones electrónicas, ya que ofrecen una plataforma sólida para la interconexión de componentes. Su diseño permite una fácil integración y montaje de los elementos electrónicos, lo que facilita la fabricación de dispositivos electrónicos complejos.

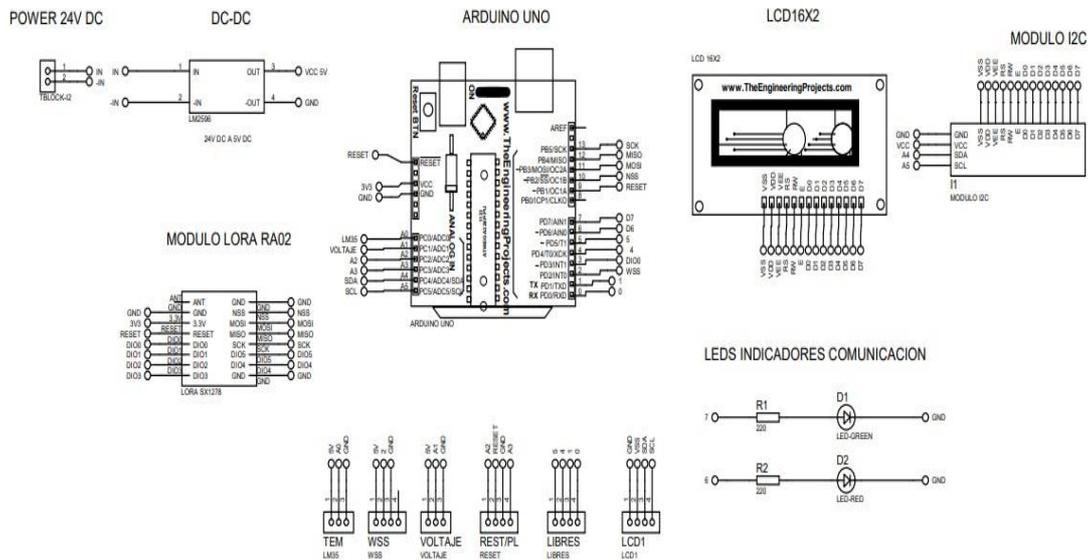
3.6.6 *Diseño impreso de la placa transmisor*

Una vez que se ha finalizado las pruebas de funcionamiento del emisor se procede a realizar el diseño de la placa de circuito impreso PCB utilizando el software Proteus 8. Esta herramienta es ampliamente utilizada en proyectos electrónicos y eléctricos abarcando todas las etapas desde el diseño del esquema electrónico hasta la sí fabricación de la PCB, además, también facilita la programación del software, la detección y la solución de errores y la documentación. A continuación, se muestra el diseño 3Dd de la PSB del emisor.

El uso de software como Proteus 8 facilita el proceso de diseño de PCB, ya que ofrece una interfaz intuitiva y herramientas especializadas para la colocación de componentes, trazado de pistas conductoras y verificación de conexiones. Además, permite realizar simulaciones y pruebas virtuales para garantizar la funcionalidad y rendimiento del circuito antes de proceder a la fabricación de la PCB.

En la figura 10 se puede apreciar el diseño en 3D de la PCB, esta proporciona una representación visual detallada de cómo se verá la placa una vez fabricada. Esto ayuda a los ingenieros a evaluar la disposición de los componentes, verificar el espacio disponible y prever posibles problemas de ensamblaje.

