



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO CON APLICACIÓN Y
VISUALIZACIÓN DIGITAL DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL
MOTOR KIA RIO XCITE 2008 1.4 CC**

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

AUTORES: CARLOS ALBERTO CALLE VERDUGO
SEGUNDO JOSUÉ LOJA CHIMBORAZO
TUTOR: ING. JUAN FERNANDO CHICA SEGOVIA, MSC.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Carlos Alberto Calle Verdugo con documento de identificación N° 0350196440 y Segundo Josué Loja Chimborazo con documento de identificación N° 0350146882; manifestamos que:

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

Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Carlos Alberto Calle Verdugo

0350196440



Segundo Josué Loja Chimborazo

0350146882

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

Nosotros, Carlos Alberto Calle Verdugo con documento de identificación N° 0350196440 y Segundo Josué Loja Chimborazo con documento de identificación N° 0350146882, 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 monitoreo con aplicación y visualización digital de los parámetros de funcionamiento del motor Kia Rio Xcite 2008 1.4 CC”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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


Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Carlos Alberto Calle Verdugo

0350196440



Segundo Josué Loja Chimborazo

0350146882

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Fernando Chica Segovia con documento de identificación N° 0102220654, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO CON APLICACIÓN Y VISUALIZACIÓN DIGITAL DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR KIA RIO XCITE 2008 1.4 CC, realizado por Carlos Alberto Calle Verdugo con documento de identificación N° 0350196440 y por Segundo Josué Loja Chimborazo con documento de identificación N° 0350146882, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Juan Fernando Chica Segovia, MSc.

0102220654

DEDICATORIA

Primero, quiero expresar mi agradecimiento a Dios por haber sido mi guía en todo este camino. Estoy agradecido por darme la capacidad y sabiduría que necesitaba, así como por bendecirme con una madre increíble que siempre estuvo ahí para apoyarme en mis logros y brindarme su apoyo sin condiciones.

También quiero agradecer a mis familiares, quienes confiaron en mis habilidades y en lo que podía lograr. Ellos han sido un ejemplo de humildad y sacrificio, y gracias a su ejemplo y enseñanzas sobre la perseverancia, he logrado alcanzar uno de mis mayores deseos: completar con éxito mi educación universitaria.

Carlos Alberto Calle Verdugo

DEDICATORIA

La elaboración de este proyecto se dirige de forma especial hacia mis padres y mis hermanos. Agradezco profundamente su respaldo y afecto, fundamentales para alcanzar esta meta tan ansiada. Además, quiero reconocer el tiempo transcurrido y destacar la contribución de mis compañeros, quienes han sido un pilar importante a lo largo de estos años. Durante este período, he compartido vivencias memorables que permanecerán en mi memoria gracias a su apoyo y ayuda incondicional.

Segundo Josue Loja Chimborazo

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana. Además, quieren agradecer a los profesores de la carrera de Ingeniería Automotriz por compartir su sabiduría, ya que su aporte ha sido fundamental para la formación profesional. No solo han contribuido en el desarrollo de habilidades técnicas, sino también en la inculcación de valores éticos. Especial reconocimiento merece el Ingeniero Fernando Chica, quien, con dedicación, apoyo y supervisión, ha sido un pilar fundamental durante todo el proceso de elaboración del trabajo de titulación.

Carlos Alberto Calle Verdugo

Segundo Josue Loja Chimborazo

RESUMEN

Esta investigación planteó desarrollar un sistema para monitorizar en tiempo real parámetros importantes de funcionamiento del motor, como revoluciones por minuto, temperatura, consumo de combustible, etc., en un Kia Rio 2008 1.4L.

La solución propuesta fue implementar un panel indicador digital utilizando tecnologías como, Arduino uno y bus CAN para adquirir y procesar los datos del vehículo; además el conductor podrá visualizar los datos de los sensores del motor. La metodología implicó investigación teórica sobre los protocolos OBD-II, la caracterización específica de sensores del motor, y pruebas experimentales del prototipo en la práctica.

Estos resultados no solo simplifican la supervisión del correcto funcionamiento del vehículo, permitiendo un mantenimiento predictivo y una conducción eficiente, sino que también contribuyen a incrementar la vida útil del motor. Asimismo, se plantea la posibilidad de evaluar la adaptabilidad y expansión del sistema desarrollado a otros modelos de vehículos.

Palabras clave: Sistema de Monitoreo, Parametros, Protocolo OBD-II, Panel Digital

ABSTRACT

This research proposed developing a system to monitor important engine operating parameters in real time, such as revolutions per minute, temperature, fuel consumption, etc., in a Kia Rio 2008 1.4L.

The proposed solution was to implement a digital indicator panel using technologies such as Arduino uno and CAN bus to acquire and process vehicle data; In addition, the driver will be able to view the data from the engine sensors. The methodology involved theoretical research on OBD-II protocols, specific characterization of engine sensors, and experimental testing of the prototype in practice.

These results not only simplify the supervision of the correct operation of the vehicle, allowing predictive maintenance and efficient driving, but also contribute to increasing the useful life of the engine. Likewise, the possibility of evaluating the adaptability and expansion of the developed system to other vehicle models is raised.

Keywords: Monitoring System, Parameters, OBD-II Protocol, Digital Panel

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE GENERAL.....	3
INDICE DE FIGURAS	6
INTRODUCCION.....	9
PROBLEMA	10
ANTECEDENTES	11
IMPORTANCIA Y ALCANCES.....	12
DELIMITACIONES	13
OBJETIVOS	14
1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE	15
1.1 Base Conceptual.....	15

1.2 Constitución de la Gestión Mecánica-Electrica del Vehículo.....	16
1.2.1 Inyección Electrónica	16
1.3 Sensores a Supervisar en el Funcionamiento	17
1.3.1 Sensor de Temperatura del Refrigerante (ECT)	17
1.3.2 Sensor de Posición del Acelerador (TPS)	18
1.3.3 Sensor Presión Absoluta (MAP).....	20
1.3.4 Sensor de Velocidad del Vehículo (VSS)	21
1.4 Hardware, Software y Elementos Tecnológicos Aplicado en el Proyecto	23
1.4.1 Modulo CAN (MCP 2515).....	23
1.4.2 Pantalla LCD Display	24
1.4.3 Modulo HC05	25
1.4.4 Conector Diagnóstico a Bordo (OBDII).....	26
1.4.5 Protocolo de Comunicación OBDII	27
1.4.6 Comunicación SPI	28
1.4.7 IDE de Arduino	28
1.4.8 MIT APP INVENTOR	29
1.5 Diseño del Desarrollo para la Aplicación	29
2 DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y VISUALIZACIÓN UTILIZANDO EL MÓDULO CAN MCP2515, MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO (APP MÓVIL).....	30
2.1 Inspección Visual del Estado del Motor Kia Rio Xcite 1.4L.	31
2.1.1 Medición y Comprobación de los Elementos Eléctricos del Motor	35
2.1.2 Sistema de Diagnóstico OBD2.	36
2.1.3 Diagnóstico del Motor KIA RIO XCITE 2008 1.4L Mediante el Puerto OBD2. 37	
2.2 Descripción General del Sistema de Monitoreo con Visualización y Aplicación Digital.....	43
2.2.1 Funciones del Sistema de Monitoreo con Visualización digital.....	45
2.3 Descripción del Material Utilizado para el Desarrollo del Sistema de Monitoreo	46
2.3.1 Modulo CAN BUS MCP 2515	46
2.3.2 Descripción de los Componentes del Módulo Can bus MCP2515	50
2.4 Interfaz SPI.	51
2.4.1 Microcontrolador Arduino Uno.....	53
2.5 Lenguaje de Programación Ideal para el Sistema de Monitoreo.....	55
2.5.1 Arduino IDE (Arduino Integrated Development Enviroment).....	55
2.5.2 Librerías Integradas para la Programación en Arduino Uno.....	57

2.6 Diagramas de Aplicación.....	58
2.6.1 Diagrama de Conexión OBD2 y Modulo CAN BUS MCP2515	59
2.6.2 Diagrama de Conexión Modulo CAN BUS MCP2515 y Arduino uno	60
2.7 Visualización y Aplicación para el Sistema de Monitoreo.....	61
2.7.1 Pantalla LCD (OLED 128x32 12c)	61
2.7.2 Modulo Bluetooth HC-05.....	63
2.7.3 Aplicación Móvil.....	64
3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO Y VISUALIZACIÓN EN EL VEHÍCULO KIA RIO XCITE 2008 1.4 L	65
3.1 Implementación de los Elementos Electrónicos.....	65
3.1.1 Elaboración del Dispositivo de Monitoreo.....	66
3.1.2 Ubicación del Dispositivo de Monitoreo en el Vehículo Kia Rio Xcite	69
4 EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO MEDIANTE PRUEBAS DE CAMPO EN CONDICIONES Y OPERACIONES DIFERENTES	73
4.1 Escenarios para las Pruebas de Campo.....	73
4.1.1 Escenario 1	74
4.1.2 Escenario 2	74
4.2 Implementos para las Pruebas de Campo.....	76
4.2.1 Implementos de Seguridad	76
4.2.2 Herramientas Técnicas de Pruebas.....	77
4.3 Resultados	78
4.3.1 Resultados de Funcionamiento Puerto Serial	78
4.3.2 Resultados de las Pruebas Escenario 1	79
4.3.3 Resultados de las Pruebas Escenario 2	82
4.3.4 Análisis de Resultados Escenario 1	83
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	97
ANEXOS	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 0- 1 <i>ubicación delimitada para el proyecto</i>	13
Figura 1- 1 <i>vehículo kia rio xcite 2008</i>	16
Figura 1- 2 <i>sistema de inyección electrónica</i>	17
Figura 1- 3 <i>sensor de temperatura del refrigerante (ect)</i>	18
Figura 1- 4 <i>curva característica del sensor ect</i>	18
Figura 1- 5 <i>sensor de posición del acelerador (tps)</i>	19
Figura 1- 6 <i>curva característica del sensor tps</i>	20
Figura 1- 7 <i>sensor presión absoluta (map)</i>	21
Figura 1- 8 <i>curva característica del sensor map</i>	21
Figura 1- 9 <i>sensor de velocidad del vehículo (vss) efecto hall</i>	22
Figura 1- 10 <i>curva característica del sensor (vss) efecto hall</i>	22
Figura 1- 11 <i>modulo can (mcp 2515)</i>	23
Figura 1- 12 <i>lcd display 16x2</i>	24
Figura 1- 13 <i>módulo hc05</i>	25
Figura 1- 14 <i>conectores obdii</i>	26
Figura 1- 15 <i>desarrollo visual del sistema de monitoreo</i>	30
Figura 2- 1 <i>compartimiento del motor del vehículo kia rio 2008</i>	30
Figura 2- 2 <i>cañería de combustible</i>	32
Figura 2- 3 <i>retenes cigüeñal-levas</i>	32
Figura 2- 4 <i>cañerías de refrigeración</i>	32
Figura 2- 5 <i>bomba de agua</i>	32
Figura 2- 6	32
Figura 2- 7 <i>termostato</i>	32
Figura 2- 8 <i>aceite de motor</i>	33
Figura 2- 9 <i>sistema de distribución</i>	33
Figura 2- 10 <i>batería</i>	34
Figura 2- 11 <i>bujías</i>	34
Figura 2- 12 <i>cables de batería</i>	34
Figura 2- 13 <i>cables</i>	34
Figura 2- 14 <i>fusibles</i>	34
Figura 2- 15 <i>sensores</i>	34
Figura 2- 16 <i>bobinas</i>	34
Figura 2- 17 <i>soquets de sensores</i>	34
Figura 2- 18 <i>cables de bujías</i>	35
Figura 2- 19 <i>pinos de salida obd2</i>	35
Figura 2- 20 <i>ubicación del conector obd2 en el vehículo kia rio xcite 2008 1.4l</i>	37
Figura 2- 21 <i>conector del sistema obd2</i>	37
Figura 2- 22 <i>scanner automotriz (lauch obd2 creader 3001)</i>	39

Figura 2- 23 <i>conector obd2</i>	40
Figura 2- 24 <i>conexión de scanner</i>	40
Figura 2- 25 <i>tacómetro del vehículo</i>	41
Figura 2- 26 <i>parámetros del escáner</i>	41
Figura 2- 27 <i>posibles códigos de error</i>	42
Figura 2- 28 <i>revisión y salida de opciones</i>	42
Figura 2- 29 <i>desconexión del scanner</i>	42
Figura 2- 30 <i>diagrama del sistema de monitoreo con aplicación y visualización digital</i>	45
Figura 2- 31 <i>diagrama esquemático del can mcp2515</i>	48
Figura 2- 32 <i>diagrama de bloques simplificado del mcp2515</i>	51
Figura 2- 33 <i>diagrama del sistema spi</i>	53
Figura 2- 34 <i>distribución de los pines del arduino uno</i>	55
Figura 2- 35 <i>plataforma de programación arduino ide</i>	56
Figura 2- 36 <i>diagrama de conexión simplificada del sistema de monitoreo con visualización digital</i>	58
Figura 2- 37 <i>representación gráfica de la conexión obd2 y el mcp2515</i>	59
Figura 2- 38 <i>esquema eléctrico de conexión mcp2515 y arduino uno</i>	60
Figura 2- 39 <i>diagrama de conexión lcd</i>	62
Figura 2- 40 <i>diagrama de conexión modulo hc-05 y el arduino uno</i>	63
Figura 2- 41 <i>aplicación móvil desarrollada en mit app inventor</i>	64
Figura 3- 1 <i>esquema de conexión de los componentes electrónicos</i>	66
Figura 3- 2 <i>diseño de la pcb realizado en proteus 8.0</i>	67
Figura 3- 3 <i>fabricación de la pcb con soldadura artesanal</i>	67
Figura 3- 4 <i>diseño de la carcasa para el dispositivo de monitoreo</i>	68
Figura 3- 5 <i>carcasa impresa en 3d</i>	68
Figura 3- 6 <i>dispositivo de monitoreo en la carcasa</i>	69
Figura 3- 7 <i>dispositivo de monitoreo para el vehículo</i>	69
Figura 3- 8 <i>puntos de ubicación para el dispositivo de monitoreo</i>	70
Figura 3- 9 <i>localización de la ubicación ideal para el dispositivo de monitoreo</i>	70
Figura 3- 10 <i>instalación de la app en el dispositivo android del vehículo</i>	71
Figura 3- 11 <i>instalación de la app en el celular móvil</i>	71
Figura 3- 12 <i>vinculación del dispositivo de monitoreo con la app móvil</i>	72
Figura 3- 13 <i>sistema funcional en la pantalla de 9 pulgadas del vehículo</i>	72
Figura 3- 14 <i>sistema funcional de la aplicación móvil y dispositivo de monitoreo</i>	73
Figura 4- 1 <i>taller de ingeniería automotriz cede cuenca</i>	74
Figura 4- 2 <i>autopista azogues cuenca sector descanso</i>	75
Figura 4- 3 <i>biblián, avenida alberto ochoa y avenida mariscal sucre</i>	76
Figura 4- 4 <i>scanner automotriz</i>	77
Figura 4- 5 <i>dispositivo de monitoreo</i>	77
Figura 4- 6 <i>pantalla de 9 pulgadas del vehículo kia rio 2008</i>	78
Figura 4- 7 <i>puerto serial del arduino ide</i>	79
Figura 4- 8 <i>resultados posición on</i>	80

Figura 4- 9 <i>resultados en ralentí</i>	81
Figura 4- 10 <i>resultados con aceleración</i>	82
Figura 4- 11 <i>valores del sensor de posición de la mariposa tps</i>	85
Figura 4- 12 <i>valores de las revoluciones por minuto</i>	86
Figura 4- 13 <i>valores del sensor de presión del múltiple</i>	87
Figura 4- 14 <i>valores del sensor de temperatura del refrigerante</i>	88
Figura 4- 15 <i>valores de la velocidad del vehículo</i>	89
Figura 4- 16 <i>grafica general unificada de la prueba en autopista</i>	90
Figura 4- 17 <i>valores del sensor de posición de la mariposa tps</i>	91
Figura 4- 18 <i>valores revoluciones por minuto en vías urbanas</i>	92
Figura 4- 19 <i>valores del sensor de presión del múltiple en vías urbanas</i>	93
Figura 4- 20 <i>valores del sensor de temperatura del refrigerante</i>	94
Figura 4- 21 <i>valores de la velocidad del vehículo</i>	95
Figura 4- 22 <i>grafica general conducción vías urbanas</i>	95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1- 1 <i>especificaciones principales del motor kia rio 2008</i>	15
Tabla 1- 2 <i>especificaciones técnicas de la pantalla lcd display</i>	24
Tabla 1- 3 <i>especificaciones técnicas de módulo hc05</i>	25
Tabla 1- 4 <i>identificación de pines del obdii</i>	26
Tabla 1- 5 <i>características de los protocolos de comunicación para el sistema obd-ii</i>	28
Tabla 2- 1 <i>inspección visual del motor kia rio xcite 1.4l</i>	31
Tabla 2- 2 <i>elementos eléctricos del motor kia rio xcite 2008 1.4l</i>	33
Tabla 2- 3 <i>valores de voltaje de los sensores designados por el fabricante y valores de prueba</i>	35
Tabla 2- 4 <i>significado de la numeración del puerto obd2</i>	38
Tabla 2- 5 <i>datos técnicos del scanner automotriz lauch obd2 creader 3001</i>	39
Tabla 2- 6 <i>diagnóstico del vehículo kia rio xcite 2008 1.4l</i>	40
Tabla 2- 7 <i>especificaciones del módulo can bus mcp2515</i>	46
Tabla 4- 1 <i>resultados de las pruebas del escenario 1</i>	82
Tabla 4- 2 <i>análisis de resultados con porcentaje de error</i>	83

INTRODUCCION

La eficiencia de los motores de combustión interna es un área de continuo desarrollo tecnológico en la industria automotriz. Una forma de evaluar y mejorar el rendimiento es mediante la monitorización en tiempo real de diversos parámetros durante la operación. Este proyecto plantea implementar un sistema para visualizar variables como temperatura, rpm, consumo de combustible, etc. de un motor Kia Rio Xcite 2008 1.4L.

El propósito es simplificar la supervisión y obtener datos precisos de los sensores conforme a las normativas vehiculares ISO o SAE utilizando el Módulo CAN (MCP 2515). Esto permitirá adquirir y visualizar en tiempo real los valores generados por los sensores a través de un panel Display indicador electrónico basado en la tecnología Arduino, como también en la aplicación móvil.

Se aplica una metodología descriptiva y experimental que empieza con una descripción de los parámetros del motor en específico, la identificación mediante normativas OBD-II de los CAN bus correspondientes a las variables deseadas, el diseño del hardware y software de adquisición de datos en tiempo real, y finalmente la presentación en pantalla.

Se espera que el sistema de monitoreo en tiempo real permita extender la vida útil y mejorar la eficiencia del motor, impactando positivamente en menor consumo de combustible y producción de desechos contaminantes.

PROBLEMA

Los vehículos modernos cuentan con múltiples sensores y sistemas electrónicos que monitorizan parámetros críticos para un funcionamiento eficiente y seguro. No obstante, mucha de esa información no se encuentra convenientemente disponible para el conductor de manera inmediata.

En el caso de vehículos más antiguos, como el Kia Rio 2008, la instrumentación es limitada y no permite visualizar variables importantes como temperatura del motor, rpm instantáneos, consumo de combustible, etc. Ocasionando problemas en la detección de anomalías a tiempo, gastos en reparaciones innecesarias y en el consumo de combustible por desconocer el punto óptimo de trabajo.

Por tanto, se plantea implementar un sistema de adquisición, procesamiento y visualización en panel de instrumentos de las variables en tiempo real del motor del Kia Rio 2008. Lo que permitiría al conductor mejorar la conducción económica, la seguridad, y aplicar mantenimiento predictivo para extender la vida útil del motor.

ANTECEDENTES

En el parque automotor del Ecuador, 32% son vehículos de 12 años de antigüedad (El Comercio, 2019), gran parte del parque automotor corresponde a modelos con más de 12 años de antigüedad. Vehículos como el Kia Rio 2008 representan un porcentaje importante de esta flota vehicular. Sin embargo, estos autos carecen de sistemas de monitoreo de funcionamiento del motor en tiempo real, fundamentales para la conducción eficiente, la reducción de emisiones y el mantenimiento predictivo.

La instrumentación limitada no permite al conductor conocer variables críticas como el consumo instantáneo de combustible, temperatura del motor o régimen de revoluciones, la cual se traduce en mayores costos operativos, impedimento de identificar fallas tempranamente, y en general una operación inadecuada del vehículo.

Dados los beneficios ambientales y económicos, se justifica desarrollar un sistema de monitorización en tiempo real de parámetros específicos del motor para modelos comunes en el parque automotor de Cuenca con más de 10 años de antigüedad.

Aprovechando tecnologías que están al alcance para adquirir, procesar y desplegar en un panel digital las variables en tiempo real. Esto sentaría un precedente replicable en otros vehículos localmente, que de igual manera traería beneficios en eficiencia, conducción informada y mantenimiento.

IMPORTANCIA Y ALCANCES

El objetivo principal es desarrollar una herramienta que permita supervisar el desempeño del motor en tiempo real, detectar posibles fallos de manera anticipada y optimizar su operación. Esto es crucial para mejorar la eficiencia y reducir los costos de mantenimiento, algo relevante para la industria automotriz en general.

Si bien este sistema se limita solo a los vehículos Kia 2008 1.4L; puede ser aplicable a diversas variantes de motores de gasolina y contribuye a demás casos de implementación similares independientemente de si usan carburador o inyección. Además, el panel desarrollado está diseñado para ser utilizado por mecánicos y técnicos especializados en mantenimiento y reparación de motores, lo que amplía su utilidad y alcance en el ámbito automotriz.

La ejecución de este sistema de monitoreo no solo simplificará y mejorará el proceso de diagnóstico de motores, sino que también reducirá los costos asociados al mantenimiento. Estos beneficios tendrán un impacto positivo tanto para los usuarios de vehículos como para el medio ambiente, al optimizar el rendimiento de los motores y reducir posibles emisiones innecesarias.

El proyecto refleja una valiosa contribución al campo de la Ingeniería Automotriz al aplicar conceptos teóricos al funcionamiento real del motor Kia. Además, ofrece una herramienta de trabajo adicional para talleres automotrices, facilitando la detección de anomalías y mejorando el diagnóstico, lo que contribuirá al desarrollo de habilidades profesionales en el sector.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de monitoreo en tiempo real mediante la tecnología CAN, MIT APP INVENTOR para la visualización de los parámetros de funcionamiento del motor Kia Rio Xcite 2008 1.4L.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar información mediante investigaciones bibliográficas sobre aplicaciones de monitoreo y visualización digital.

Desarrollar un sistema de monitoreo y visualización utilizando el módulo CAN MCP2515, Arduino Uno y la App Móvil.

Implementar el sistema de monitoreo y visualización en el vehículo Kia Rio Xcite 2008 1.4L.

Evaluar el funcionamiento del sistema implementado mediante pruebas de campo en condiciones y operaciones diferentes.

1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE

1.1 Base Conceptual

Se plantea el estudio referencial que parte en la concepción de fundamentos teóricos que sirve para la supervisión del motor Kia Rio Cite 2008 1.4L. una recolección de información de los componentes y sistemas que integran el motor de combustión interna, así como en los principios de supervisión y control de estos elementos clave del motor, como la temperatura del refrigerante, las revoluciones del motor, y demás parámetros. Que sirve como base para el progreso tecnológico asociado con la implementación del monitoreo por medio digital y supervisión del motor.

Tabla 1- 1

Especificaciones principales del motor Kia Rio 2008

KIA RIO XCITE 2008 1.4L	
Marca	Kia Rio Xcite
Modelo	2008
Cilindraje	1.399 cc
Numero de cilindros	4
Combustible	Gasolina
Peso	1.139 kg

Fuente: (Autores, UPS)

Figura 1- 1

Vehículo Kia Rio Xcite 2008



Fuente: (Autores, UPS).