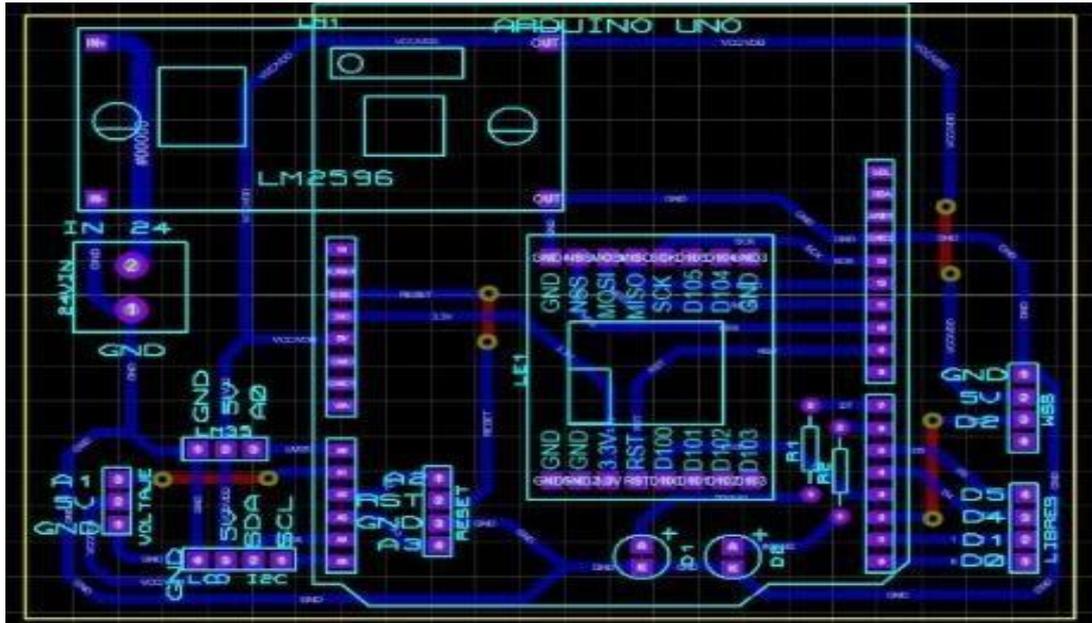
Figura 10. *Esquemática de la placa transmisor en 2D*



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

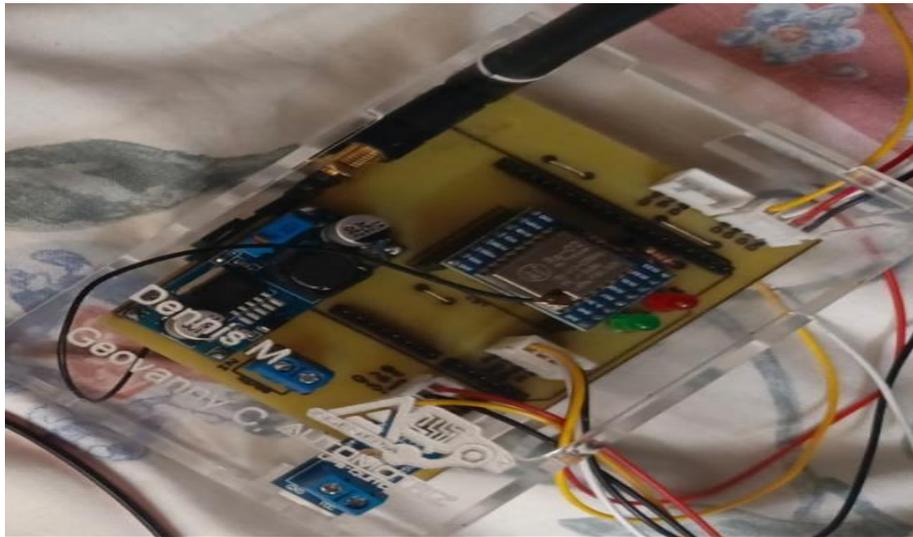
Además, durante el proceso de diseño es posible utilizar como referencia a la documentación generada para la construcción de la PCB, sirviendo también como registro para futuras modificaciones o mejoras.

Figura 11. Diagrama 3D de la placa transmisor



Fuente: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

Figura 12. *Diseño placa transmisor impreso*



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

3.6.7 *Diseño impreso de la placa receptor de datos*

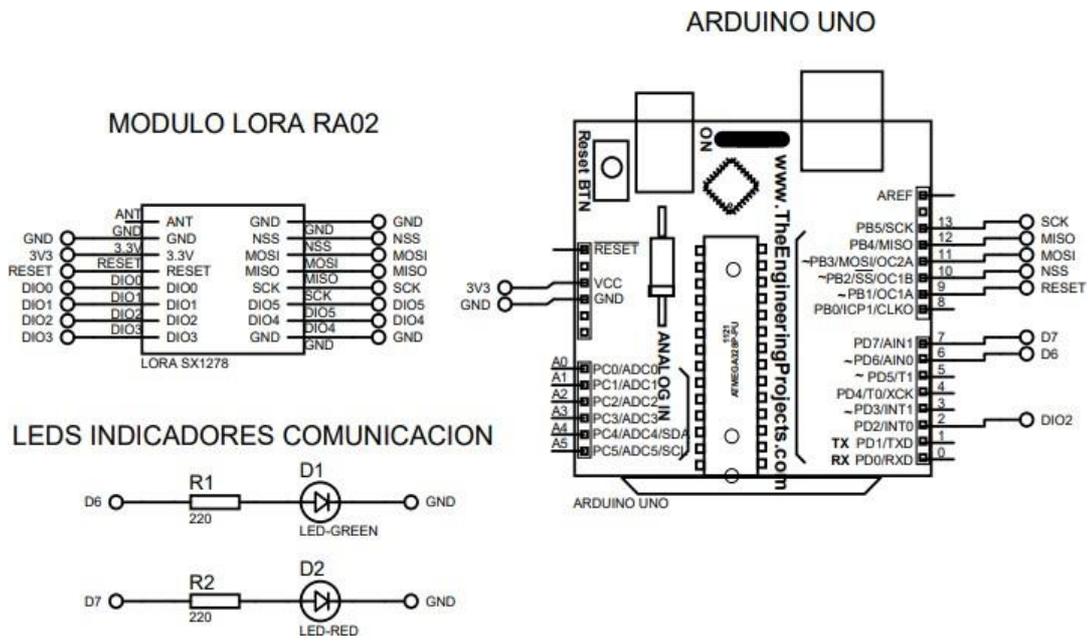
Una vez completadas las pruebas de funcionalidad del sistema receptor, se inicia el proceso de diseño del esquemático y la placa de circuito impreso (PCB). A continuación, se muestra el boceto en 3D de la PCB del receptor.