1.2 Constitución de la Gestión Mecánica-Electrica del Vehículo

El conjunto de sistemas y componentes que controlan y gestionan los aspectos mecánicos y eléctricos del motor implica una serie de elementos cruciales como son: la ECU (Unidad de Control Electrónico), sensores y actuadores, sistema de inyección, sistema eléctrico. las cuales están sincronizadas por medio de señales analógicas que trabajan en conjunto para garantizar un funcionamiento eficiente.

1.2.1 Inyección Electrónica

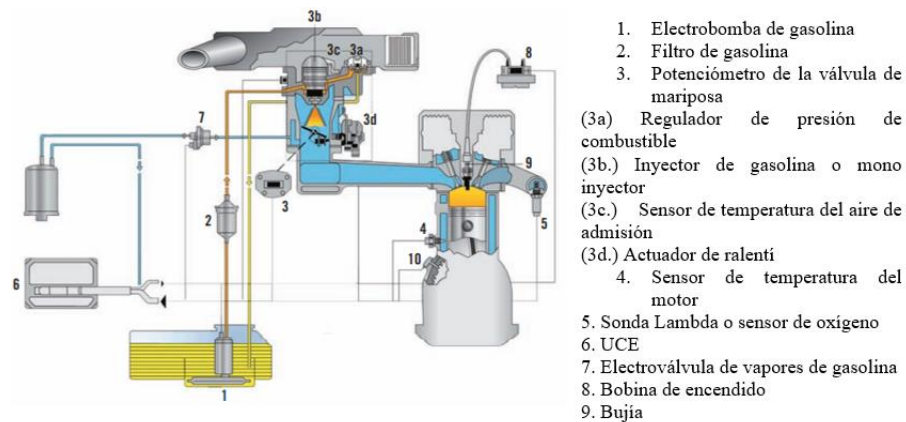
Estos sistemas están diseñados para minimizar la cantidad de contaminantes liberados por los automóviles a la vez que se consigue mayor eficiencia en consumo de combustible. "El sistema de inyección electrónica es un dispositivo que provee la mezcla aire-combustible dentro del motor, en forma de spray. El inyector es controlado por la computadora del vehículo y puede realizar inyecciones muy precisas de hasta milisegundos. Este sistema es una evolución del clásico carburador" (Aranda, 2013, pg 41).

La inyección electrónica opera en colaboración con las señales generadas por los sensores, empleando los datos proporcionados por la computadora para enviar instrucciones a los

actuadores, que en este contexto se refieren a los inyectores. Para Barcenes (2021) “la función de este sistema es transportar simultáneamente con la bomba de gasolina, el combustible desde el tanque hasta los cilindros. Este proceso debe llevarse a cabo en el momento preciso, con la cantidad y presión correcta”.

Figura 1- 2

Sistema de inyección electrónica



Nota: Inyección Mono-Tronic. Fuente: Sistemas de Inyección Electrónica. Bosh. (2010).

1.3 Sensores a Supervisar en el Funcionamiento

1.3.1 *Sensor de Temperatura del Refrigerante (ECT)*

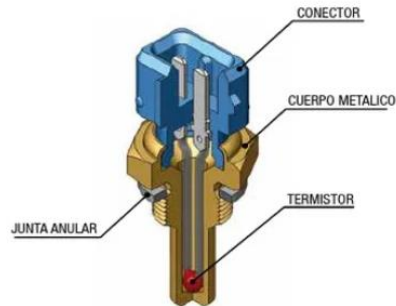
Este dispositivo se ubica en el interior de la cubierta del termostato o del sistema de enfriamiento del motor, específicamente en la culata o cabeza de los cilindros. En relación con la temperatura del refrigerante del motor, el sensor ECT desempeña la función de recopilar datos y enviar una señal a la central de control. Este sensor emplea un componente denominado termistor de tipo NTC, el cual detecta variaciones en la resistencia. A través de un circuito eléctrico, se logra obtener información sobre los cambios de temperatura.

El sensor ECT cuenta con dos terminales de conexión, siendo uno de ellos destinado a la señal del sensor y el otro a la masa. Cuando la central de control recibe una señal de 5 voltios,

interpreta que la temperatura del motor es de -40°C . Por otro lado, al recibir una señal de 0 voltios, la central de control asume que la temperatura del motor es de 130°C .

Figura 1- 3

Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)



Nota: Obtenido de *Fae.es*. Fuente: <https://www.fae.es/productos/sensores-de-temperatura>

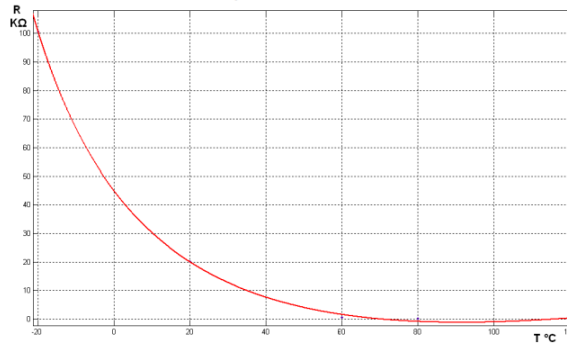
Figura 1- 4

Curva característica del sensor ECT

Especificaciones

Tipo	Señal de Salida	Condición Fan ON	Condición OFF
NTC	0 – 5 V Analógico	$T \geq 95^{\circ}\text{C}$	$T \leq 90^{\circ}\text{C}$

Señal de Salida Resistencia en función de la Temperatura



Nota: Obtenido de *Banco de diagnóstico de sensores automotrices G-180401*.

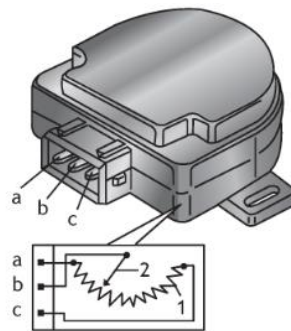
1.3.2 Sensor de Posición del Acelerador (TPS)

El sensor de posición del acelerador (TPS) está enlazado al cuerpo del acelerador para medir la amplitud de apertura de la válvula de mariposa. El TPS, o Sensor de Posición del Acelerador, es un dispositivo que utiliza un potenciómetro de una sola pista para medir la

resistencia eléctrica en relación con la posición de la válvula de mariposa en un motor. La señal de salida del TPS varía entre 0,3 y 0,9 voltios cuando la válvula está cerrada, y entre 4,0 y 4,8 voltios cuando está completamente abierta. Este sensor es esencial para que el PCM (Módulo de Control del Tren de Potencia) evalúe la carga del motor en diversas condiciones, como ralentí, aceleración, desaceleración y carga parcial. La información obtenida se utiliza para determinar la cantidad de combustible a inyectar y el momento óptimo para la ignición. En términos más técnicos, el TPS es un potenciómetro de una sola pista donde su componente móvil está conectado directamente al eje de la válvula de mariposa. Durante su funcionamiento, la unidad de control suministra una tensión de 5V al potenciómetro, y el contacto b registra una tensión variable proporcional a la apertura de la válvula de mariposa.

Figura 1- 5

Sensor de posición del acelerador (TPS)



Nota: Obtenido de Sistemas Auxiliares del Motor, E. (2008) por S.A Sánchez.

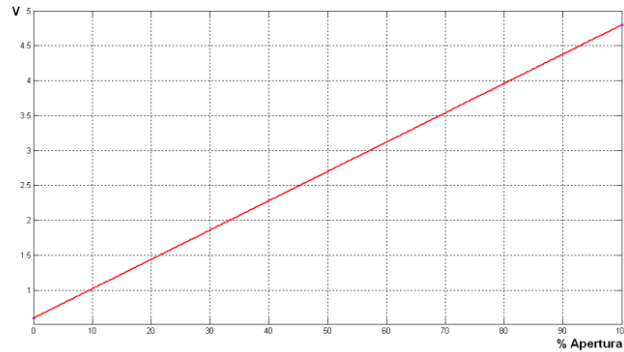
Figura 1- 6

Curva característica del sensor TPS

Especificaciones

Tipo	Señal de Salida	Señal Ralenty	Señal Carga Parcial	Señal Plena Carga
Potenciometro	0 – 5 V Analógico	$V \leq 0.5$	$0.5 \leq V \leq 3.5$	$3.5 \leq V \leq 4.8$

Señal de Salida



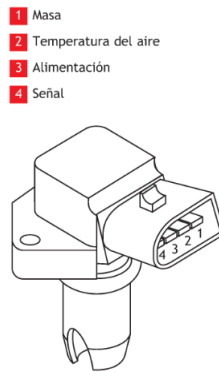
Nota: Obtenido de Banco de diagnóstico de sensores automotrices G-180401.

1.3.3 Sensor Presión Absoluta (MAP)

El sensor de presión absoluta del múltiple (MAP) se utiliza para determinar la cantidad de aire que ingresa al medir la presión dentro del colector de admisión. Este dispositivo, conocido como sensor MAP (Presión Absoluta del Colector), funciona como un sistema de medición pasiva que analiza el volumen de aire que entra al colector de admisión. Pertenece a la categoría de sensores de tipo velocidad-densidad. El sensor MAP emite una señal analógica que cambia proporcionalmente a la presión absoluta, reflejando las variaciones en la presión dentro del colector de admisión hacia la Unidad de Control del Motor (ECM). La ECM utiliza esta señal en conjunto con el valor de las revoluciones por minuto (RPM) para calcular la cantidad de aire admitido.

Figura 1- 7

Sensor presión absoluta (MAP)



Nota: Obtenido de *Sistemas Auxiliares del Motor*, E. (2008) por S.A Sánchez

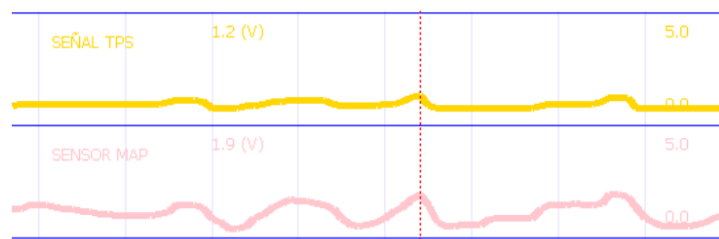
Figura 1- 8

Curva característica del sensor MAP

Especificaciones

Tipo	Señal de Salida	Ralentí	Ralentí off
Piezo-resistivo	0 – 5 V Analógico	$V_{OUT} \leq 1.0 \text{ V}$	$V_{OUT} \geq 1.1 \text{ V}$

Forma de Onda de la Señal de Salida WAVE FORM



Nota: Obtenido de *Banco de diagnóstico de sensores automotrices G-180401*.

1.3.4 Sensor de Velocidad del Vehículo (VSS)

El Sensor de Velocidad del Vehículo (VSS) se encuentra situado en el interior de la caja de cambios y emite una secuencia de 4 pulsos por cada rotación completa del eje del rotor hacia la Unidad de Control del Motor (PCM). Este componente permite al PCM calcular la velocidad del

vehículo, ya sea que esté en movimiento o detenido. Además, el PCM utiliza esta información para ajustar la cantidad de combustible inyectado, el momento de la ignición y la relación de la transmisión.

Figura 1- 9

Sensor de velocidad del vehículo (VSS) Efecto Hall



Fuente: Obtenido de Autoavance. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/139-fallas-en-sensor-de-velocidad-sensores-de-velocidad-efecto-hall/>

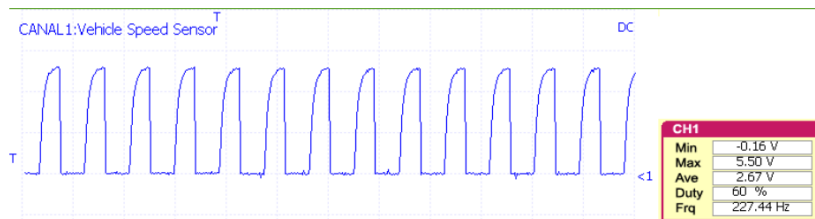
Figura 1- 10

Curva característica del sensor (VSS) Efecto Hall

Especificaciones

Tipo	Señal de Salida	% Duty	Condición Low	Condición High
Efecto Hall	0 – 5 V Digital	50 ± 10 %	$V_{OUT} \leq 1.5 V$	$V_{OUT} \geq 3.5 V$

Forma de Onda de la Señal de Salida WAVE FORM



Nota: Obtenido de Banco de diagnóstico de sensores automotrices G-180401.

1.4 Hardware, Software y Elementos Tecnológicos Aplicado en el Proyecto

1.4.1 Módulo CAN (MCP 2515)

Este módulo emplea un puerto que conecta a un microcontrolador a través de líneas interfaz periférica en serie (SPI), utiliza pines de entrada/salida (GPIO) para otras funciones, como la selección de modo de operación, interrupciones, entre otros. que facilita la conexión estable y segura para la captura de información durante la transferencia desde el vehículo hacia nuestro sistema electrónico.

Capaz de enviar y recibir tanto información convencional como ampliada, así como tramas a distancia. lo que implica la capacidad de manejar y procesar información convencional, detalles adicionales y solicitudes o respuestas a datos que no están localmente disponibles, lo que es crucial en sistemas de comunicación y redes avanzadas. por lo que se puede controlar desde cualquier microcontrolador o plataforma que soporte C++ y SPI (Interfaz Periférica Serial).

Figura 1- 11

Modulo CAN (MCP 2515)



Nota: Obtenido de ElectroniLab. (s.f.)

Tabla 1- 12

Especificaciones Técnicas del Módulo Can CMP2515

Especificaciones Técnicas MCP 2515

Interfaces	Pines de datos, pines de control, etc.
Características adicionales	ajustes de contraste, retroiluminación LED, capacidad de mostrar caracteres personalizados

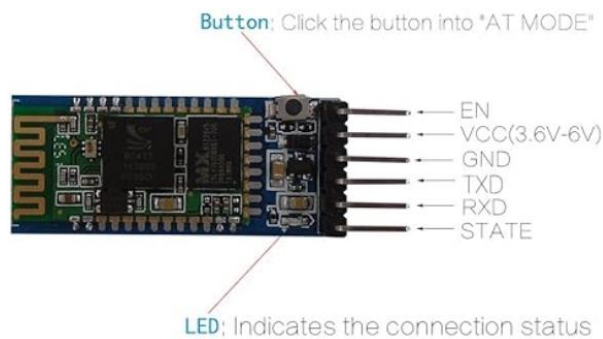
Nota: Principales especificaciones de la pantalla LCD Display.

1.4.3 Módulo HC05

El módulo HC-05 es un módulo Bluetooth que se puede utilizar junto con Arduino para establecer una comunicación inalámbrica. Al combinarse con una pantalla LCD, puede ofrecer una interfaz visual para mostrar datos y resultados del monitoreo del motor.

Figura 1- 13

Módulo HC05



Nota: Módulo HC05 obtenido por Amazon.com

Tabla 1- 3

Especificaciones técnicas de módulo HC05

Especificaciones técnicas del módulo HC05	
Voltaje de operación	3.6V a 6V
Consumo de corriente	50mA
Velocidad	1 Mbps
Interface	Serial TTL
Frecuencia	Banda ISM 2.4 GHz
Temperatura de trabajo	-20C a 75C

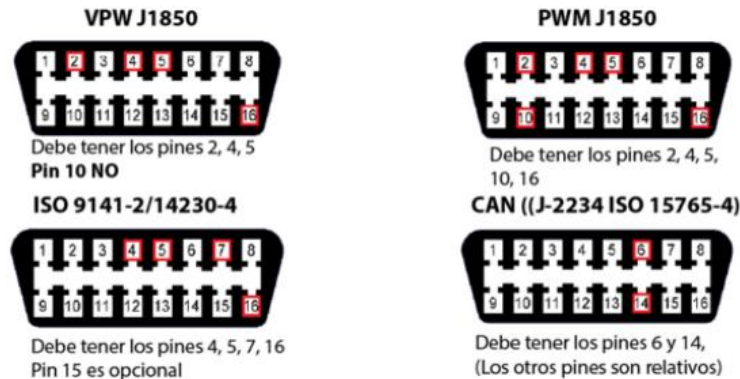
Nota: Principales especificaciones del módulo HC05.

1.4.4 Conector Diagnóstico a Bordo (OBDII)

El conector de diagnóstico a bordo OBD II representó un avance significativo en los sistemas de diagnóstico automotriz. Permite la identificación de problemas en el motor mediante códigos de error y proporciona acceso en tiempo real a datos de diversos sensores y actuadores a través de sus 9 modos operativos. Esto facilita el análisis del estado del motor y la detección temprana de fallas. Los protocolos estandarizados del OBD II como CAN bus, permiten la comunicación efectiva entre la ECU y herramientas de diagnóstico externas. En resumen, OBD II introdujo mayores capacidades de diagnóstico, monitoreo constante y estandarización al mundo automotriz.

Figura 1- 14

Conectores OBDII



Nota: Representa los pines de cada protocolo. Fuente: (Arévalo F. Ortega A. 2016).

Tabla 1- 4

Identificación de pines del OBDII

Pin	Función	Pin	Función
1	Uso del fabricante	9	Uso del fabricante
2	Bus (+) J1850 VPM (Variable Pulse Modulation) y PWM (Pulse Width Modulation)	10	Bus (-) J1850
3	Uso del fabricante	11	Uso del fabricante

4	Tierra (chasis)	12	Uso del fabricante
5	Señal de tierra	13	Uso del fabricante
6	Bus de datos CAN alto (J-2284)	14	Bus de datos CAN (Controller Area Network) bajo (J-2284) 15 Línea L ISO 9141-2
7	Línea K ISO 9141-2	15	Línea L ISO 9141-2
8	Uso del fabricante	16	Voltaje de batería

Nota: Asignación de los pines de conexión

El OBD II emplea nueve modos distintos para medir y, según el modo elegido, se puede acceder a diferentes tipos de datos almacenados en la ECU del vehículo. Cada uno de estos modos hace uso de los PIDs (Identificación de Parámetros), que consisten en códigos diseñados específicamente para solicitar información al automóvil y se utilizan exclusivamente para la comunicación con el escáner automotriz según (Arévalo F. Ortega A. 2016, pg 7).

1.4.5 Protocolo de Comunicación OBDII

Este estándar de comunicación utilizado en los vehículos modernos permite que diferentes componentes electrónicos se comuniquen entre sí. “El sistema CAN (Controller Area Network) o red de área de control es un protocolo diseñado por el fabricante Bosch. En este caso el bus está formado por dos cables para recepción y envío de datos digitales, esto acelera y controla el flujo de datos que circula entre los distintos componentes del vehículo, evitando errores o saturación” (Electrónica Del Automóvil, 2013. p.75).

En la actualidad, se reconocen 5 protocolos distintos de comunicación que abarcan capas físicas y de enlace, y sus características principales se detallan en la Tabla 1-5.

Tabla 1- 5*Características de los protocolos de comunicación para el sistema OBD-II*

Protocolo	Fabricante	Voltaje	Comunicación	Velocidad de transmisión
SAE J1850 PWM	Ford, Lincoln y Mercury	0 – 5 V en modo diferencia	Modulación de ancho de pulso (PWM)	41.6 Kbaud/s
SAE J1850 VPN	General Motors	2.2 V – 0L 8 V – 1L	Comunicación similar al estándar Rs-232	10.4 – 41.6 Kbaud/s
ISO 14230 KWP (Key Word Protocol)	Fabricantes europeos y asiáticos	0 – 12 V (se ajustan al voltaje de la batería)	Comunicación similar al estándar RS-232	1.2 – 10.4 Kbaud/s
ISO 9141-2	General Motors	0 – 12 V (se ajustan al voltaje de la batería)	Comunicación similar al estándar RS-232	10.4 Kbaud/s
ISO 15765 CAN	Compañía Bosch	2.5 – 5 V (CANH) 2.5 – 0 v (CANL)	Red de Área del controlador	250 – 500 Kbps

Nota: Protocolos de comunicación OBD II, Fuente: (Anchapaxi A. 2016).

1.4.6 Comunicación SPI

Las interfaces SPI se encuentran presentes en la comunicación de diversos procesadores y microcontroladores ampliamente utilizados. Esta forma de comunicación de datos es sincrónica y serial, permitiendo la transmisión simultánea de información en ambos sentidos (es decir, se puede enviar y recibir datos al mismo tiempo) en modo full-duplex (Villegas D, Danger J. 2013).

1.4.7 IDE de Arduino

Se conoce como entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés, Integrated Development Environment). Estos programas pueden estar enfocados en un único lenguaje de programación o ser utilizados para trabajar con varios lenguajes simultáneamente.

El propósito principal es proporcionar a los desarrolladores un conjunto completo de herramientas integradas que les permitan trabajar de manera efectiva en cada fase del ciclo de desarrollo de software, incluyendo la fase de codificación. Dado que el IDE de Arduino posibilita de manera muy fácil la escritura, depuración, edición y grabación de programas (conocidos como sketches en el ámbito de Arduino), en gran medida, el éxito de Arduino se atribuye a su accesibilidad.

1.4.8 MIT APP INVENTOR

La plataforma MIT App Inventor ofrece una interfaz fácil de usar que facilita el diseño y desarrollo de diversas aplicaciones compatibles con Android. Este programa emplea una interfaz gráfica basada en bloques que posibilita la rápida y eficiente creación de aplicaciones para dispositivos Android. Además, estas aplicaciones pueden ser personalizadas según las necesidades y preferencias del usuario, adaptándose a la utilidad específica.

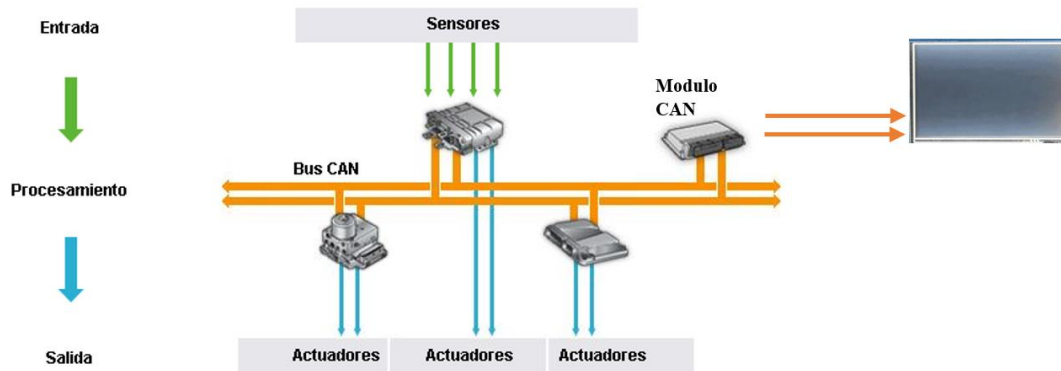
La aplicación desarrollada con MIT App Inventor podrá mostrar los datos del motor en el dispositivo móvil, como la velocidad, la temperatura, la presión del aceite, entre otros.

1.5 Diseño del Desarrollo para la Aplicación

Para la conexión de un panel digital a la MCP 2515, es fundamental identificar inicialmente el tipo de panel y los pines pertinentes para la conexión. Luego, se puede utilizar una librería diseñada para el panel específico, siguiendo los pasos indicados en la documentación. Utilizar el Display o la aplicación móvil resulta una opción destacada para este proyecto, no solo por su compatibilidad con el módulo CAN, sino también por su capacidad de uso independiente.

Figura 1- 15

Desarrollo visual del sistema de monitoreo



Nota: De forma grafica se representa la comunicación de microcontraladores y dispositivos.

Adapado de: ingenieriaymecanicaautomotriz.com

2 Desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Visualización Utilizando el Módulo CAN MCP2515, Microcontrolador Arduino Uno (App Móvil).

Para desarrollar el sistema de monitoreo con visualización y aplicación digital se realizará una inspección general del vehículo, de manera visual o mecánicamente, mediante ese proceso se conocerá el estado del motor.

Figura 2- 1

Compartimiento del motor del vehículo Kia Rio 2008



Fuente: (Autores, UPS).

Realizando una inspección visual breve, es posible identificar posibles fugas de fluidos, como aceites o refrigerante, que podrían afectar el rendimiento del motor. Además, se puede evaluar la condición del sistema eléctrico y los componentes electrónicos, ya que su deterioro podría obstaculizar la comunicación adecuada entre ellos.

2.1 Inspección Visual del Estado del Motor Kia Rio Xcite 1.4L.

Se ha llevado a cabo una inspección visual del estado del motor, teniendo en cuenta los elementos principales relevantes para el desarrollo del sistema. El motor se encuentra en perfectas condiciones, ya que previamente se reemplazaron algunas partes críticas que estaban en mal estado. En la Tabla 2-1 siguiente, se detallan los elementos sustituidos y los elementos en buen estado del motor.

Tabla 2- 1

Inspección visual del motor Kia Rio Xcite 1.4L

Elemento/ Imagen	Sustituido	Buen estado	Elemento/ Imagen	Sustituido	Buen estado
-------------------------	-------------------	--------------------	-------------------------	-------------------	--------------------

Figura 2- 2
Cañería de combustible

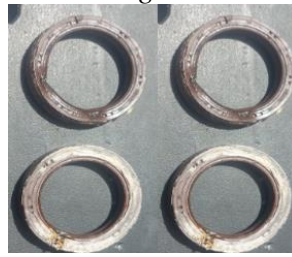
x



Fuente:(Autores, UPS)

Figura 2- 3
Retenes cigüeñal-levas

x



Fuente:(Autores, UPS)

Figura 2- 4
Cañerías de refrigeración

x



Fuente:(Autores, UPS)

Figura 2- 5
Bomba de agua

x



Fuente:(Autores, UPS)

Figura 2- 6

x



Fuente:(Autores, UPS)

Figura 2- 7
Termostato

x



Fuente:(Autores, UPS)

Figura 2- 8
Aceite de motor

x



Fuente:(Autores,
UPS)

Figura 2- 9
Sistema de distribución

x



Fuente:(Autores, UPS)

Nota: Elementos sustituidos y las partes en buen estado. *Fuente:*(Autores, UPS).

Para garantizar el correcto funcionamiento del motor es necesario remplazar las partes deterioradas, por tal razón se debe realizar una inspección de todos los elementos que se encuentran fuera del rango de funcionamiento.

Tabla 2- 2

Elementos eléctricos del motor Kia Rio Xcite 2008 1.4L

Elemento / Imagen	Sustituido	Buen estado	Elemento / Imagen	Sustituido	Buen estado
--------------------------	-------------------	--------------------	--------------------------	-------------------	--------------------

Figura 2- 10
Batería



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 11
Bujías



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 12
Cables de batería



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 13
Cables



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 14
Fusibles



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 15
Sensores



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 16
Bobinas



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 17
Soquet del sensor



*Fuente:(Autores,
UPS)*

x

Figura 2- 18
Cables de bujías

x



Fuente:(Autores,
UPS)

Figura 2- 19
Pines de salida OBD2

x



Fuente:(Autores,
UPS)

Nota: Todos los elementos eléctricos y electrónicos detallados anteriormente se encuentran en perfecto estado, por lo tanto, el motor se encuentra funcionando correctamente.

2.1.1 Medición y Comprobación de los Elementos Eléctricos del Motor

Para asegurar el adecuado funcionamiento de los componentes eléctricos del motor, se llevaron a cabo mediciones en los elementos clave para el sistema, comparándolas con las especificaciones del fabricante. Estas mediciones se realizaron utilizando un multímetro, una herramienta automotriz esencial que proporciona los valores de voltaje de los elementos eléctricos del vehículo.

En la siguiente tabla se encuentran los valores medidos de cada uno de los elementos, con la cual se puede determinar el estado de los componentes eléctricos según con lo establecido por el fabricante.

Tabla 2- 3

Valores de voltaje de los sensores designados por el fabricante y valores de prueba

Elemento	Valor fabricante (Voltaje)	Especificación de prueba
Batería	12.81 V	12.85V
Sensor MAP	ON 3.9-4.1V	4.2V

	Ralentí	0.8-1.6V	0.9V
Sensor TPS		0.25-0.9V	0.35V ON
Sensor ECT	Ralentí	0.5-4.5V 0,98 V a 95,5 °	4.62 ON
		C	
Sensor CMP	Ralentí	ALTO: Voltaje de la batería	12.7V
		BAJO: Máx. 0,5 V	0.6V
Sensor CKP	Ralentí	Mín. 1,0 V	Dentro
Sensor IAT		0-5v 1,89 V a 35°C	1.89V
Sensor O2 Banco 1	Acelerado	Rica: 0,6 ~ 1,0 V	Dentro
		Pobre: Máx. 0,4 V	Dentro
Sensor O2 Banco 2	Acelerado	Rica: 0,6 ~ 1,0 V	Dentro
		Pobre: Máx. 0,4 V	Dentro

Nota: Los valores de todos los elementos medidos están dentro de lo especificado por el fabricante.

Fuente: (2008 Kia Rio 1.4L Workshop manual, n.d.).

2.1.2 Sistema de Diagnóstico OBD2.

El sistema de diagnóstico OBD2 resulta posible verificar diversos parámetros del motor, monitorear el desempeño de los sensores, actuadores y otros componentes del vehículo. La comunicación de esta información se realiza de manera automática mediante una luz indicadora (Check Engine), alertando así al usuario sobre la existencia de un problema en el sistema.

Para conocer los detalles específicos de las fallas presentadas en el vehículo, es necesario acceder al puerto de diagnóstico OBD2 utilizando un escáner automotriz. De esta manera, se pueden visualizar los códigos de error detectados por el sistema.

2.1.3 Diagnóstico del Motor KIA RIO XCITE 2008 1.4L Mediante el Puerto OBD2.

Para diagnosticar y verificar la funcionalidad del sistema OBD, se localizan los conectores, los cuales se encuentran ubicados en la parte inferior del tablero debajo del volante del conductor.

Figura 2- 20

Ubicación del conector OBD2 en el vehículo Kia Rio Xcite 2008 1.4L

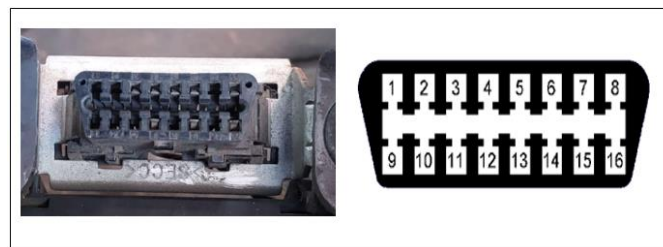


Nota: Al localizar el puerto se realizó una limpieza de los pines del conector.

A través de los puertos de diagnóstico OBD2, se logra establecer comunicación con las ECU, permitiendo acceder a los parámetros y comportamiento del vehículo. Se requiere comprender el funcionamiento de todos los pines de salida.

Figura 2- 21

Conector del sistema OBD2



Nota: Los pines del puerto OBD2 pueden variar dependiendo de la normativa estandarizada.

Tabla 2- 4

Significado de la numeración del puerto OBD2

Pines OBD2.

1	Reservado para el fabricante	9	Reservado para el fabricante
2	J1850 Bus+	10	J1850 Bus
3	Reservado para el fabricante	11	Reservado para el fabricante
4	Tierra (chasis)	12	Reservado para el fabricante
5	Tierra (señal)	13	Reservado para el fabricante
6	CAN –Alto, J-2284	14	CAN –Bajo, J-2284
7	Línea K, ISO 9141-2 y ISO/DIS 14230-4	15	Línea L, ISO 9141-2 y ISO/DIS 14230-4
8	Reservado para el fabricante	16	Alimentación de batería

Nota: Los modelos de vehículos del año 2008 son vehículos que ya cuentan con el protocolo OBD que esta especificado por la ISO 15765 como diagnóstico.

2.1.3.1. Verificación de los Parámetros del Motor Mediante un Scanner Automotriz.

Se lleva a cabo la verificación de los parámetros de funcionamiento de los vehículos mediante el uso de un scanner automotriz. El scanner automotriz se conecta al puerto OBD2 para obtener información completa de la ECU, incluyendo datos de sensores, actuadores y otros elementos electrónicos, permitiendo observar, diagnosticar y leer códigos de averías.

Figura 2- 22

Scanner automotriz (Lauch OBD2 Creader 3001)



Fuente: (Autores, UPS.)

Tabla 2- 5

Datos técnicos del scanner automotriz Lauch OBD2 Creader 3001



Características	Cobertura de vehículos
- Lee códigos de errores	SAE J1850 PWM(41.6Kbaud)
- Borra códigos de errores	SAE J1850 VPW(10.4Kbaud)
- Permite observar datos en vivo	ISO9141-2(5 baud init,10.4Kbaud) ISO14230-4 KWP(5 baud init,10.4 Kbaud)
- Realiza prueba de sensor de oxígeno (O2)	ISO14230-4 KWP(fast init,10.4 Kbaud) ISO15765-4 CAN(11bit ID,500 Kbaud)
- Monitorea información del vehículo.	ISO15765-4 CAN(29bit ID,500 Kbaud) ISO15765-4 CAN(11bit ID,250 Kbaud) ISO15765-4 CAN(29bit ID,250 Kbaud)

Fuente: (Automotriz Escáner. <https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-launch-creader-3001>).

2.1.3.2. Prueba de Diagnóstico con Scanner Automotriz Lauch Creader 3001. Esta prueba se lleva a cabo con el propósito de diagnosticar el vehículo y analizar los parámetros de funcionamiento del motor. A través de estas pruebas, se evaluará la condición del puerto OBD2, que actúa como componente inicial para el proyecto. Para ejecutar pruebas y diagnosticar el motor del vehículo, se procede conforme a los siguientes pasos de la tabla 2-6:

Tabla 2- 6

Diagnóstico del vehículo Kia Rio Xcite 2008 1.4L

Guía de diagnóstico	Imagen	Observaciones
Identificar el sistema OBD2	<p>Figura 2- 23 <i>Conector OBD2</i></p> 	El conector obd2 se encuentra en la parte baja del volante del conductor cerca del panel de fusibles.
Conexión del scanner con el puerto obd2	<p>Figura 2- 24 <i>Conexión de scanner</i></p> 	Luego de localizar el conector se realiza la conexión de scanner en el puerto obd2, se debe tener en cuenta la posición del conector.

Encender el
vehículo

Figura 2- 25
Tacómetro del vehículo



Fuente:(Autores, UPS)

Parámetros de
funcionamiento

Figura 2- 26
Parámetros del escáner



Fuente:(Autores, UPS)

Luego de la conexión se procede a encender el vehículo, en posición de ON el scanner se enciende de forma automática.

Cuando la conexión se realiza el scanner selecciona automáticamente la norma que se utiliza en el vehículo en este caso la ISO 15765-4, Luego se realiza la lectura de los parámetros de funcionamiento del motor en completo funcionamiento.

Algunos parámetros que se pudo visualizar son:

Sensor O2

-MAP

-TPS

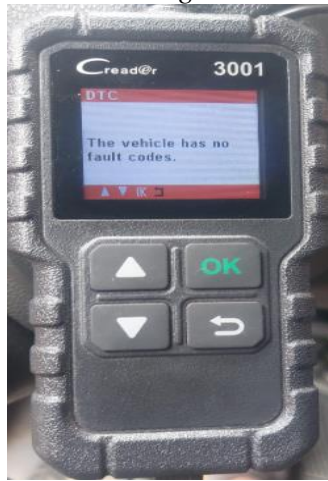
-ECT

-IAT

-RPM

Lectura de códigos de error

Figura 2- 27
Posibles códigos de error



Se realiza un análisis de los códigos de error, pero el vehículo se encuentra en perfectas condiciones por lo tanto no existen códigos de error.

Fuente:(Autores, UPS)

Salida

Figura 2- 28
Revisión y salida de opciones



Luego de generar una revisión se procede a salir de todas las opciones.

Fuente:(Autores, UPS)

Desconexión del scanner

Figura 2- 29
Desconexión del scanner



Luego de salir del sistema de diagnóstico se procede a apagar el vehículo y luego desconectar el scanner del puerto OBD2 para finalizar con todo el proceso de diagnóstico.

Fuente:(Autores, UPS)

Nota: A través del diagnóstico de estos componentes, sirve como enlace para incorporar los demás elementos electrónicos para el sistema de monitoreo.

2.2 Descripción General del Sistema de Monitoreo con Visualización y Aplicación Digital.

Un sistema de monitoreo con aplicación y visualización digital destinado al vehículo Kia Rio Xcite 2008 1.4L. Constituye una solución tecnológica elaborada para exponer datos relativos a los parámetros operativos del vehículo en tiempo real. Este sistema integrará tanto componentes de hardware como de software con el propósito de proporcionar una experiencia integral de monitoreo.

El sistema de monitoreo para vehículos, con aplicación y visualización digital, constará de diversos componentes que proporcionarán información en tiempo real sobre el funcionamiento del vehículo. Inicialmente, se consideraba utilizar componentes de la tecnología LILYGO y la plataforma FLUTTER para el desarrollo de la aplicación móvil. Sin embargo, tras un análisis técnico, se decidió cambiar a la placa Arduino UNO y al entorno MIT App Inventor para la creación y programación de la aplicación móvil.

Las razones principales para este cambio fueron que la tecnología Arduino UNO se basa en un microcontrolador con suficientes pines I/O digitales y entradas analógicas para la adquisición de datos del módulo MCP2515 a través del bus SPI, además de su facilidad de programación. La plataforma MIT App Inventor ofrece una interfaz más sencilla y accesible para la creación de interfaces funcionales destinadas a la visualización de datos en aplicaciones móviles, con facilidad de integración y programación.

Para desarrollar el sistema y tener los resultados deseados se deberán analizar los siguientes aspectos como:

Dispositivos de monitoreo. Dispositivos del vehículo que van a ser monitoreados y que facilitaran la recopilación de datos, en nuestro caso los sensores del vehículo.

Unidad de control. La ECU, es un sistema que procesa datos de los sensores, generando así diferentes funciones del vehículo.

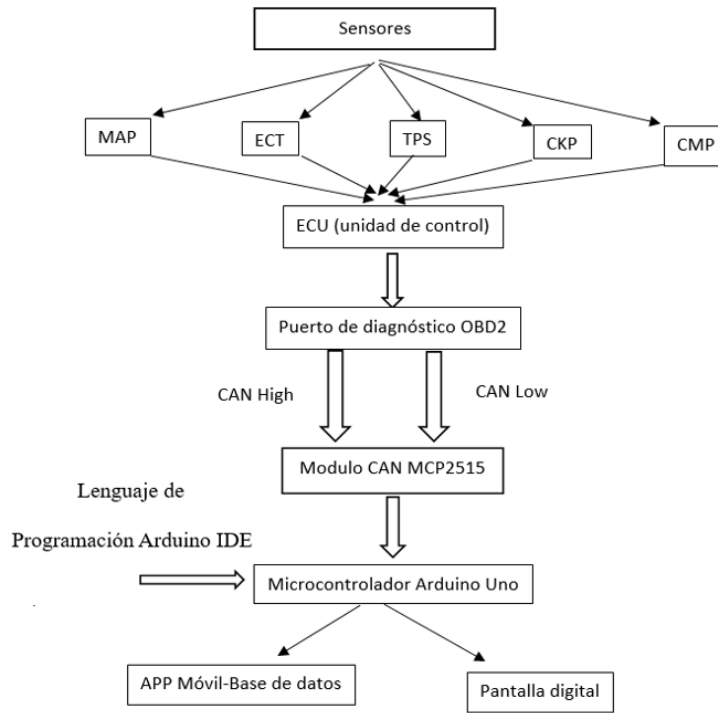
Conectividad. Existen diferentes tecnologías en las cuales podemos apoyarnos para poder obtener comunicación con los datos del vehículo.

- Sistema de diagnóstico OBD2
- Modulo CAN BUS (Can High-Can low)
- Microcontroladores Arduino Uno u otros microcontroladores.

Aplicaciones y visualización digital. Una pantalla digital o también la aplicación de un dispositivo móvil enlazado mediante bluetooth o wifi para observar los datos en tiempo real, la cual permita interactuar con el sistema de monitoreo y el usuario del vehículo.

Figura 2- 30

Diagrama del sistema de monitoreo con aplicación y visualización digital



Nota: Diagrama de bloques del proceso de todos los elementos que forman parte del sistema.

2.2.1 Funciones del Sistema de Monitoreo con Visualización digital

Visualización de Datos en Tiempo Real: Se dará a conocer los parámetros de funcionamiento en tiempo real, la temperatura del motor, velocidad del vehículo, porcentaje de apertura del TPS, RPM del motor, entre otros.

Diagnóstico del Motor. Mediante este sistema se puede diagnosticar el funcionamiento y también desarrollar un breve análisis de los parámetros motor.

Mantenimiento. Mediante recopilaciones de datos del funcionamiento del motor sirve para generar un sistema de mantenimiento generando así recordatorios y alertas para el mantenimiento, cambio de aceite, etc.

Compatibilidad con Dispositivos Móviles. Con esta función los usuarios tienen los datos de su vehículo en su dispositivo móvil sea a través de Bluetooth.

2.3 Descripción del Material Utilizado para el Desarrollo del Sistema de Monitoreo

Con el fin de implementar el sistema, se requiere tomar decisiones relativas a la estructura y conexión de los diversos componentes del sistema. Resulta esencial considerar ciertos elementos que formarán parte integral del proyecto para la elaboración del mismo, tales como:

1. Dispositivos de monitoreo
2. Interfaces
3. Servidores/ lenguajes de programación
4. Dispositivos de visualización o app móvil

2.3.1 Modulo CAN BUS MCP 2515

Mediante el protocolo de comunicación CAN bus. que sirve para transmitir diferentes mensajes mediante distribuciones. Facilita enviar y recibir datos mediante formatos que están estandarizados, posee sistemas de filtros que ayudan a que reduzca la carga del elemento microcontrolador, posee un chip MCP2515 con interfaz SPI, mediante estos chips facilitaran la comunicación con el microcontrolador.

Tabla 2- 7

Especificaciones del módulo CAN BUS MCP2515

Especificación del módulo MCP2515	
1	Voltaje de Operación: 5V DC
2	Consumo corriente: 500 uA (máx)
3	Interfaz de comunicación digital: SPI
4	Chip CAN-controller: MCP2515

-
- 5 Chip CAN-transceiver: TJA1050
 - 6 Protocolo: CAN 2.0B
 - 7 Tipo de comunicación CAN: Half-Duplex
 - 8 Velocidad máxima de 10 Mbit/s (a 12 metros)
 - 9 Longitud máxima de alcance de 1200 metros (a 100 kbit/s)
 - 10 Numero de Buffers TX: 3
 - 11 Numero de Buffers RX: 2
 - 12 Implementa la capa física ISO-11898
 - 13 Bajo consumo de corriente en modo Stand-by
 - 14 Detección de corto de Tierra en la entrada TXD
 - 15 Un nodo sin energía no perturba el funcionamiento del bus
CAN
 - 16 Resistencia 120ohm de terminación (jumper)
 - 17 Hasta 112 nodos
 - 18 Protección anti corto circuito
 - 19 Dimensiones: 40*28*12 mm
 - 20 Peso: 8 gramos
-

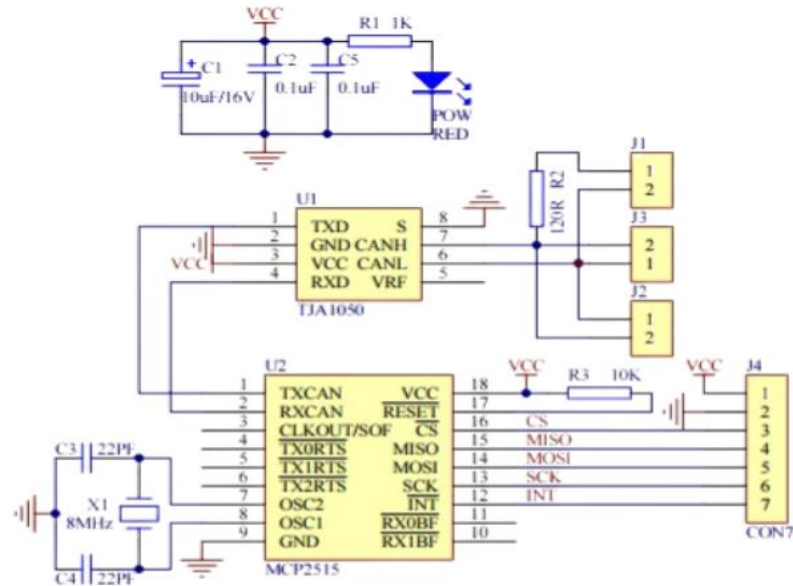
Fuente: (CAN MCP2515, Mac trónica, electrónica y tecnología. (2014).

<https://www.mactronica.com.co/modulo-can-bus-mcp2515>).

Para diseñar el sistema con el controlador CAN, es importante obtener detalles específicos sobre el uso y la configuración de cada pin. A continuación, se presenta un diagrama esquemático del CAN BUS MCP2515, donde se puede observar las conexiones integras del módulo.

Figura 2- 31

Diagrama esquemático del CAN MCP2515



Fuente: (How to electronics, (2023). <https://how2electronics.com/interfacing-mcp2515-can-bus-module-with-arduino/>).

Las funciones de los Pines del Módulo Can Bus MCP2515. Cada uno de los pines del módulo MCP2515 tienen una función muy específica, se puede obtener interconexiones con diferentes dispositivos dependiendo de cómo se estructura el proyecto.

- **VCC (Pin 1):** Alimentación positiva. Este pin se conecta a la fuente de alimentación positiva para proporcionar energía al MCP2515. La tensión de operación típica es de 5V.
- **VSS (Pin 8):** Tierra. Este pin se conecta a la tierra o masa del sistema para completar el circuito.
- **RESET (Pin 18):** Reset. Descripción. Actúa como entrada activa baja para reiniciar el MCP2515. Se puede conectar a un botón de reinicio o controlarse desde el microcontrolador.

- **CS (Pin 8):** Chip Select. Este pin se utiliza para seleccionar el MCP2515 cuando se comunica a través de la interfaz SPI (Serial Peripheral Interface). Es controlado por el microcontrolador para iniciar la comunicación.
- **SO (Pin 2):** Salida de Datos. Este pin se utiliza para transmitir datos desde el MCP2515 al microcontrolador a través de la interfaz SPI.
- **SI (Pin 3):** Entrada de Datos. Este pin se utiliza para recibir datos desde el microcontrolador al MCP2515 a través de la interfaz SPI.
- **SCK (Pin 7):** Reloj Serial. Este pin se utiliza para proporcionar el reloj de sincronización para la comunicación serie entre el MCP2515 y el microcontrolador a través de SPI.
- **INT (Pin 12):** Interrupción. Este pin se utiliza para generar una interrupción en el microcontrolador cuando se produce un evento importante, como la recepción de un mensaje CAN.
- **TX0RTS (Pin 17):** Solicitud de Transmisión 0. Este pin se utiliza para solicitar la transmisión del buffer 0. Se conecta a un pin de control del microcontrolador.
- **TX1RTS (Pin 16):** Solicitud de Trasmisión 1. Similar a TX0RTS, pero para el sistema buffer 1.
- **TX2RTS (Pin 15):** Solicitud de Transmisión 2. Similar a TX0RTS, pero para el buffer 2.
- **RX0BF (Pin 6):** Bandera de Recepción 0. Este pin indica que hay datos disponibles en el buffer de recepción 0. Puede conectarse a un pin de interrupción del microcontrolador.

- **RX1BF (Pin 5):** Bandera de Recepción 1. Similar a RX0BF, pero para el buffer de recepción 1.
- **CLKOUT (Pin 13):** Salida de Reloj. Puede utilizarse para generar una señal de reloj para otros dispositivos en el sistema.

Nota: Estos son los principales pines del MCP2515 y sus funciones, puede tener variaciones en sus pines, depende del fabricante y modelo del módulo CAN BUS.