El modelo o diseño esquemático es una representación visual que muestra cómo se conectan los componentes del sistema receptor. Esta etapa es crucial para comprender la interconexión de los diferentes elementos y asegurar un funcionamiento adecuado del sistema. Mediante el uso de software especializado, se crea un esquemático detallado que incluye los componentes electrónicos, sus conexiones y las vías de comunicación.

Posteriormente, se procede al diseño de la placa PCB, que consiste en traducir el esquemático en un diseño físico de la placa donde se ubicarán y conectarán los componentes. El diseño de la PCB implica la colocación estratégica de los componentes, la creación de pistas conductoras para establecer las conexiones y la inclusión de orificios para el montaje de los elementos.

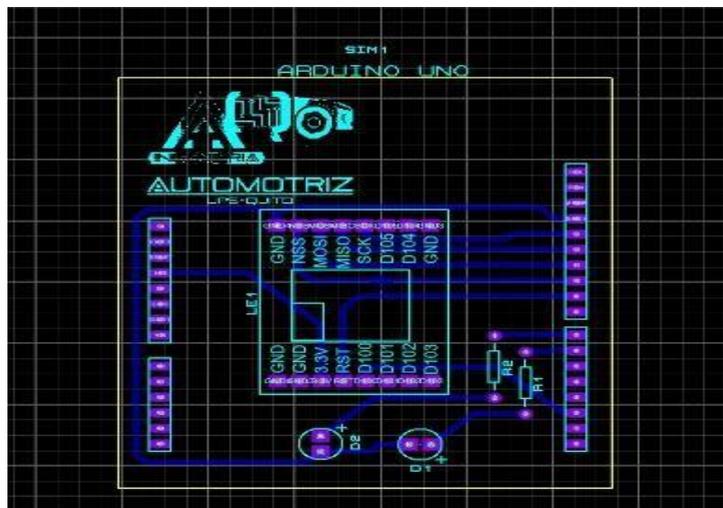
El diseño en 3D de la PCB del receptor permite visualizar de manera realista cómo se verá la placa una vez fabricada. Esto facilita la detección de posibles errores de diseño, como componentes colocados demasiado cerca o interferencias con otros elementos. Además, la representación en 3D es útil para evaluar el espacio disponible y garantizar una disposición óptima de los componentes.

Figura 13. *Modulo lora Ra02 y Arduino Uno*



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

Figura 14. Diagrama 3D de la placa receptor



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

Figura 15. Diseño placa receptor impreso



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

3.6.8 Diseño de la interfaz gráfica en LabVIEW 23

Luego de adquirir los valores provenientes de los diversos sensores en un sistema determinado, se procede a transmitirlos al módulo receptor para su posterior visualización y monitoreo. En este proceso, se utiliza una interfaz gráfica desarrollada mediante el software LabVIEW 23, el cual es ampliamente utilizado en el diseño de sistemas basados en una programación gráfica.