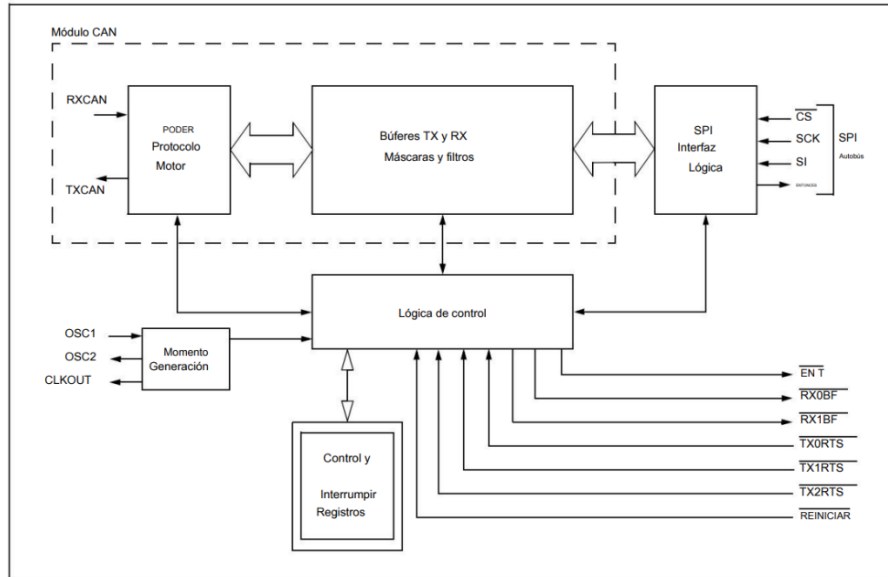
2.3.2 Descripción de los Componentes del Módulo Can bus MCP2515

Con el módulo CAN MCP2515 simplifica las aplicaciones que requieren interfaz con el CAN BUS, todo el módulo consta de 3 bloques principales:

- 1. Módulo CAN**
 - Protocolo CAN
 - Filtros
 - Buffers de transmisión y recepción
- 2. Lógica de control**
- 3. Bloque de protocolo SPI**

Figura 2- 32

Diagrama de bloques simplificado del MCP2515



Nota: Controlador CAN independiente con interfaz SPI, conceptos y diagramas CAN e interfaz SPI. Fuente: (Small Projects. Microchip Technology Inc. (2003-2021)).

2.4 Interfaz SPI.

Esta interfaz SPI de comunicación de serie síncrono facilitara la transmisión de datos entre dispositivos electrónicos. Se opta por esta interfaz ya que es muy reconocida en aplicaciones de microcontroladores, sensores, entre otros componentes electrónicos.

Con esta interfaz se puede tener una transmisión sincronizada y una recepción de los datos ya que trabaja con un reloj comparativo entre los dispositivos que se encuentran conectados:

Líneas de Comunicación:

La interfaz SPI utiliza al menos cuatro líneas para la comunicación:

1. **SCLK (Serial Clock):** La línea de reloj que dicta la velocidad de transferencia de datos.

2. **MOSI (Master Out Slave In):** La línea por la cual el maestro envía datos al esclavo.
3. **MISO (Master In Slave Out):** La línea por la cual el esclavo envía datos al maestro.
4. **SS/CS (Slave Select/Chip Select):** La línea que permite al maestro seleccionar el esclavo con el que desea comunicarse.

Nota: La interfaz SPI es altamente configurable en términos de velocidad de reloj, modos de transmisión (por ejemplo, fase y polaridad), y otros parámetros.

Modos de Transmisión:

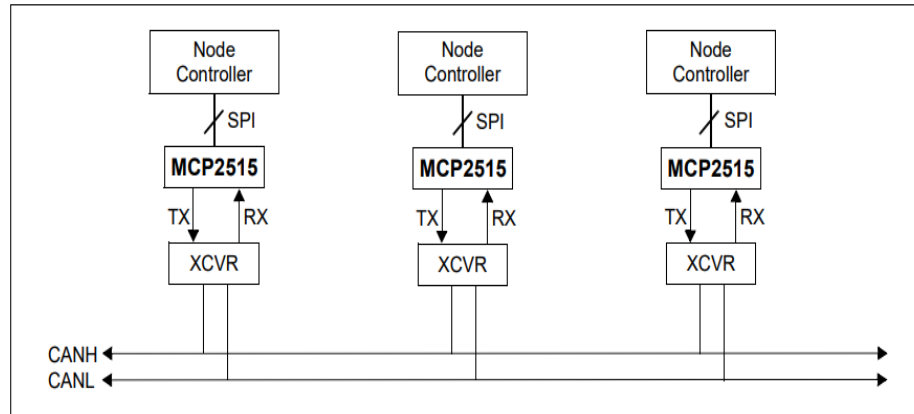
La interfaz SPI admite varios modos de transmisión, que difieren en la fase y la polaridad del reloj. Los modos más comunes son:

- Modo 0: Fase 0, Polaridad 0
- Modo 1: Fase 0, Polaridad 1
- Modo 2: Fase 1, Polaridad 0
- Modo 3: Fase 1, Polaridad 1

Nota: La interfaz SPI se utiliza en una variedad de aplicaciones, incluyendo la comunicación entre microcontroladores y periféricos como sensores, pantallas, memorias flash, tarjetas SD, convertidores analógico-digitales, entre otros.

Figura 2- 33

Diagrama del sistema SPI



Fuente: (Microchip Technology Inc., 2003-2021).

2.4.1 Microcontrolador Arduino Uno.

Es un microcontrolador está equipada por un conjunto de pines digitales y analógicos que pueden ser conectados con varias placas u otros circuitos dependiendo del proyecto.

El microcontrolador Arduino Uno se programa utilizando el Arduino IDE a través de un cable USB. Además de permitir la comunicación con dispositivos como el módulo MCP2515. A continuación, se detallan los pines del microcontrolador Arduino Uno:

Pines de Alimentación:

- Vin (Voltage In): Voltaje de entrada para alimentar la placa desde una fuente externa.
- 5V: Suministra 5 voltios de alimentación.
- 3.3V: Suministra 3.3 voltios de alimentación.
- GND (Tierra): Conexiones a tierra.

Serie Pines de Comunicación (UART):

- TX (Transmitir): Pin de transmisión de datos.

- RX (Recibir): Pin de recepción de datos.

Pines Digitales:

- 0 a 13: Pines digitales que se pueden configurar con entrada y salida.
- A0 a A5: Pines analógicos que también pueden funcionar como pines digitales.

Pines PWM (Modulación de Ancho de Pulso):

- 3, 5, 6, 9, 10, 11: Pines PWM que permiten la generación de señales PWM.

Pines de Interrupción:

- 2, 3: Pines que admiten interrupciones externas.

Pines de Interfaz I2C:

- A4 (SDA), A5 (SCL): Pinos utilizados para la conexión I2C.

Pines de Interfaz SPI:

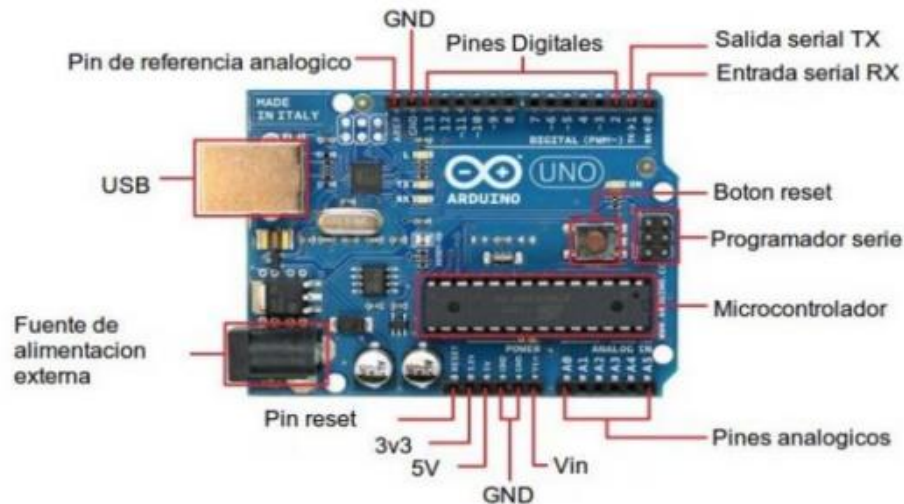
- 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK): Pines utilizados para la comunicación SPI.

RESET:

- Pin utilizado para reiniciar.

Figura 2- 34

Distribución de los pines del Arduino Uno



Nota: Se refleja el Arduino uno con la distribución de los pines de la tarjeta del Arduino. Fuente: (Vidal-Silva, 2019).

2.5 Lenguaje de Programación Ideal para el Sistema de Monitoreo.

2.5.1 *Arduino IDE (Arduino Integrated Development Enviroment)*

El Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado de Arduino) es un software que ofrece una amplia variedad de funciones para los que desean realizar proyectos electrónicos.

Para descargar el programa Arduino IDE, se procedió a seguir pasos generales. Pero debe tener en cuenta que los detalles pueden variar ligeramente según tu sistema operativo:

Para Windows (AZUS Core i7):

1. Accede al Sitio Web de Arduino. Visitamos el sitio oficial de Arduino en <https://www.arduino.cc/>.

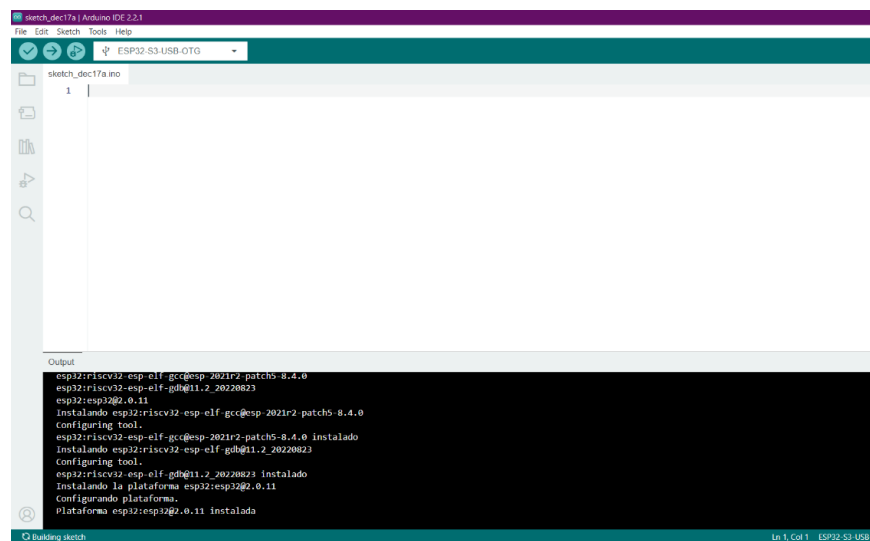
2. Seleccionar Software - Arduino IDE. En la barra de navegación, hacemos clic en "Software" y luego seleccionar "Arduino IDE" del menú desplegable.

3. **Descargamos la Versión para Windows.** En la página de descargas, se buscó la sección para Windows y continuamos con la descarga correspondiente.

4. **Instalación.** Una vez que se complete la descarga, ejecutamos el archivo de instalación (.exe) que se ha descargado. Seguir con las instrucciones en pantalla para completar la instalación.

Figura 2- 35

Plataforma de programación Arduino IDE



Fuente: (Autores, UPS).

En este entorno, el Arduino Uno es destacado para el desarrollo de aplicaciones, respaldado por una comunidad activa que mejora continuamente la integración del microcontrolador. Se utiliza C/C++ para el código, y las funciones definidas en ESP-IDF son plenamente compatibles con Arduino. Esto ofrece ventajas al acceder a todas las funcionalidades del dispositivo. El entorno de desarrollo permite configurar aspectos como el puerto de carga, la frecuencia y la velocidad del monitor serie.

2.5.2 *Librerías Integradas para la Programación en Arduino Uno.*

A continuación, se presenta el código de las librerías a utilizar en la programación del Arduino IDE para el sistema de monitoreo con visualización digital.

Para incluir una librería en Arduino IDE se menciona como `#include` más la librería que se quiere utilizar, por ejemplo:

```
#include <EjemploLibreria.h>
```

Las librerías en Arduino IDE son conjuntos de códigos prescritos que proporcionan funciones y rutinas específicas para desarrollar el proyecto. Estas librerías simplifican el proceso de programación, A continuación, se presenta las librerías a utilizar en el proyecto:

Librerías MCP2515. Tenemos `#include <can.h>` se utiliza para incluir librerías para el controlador CAN MCP2515 facilitando la comunicación CAN con el Arduino.

Después de incluir esta librería se podrá utilizar sus funciones para configurar y tener la comunicación a través del bus CAN. Se debe tener en cuenta y asegurarse de haber instalado la librería "can" utilizando el Gestor de Bibliotecas en el Arduino IDE.

```
#include <can.h>
#include <mcp2515.h>
```

Librerías Arduino uno. El Arduino Uno en sí mismo no requiere una librería específica en el Arduino ID. Sin embargo, si se trabaja con componentes o periféricos específicos que están conectados al Arduino Uno, es posible que necesites incluir librerías correspondientes a esos componentes.

Librería módulo HC-05. Para trabajar con el módulo Bluetooth HC-05 en Arduino IDE, se puede utilizar la librería `<SoftwareSerial>` o el puerto serie incorporado para interactuar con el HC-05.

```
#include <SoftwareSerial.h>
```


Librería pantalla LCD. Se tiene `#include <LiquidCrystal_I2C.h>` se utiliza para incluir la librería `LiquidCrystal_I2C` en el código del proyecto. Esta librería facilita la programación ya que el proyecto trabaja con la pantalla LCD con interfaz I2C. Después de incluir esta librería se podrá utilizar las funciones para controlar y mostrar información en una pantalla LCD.

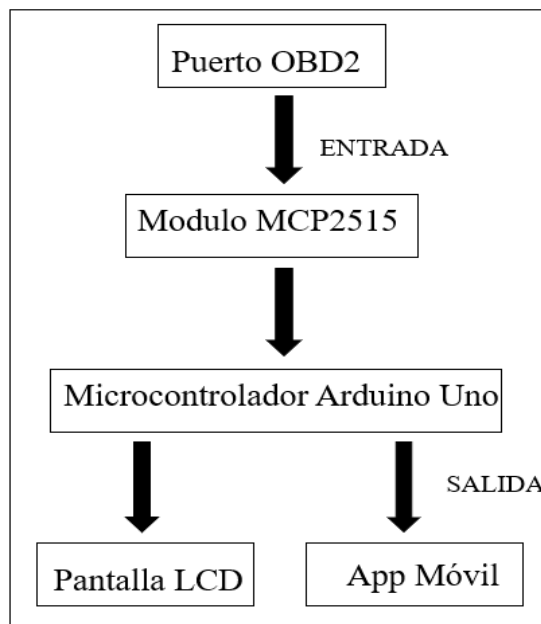
```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // Set the LCD
I2C address
```

2.6 Diagramas de Aplicación.

Para el desarrollo del proyecto se analizó los diagramas de conexión, ya que cuenta con información de cada uno de los elementos electrónicos que son herramientas valiosas que permiten la comprensión de las conexiones entre los componentes electrónicos.

Figura 2- 36

Diagrama de conexión simplificada del sistema de monitoreo con visualización digital



Fuente: (Autores, UPS).

2.6.1 Diagrama de Conexión OBD2 y Modulo CAN BUS MCP2515

El Puerto OBD2 y el MCP2515 son componentes utilizados en sistemas de diagnóstico y comunicación en vehículos. El MCP2515 es un controlador de bus CAN (Controller Area Network) utilizado para la comunicación en redes de vehículos.

El puerto OBD2 facilita diferentes señales, también líneas de comunicación del Bus CAN, en el caso de la MCP2515 se comunica por medio del pin 6 (CAN-High) y 14 (CAN-Low)

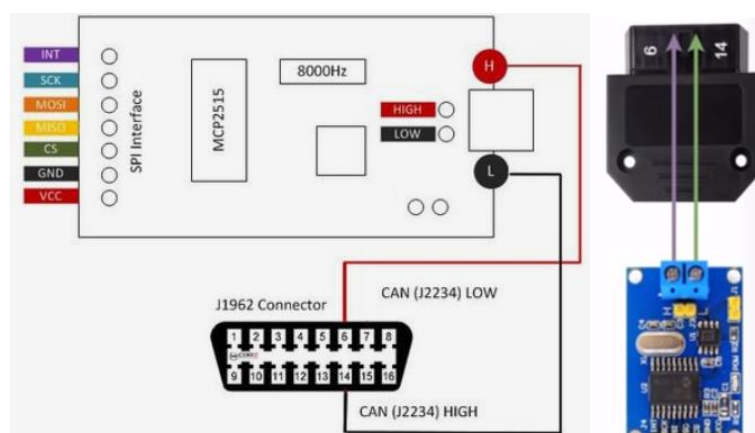
Conexión del MCP2515 al OBD-II: Se procede a conectar a las líneas de bus CAN del conector OBD2 a las líneas correspondientes del MCP2515:

- Conectar el pin 6 del OBD-II (CAN-High) al pin CAN-H del MCP2515.
- Conectar el pin 14 del OBD-II (CAN-Low) al pin CAN-L del MCP2515.

Para una correcta conexión, se debe proporcionar la alimentación adecuada y conexión GND, para garantizar el correcto funcionamiento en base a las conexiones desarrolladas. Dependiendo de la aplicación, la conexión entre el MCP2515 y el OBD2 puede variar.

Figura 2- 37

Representación gráfica de la conexión OBD2 y el MCP2515



Fuente: Pinterest. (enero 2010).

<https://www.pinterest.com.mx/pin/812196114074340355/>

2.6.2 Diagrama de Conexión Modulo CAN BUS MCP2515 y Arduino uno

La conexión del MCP2515 al Arduino se realiza a través de la interfaz SPI (Serial Peripheral Interface). Detallamos a continuación las conexiones generales entre los elementos electrónicos:

Conexiones de Alimentación:

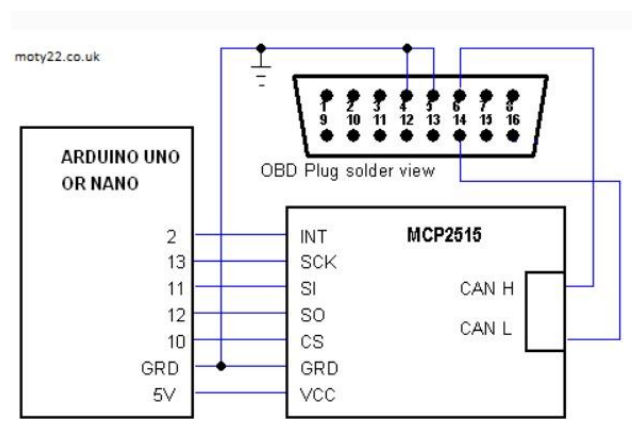
- Conectar el pin VCC del MCP2515 a 5V del Arduino Uno.
- Conectar el pin GND del MCP2515 a GND del Arduino Uno.

Conexiones SPI:

- Conectar los pines SPI del MCP2515 al Arduino Uno:
- Conectar el pin SCK del MCP2515 al pin 13 (SCK) del Arduino Uno.
- Conectar el pin MOSI del MCP2515 al pin 11 (MOSI) del Arduino Uno.
- Conectar el pin MISO del MCP2515 al pin 12 (MISO) del Arduino Uno.
- Conectar el pin CS del MCP2515 al pin 10 (SS) del Arduino Uno.

Figura 2- 38

Esquema eléctrico de conexión MCP2515 y Arduino Uno



Fuente: (Small Projects. Microchip Technology Inc. (2003-2021). *Controlador CAN independiente con interfaz SPI, conceptos y diagramas CAN e interfaz SPI*).

2.7 Visualización y Aplicación para el Sistema de Monitoreo

El sistema de monitoreo con visualización digital para el vehículo KIA RIO XCITE 2008 1.4L incorpora una innovación adicional al permitir la visualización de los parámetros de funcionamiento del vehículo. Esto se logra a través de la aplicación móvil, ya que ofrece beneficios significativos al proporcionar información y permitir la supervisión del vehículo de manera conveniente desde un dispositivo móvil.

En cuanto a la interfaz de visualización de datos del motor, se ha elegido una pantalla LCD y el teléfono móvil. Además, la transmisión de datos hacia la aplicación móvil se realiza mediante conexión Bluetooth, lo que permite la comunicación con dispositivos Android.

2.7.1 Pantalla LCD (OLED 128x32 12c)

La pantalla LCD (Visualizador de Cristal Líquido) es un tipo de pantalla que utiliza una matriz de píxeles controlados por cristales líquidos para mostrar información visual. Se ilumina mediante una fuente de luz en la parte posterior, y la variación en la orientación de los cristales líquidos regula la cantidad de luz que se transmite a través de cada píxel. Este tipo de pantalla es reconocido por su eficiencia energética y es común en diversos dispositivos, como televisores, monitores de computadora y paneles de instrumentos.

Los pines estandarizados para la pantalla LCD pueden variar dependiendo del modelo y fabricante, a continuación, se presenta los pines comúnmente utilizados:

Pines LCD:

- **VSS (GND):** Conectado a tierra (GND).
- **VDD (VCC):** Conectado a la fuente de alimentación positiva (VCC).
- **Contrast (VO):** Control de contraste mediante un potenciómetro (ajuste de voltaje de contraste).

2.7.2 Módulo Bluetooth HC-05

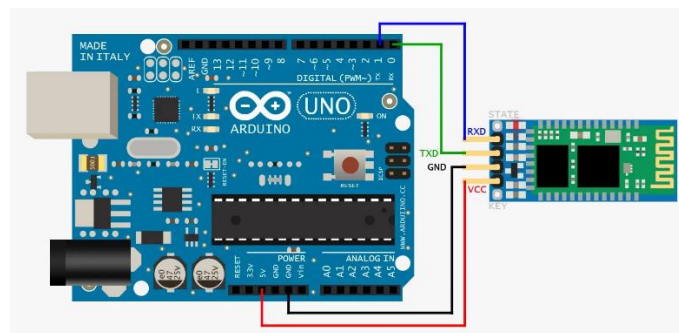
Para poder transmitir los datos a una aplicación móvil se realiza mediante Bluetooth. Se utiliza el módulo HC-05 ya que es un dispositivo muy popular que habilita la comunicación a la app móvil mediante red inalámbrica bluetooth.

Los pines estandarizados para el HC-05 pueden variar dependiendo del modelo y fabricante, a continuación, se presenta los pines comúnmente utilizados:

- VCC (5V): Conectado a la fuente de alimentación positiva.
- GND (Ground): Conectado a tierra.
- TXD y RXD (Transmit y Receive): Conectados a los pines de transmisión y recepción del microcontrolador, respectivamente.
- EN (Enable/Key): Algunos módulos tienen un pin Enable que se puede utilizar para cambiar entre los modos Maestro y Esclavo.
- STATE: Algunos módulos tienen un pin STATE que indica el estado actual de la conexión Bluetooth.

Figura 2- 40

Diagrama de conexión módulo HC-05 y el Arduino uno



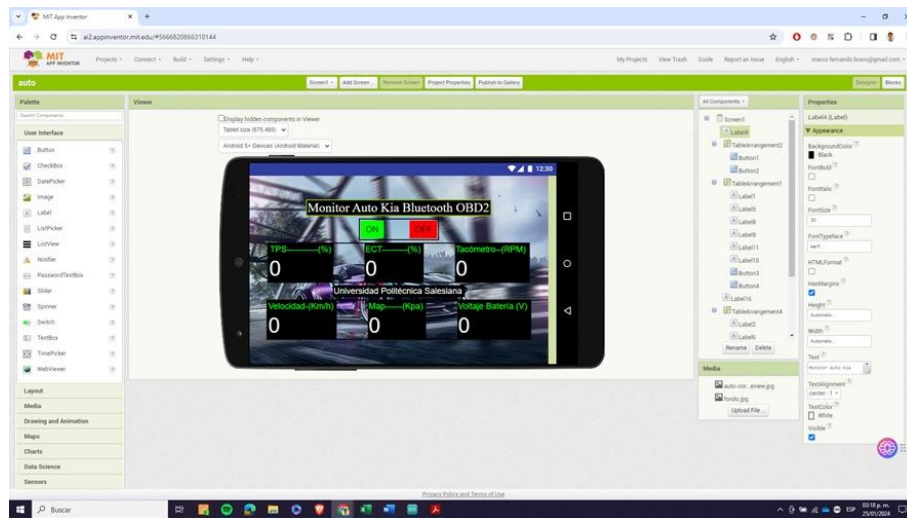
Nota: Conexión HC-05 y el microcontrolador Arduino Uno. Fuente: (Autores, UPS).