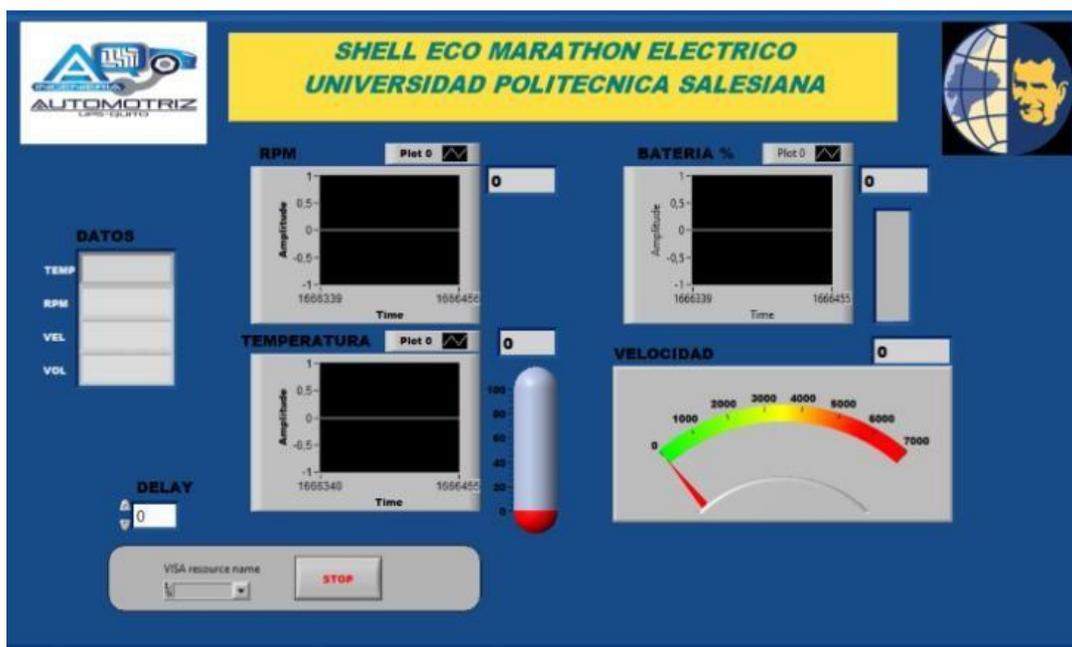
LabVIEW es un software de desarrollo que permite diseñar interfaces personalizadas y amigables para el usuario, facilitando la visualización y análisis de los datos adquiridos. Su lenguaje de programación gráfica permite representar el flujo de datos y las operaciones mediante diagramas de bloques, lo que permite una fácil comprensión mediante el diseño intuitivo de sistemas complejos.

Si bien LabVIEW permite una fácil visualización, también ofrece herramientas para la integración de hardware y software, lo que posibilita la conexión directa con los dispositivos y

sensores utilizados en el sistema. Esto permite una comunicación eficiente y la adquisición de datos en tiempo real.

En la figura 16. Se visualiza la interfaz terminada para el prototipo eléctrico, se ven cuatro datos que son rpm, velocidad, voltaje de las baterías y temperatura de las mismas. Los datos se dan de forma numérica y grafica a la vez brindando una mejor percepción de la información, en la parte inferior se encuentra el VISA desde donde se selecciona en puerto de entrada que está conectado para la comunicación y un delay que se regula conforme a la capacidad del dispositivo en el cual se va a conectar el lora receptor en este caso se utiliza un valor de 300 para la computadora de pruebas.

Figura 16. Visualización, LabVIEW



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

3.6.9 Ejecución del programa en LabVIEW

En el transcurso del proceso de programación, se decidió por utilizar el software LabVIEW versión 2023, debido a su capacidad para crear interfaces gráficas interactivas. LabVIEW es ampliamente utilizado en diversos campos y aplicaciones donde se requiere visualización de datos y control de sistemas. Su enfoque basado en gráficos y su amplia gama de componentes y herramientas permiten a los programadores diseñar interfaces intuitivas y fáciles de usar.

Al utilizar LabVIEW, se puede representar la información de manera visual mediante indicadores, gráficos y otros elementos visuales. Estos componentes facilitan la interpretación de los datos y ayudan a los usuarios a comprender de manera eficiente la interfaz gráfica. La capacidad de LabVIEW para integrar hardware y software también permite crear interfaces personalizadas según los requisitos del proyecto.

La representación visual de los datos en LabVIEW simplifica la comprensión de la información, ya que los usuarios pueden identificar fácilmente patrones, tendencias y valores importantes. Además, LabVIEW ofrece herramientas de programación versátiles que permiten realizar análisis avanzados y tomar decisiones basadas en los datos recopilados.

Figura 17. *Representación visual LabVIEW*

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO

5.1 Pruebas de Distancia

La sigla RSSI se usa para referirse a la Intensidad de la Señal Recibida, misma que se cuantifica en dBm. Resulta relevante resaltar que el valor de RSSI es siempre negativo y se utiliza como una medida de la potencia de la señal recibida. Su valor mínimo de -120 dBm refleja una señal débil o de baja intensidad. Por otro lado, una señal con un valor de -30 dBm se considera altamente eficiente, ya que indica una señal fuerte y de alta potencia. Es imperante considerar que el valor del RSSI fluctúa dependiendo de factores como la distancia entre el emisor y el receptor, la presencia de obstáculos y las interferencias electromagnéticas.

- **Pruebas de 200 metros:**

Después de realizar una prueba de comunicación a una distancia de 200 metros utilizando el código de Arduino, se pudo observar que el valor de la señal RSSI se registró en -91. Este resultado indica una señal eficiente y de alta calidad, lo cual es prometedor para la aplicación práctica de los módulos LoRa en el contexto de la ingeniería automotriz.

Figura 18. *Recepción de datos RSSI a 200 metros*

```
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 108' RSSI -91
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 109' RSSI -90
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 110' RSSI -90
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 111' RSSI -90
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 112' RSSI -93
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 113' RSSI -91
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 114' RSSI -87
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 115' RSSI -87
```

Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

Figura 19. Pruebas parque Bicentenario



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

- **Pruebas a 400 metros:**

A los 400 metros la capacidad de mantener una conexión sólida y estable a distancias significativas es un aspecto crucial en el desarrollo de sistemas de comunicación inalámbrica para aplicaciones automotrices. Estos resultados positivos respaldan la confiabilidad y la viabilidad de utilizar los módulos LoRa en este proyecto en particular.

Figura 20. Recepción de datos RSSI a 400 metros

```

Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 12' RSSI -96
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 13' RSSI -101
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 14' RSSI -97
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 15' RSSI -97
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 16' RSSI -98
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 17' RSSI -98
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 18' RSSI -97
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 19' RSSI -93
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 20' RSSI -93

```

Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

Figura 21. Pruebas parque Bicentenario



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

- Pruebas a 600 metros

A los 600 metros, es importante destacar que la señal RSSI en -103 ya que es un indicador sólido de una transmisión eficiente, lo cual es una señal de esta calidad que proporciona una mayor garantía de que los datos se transmitirán de manera confiable y sin pérdidas significativas en el proceso, donde la comunicación es confiable y constante para garantizar un funcionamiento seguro y efectivo del sistema.

Figura 22. *Recepción de datos RSSI a 600 metros*

```
LoRa Receiver
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 208' RSSI -103
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 209' RSSI -104
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 210' RSSI -107
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 211' RSSI -101
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 212' RSSI -101
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 213' RSSI -103
```

Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

- **Pruebas parque Bicentenario**

Figura 23. *Pruebas parque Bicentenario*



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

- **Pruebas a 800 metros:**

Es importante mencionar que, a pesar del valor de RSSI registrado, es posible que se requieran técnicas adicionales para mejorar aún más la calidad de la señal y asegurar una transmisión óptima en condiciones más desafiantes. Sin embargo, el hecho de haber logrado una comunicación exitosa a una distancia tan larga con una señal de excelente calidad destaca la efectividad y el potencial de los módulos LoRa en aplicaciones automotrices.

Figura 24. *Recepción de datos RSSI a 800 metros*

```

LoRa Receiver
LoRa Receiver
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 0' RSSI -109
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 1' RSSI -109
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 2' RSSI -109
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 3' RSSI -102
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 0' RSSI -109
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 1' RSSI -104
Recepcion_datos 'PRUEBAS_DISTANCIA_DENNIS_GEOVANNY 2' RSSI -104

```

Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

- Pruebas parque Bicentenario

Figura 25. Pruebas parque Bicentenario



Fuentes: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

- Tabla de costos

En esta tabla se realizará un análisis completo de la viabilidad de costos del proyecto actual. A continuación, se presentará una descripción detallada de los gastos de producción, el personal involucrado y los recursos materiales necesarios.