2.7.3 Aplicación Móvil

Se desarrolló la aplicación para el proyecto en el sistema operativo Android por su facilidad y versatilidad ya que se basa en Software libre y hoy en día es el más utilizado por las compañías desarrolladoras de dispositivos como Smartphones y Tablets.

Figura 2- 41

Aplicación móvil desarrollada en MIT APP Inventor



Fuente: (Autores, UPS).

La Aplicación Móvil “Monitor Auto Kia” fue desarrollado mediante MIT APP Inventor como se observa en la Figura 2-41, algunas de las características y funciones más destacadas de MIT App Inventor como:

Entorno Visual: Utiliza un entorno de desarrollo visual basado en bloques, permitiendo a los usuarios construir la lógica de sus aplicaciones mediante la manipulación de bloques sin requerir la escritura de código.

Acceso a Sensores y Funcionalidades del Dispositivo: Facilita el acceso a diversas funciones del dispositivo, como la cámara, sensores de movimiento, ubicación GPS, micrófono, entre otros, lo que simplifica la creación de aplicaciones interactivas.

Mediante esta plataforma posibilita obtener los datos y parámetros de funcionamiento del motor. Sin embargo, se ha decidido mostrar en la aplicación solo los parámetros más importantes para observar el rendimiento del motor como son:

- Sensor TPS
- Sensor MAP
- Sensor ECT
- RPM
- Velocidad del vehículo.

3 Implementación del Sistema de Monitoreo y Visualización en el Vehículo Kia Rio

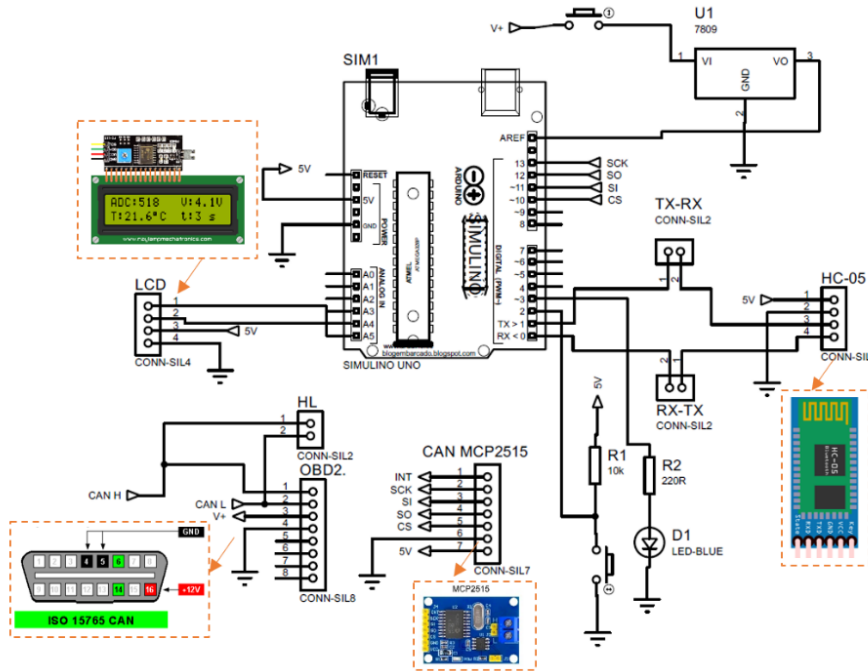
Xcite 2008 1.4 L

3.1 Implementación de los Elementos Electrónicos

El esquema de la Figura 3-1 detalla la disposición y conexión de los componentes electrónicos utilizados en el dispositivo, lo que resulta una representación esquemática de los elementos del sistema inalámbrico desarrollado.

Figura 3- 1

Esquema de conexión de los componentes electrónicos



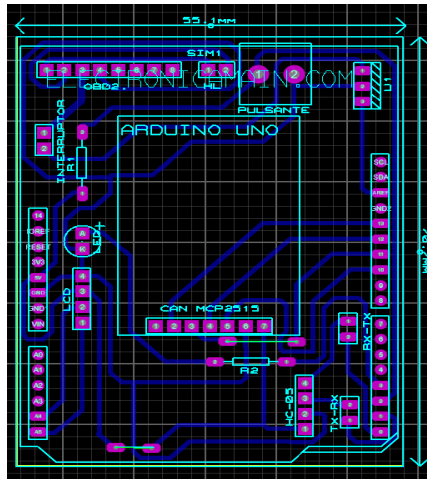
Nota: Para implementar todos los circuitos en una placa PCB es necesario un esquema de conexión. Fuente: (Autores, UPS)

3.1.1 Elaboración del Dispositivo de Monitoreo

El proceso de diseño se llevó a cabo considerando las especificaciones de cada componente electrónico y las necesidades del sistema en su conjunto. Se ha utilizado el software Proteus 8.0, AUTODESK Inventor, para el diseño, y la fabricación por medio de maquina CNC. El resultado final es la construcción y armado de los componentes que conforman el sistema de monitoreo.

Figura 3- 2

Diseño de la PCB realizado en Proteus 8.0



Nota: Se diseño la PCB en Proteus 8.0. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 3

Fabricación de la PCB con soldadura artesanal

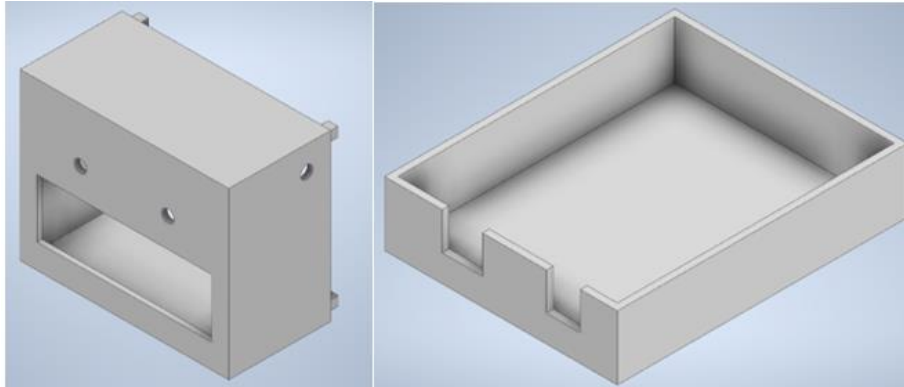


Nota: Para la elaboración se basó en el proceso artesanal, soldando cada elemento en la PCB.

Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 4

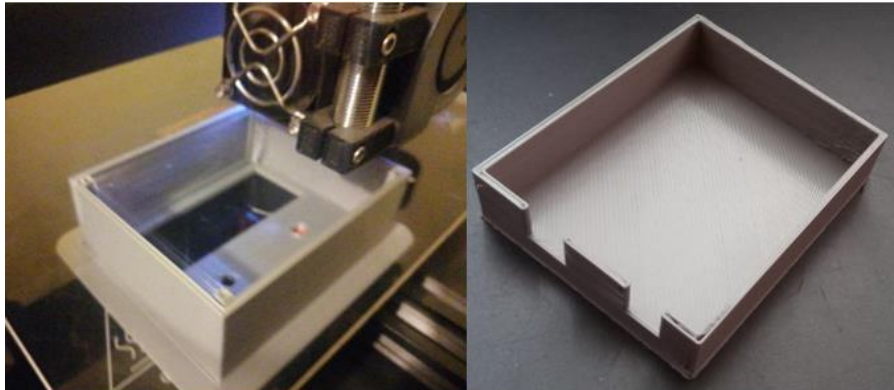
Diseño de la carcasa para el dispositivo de monitoreo



Nota: Diseño 3D de la carcasa del dispositivo escáner de auto Kia. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 5

Carcasa impresa en 3D



Nota: La carcasa es construida en una impresora 3D donde está fabricada de poliestireno. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 6

Dispositivo de monitoreo en la carcasa



Nota: Se puede observar los elementos integrados en un solo conjunto. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 7

Dispositivo de monitoreo para el vehículo



Nota: El dispositivo completo se procede a incorporar el plug OBD2, el peso del dispositivo es de 160 gramos. Fuente: (Autores, UPS).

3.1.2 Ubicación del Dispositivo de Monitoreo en el Vehículo Kia Rio Xcite

Luego de obtener el dispositivo finalizado se procede a ubicarlo en el vehículo de manera segura, se realiza la inspección del lugar donde será asegurado el dispositivo. Se analiza

detalladamente la ubicación del dispositivo considerando la comodidad del conductor y la facilidad de manipulación del dispositivo.

En la Figura 3-8 se muestra varios puntos donde podrá ser ubicado. El dispositivo ira ubicado en la parte inferior del volante del conductor, por su facilidad de manipulación para el conductor y también por la comodidad.

Figura 3- 8

Puntos de ubicación para el dispositivo de monitoreo



Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 9

Localización de la ubicación ideal para el dispositivo de monitoreo



Fuente: (Manual del propietario Kia Rio2008).

3.1.2.1 Implementación de la aplicación móvil Android “monitor auto kia”. Para utilizar la aplicación se debe instalar con los permisos necesarios solicitados por el teléfono de forma común y para un dispositivo Android; ubicar el archivo de instalación con extensión. apk y se ejecuta. Los pasos secuenciales de instalación de la aplicación Monitor Auto Kia se observa en la Figura 3-10.

Figura 3- 10

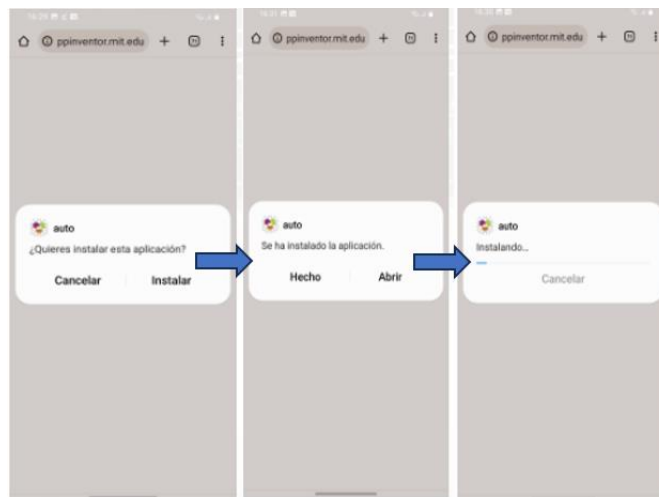
Instalación de la app en el dispositivo Android del vehículo



Nota: Se observa los pasos para poder ejecutar la app en la pantalla del vehículo. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 11

Instalación de la app en el celular móvil

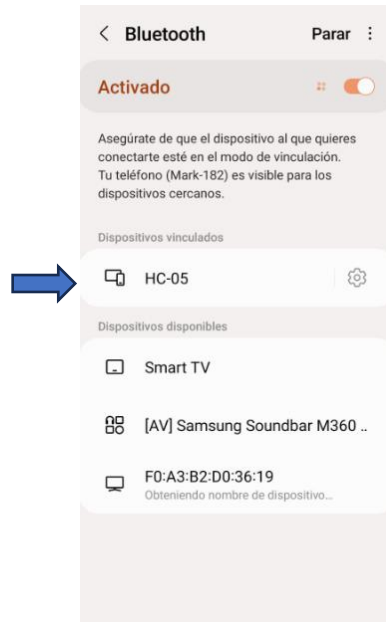


Nota: Secuencia de instalacion de la aplicación “celular movil”. Fuente: (Autores, UPS).

La aplicación se debe vincular al dispositivo Monitor Auto Kia con el dispositivo móvil Android donde se ejecutará la aplicación desarrollada, es decir aparecerá como HC-05. La secuencia de vinculación del dispositivo se puede presentar en la Figura 3-12.

Figura 3- 12

Vinculación del dispositivo de monitoreo con la app móvil



Nota: El sistema desarrollado está listo para realizar el escaneo de los sensores específicos del Auto Kia. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 13

Sistema funcional en la pantalla de 9 pulgadas del vehículo



Fuente: (Autores, UPS).

Figura 3- 14

Sistema funcional de la Aplicación móvil y dispositivo de monitoreo



Nota: A la izquierda, Aplicación móvil “Monitor Auto Kia”. A La derecha, “Dispositivo Escáner Auto Kia”. Fuente: (Autores, UPS).

4 Evaluación del Funcionamiento del Sistema Implementado Mediante Pruebas de Campo en Condiciones y Operaciones Diferentes

Se presenta las evaluaciones del sistema ya implementado y mediante comprobaciones o evaluaciones se podrá dar como valido o invalido el sistema implementado, se da a conocer cómo funciona dicho sistema mediante diferentes escenarios de prueba. Las pruebas de campo ayudaran a identificar posibles problemas a suceder, así evitando que llegue a una gravedad y poder resolverlas de una manera más rápida y sin complicaciones dando continuidad al rendimiento del sistema en sus óptimas condiciones bajo los escenarios de prueba.

4.1 Escenarios para las Pruebas de Campo

Se desarrollo las pruebas y evaluaciones de funcionamiento en los siguientes escenarios de conducción en autopista, urbano y con el vehículo estacionado para conocer el rendimiento del sistema.

4.1.1 Escenario 1

Prueba estática: en este escenario se analizaron los valores de funcionamiento con el vehículo estático en condiciones como:

- Motor en posición de ON
- Motor encendido- ralentí
- Motor acelerado (aceleración máxima a los 2000 rpm)

La ubicación ideal para el escenario 1 fue el taller automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, donde existe la facilidad de adquirir las herramientas necesarias la ejecución de la prueba.

Figura 4- 1

Taller de Ingeniería Automotriz Sede Cuenca



Fuente: (Autores, UPS).

4.1.2 Escenario 2

Pruebas de ruta: en este escenario se analizaron los valores de funcionamiento del vehículo en circulación, ya que los parámetros del motor varían constantemente dependiendo de la forma de conducción y el lugar.

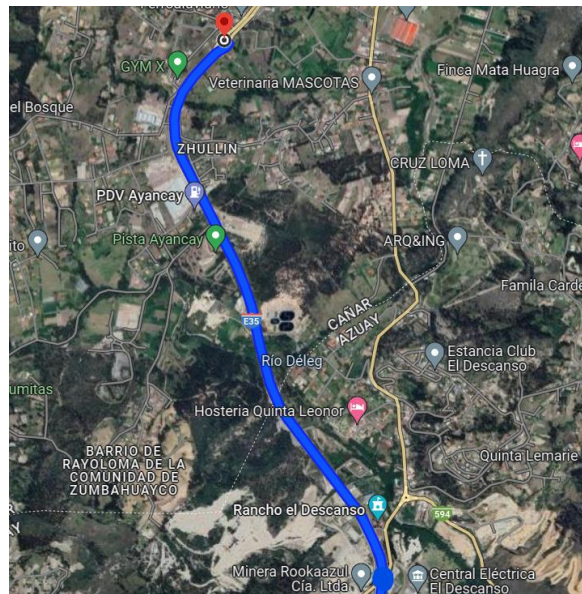
Para evaluar el funcionamiento del sistema implementado se optó por pruebas en autopista y zona urbana:

Prueba con condiciones de conducción en autopista: La conducción en autopista se la realizo con la atención y precaución necesaria, se analizó la forma de conducción y también los límites de velocidad que se alcanzarían.

Para la conducción en autopista se considera el reglamento a la ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial, 2012, Art 191. El límite de velocidad que se optó para esta prueba en autopista fue no superar la velocidad máxima de 90 a 100 Km/h para poder cumplir con el reglamento a la ley de tránsito. La prueba se optó para realizarla en la noche donde existía menos porcentaje de tráfico y menos posibilidades de producir accidentes. La ubicación ideal para esta prueba fue la autopista Azogues-Cuenca, sector descanso, la duración de prueba fue de 4 minutos.

Figura 4- 2

Autopista Azogues-Cuenca sector Descanso



Nota: El punto de partida es del sector ‘El Descanso’ Autopista Azogues, Cuenca. Fuente: (Autores, UPS).

Prueba en condiciones de conducción en vías con limitación de velocidad o urbanas:

Para la conducción en urbano considera el reglamento a la ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial, 2012, Art 191.

En esta prueba no superara el rango de 30 a 50 km/h para cumplir con el reglamento a la ley de tránsito, este proceso se realizado siempre teniendo en cuenta la seguridad peatonal. La duración de la prueba se realizó en 1.50 minutos.

Figura 4- 3

Biblián, Avenida Alberto Ochoa y Avenida Mariscal Sucre



Nota: La ruta fue seleccionada en el cantón Biblián. Fuentes: (Autores, UPS).

4.2 Implementos para las Pruebas de Campo

4.2.1 Implementos de Seguridad

Los implementos de seguridad fueron elementos esenciales e importantes para la protección personal ayudaron con la disminución de riesgos, accidentes y lesiones ante cualquier percance, implementos como:

- Gafas
- Mandil
- Guantes

- Franela

4.2.2 Herramientas Técnicas de Pruebas.

Figura 4- 4

Scanner Automotriz



Nota: El scanner automotriz con la cual se pudo confirmar y comparar los resultados de las pruebas ejecutadas. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 4- 5

Dispositivo de monitoreo



Nota: Dispositivo de monitoreo fabricado con la cual se realizaron las pruebas para validar su funcionamiento. Visualización en LCD del “Dispositivo Escáner Auto Kia” en autopista a) TPS, Speed b) ECT, Map c) RPM, Batt. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 4- 6

Pantalla de 9 pulgadas del vehículo Kia Rio 2008



Nota: Pantalla del vehículo en la cual se puede visualizar los parámetros del motor. Fuente: (Autores, UPS).

4.3 Resultados

Los resultados de las evaluaciones realizadas son de vital importancia, ya que determinan el impacto general del esfuerzo invertido, estos resultados ayudan a justificar la inversión de recursos, tanto en tiempo como en dinero.

4.3.1 Resultados de Funcionamiento Puerto Serial

Con el objetivo de evaluar los resultados y respaldar el correcto funcionamiento del dispositivo, se llevó a cabo una prueba utilizando el puerto serial. Esta elección se basó en la capacidad del puerto serial para proporcionar una visualización detallada de los datos transmitidos por la Unidad de Control del Motor (ECU), permitiendo una observación directa de la llegada de los datos al dispositivo.

Figura 4- 7

Puerto serial del Arduino IDE

```
Output Serial Monitor x
Not connected. Select a board and a port to connect automatically.
17:33:09.725 -> Entering Configuration Mode Successful!
17:33:09.757 -> Setting Baudrate Successful!
17:33:09.801 -> Inicializado exitosamente!
17:33:10.239 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:10.788 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:11.313 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:11.827 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:12.353 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:12.892 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:13.408 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:13.934 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:14.460 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:14.978 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:15.517 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:16.055 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:16.556 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:17.081 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:17.601 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:18.110 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:18.642 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:19.174 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:19.696 -> RPM: 710 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:20.226 -> RPM: 1691 ENERGIA: 10% MARIPOSA: 38% Refrigerante: 1395DEG C Map: 26kPa VELOCIDAD: 26KM/H
17:33:20.740 -> RPM: 2500 ENERGIA: 15% MARIPOSA: 57% Refrigerante: 93DEG C Map: 39kPa VELOCIDAD: 39KM/H
17:33:21.265 -> RPM: 1924 ENERGIA: 11% MARIPOSA: 42% Refrigerante: 93DEG C Map: 30kPa VELOCIDAD: 30KM/H
17:33:21.808 -> RPM: 1348 ENERGIA: 8% MARIPOSA: 30% Refrigerante: 93DEG C Map: 21kPa VELOCIDAD: 21KM/H
17:33:22.328 -> RPM: 1284 ENERGIA: 7% MARIPOSA: 26% Refrigerante: 93DEG C Map: 20kPa VELOCIDAD: 20KM/H
17:33:22.855 -> RPM: 1091 ENERGIA: 6% MARIPOSA: 23% Refrigerante: 93DEG C Map: 17kPa VELOCIDAD: 17KM/H
17:33:23.378 -> RPM: 964 ENERGIA: 5% MARIPOSA: 19% Refrigerante: 186DEG C Map: 15kPa VELOCIDAD: 15KM/H
17:33:23.903 -> RPM: 836 ENERGIA: 5% MARIPOSA: 19% Refrigerante: 186DEG C Map: 13kPa VELOCIDAD: 13KM/H
17:33:24.428 -> RPM: 773 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 12kPa VELOCIDAD: 12KM/H
17:33:24.960 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:25.484 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:26.001 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
17:33:26.514 -> RPM: 709 ENERGIA: 4% MARIPOSA: 0% Refrigerante: 186DEG C Map: 11kPa VELOCIDAD: 11KM/H
```

Nota: Se observa los datos y resultados que llegaban al puerto serial, ya que el dispositivo creado facilita la comunicación con la ECU. Fuente: (Autores, UPS).

4.3.2 Resultados de las Pruebas Escenario 1

Los resultados obtenidos de las pruebas del escenario 1 se muestran en las siguientes figuras y en la siguiente tabla para cada uno de las condiciones de pruebas.

Figura 4- 8

Resultados posición ON



Nota: Se muestra los resultados de la prueba en condición ON. Con la llave del vehículo en posición de ON se obtienen los datos en esa condición. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 4- 9

Resultados en ralentí



Nota: Se muestra los resultados de la prueba en condición de ralentí. Se procedió a encender el vehículo para poder obtener los resultados en ralentí. Fuente: (Autores, UPS).

Figura 4- 10

Resultados con aceleración



Nota: Se muestra los resultados obtenidos en condiciones de aceleración máxima. Se procedió realizar una aceleración que no supere los 1500 rpm, obteniendo los resultados con aceleración.

Fuente: (Autores, UPS).

Tabla 4- 1

Resultados de las pruebas del escenario 1

Datos	TPS (%)	RPM	MAP (Kpa)	ECT©	Velocidad (km/h)
On	0	0	74.31	81 C	0
Ralentí	0	720	30.25	92.32	0
Aceleración	2.28	1995	23.64	81.50	0

Nota: todos los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de funcionamiento, ya que fueron comparados con el escáner automotriz.

4.3.3 Resultados de las Pruebas Escenario 2

Resultados de la prueba en ‘Autopista’ se adjuntan en el anexo 1. Donde se presenta los resultados de la prueba en autopista, se procedió con la grabación de la pantalla donde se representa los parámetros del motor gracias al dispositivo de monitoreo implementado en el vehículo. La

duración de la prueba fue de 4 minutos, se procedió a tabular los resultados que se obtuvo durante toda la ruta.

Los Resultados de conducción en ‘Vías Urbanas’ se adjuntan en el anexo 2. derivados de la prueba de ruta realizada en vías urbanas, durante la cual se llevó a cabo la grabación de la pantalla del vehículo para documentar la llegada de datos correspondientes a los parámetros del motor.

4.3.4 *Análisis de Resultados Escenario 1*

Tabla 4- 2

Análisis de resultados con porcentaje de error

Datos		Scanner	Dispositivo de monitoreo.	%error
TPS	On	0 %	0 %	0%
	Ralentí	0 %	0 %	0%
	Acelerado	2.28 %	2.28 %	0%
RPM	On	0 rpm	0 rpm	0%
	Ralentí	720 rpm	709 rpm	1.55%
	Acelerado	1995 rpm	1960 rpm	1.78%
MAP	On	74.31 Kpa	74.31 Kpa	0%
	Ralentí	30.25 Kpa	30.25 Kpa	%
	Acelerado	23.64 Kpa	23.64 Kpa	0%

ECT	On	81 C	81 C	0%
	Ralentí	81.8 C	81.5 C	0.36%
	Acelerado	81.5 C	81.75 C	0.30%
Velocidad	On	0 km/h	0 km/h	0%
	Ralentí	0 km/h	0 km/h	0%
	Acelerado	0 km/h	0 km/h	0%

Nota: Se procede a analizar los resultados obtenidos en las pruebas, también se analiza el porcentaje de error de variación entre el dispositivo de monitoreo y el scanner.

4.3.4.1 Análisis de Resultados Escenario 2. Análisis de los resultados del sensor TPS con un porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración desde cero, medio y alto en la conducción de autopista:

Accionamiento cero: en este caso el valor del porcentaje de la apertura de la mariposa de aceleración es 0% ya que se encuentra totalmente cerrado, estos casos se dan cuando el vehículo se encuentra estático.