Tabla 4. *Tabla de costos de materiales*

Cantidad	Descripción	P. Unidad	Precio Final
4	Arduino Uno	\$ 17.00	\$ 68.00
1	Pantalla Lcd 16x2 Fondo Azul	\$ 18.00	\$ 18.00
1	Módulo de sensor de velocidad infrarrojo	\$ 6.00	\$ 6.00
1	Fuente de poder 12V y tomacorriente	\$ 24.00	\$ 24.00
3	Modulo LoRa Sx1278 Ra-02 433Mhz	\$ 25.00	\$ 75.00
2	Sensor de Temperatura LM36 analógico	\$ 2.50	\$ 5.00
2	Sensor de temperatura TMP 36	\$ 5.00	\$ 10.00

2	Cajas de protección para placas	\$ 30.00	\$ 60.00
2	Placa emisor y receptor	\$ 35.00	\$ 70.00
4	Borneras	\$ 0.50	\$ 2.00
2	Protoboard	\$ 5.00	\$ 10.00
1	Modulo I2C	\$ 3.00	\$ 3.00
4	Resistencias	\$ 0.10	\$ 0.40
1	Cable Dupont Protoboard Arduino	\$ 2.50	\$ 2.50
2	LM2596	\$ 3.00	\$ 6.00
1	Multímetro	\$ 7.00	\$ 7.00
1	Cautín	\$ 6.00	\$ 6.00
1	Estaño	\$ 5.50	\$ 5.50
10	Cable de Cobre	\$ 0.45	\$ 4.50
2	Termoaislante para cable mediano	\$ 0.50	\$ 1.00
8	Protector de cables	\$ 0,40	\$ 3.20
1	Cinta Aislante	\$0.50	\$ 0.50

Total			\$ 387.60
--------------	--	--	-----------

Fuente: Geovanny Canchignia y Dennis Manobanda

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

6.1 Conclusiones

1. Por medio de la investigación previamente realizada de la telemetría se pudo determinar el software Arduino el cual permitió generar el código para cada sensor con valores matemáticos permitiendo así una generación de datos desde cada sensor físico que se refleja en la pantalla lcd del monoplaza, permitiendo así medir la velocidad, revoluciones, carga y descarga de la batería y la temperatura de estas. Esta información no solo se queda reflejada en la lcd del prototipo si no que se envía a la computadora de box para un análisis de datos y así poder monitorear de manera instantánea los diferentes cambios que presenta cada sensor.
2. Al desarrollar una interfaz gráfica amigable y automatizada utilizando LabVIEW, que permite mejorar el tiempo de respuesta en el envío y recepción de datos en tiempo real. La implementación de un retraso ajustable fue clave para optimizar la eficiencia del sistema. Estas mejoras impulsaron significativamente la capacidad de monitoreo y análisis de datos, lo que resulta fundamental en aplicaciones que requieren una transmisión eficiente de información. Además, la interfaz intuitiva y de fácil uso garantiza una experiencia satisfactoria para el usuario.
3. Con la culminación del proyecto se puede revisar los costos de producción para la elaboración del proyecto y a su vez poder identificar el costo-beneficio de los sensores y actuadores utilizados, es este caso el sistema Lora 02 se ha desenvuelto de mejor forma que el 01 por lo que se optó utilizarlo gracias a su rango de distancia y presentar una comunicación más rápida en la recepción de datos. Conforme a las

pruebas realizadas se procedió a calibrar cada sensor para que brinden información verídica, estos datos fueron obtenidos utilizando el prototipo Shell Eco Marathon eléctrico, conforme a las mediciones requeridas y a la comunicación por medio de radio frecuencia.

6.2 Recomendaciones

1. Continuar explorando y optimizando la interfaz gráfica, aunque se ha logrado desarrollar una interfaz amigable, siempre hay espacio para mejorar la usabilidad y la experiencia del usuario. Se pueden realizar pruebas y recopilar comentarios para identificar áreas de mejora y realizar ajustes en futuras versiones.
2. Realizar pruebas exhaustivas de rendimiento, a medida que el sistema se implemente en situaciones reales, es importante realizar pruebas rigurosas para evaluar su rendimiento en condiciones variables. Esto ayudará a identificar posibles cuellos de botella y optimizar el sistema para garantizar una transmisión eficiente de datos en todo momento.
3. Considerar la seguridad del envío de información, está relacionado con la naturaleza de la aplicación, es fundamental garantizar la seguridad de los datos transmitidos. Se pueden implementar medidas de cifrado y autenticación para proteger la información sensible y prevenir accesos no autorizados.
4. Mantenerse actualizado con los avances tecnológicos, ya que la tecnología avanza rápidamente, y es importante estar al tanto de las últimas novedades y tendencias en el campo de la transmisión de datos. Esto permitirá incorporar nuevas tecnologías y técnicas que puedan mejorar aún más la eficiencia y el rendimiento del sistema.

Bibliografía

1. Alvarado. (2022). *Desarrollo de una plataforma basada en telemetría e IOT para el monitoreo remoto del consumo e indicadores de energía de una planta industrial*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21949>
2. Arroyo. (16 de Enero de 2020). *Sistema de telemetría aplicable en los prototipos de categoría gasolina participantes en la competencia Eco-Shell Marathon*. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13818>
3. Bisbicuth, Q. &. (2021). *Desarrollo de un sistema IoT para el monitoreo de temperatura y humedad relativa en los cuartos fríos y vitrinas refrigeradas para la empresa Panadería - Pastelería la Leal - Palmira*. Obtenido de <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/1027>
4. Bonilla, C. &. (5 de Mayo de 2021). *IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA ARDUINO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2879>
5. Cabrera. (3 de Abril de 2019). *Implementación del prototipo de un sistema para microgeneración eólica*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9023>
6. Calín. (Febrero de 2016). *Desarrollo de un sistema de telemetría basado en la plataforma Intel Edison*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10317/6577>
7. Carrillo. (2018). *Sistema electrónico de gestión y control del simtel en la ciudad de Latacunga*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28690>

8. Castillo. (26 de Noviembre de 2018). *Sistema de monitoreo a distancia de los parámetros del transmisor del canal UCSG ubicado en el Cerro del Carmen*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/11984>
9. García, C. &. (2018). *PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE CONTROL DOMÓTICO PARA EL AULA DEL CENTRO DE METROLOGÍA DEL EJÉRCITO*. Obtenido de <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1557>
10. Gualotuña. (4 de Febrero de 2021). *Implementación de módulos didácticos para la medición de caudal*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21385>
11. Guerra. (8 de Agosto de 2017). *Módulo didáctico de hardware libre para análisis y verificación de sistemas análogos digitales*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7066>
12. Marín. (Enero de 2016). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE DOMÓTICA CON ARDUINO MEGA 2560 Y ARDUINO ETHERNET SHIELD, CONECTADO Y CONTROLADO REMOTAMENTE DESDE UN SERVIDOR WEB, PARA SER IMPLEMENTADO EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE MANTA*. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/656>
13. Maya. (31 de Octubre de 2017). *Unidad de Control Electrónica para motocicletas basada en la plataforma Arduino Mega 2560 para la migración de sistemas basados a carburador a sistema de inyección electrónica de combustible*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7211>
14. Morocho. (16 de Enero de 2020). *Sistema de telemetría aplicable en los prototipos de categoría gasolina participantes en la competencia Eco-Shell Marathon*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13818>

15. Muniz, S. W. (22 de Junio de 2023). *Protótipo de Baixo Custo e Funcional de IOT - Navy Tee*. Obtenido de <http://localhost:8080/handle/prefix/5332>
16. Orellana, S. N. (25 de Noviembre de 2020). *Rain gauge data logger based on ATMEL microcontroller and LoRa transceiver*. Obtenido de <https://lajc.epn.edu.ec/index.php/LAJC/article/view/213>
17. Ronquillo. (Septiembre de 2022). *Sistema de monitoreo y control de los parámetros operativos de los transmisores de radiodifusión FM aplicando una estructura IOT y redes SDN*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36138>
18. Santana. (30 de Agosto de 2017). *Implementación de un sistema de sensores, monitoreo y alertas de la temperatura y humedad de un centro de datos*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23206>
19. Tipán, T. &. (Septiembre de 2020). *Sistema para el análisis del comportamiento térmico y monitoreo mediante el uso de un algoritmo en el invernadero N°2 de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7937>
20. Turrión. (5 de Julio de 2022). *Diseño e implementación de un sistema de telemetría controlado por dispositivos embebidos*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10902/25295>
21. Vela, P. &. (Julio de 2022). *Diseño e implementación de un sistema de telemetría con el módulo de comunicación RF para monitorear el prototipo Shell-Eco Marathon de la UPS*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22934>
22. Yarleque. (2018). *Sistema de telemetría con tecnología GSM/GPRS para control de posición en antenas de microondas*. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1684>