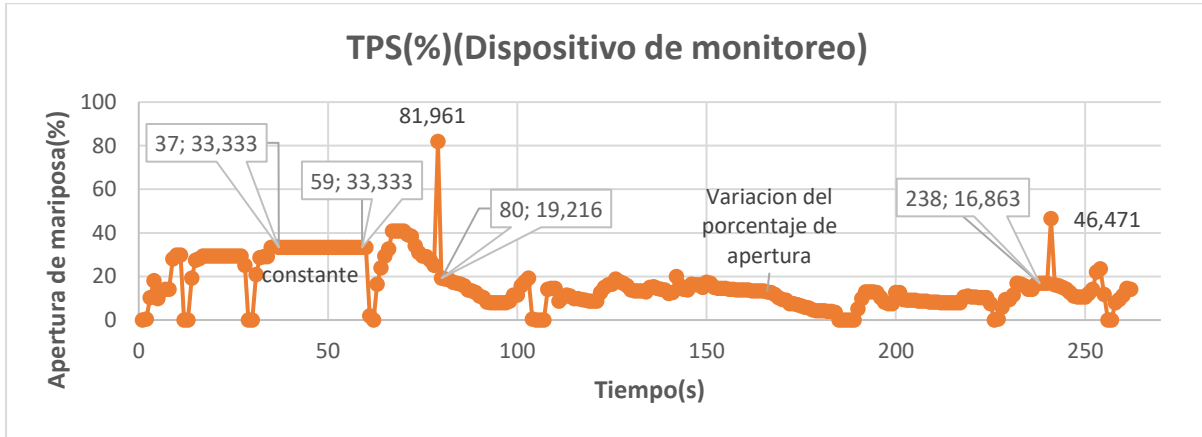
Accionamiento medio: en este caso los valores de porcentaje del sensor TPS irán variando conforme sea accionado el pedal del acelerador, los valores de la gráfica varían dependiendo de cómo sea accionado el pedal del acelerador. En el Figura 4-11, desde el segundo 80 al 238 existe variaciones de los valores, ya que en este caso se realizó el accionamiento y des accionamiento del pedal del acelerador para que exista variación.

Accionamiento alto: cuando se acciona el pedal a su límite de accionamiento del acelerador, la apertura de la mariposa de aceleración se abre casi en su totalidad, se examina el valor 81,66% del sensor TPS que se encuentra señalado en la Figura 4-11 donde se observa un valor alto cerca de llegar al límite que es el 100% que sería la apertura total.

Aceración constante: Se analiza el valor del TPS de 33.33% que se encuentra señalado en la Figura 4-11, donde se observa que el valor es constante desde el segundo 37 al segundo 59, esto sucede cuando se mantiene accionado en una posición constante el pedal del acelerador.

Figura 4- 11

Valores del sensor de posición de la mariposa TPS



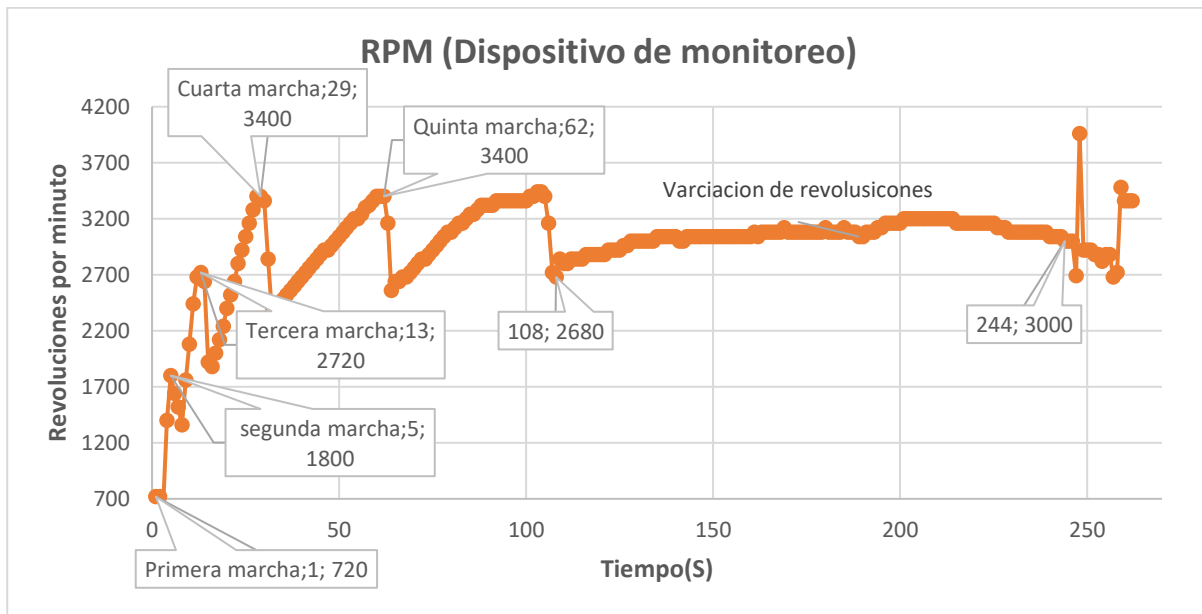
Fuente: (Autores, UPS).

4.3.4.2 Análisis de los Resultados de las Revoluciones por Minuto en Autopista.

En la Figura 4-12 refleja los resultados de las revoluciones por minuto, donde desde el inicio se observa las revoluciones para cada marcha del vehículo, en una zona existe una pequeña variación de las revoluciones, en la cual existe menos accionamiento del pedal del acelerador.

Figura 4- 12

Valores de las revoluciones por minuto



Fuente: (Autores, UPS).

4.3.4.3 Análisis de los Resultados del Sensor de Presión MAP en autopista.

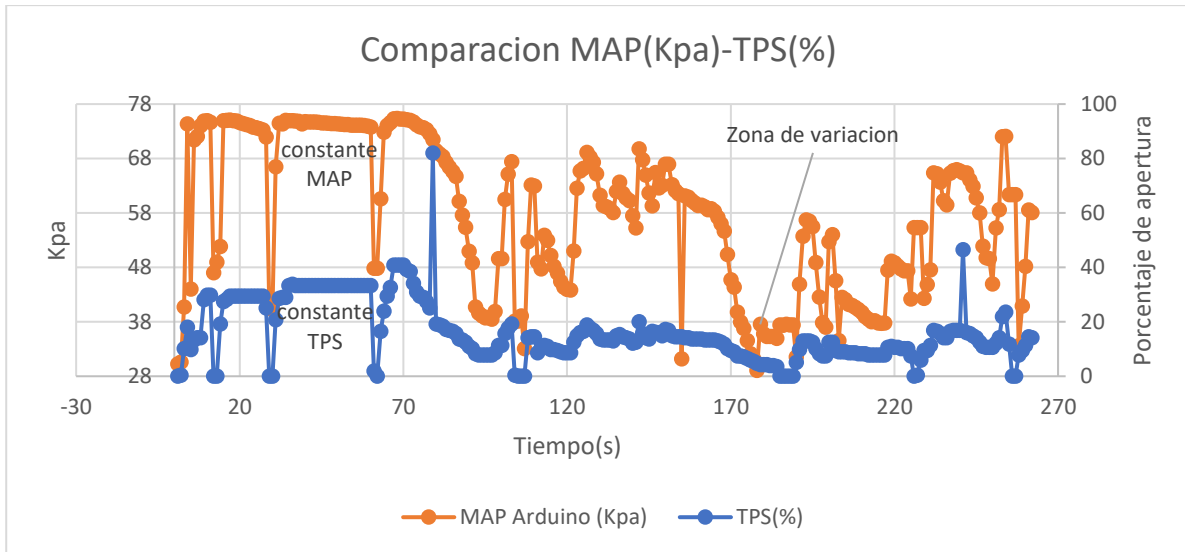
En la Figura 4-13 se presenta los valores generados por el sensor MAP, para analizar los resultados de este sensor se compara con el sensor TPS por la razón que si el valor del TPS aumenta también el valor del MAP debería de aumentar.

Existe zonas de valores MAP casi constantes, variaciones muy leves en esa zona que se asemejan a las zonas de valores constantes del sensor TPS.

Cuando existe aceleración el valor de MAP también se incrementa, de la misma manera cuando el valor del MAP disminuye es porque existe una des aceleración, en esos puntos es donde existe variación de los valores MAP.

Figura 4- 13

Valores del sensor de presión del múltiple



Fuente: (Autores, UPS).

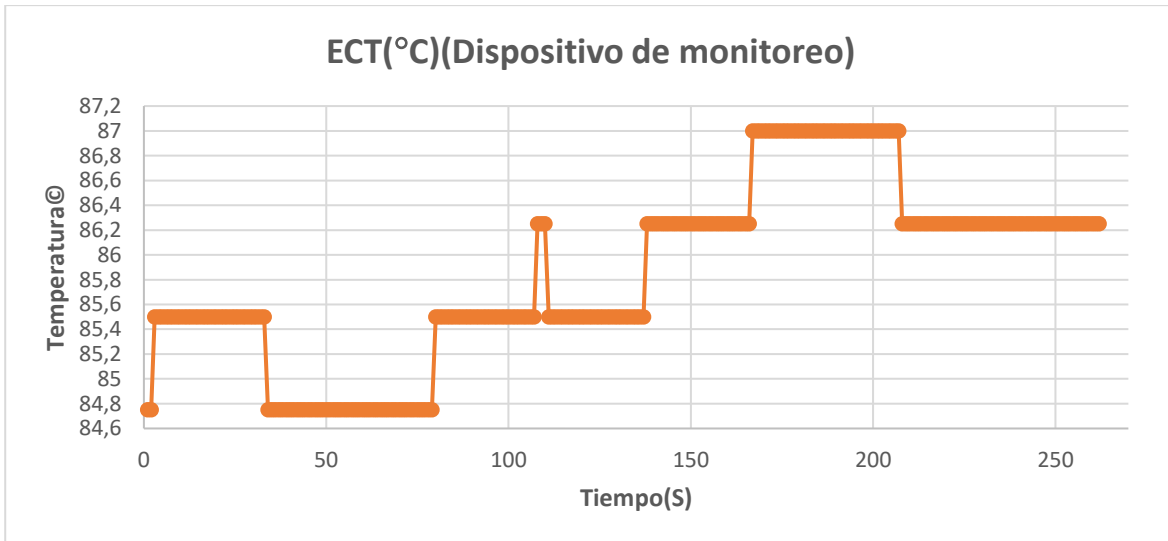
4.3.4.4 Análisis de los Resultados del Sensor de Temperatura del Refrigerante en Autopista. En la Figura 4-14 muestra las variaciones de la temperatura del refrigerante, la temperatura del motor depende de varios factores ya que la prueba se la realizo en autopista, interfieren factores como el viento que ingresa y ventila al motor, también el electro ventilador, la apertura y cierre del termostato conlleva a que la temperatura varia conforme a la necesidad del motor.

El electro ventilador es necesario cuando la temperatura sobrepasa los límites permitidos para un motor, se hizo la prueba con el scanner automotriz y el valor para que el electro ventilador de encienda es de 95.36 grados centígrados.

Con una conducción realmente normal el valor de la temperatura puede llegar hasta 90 grados centígrados, en ese punto se abre el termostato enfriando el motor hasta 84 grados, esto también dependería de las condiciones climáticas en ese momento.

Figura 4- 14

Valores del sensor de temperatura del refrigerante

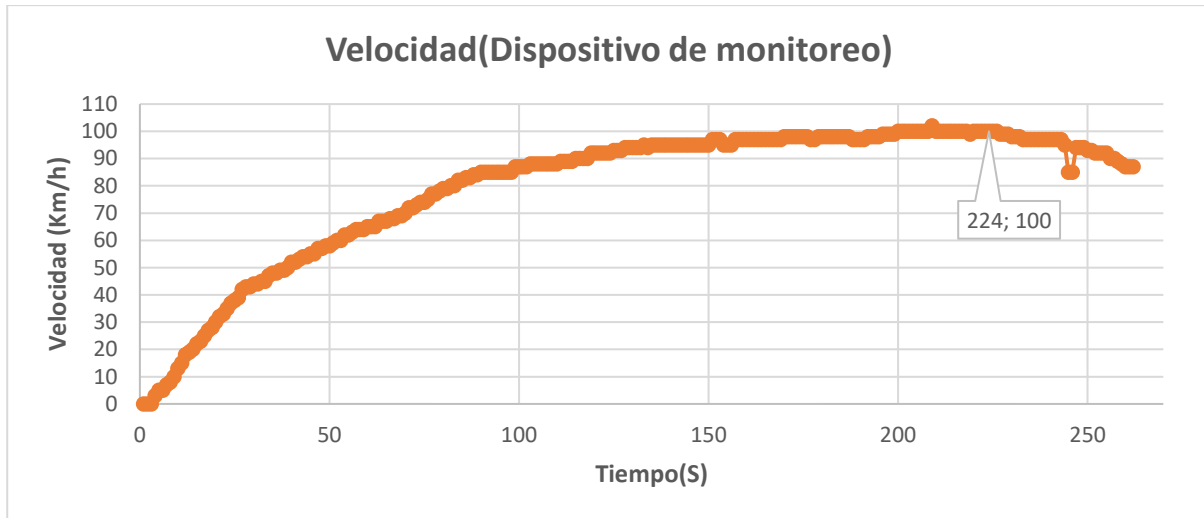


Fuente: (Autores, UPS).

4.3.4.5 Análisis de los Resultados de la Velocidad del Vehículo. En la Figura 4-15 se puede observar como en la velocidad va aumentando hasta llegar al límite 100 km/h que era lo permitido para la prueba de autopista.

Figura 4- 15

Valores de la velocidad del vehículo

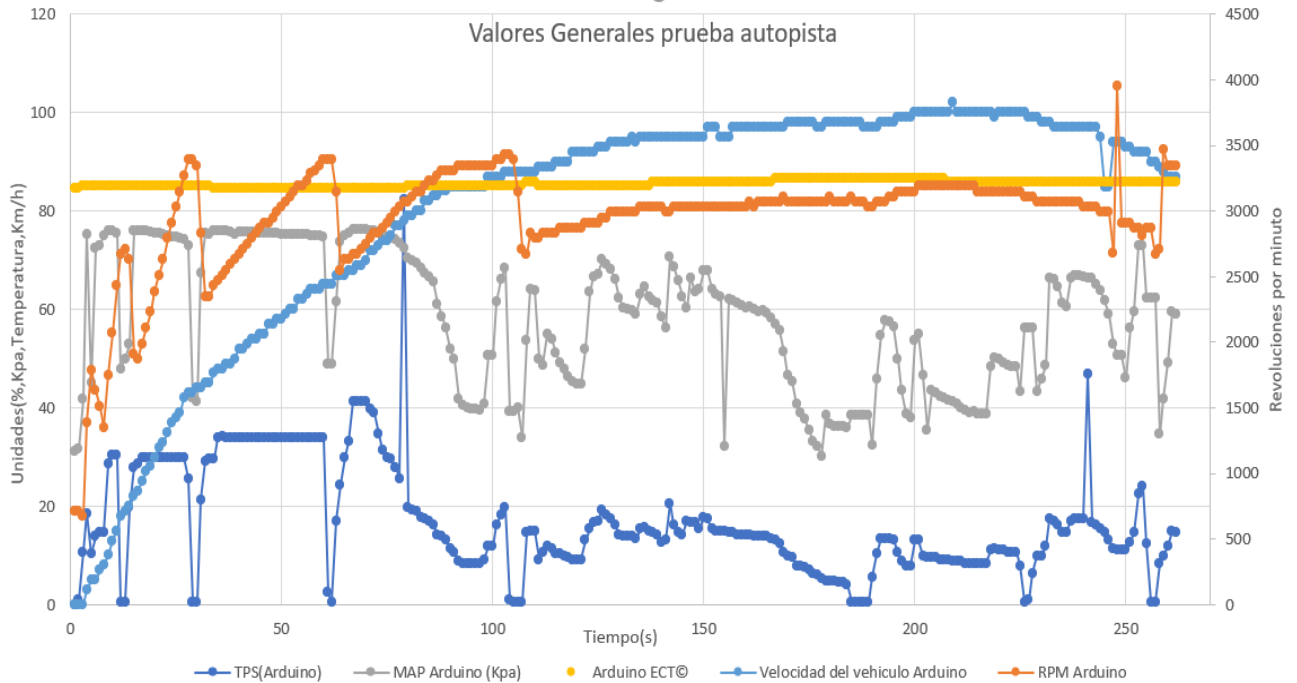


Fuente: (Autores, UPS).

A continuación, en la Figura 4-16 se puede observar todos los resultados graficados de todos los sensores analizados.

Figura 4- 16

Grafica general unificada de la prueba en autopista



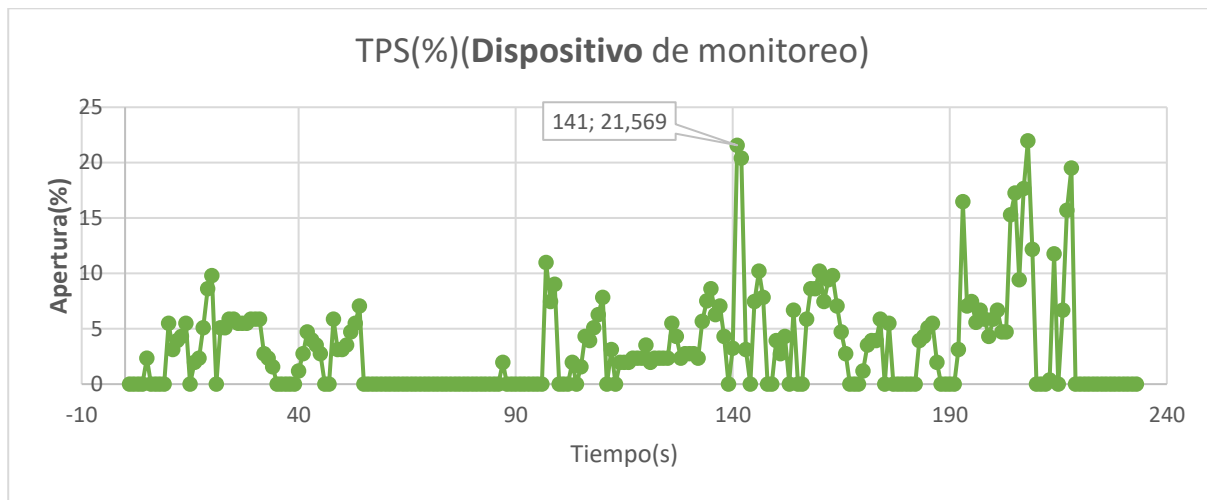
Fuente: (Autores, UPS).

4.3.4.6 Análisis de los Resultados del Sensor TPS del Vehículo en Vías Urbanas. En la Figura 4-17 se puede observar los resultados del sensor TPS, al ser una conducción suave el porcentaje de apertura iba ser menor, el valor máximo llegado en porcentaje de apertura es de 21.5%.

Al ser una conducción de muchas paradas por presencias de ciertos obstáculos existe mucha variación de los valores de este sensor.

Figura 4- 17

Valores del sensor de posición de la mariposa TPS



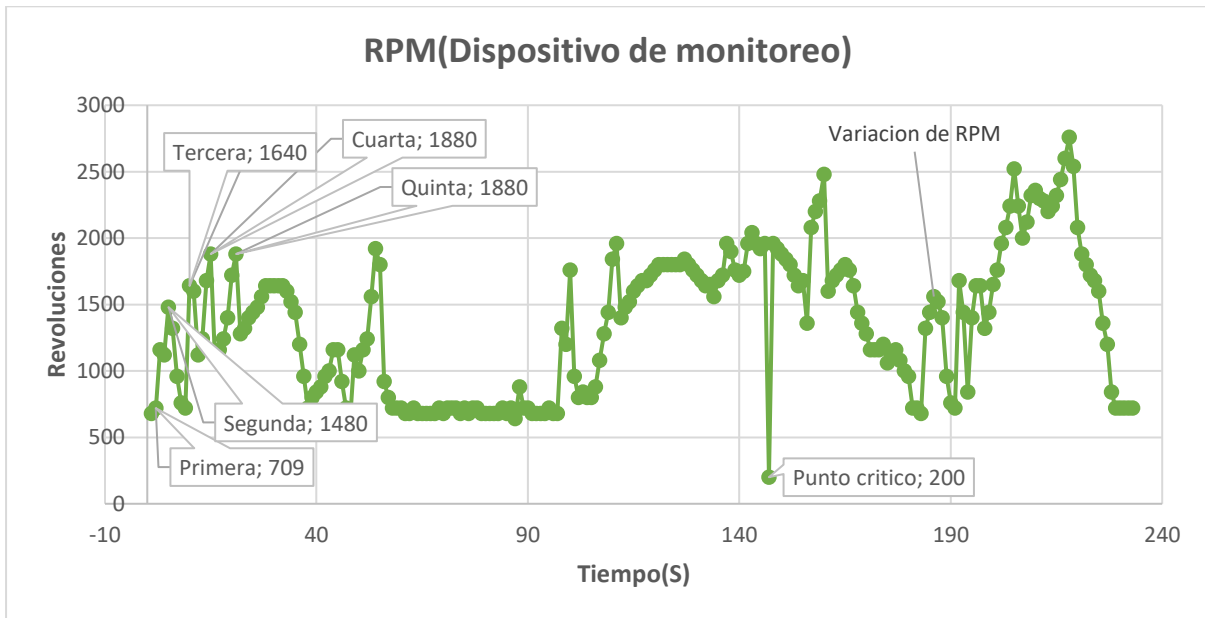
Fuente: (Autores, UPS).

4.3.4.7 Análisis de los Resultados de las Revoluciones Por Minuto del vehículo en Vías Urbanas. En la Figura 4-18 se puede observar los valores de los resultados de las revoluciones por minuto, por ser condiciones suaves existen variaciones de las RPM.

- Revoluciones para las marchas:
- Primera marcha a 709 rpm
- Segunda marcha a 1480 rpm
- Tercera marcha a 1640 rpm
- Cuarta marcha a 1880 rpm
- Quinta marcha a 1880 rpm
- Punto crítico a 200 rpm, este punto es por la des aceleración estando en marcha quinta a pocas revoluciones el motor pretende apagarse.

Figura 4- 18

Valores revoluciones por minuto en vías urbanas



Fuente: (Autores, UPS).

4.3.4.8 Análisis de los Resultados del Sensor MAP del Vehículo en Vías Urbanas.

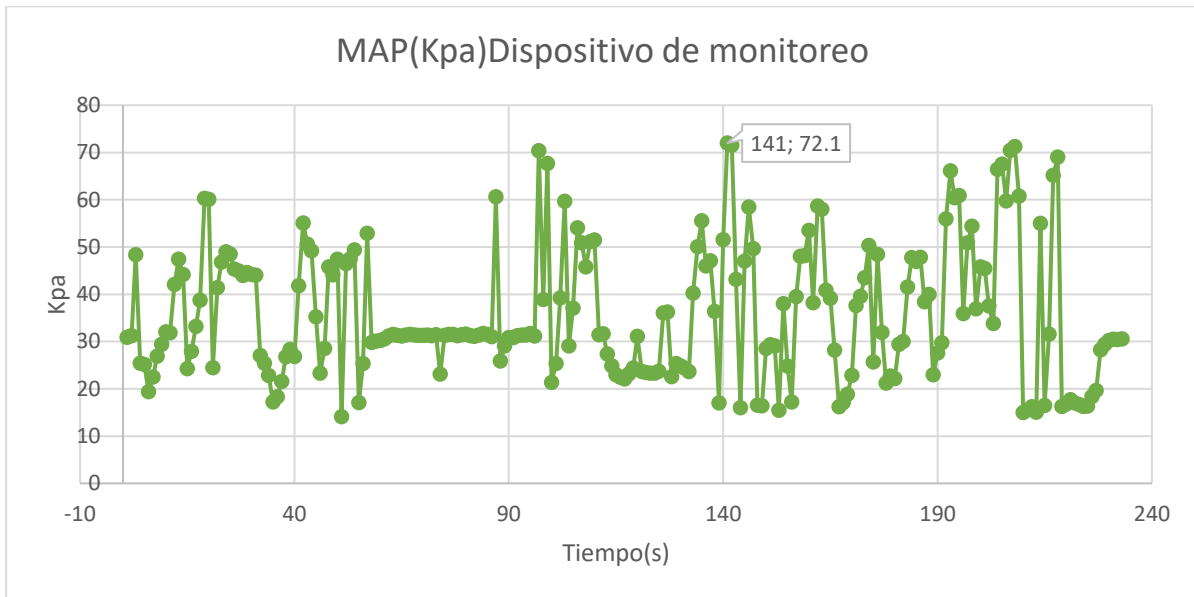
En la Figura 4-19 se puede ver los resultados del sensor MAP, cuando existe aceleración el valor de MAP también se incrementa, de la misma manera cuando el valor del MAP disminuye es porque existe una des aceleración, en esos puntos es donde existe variación de los valores MAP.

- Valor mínimo es 19.3 Kpa
- Valor máximo es 72.1 Kpa

Estos valores varia por el accionamiento y des accionamiento del acelerador.

Figura 4- 19

Valores del sensor de presión del múltiple en vías urbanas



Fuente: (Autores, UPS).

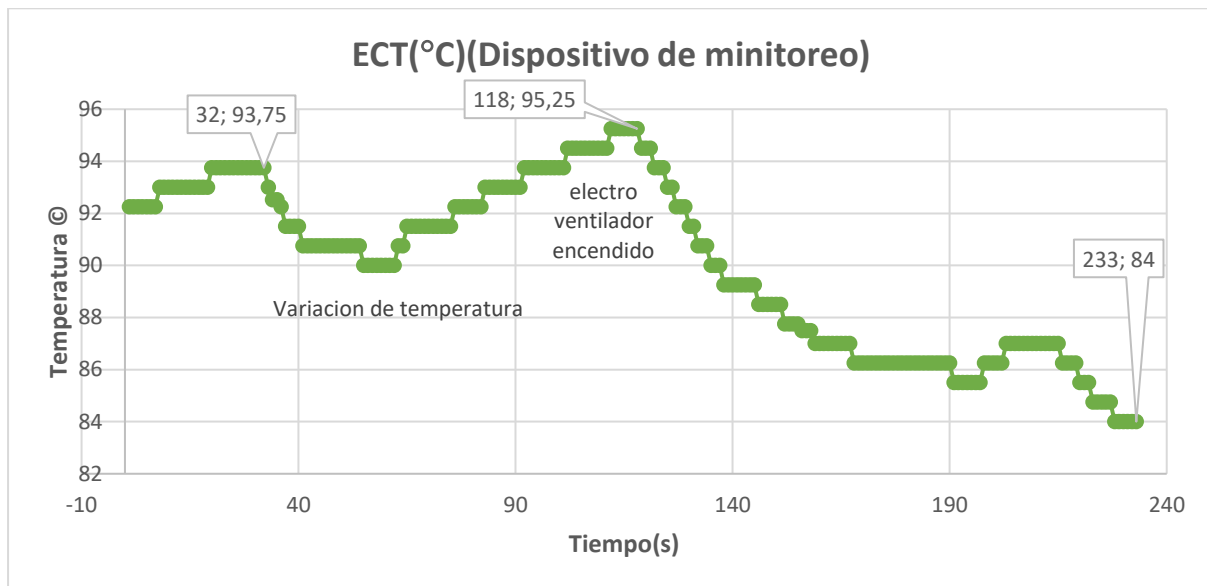
4.3.4.9 Análisis de los Resultados del Sensor ECT del Vehículo en Vías Urbanas. En la Figura 4-20 se puede observar los resultados del sensor ECT que tiene un rango de 84 a 95 grados centígrados, el segundo 32 presenta una temperatura de 92.7 grados centígrados en este punto es donde el termostato se abre y permite el paso del refrigerante.

Analizado el segundo 118 con una temperatura de 95.2 grados centígrados en ese instante es donde el vehículo alcanza el límite de temperatura, cuando llega a ese punto se enciende el electro ventilador enfriando hasta los 84 grados centígrados.

Estos valores se dan porque el vehículo anteriormente se encontraba en circulación, y con una conducción suave no se tiene la presencia de ingreso del viento para ventilar el motor ya que con el ingreso del viento puede enfriar y variar la temperatura, es muy diferente a la temperatura en conducción en autopista.

Figura 4- 20

Valores del sensor de temperatura del refrigerante



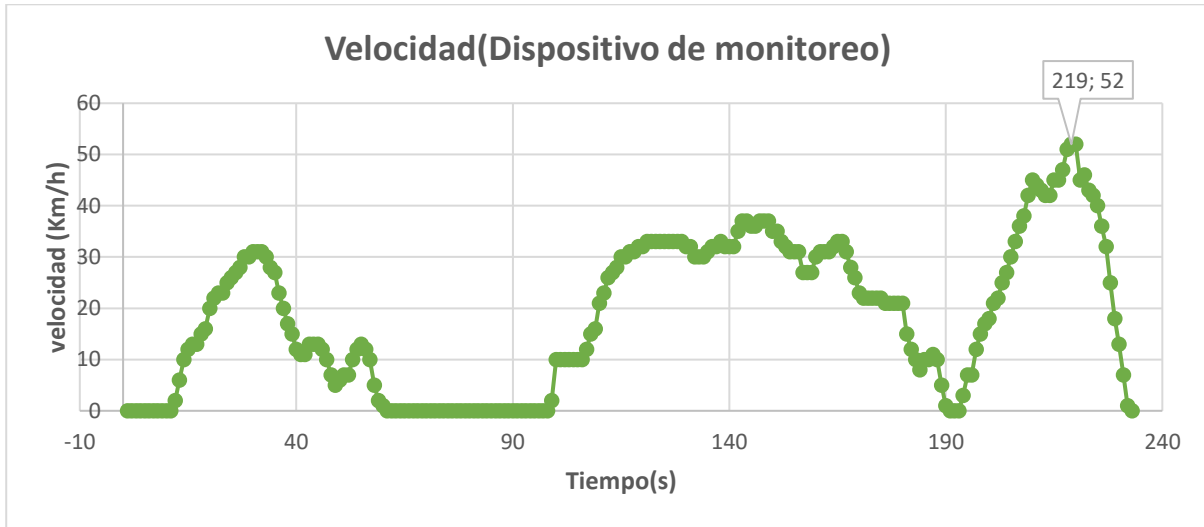
Fuente: (Autores, UPS).

4.3.4.10 Análisis la Velocidad del Vehículo en Vías Urbanas. En la Figura 4-21 se puede observar los resultados de la velocidad del vehículo, la velocidad es cambiante por condiciones de manejo en vías urbanas, con las velocidades:

- Velocidad máxima a 50 Km/h
- Velocidad mínima 30 Km/h
- Velocidad nula a 0 Km/h
- Velocidad critica a 52 Km/h, se lo dio en el segundo 219

Figura 4- 21

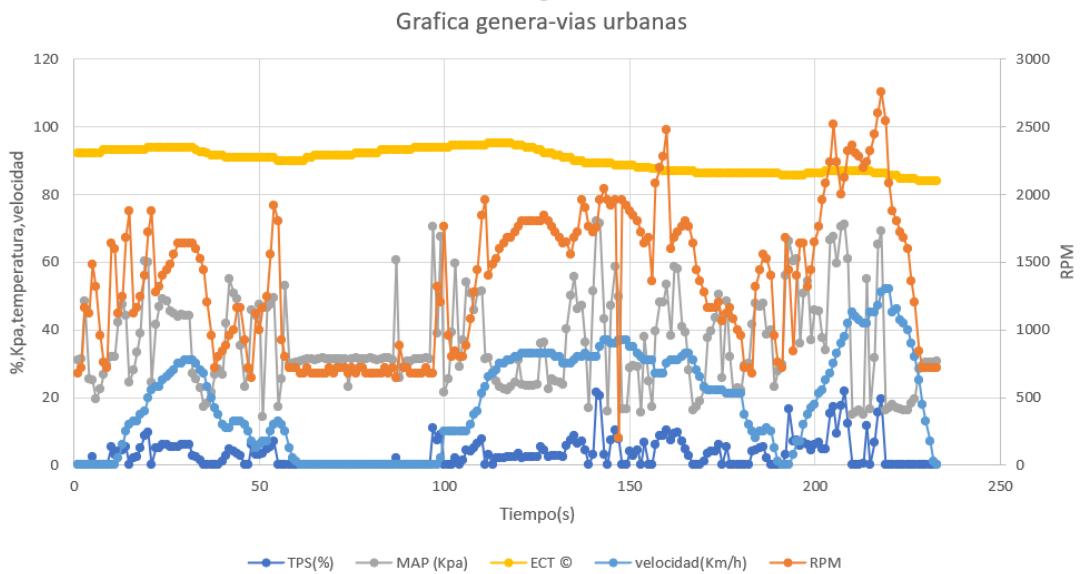
Valores de la velocidad del vehículo



Fuente: (Autores, UPS).

Figura 4- 22

Grafica general conducción vías urbanas



Fuente:(Autores, Ups).

CONCLUSIONES

- Se procedió a realizar un estudio bibliográfico, donde se obtuvo amplia información técnica sobre tecnologías actuales de instrumentación electrónica automotriz y opciones viables para implementar un sistema de monitoreo en tiempo real con visualización digital efectiva en el vehículo, la investigación bibliográfica permitió conocer las tecnologías de hardware, software y conceptos relevantes como el protocolo Can Bus, los PID para solicitar datos específicos, la comunicación CAN bus entre sistemas electrónicos. Todo lo mencionado fue necesario para desarrollar un sistema de monitoreo y visualización digital eficaz para el vehículo Kia Rio 2008 1.4L.
- Para el desarrollo del monitoreo se implementa efectivamente la tecnología de comunicación CAN bus y el módulo MCP2515. La cual permite la lectura de señales críticas de los parámetros de los sensores del motor. La app móvil programada en App Inventor recibe esta información en tiempo real a través del módulo Bluetooth y la presenta mediante una interfaz gráfica amigable. De esta forma, el conductor puede supervisar desde un smartphone los parámetros de operación del motor, convirtiendo al dispositivo en una herramienta portátil de monitoreo. La efectividad del sistema implementado demuestra las capacidades de las tecnologías CAN bus, MCP2515 y App Inventor para desarrollar soluciones integradas de monitoreo automotriz.
- La implementación del sistema de monitoreo se realizó exitosamente al conectar el dispositivo desarrollado al bus CAN del automóvil a través del conector OBD2. Esto permitió adquirir en tiempo real las señales eléctricas provenientes de los sensores críticos del motor, como el ECT, TPS, MAP, entre otros. La ubicación seleccionada para el montaje del dispositivo, en la parte inferior del tablero bajo el volante, resultó técnicamente

apropiada al proveer accesibilidad para la manipulación por parte del conductor, mientras que la sujeción implementada asegura la estabilidad del dispositivo sin afectar componentes del vehículo durante la conducción.

- Se pudo evaluar y validar la efectividad del sistema con el escáner y escenarios. A través de la lectura y análisis en tiempo real de señales provenientes de sensores como TPS, MAP, RPM, ECT. La validez de este sistema se confirmó al contrastar sus valores con los de un escáner comercial OBD2, logrando precisiones superiores al 98%. Se determinó que el sistema desarrollado presenta una alta exactitud de precisión en la validación del censado de los parámetros del Auto Kia Rio.

RECOMENDACIONES

- Para escoger una ubicación accesible pero protegida, se instala el dispositivo de monitoreo siguiendo las instrucciones del fabricante, asegurándose de no dañar componentes del vehículo, junto con una revisión exhaustivamente las conexiones del dispositivo a la toma OBD2 y la integridad de los cables. Este proceso es fundamental para prevenir posibles daños significativos al sistema, ya que la elección inadecuada de la ubicación o una manipulación incorrecta podrían tener consecuencias negativas durante su funcionamiento.
- Realice una revisión inicial antes de conducir, que respalda el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo, mientras que la supervisión periódica durante la conducción permite aprovechar las capacidades de diagnóstico en tiempo real, detectando problemas mientras se está en marcha. La combinación de ambas supervisiones brinda un uso óptimo del dispositivo.

- Dados los beneficios evidenciados, se recomienda evaluar la viabilidad de adaptar el sistema desarrollado a otros modelos de vehículos. Se sugiere iniciar con modelos que compartan características similares en cuanto a gestión electrónica y protocolos de comunicación. Esto permitiría extender las ventajas de este innovador sistema de monitoreo y diagnóstico a una gama más amplia de automóviles.

BIBLIOGRAFÍA

Sánchez Fernández, E., & Equipo Macmillan Profesional. (2008). *Sistemas Auxiliares del Motor GM 2008*. (Spanish Edition) (1ª ed.). Macmillan.

Aranda, D. (2013). *Electrónica del automóvil*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Fox Andina.

- Anchapaxi, A. (2016). *Recolección de datos del sistema OBD II de un automóvil usando un dispositivo Android* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional].
- Arévalo, F. y Ortega, A. (2016). *Desarrollo de una interfaz para la visualización y adquisición de datos provenientes de la ECU a través de OBD-II mediante un dispositivo de comunicación serial y del analizador de gases Qrotech 6000* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
- Arduino IDE 2.2.1. (2023). *Plataforma de programación para Arduino*.
<https://www.arduino.cc/en/software/download-thank-you/>
- Barcenas, A. (2021). *Estudio del consumo, torque y potencia del motor Suzuki G1313 1300cc adaptado con un sistema de estrangulación independiente ITBS* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional del Ecuador].
- Bosh. (2010). *Sistemas de inyección electrónica Bosh*. Bosh.com.
- CAN in Automation. (2015). *CAN módulo Automation*. www.can-cia.org.
- David, R. (s.f.). *Desarrollo de aplicaciones para Android I*. Ministerio de Cultura y Deporte.
- ElectroniLab. (s.f.). *Modulo Bluetooth HC-05*. <https://electronilab.co/tienda/modulo-bluetooth-hc-05-serial-rs232/>
- Eriksson, L. y Nielsen L. (2014). *Modeling and control of engines an drivelines*. Automotive Series. Thomas Kurfess (Ed.).
- Franklin, D. y Fredy, R. (2023). *Implementación de un panel de diagnóstico con visualización digital de los parámetros de funcionamiento del motor Mazda E5 a gasolina* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25680/1/UPS-CT010747.pdf>

Hernando Barragán. (1 de enero de 2016). *Historia no contada del Arduino*.
arduinohistory.github.io.

How to electronics. (2023). *Interfaz del módulo CAN MCP2515 y Arduino*.
<https://how2electronics.com/interfacing-mcp2515-can-bus-module-with-arduino/>

Kia.com. (s.f.). <https://www.kia.com/pe/util/news/que-es-computadora-automotriz-funciones.html>

Mac trónica. (2014). *CAN MCP2515*. <https://www.mactronica.com.co/modulo-can-bus-mcp2515>

Malvino, D. y Bates, D. (2007). *Principios de la electrónica* (7ma ed.). McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Microchip Technology Inc. (2003-2021). *Controlador CAN independiente con interfaz SPI, conceptos y diagramas CAN e interfaz SPI* [Hoja de datos].
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/MCP2515-Family-Data-Sheet-DS20001801K.pdf>

MIT App Inventor. (2023). *Crear aplicaciones móviles*.
https://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#5386039713464320

Pequeños proyectos. (2022). *Aplicación CAN OBD2 para PC*.
<https://www.moty22.co.uk/obd.php>.

Reglamento a la Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. (2012). *Límites de velocidad en autopista y vías urbanas* [Ley]. Artículo 19.

Silva, H., Pasuy, A. y Recalde, A. (2018). *Estudio comparativo del voltaje del bobinado secundario en función de la chispa* [Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz].

Talos Electronics. (2021). *Módulo CAN, Arduino, especificaciones técnicas*.
<https://www.taloselectronics.com/blogs/tutoriales/modulo-can-mcp2515>

- Villegas, D. y Danger, J. (2013). *Analizador de protocolo SPI* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
- Autoavance. (13 febrero 2020). *Sensor de velocidad*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/139-fallas-en-sensor-de-velocidad-sensores-de-velocidad-efecto-hall/>
- FAE. *Sensor ECT*. Catalogo online. <https://www.fae.es/productos/sensores-de-temperatura>.
- Automotriz Escáner. *Escáner Automotriz Launch Creader 3001*. <https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-launch-creader-3001>.
- Vidal-Silva. (18 febrero 2019). *Electrónica para Todos con el Uso de Arduino*. <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v30n6/0718-0764-infotec-30-06-00377.pdf>
- Pinterest. (enero, 2010). *Conexión OBD2 y el MCP2515*. <https://www.pinterest.com.mx/pin/812196114074340355/>
- El Comercio. (enero 2019). *El 32% del parque automotor del ecuador tiene más de 12 años*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/impuesto-verde-vehiculos-matriculacion-protestas.html>

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de la prueba en autopista

Tiempo	TPS (%) (Arduino)	RPM Arduino	MAP(Kpa) Arduino (Kpa)	Arduino ECT©	Velocidad (Km/h) Arduino
1	0	709	31,2269	84,5	0
2	0,892	709	31,5908	84,5	0
3	10,696	669	41,731	85,25	0
4	18,539	1389	75,3642	85,25	3
5	10,304	1789	44,988	85,25	5
6	13,833	1629	72,4072	85,25	5
7	14,618	1509	73,0869	85,25	7
8	14,618	1349	74,9931	85,25	8
9	28,598	1749	75,8838	85,25	10
10	30,304	2069	75,9619	85,25	13
11	30,304	2429	75,626	85,25	15
12	0,5	2669	47,9811	85,25	18
13	0,5	2709	49,9659	85,25	19
14	19,716	2629	52,8171	85,25	20
15	27,951	1909	75,9502	85,25	22
16	28,735	1869	76,0127	85,25	23
17	29,912	1989	76,0361	85,25	25
18	29,912	2109	75,9228	85,25	27
19	29,912	2229	75,8721	85,25	28
20	29,912	2389	75,6064	85,25	30
21	29,912	2509	75,4267	85,25	32
22	29,912	2629	75,2627	85,25	33
23	29,912	2789	75,0595	85,25	35
24	29,912	2909	74,7939	85,25	37
25	29,912	3029	74,6728	85,25	38
26	29,912	3149	74,4541	85,25	39
27	29,912	3269	74,247	85,25	42
28	25,598	3389	72,9658	85,25	43
29	0,5	3389	42,0122	85,25	43
30	0,5	3349	41,2463	85,25	44
31	21,284	2829	67,4501	85,25	44
32	29,127	2349	75,4853	85,25	45
33	29,52	2349	75,333	85,25	45
34	29,52	2429	75,9736	84,5	47
35	33,833	2469	75,9506	84,5	48
36	34,226	2509	75,95	84,5	48
37	33,833	2549	75,9033	84,5	49
38	33,833	2589	75,8525	84,5	49
39	33,833	2629	75,3252	84,5	50

40	33,833	2669	75,751	84,5	52
41	33,833	2709	75,7002	84,5	52
42	33,833	2749	75,7119	84,5	53
43	33,833	2789	75,6885	84,5	54
44	33,833	2829	75,6377	84,5	54
45	33,833	2869	75,5361	84,5	55
46	33,833	2909	75,5517	84,5	55
47	33,833	2909	75,4541	84,5	57
48	33,833	2949	75,415	84,5	57
49	33,833	2989	75,3877	84,5	58
50	33,833	3029	75,333	84,5	58
51	33,833	3069	75,2939	84,5	59
52	33,833	3109	75,2392	84,5	60
53	33,833	3149	75,2549	84,5	60
54	33,833	3189	75,1338	84,5	62
55	33,833	3189	75,1416	84,5	62
56	33,833	3229	75,1259	84,5	63
57	33,833	3289	75,1005	84,5	64
58	33,833	3309	75,0322	84,5	64
59	33,833	3349	74,9384	84,5	64
60	33,833	3389	74,7783	84,5	65
61	2,461	3389	48,8522	84,5	65
62	0,5	3389	48,8073	84,5	65
63	16,971	3149	61,6141	84,5	67
64	24,422	2549	73,8134	84,5	67
65	29,912	2629	75,0791	84,5	67
66	33,049	2629	75,6103	84,5	68
67	41,284	2669	76,3096	84,5	68
68	41,284	2669	76,3291	84,5	69
69	41,284	2709	76,2588	84,5	69
70	41,284	2749	76,208	84,5	70
71	39,746	2789	76,1064	84,5	72
72	38,931	2829	75,9971	84,5	72
73	34,618	2829	75,6885	84,5	73
74	31,48	2869	75,2002	84,5	74
75	29,912	2909	74,8486	84,5	74
76	29,52	2949	74,6611	84,5	75
77	27,951	2989	74,29	84,5	77
78	25,598	3029	73,5205	84,5	77
79	82,461	3069	72,4736	84,5	78
80	19,716	3069	70,415	85,25	79
81	19,324	3109	69,8173	85,25	79

82	18,931	3149	69,3642	85,25	80
83	17,755	3149	68,2782	85,25	80
84	17,363	3189	67,4384	85,25	82
85	16,971	3229	66,6102	85,25	82
86	16,186	3229	65,7196	85,25	83
87	14,225	3269	61,1219	85,25	83
88	13,83	3309	58,6179	85,25	84
89	13,049	3309	56,364	85,25	84
90	11,48	3309	51,9342	85,25	85
91	10,696	3309	49,86	85,25	85
92	8,735	3349	41,7388	85,25	85
93	8,343	3349	40,5864	85,25	85
94	8,343	3349	40,0513	85,25	85
95	8,343	3349	39,7075	85,25	85
96	8,343	3349	39,7505	85,25	85
97	8,343	3349	39,5083	85,25	85
98	9,127	3349	40,8677	85,25	85
99	11,873	3349	50,6256	85,25	87
100	11,873	3349	50,6256	85,25	87
101	16,186	3389	61,4883	85,25	87
102	18,147	3389	66,0985	85,25	87
103	19,716	3429	68,4032	85,25	88
104	0,892	3429	39,1372	85,25	88
105	0,5	3389	39,1372	85,25	88
106	0,5	3149	40,0416	85,25	88
107	0,5	2709	34,0588	85,25	88
108	14,618	2669	53,692	86	88
109	15,01	2829	64,1414	86	88
110	15,01	2789	63,9656	86	88
111	9,127	2789	49,9264	85,25	89
112	10,696	2829	48,692	85,25	89
113	11,873	2829	54,8769	85,25	89
114	11,48	2829	53,9304	85,25	89
115	10,304	2829	51,2077	85,25	90
116	10,304	2869	49,2116	85,25	90
117	9,912	2869	47,9264	85,25	90
118	9,52	2869	46,4146	85,25	90
119	9,127	2869	45,3756	85,25	92
120	9,127	2869	44,9576	85,25	92
121	9,127	2869	44,8248	85,25	92
122	13,049	2909	52,0241	85,25	92
123	15,402	2909	63,5125	85,25	92

124	16,578	2909	66,6883	85,25	92
125	16,971	2909	67,1571	85,25	93
126	19,324	2949	70,0907	85,25	93
127	18,147	2949	69,2509	85,25	93
128	17,363	2989	68,2704	85,25	94
129	16,186	2989	66,1571	85,25	94
130	14,225	2989	62,243	85,25	94
131	13,833	2989	60,3328	85,25	94
132	13,833	2989	60,1375	85,25	94
133	13,833	2989	59,8445	85,25	95
134	13,441	2989	59,0828	85,25	94
135	15,402	3029	62,9656	85,25	95
136	15,794	3029	64,6727	85,25	95
137	15,01	3029	62,575	85,25	95
138	14,618	3029	61,7586	86	95
139	14,225	3029	61,2664	86	95
140	12,657	3029	58,4734	86	95
141	13,049	2989	56,2507	86	95
142	20,5	2989	70,7548	86	95
143	16,186	3029	68,7821	86	95
144	14,618	3029	65,9461	86	95
145	14,215	3029	62,6805	86	95
146	16,971	3029	60,2859	86	95
147	16,6	3029	66,4149	86	95
148	16,578	3029	63,5977	86	95
149	15,402	3029	64,0555	86	95
150	17,755	3029	67,9462	86	95
151	17,363	3029	67,9462	86	97
152	15,402	3029	64,1922	86	97
153	15,01	3029	63,1375	86	97
154	15,01	3029	62,5438	86	95
155	15,01	3029	32,1805	86	95
156	14,618	3029	62,1375	86	95
157	14,618	3029	61,8602	86	97
158	14,225	3029	61,2976	86	97
159	14,225	3029	60,8523	86	97
160	14,225	3029	60,3445	86	97
161	14,225	3069	60,4344	86	97
162	13,833	3029	60,11297	86	97
163	13,833	3069	59,614	86	97
164	13,833	3069	59,7429	86	97
165	13,833	3069	59,2781	86	97