Anexos



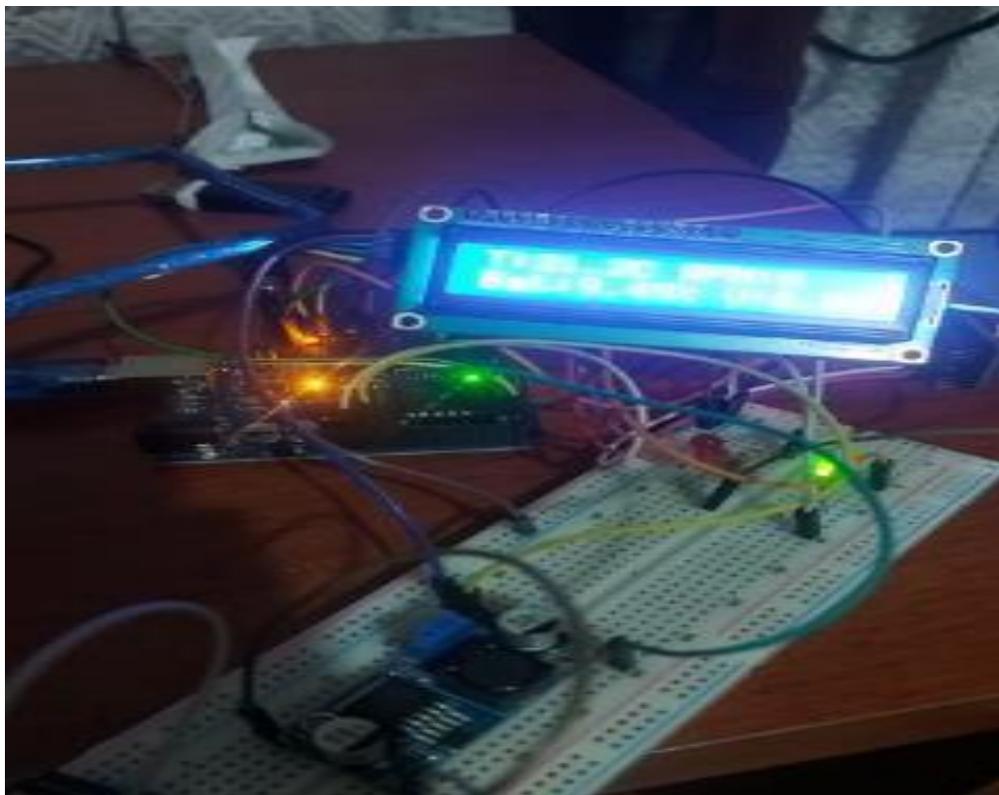
Anexo 1. Corte de pieza para base del Wss



Anexo 2. Limpieza del elemento cortado para la implementación del vehículo



Anexo 3. Soldadura Base WSS



Anexo 4. Implementación de códigos y cables para el funcionamiento de la Lcd



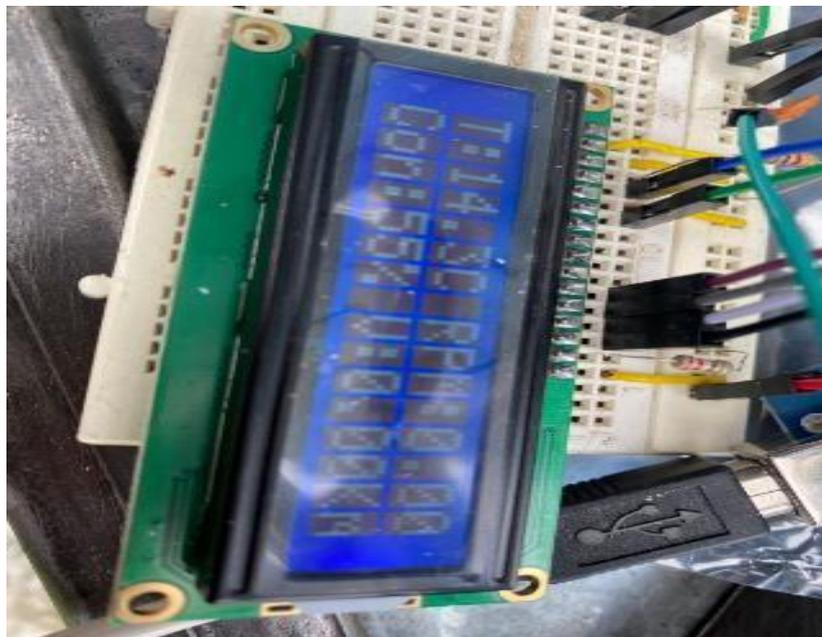
Anexo 5. Armado del Arduino en el vehículo eléctrico



Anexo 6. Colocación del Wss en la base



Anexo 7. Conexión de las baterías para el funcionamiento del Arduino



Anexo 8. Prueba de funcionalidad de la Lcd



Anexo 9. Ajuste de cables para adaptación de todos los componentes



Anexo 10. Prueba del vehículo eléctrico



Anexo 11. Parque bicentenario pruebas varias