166	13,441	3069	58,1984	86	97
167	13,049	3069	57,0163	86,75	97
168	12,265	3069	55,6648	86,75	97
169	10,696	3109	51,3796	86,75	97
170	9,912	3069	46,7311	86,75	98
171	9,52	3069	45,3834	86,75	98
172	7,951	3069	40,7466	86,75	98
173	7,951	3069	38,9692	86,75	98
174	7,559	3069	37,8052	86,75	98
175	7	3069	35,5434	86,75	98
176	6,382	3069	33,1293	86,75	98
177	5,99	3069	32,2152	86,75	97
178	5,206	3069	30,0824	86,75	97
179	4,814	3069	38,5433	86,75	98
180	4,814	3109	36,7933	86,75	98
181	4,814	3069	36,2832	86,75	98
182	4,422	3069	36,2832	86,75	98
183	4,422	3069	36,2832	86,75	98
184	4,029	3069	35,9378	86,75	98
185	0,5	3109	38,4026	86,75	98
186	0,5	3069	38,3908	86,75	98
187	0,5	3069	38,5198	86,75	98
188	0,5	3069	38,4143	86,75	97
189	0,5	3029	38,3978	86,75	97
190	5,598	3029	32,5276	86,75	97
191	10,304	3069	45,8873	86,75	97
192	13,44	3069	54,7194	86,75	98
193	13,44	3069	57,6921	86,75	98
194	13,44	3109	57,4617	86,75	98
195	13,049	3109	56,4499	86,75	98
196	10,696	3149	49,8678	86,75	99
197	8,735	3149	43,5201	86,75	99
198	7,951	3149	38,8442	86,75	99
199	7,951	3149	38,0044	86,75	99
200	13,049	3149	53,739	86,75	100
201	13,049	3189	55,0124	86,75	100
202	9,912	3189	46,5396	86,75	100
203	9,52	3189	35,5709	86,75	100
204	9,52	3189	43,5045	86,75	100
205	9,52	3189	43,0591	86,75	100
206	9,127	3189	42,1997	86,75	100
207	9,127	3189	42,0005	86,75	100

208	9,127	3189	41,6333	86	100
209	8,735	3189	41,2544	86	102
210	8,735	3189	40,725	86	100
211	8,735	3189	39,925	86	100
212	8,343	3189	39,5005	86	100
213	8,343	3189	38,9927	86	100
214	8,343	3189	39,1919	86	100
215	8,343	3149	38,7583	86	100
216	8,343	3149	38,6997	86	100
217	8,343	3149	38,7895	86	100
218	11,088	3149	48,4928	86	100
219	11,48	3149	50,1139	86	99
220	11,088	3149	49,8522	86	100
221	11,088	3149	49,2584	86	100
222	10,696	3149	48,7037	86	100
223	10,696	3149	48,3834	86	100
224	10,696	3149	48,3404	86	100
225	7,951	3149	43,2076	86	100
226	0,5	3109	56,2824	86	100
227	0,892	3109	56,2824	86	99
228	6,382	3109	56,2824	86	99
229	9,912	3069	43,2935	86	99
230	9,912	3069	45,8443	86	98
231	11,873	3069	48,5358	86	98
232	17,363	3069	66,3329	86	98
233	16,971	3069	66,161	86	97
234	16,186	3069	64,6453	86	97
235	14,618	3069	61,243	86	97
236	14,618	3069	60,5008	86	97
237	16,971	3069	66,3172	86	97
238	17,363	3069	66,7938	86	97
239	17,363	3069	66,9227	86	97
240	17,363	3029	66,704	86	97
241	46,971	3029	66,3329	86	97
242	16,578	3029	66,3329	86	97
243	16,186	3029	65,0594	86	97
244	15,402	2989	63,9071	86	95
245	14,618	2989	61,782	86	85
246	13,049	2989	59,0086	86	85
247	11,48	2679	52,8639	86	94
248	11,088	3949	50,7624	86	94
249	11,088	2909	50,61	86	94

250	11,088	2909	45,9733	86	93
251	12,657	2909	56,2546	86	93
252	14,618	2869	59,6148	86	92
253	22,461	2869	73,0003	86	92
254	24,029	2809	73,0556	86	92
255	12,265	2869	62,3484	86	92
256	0,5	2869	62,3484	86	90
257	0,5	2669	62,3484	86	90
258	8,343	2709	34,6098	86	89
259	9,912	3469	41,8755	86	88
260	11,82	3349	49,1686	86	87
261	15,012	3349	59,5515	86	87
262	14,618	3349	59,0789	86	87

Anexo 2

Resultados de conducción en vías urbanas

Tiempo	TPS (%) Arduino	RPM Arduino	MAP(Kpa) Arduino	ECT ©Arduino	Velocidad Km/h Arduino
1	0	709	308,832	92,25	0
2	0	720	312,66	92,25	0
3	0	1160	483,6	92,25	0
4	0	1120	254,261	92,25	0
5	2,353	1480	251,409	92,25	0
6	0	1320	193,831	92,25	0
7	0	960	225,198	92,25	0
8	0	760	268,988	93	0
9	0	720	294,105	93	0
10	5,49	1640	320,238	93	0
11	3,137	1600	318,793	93	0
12	3,922	1120	420,787	93	2
13	4,314	1240	474,186	93	6
14	5,49	1680	441,881	93	10
15	0	1880	243,011	93	12
16	1,961	1120	279,535	93	13
17	2,353	1160	331,801	93	13
18	5,098	1240	387,622	93	15
19	8,627	1400	603,055	93	16
20	9,804	1720	600,633	93,75	20
21	0	1880	245,042	93,75	22

22	5,098	1280	413,794	93,75	23
23	5,098	1320	468,287	93,75	23
24	5,88	1400	489,928	93,75	25
25	5,882	1440	485,084	93,75	26
26	5,49	1480	453,404	93,75	27
27	5,49	1560	449,381	93,75	28
28	5,49	1640	439,649	93,75	30
29	5,882	1640	445,826	93,75	30
30	5,882	1640	441,803	93,75	31
31	5,882	1640	440,123	93,75	31
32	2745	1640	270,785	93,75	31
33	2,353	1600	253,949	93	30
34	1,569	1520	228,792	92,52	28
35	0	1440	171,955	92,52	27
36	0	1200	183,245	92,25	23
37	0	960	215,393	91,5	20
38	0	720	267,894	91,5	17
39	0	800	283,519	91,5	15
40	1,176	840	268,48	91,5	12
41	2,745	880	417,857	90,75	11
42	4,706	960	550,671	90,75	11
43	4,003	1000	506,231	90,75	13
44	3,529	1160	491,92	90,75	13
45	2,745	1160	352,611	90,75	13
46	0	920	232,933	90,75	12
47	0	720	285,121	90,75	10
48	5,882	640	458,17	90,75	7
49	3,137	1120	440,943	90,75	5
50	3,137	1000	474,264	90,75	6
51	3,529	1160	141,38	90,75	7
52	4,706	1240	464,733	90,75	7
53	5,49	1560	475,28	90,75	10
54	7,059	1920	493,756	90,75	12
55	0	1800	170,666	90	13
56	0	920	253,714	90	12
57	0	800	529,066	90	10
58	0	720	298,363	90	5
59	0	720	301,019	90	2
60	0	720	301,996	90	1
61	0	680	305,707	90	0
62	0	680	311,566	90	0
63	0	720	314,887	90,75	0

64	0	680	312,777	90,75	0
65	0	680	311,566	91,5	0
66	0	680	313,559	91,5	0
67	0	680	315,16	91,5	0
68	0	680	314,106	91,5	0
69	0	720	313,129	91,5	0
70	0	680	312,856	91,5	0
71	0	720	313,676	91,5	0
72	0	720	312,699	91,5	0
73	0	720	314,379	91,5	0
74	0	680	2312,576	91,5	0
75	0	720	312,895	91,5	0
76	0	680	315,238	92,25	0
77	0	720	314,848	92,25	0
78	0	720	312,387	92,25	0
79	0	680	314,184	92,25	0
80	0	680	316,098	92,25	0
81	0	680	312,309	92,25	0
82	0	680	311,02	92,25	0
83	0	680	313,949	93	0
84	0	720	317,152	93	0
85	0	680	315,277	93	0
86	0	720	310,551	93	0
87	1,961	640	606,258	93	0
88	0	880	258,831	93	0
89	0	720	291,019	93	0
90	0	720	308,559	93	0
91	0	680	308,471	93	0
92	0	680	312,465	93,75	0
93	0	680	313,637	93,75	0
94	0	680	313,754	93,75	0
95	0	720	317,348	93,75	0
96	0	680	312,035	93,75	0
97	10,98	680	704,111	93,75	0
98	7,451	1320	388,833	93,75	0
99	9,02	1200	676,727	93,75	2
100	0	1760	213,323	93,75	10
101	0	960	253,353	93,75	10
102	0	800	392,349	94,5	10
103	1,961	840	597,195	94,5	10
104	0	800	290,941	94,5	10
105	1,569	800	370,864	94,5	10

106	4,314	880	540,944	94,5	10
107	3,922	1080	508,6	94,5	12
108	5,098	1280	457,896	94,5	15
109	6,275	1440	511,53	94,5	16
110	7,843	1840	514,733	94,5	21
111	0	1960	314,418	94,5	23
112	3,137	1400	316,41	95,25	26
113	0	1480	273,754	95,25	27
114	1,961	1520	248,948	95,25	28
115	1,961	1600	229,925	95,25	30
116	1,961	1640	224,573	95,25	30
117	2,353	1680	220,962	95,25	31
118	2,353	1680	230,862	95,25	31
119	2,353	1720	244,22	94,5	32
120	3,529	1760	310,785	94,5	32
121	1,961	1800	236,448	94,5	33
122	2,353	1800	234,329	93,75	33
123	2,353	1800	233,48	93,75	33
124	2,353	1800	233,167	93,75	33
125	2,353	1800	237,347	93	33
126	5,49	1800	360,63	93	33
127	4,314	1840	362,583	92,25	33
128	2,353	1800	225,433	92,25	33
129	2,745	1760	253,611	92,25	33
130	2,745	1720	248,714	91,5	32
131	2,745	1680	243,909	91,5	32
132	2,353	1640	236,253	90,75	30
133	5,667	1650	402,544	90,75	30
134	7,509	1560	500,514	90,75	30
135	8,627	1680	555,554	90	31
136	6,275	1720	460,084	90	32
137	7,059	1960	470,787	90	32
138	4,314	1900	363,898	89,25	33
139	0	1760	170,002	89,25	32
140	3,235	1720	515,28	89,25	32
141	21,569	1750	720,009	89,25	32
142	20,392	1960	715,361	89,25	35
143	3,137	2040	431,415	89,25	37
144	0	1960	160,275	89,25	37
145	7,451	1920	470,553	89,25	36
146	10,196	1960	585,007	88,5	36
147	7,843	200	496,569	88,5	37

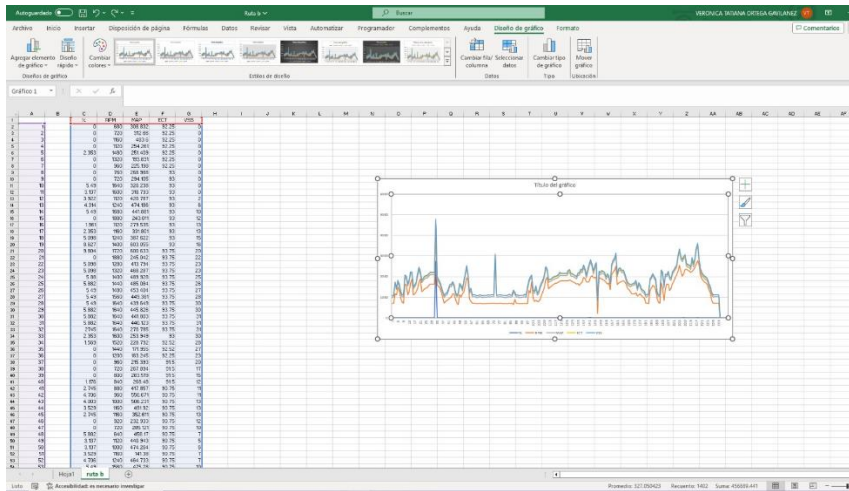
148	0	1960	165,354	88,5	37
149	0	1920	164,025	88,5	37
150	3,922	1880	285,557	88,5	35
151	2,745	1840	293,754	88,5	35
152	4,314	1800	290,59	87,75	33
153	0	1720	154,416	87,75	32
154	6,667	1640	379,888	87,75	31
155	0	1680	247,816	87,75	31
156	0	1360	172,463	87,5	31
157	5,882	2080	395,239	87,5	27
158	8,627	2200	480,475	87,5	27
159	8,627	2280	481,647	87	27
160	10,196	2480	535,124	87	30
161	7,451	1600	382,388	87	31
162	9,412	1680	586,509	87	31
163	9,804	1720	580,046	87	31
164	7,059	1760	408,328	87	32
165	4,706	1800	391,489	87	33
166	2,745	1760	281,722	87	33
167	0	1640	161,799	87	31
168	0	1440	171,096	86,25	28
169	0	1360	188,791	86,25	26
170	1,176	1280	228,362	86,25	23
171	3,529	1160	375,785	86,25	22
172	3,922	1160	395,53	86,25	22
173	3,922	1160	434,849	86,25	22
174	5,882	1200	503,131	86,25	22
175	0	1060	256,886	86,25	22
176	5,49	1120	484,225	86,25	21
177	0	1160	319,084	86,25	21
178	0	1080	212,307	86,25	21
179	0	1000	227,229	86,25	21
180	0	960	221,565	86,25	21
181	0	720	293,949	86,25	15
182	0	720	300,277	86,25	12
183	3,922	680	415,201	86,25	10
184	4,314	1320	477,858	86,25	8
185	5,098	1440	469,498	86,25	10
186	5,49	1560	478,014	86,25	10
187	1,961	1520	384,341	86,25	11
188	0	1400	399,771	86,25	10
189	0	960	229,769	86,25	5

190	0	760	275,824	86,25	1
191	0	720	297,465	85,5	0
192	3,137	1680	559,89	85,5	0
193	16,471	1440	661,298	85,5	0
194	7,059	840	604,266	85,5	3
195	7,451	1400	608,797	85,5	7
196	5,567	1640	359,392	85,5	7
197	6,667	1640	508,639	85,5	12
198	5,882	1320	543,796	86,25	15
199	4,314	1440	369,419	86,25	17
200	5,882	1650	458,365	86,25	18
201	6,667	1760	454,459	86,25	21
202	4,706	1960	375,216	86,25	22
203	4,706	2080	338,247	87	25
204	15,294	2240	664,344	87	27
205	17,255	2520	675,165	87	30
206	9,412	2240	597,509	87	33
207	17,647	2000	704,462	87	36
208	21,961	2120	712,353	87	38
209	12,157	2320	607,859	87	42
210	0	2360	150,236	87	45
211	0	2300	155,032	87	44
212	0	2280	161,916	87	43
213	0,392	2200	150,705	87	42
214	11,765	2240	550,475	87	42
215	0	2320	164,59	87	45
216	6,667	2440	315,629	86,25	45
217	15,686	2600	651,571	86,25	47
218	19,508	2760	690,399	86,25	51
219	0	2540	162,893	86,25	52
220	0	2080	167,58	85,5	52
221	0	1880	177,112	85,5	45
222	0	1800	170,393	85,5	46
223	0	1720	166,877	84,75	43
224	0	1680	162,736	84,75	42
225	0	1600	163,713	84,75	40
226	0	1360	183,44	84,75	36
227	0	1200	196,604	84,75	32
228	0	840	282,894	84	25
229	0	720	294,027	84	18
230	0	720	302,113	84	13
231	0	720	304,887	84	7

232	0	720	304,535	84	1
233	0	720	305,59	84	0

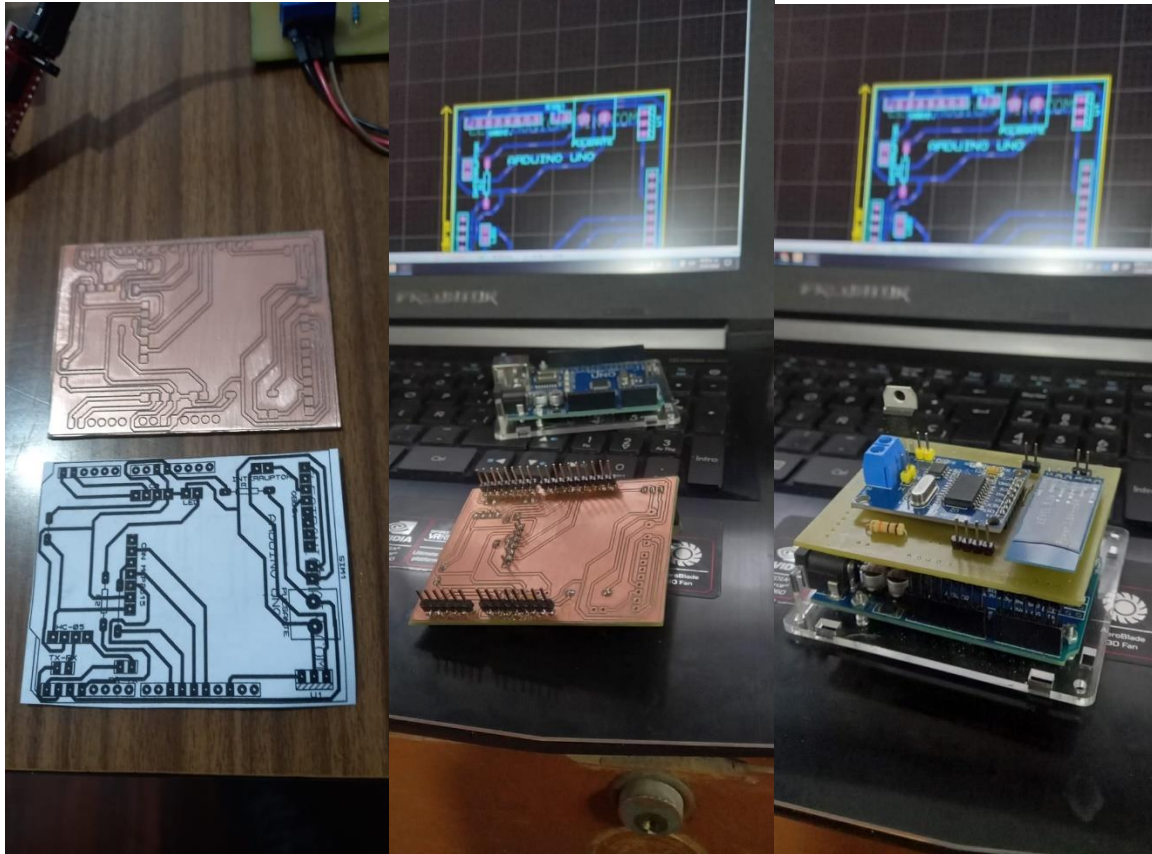
Anexo 3

Tabulación de pruebas campo 'Exel'



Anexo 4

Armado del conjunto de monitoreo



Anexo 5

Pruebas de campo con el sistema funcional



Anexo 6

Comprobación de la exactitud de resultados entre Scanner Automotriz y pantalla del vehículo



Anexo 7

Codificación del Sistema

```
#include <mcp_can.h>
#include <SPI.h>
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
#define standard 1 // estándar es de 11 bits
#define txID 0x7DF // 0x7E9
```

```
LiquidCrystal lcd(5, 6, A2, A3, A4, A5);
```

```
unsigned long rxId;
byte len;
byte rxBuf[8];
```

```
unsigned char txData[8] = {0x02, 0x01, 0x0C, 0x55, 0x55, 0x55, 0x55, 0x55}; // PID
para solicitar 010C
```

```
MCP_CAN CAN0(10); // Configurar el pin CS del MCP2515 en el pin 10
```

```

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial)
    ;
  lcd.begin(16, 2); // Configurar el número de columnas y filas del LCD
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("TACHOMETER");

  if (CAN0.begin(MCP_STDEXT, CAN_500KBPS, MCP_8MHZ) == CAN_OK)
    Serial.println("Inicializado exitosamente!");
  else
    Serial.println("**Error al inicializar**");

  CAN0.setMode(MCP_NORMAL); // Establecer el modo de operación en normal para que
  el MCP2515 envíe acks a los datos recibidos.
}

void loop()
{
  byte back = 0;
  unsigned int rpm = 0;
  unsigned int speed = 0;
  unsigned int energy = 0;
  unsigned int refrigerante = 0;
  unsigned int mariposa = 0;

  unsigned int map = 0;

  delay(500);
  CAN0.sendMsgBuf(txID, 8, txData); // Solicitar datos del ECU

  for (byte i = 0; i < 20; ++i)
  {
    CAN0.readMsgBuf(&rxId, &len, rxBuf); // Obtener datos CAN - 03 41 0C 3D 0F
    if (true)
    {
      /*
      Serial.print("Mensaje recibido desde ID: 0x");
      Serial.print(rxId, HEX);
      Serial.print("\tLongitud: ");
      Serial.print(len);
      Serial.print("\tDatos: ");

```

```

    for (byte j = 0; j < len; j++)
    {
        Serial.print(rxBuf[j], HEX);
        Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
*/
    back = 1;
}

if (back)
{

    rpm = (rxBuf[3] * 256 + rxBuf[4]) / 4; // Calcular las RPM (RPM)
    Serial.print("RPM: ");
    Serial.print(rpm);
    Serial.print(" ");

    energy=(rxBuf[3]*100/255); // Calcular energia (BATERIA)
    Serial.print("ENERGIA: ");
    Serial.print(energy);
    Serial.print("%");
    Serial.print(" ");

    mariposa=((rxBuf[3]/255)*100); // Calcular mariposa (TPS)
    Serial.print("MARIPOSA: ");
    Serial.print(mariposa);
    Serial.print("%");
    Serial.print(" ");

    refrigerante=(rxBuf[3]-40); // Calcular REFRIGERANTE (ECT)
    Serial.print("Refrigerante: ");
    Serial.print(refrigerante);
    Serial.print("DEG C");
    Serial.print(" ");

    map=(rxBuf[3]); // Calcular presion Integral (MAP)
    Serial.print("Map: ");
    Serial.print(map);
    Serial.print("kPa");
    Serial.print(" ");

    speed=(rxBuf[3]); // Calcular VELOCIDAD (VELOCIDAD)

```

```

Serial.print("VELOCIDAD: ");
Serial.print(speed);
Serial.print("KM/H");
Serial.print(" ");

    break;
}
}
}

```

Anexo 8

Presupuesto para la elaboración del Proyecto

Nº	DENOMINACIÓN	CANT.	COSTO. UNIT. (USD)	COSTO (USD)
1	Arduino uno	1	\$20.00	\$ 20.00
2	LCD16x2	1	\$10.00	\$ 10.00
3	Cables, Conectores.	1	\$75.00	\$ 75.00
4	Modulo CAN Mcp2515	1	\$5.00	\$ 5.00
5	Módulo HC-05	1	\$10:00	\$10:00
6	Combustible (galones)	6	\$2.40	\$ 14.00
7	Impresión PCB	1	\$150.00	\$ 150.00
8	Impresión CNC	1	\$ 120.00	\$ 120.00
11	Transporte.	1	\$60.00	\$ 60.00
14	Otros.	1	\$450.00	\$450.00
TOTAL				\$ 914.00