



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**SISTEMA DE MONITOREO VEHICULAR PARA
RESERVAS DE CITAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO
AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

BAYAS SÁNCHEZ WILLIAM OSWALDO

TUTOR:

ING. RENÉ ERNESTO CORTIJO LEYVA, Mg.

QUITO, ECUADOR

2020

DECLARACIÓN

Yo, BAYAS SÁNCHEZ WILLIAM OSWALDO con C.I. N° 1804595492; declaro que le presente proyecto de tesis de grado, denominado “SISTEMA DE MONITOREO VEHICULAR PARA RESERVAS DE CITAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ”. es de mi autoría el cual se lo ha realizado de manera íntegra y respetando los derechos intelectuales de las personas y a la vez adjuntando conceptos mediante citas en las cuales denuncian la autoría cuales datos se detallan de manera más completa en la bibliografía. Debido a lo expuesto en esta declaración, me responsabilizo del contenido, la autenticidad y el alcance del proyecto por lo tanto cedo los derechos a la Universidad Tecnológica Israel para que de uso del mismo como materia de consulta o lectura.

Quito, 3 de agosto de 2020

AUTOR

.....

Bayas Sánchez William Oswaldo

C.C. 1804595492

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “SISTEMA DE MONITOREO VEHICULAR PARA RESERVAS DE CITAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.” presentado por el señor Bayas Sánchez William Oswaldo. Estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, 3 de agosto de 2020

TUTOR

.....
Ing. Rene Ernesto Cortijo Leyva, Mg.

C.C. 1719010108

AGRADECIMIENTO

A mi tutor el Mg. René Cortijo ya que con su respaldo y guía pude salir adelante en mi trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A mi familia, ya que con su soporte y consagración crearon en mí, valores y responsabilidad.

A mis amigos, que nunca dejaron de esperar lo mejor de mí y han sido parte de mi formación académica.

A la Universidad Tecnológica Israel por forjar en mí al profesional que ahora soy.

Bayas Sánchez William
Oswaldo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

DECLARACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.	xi
ÍNDICE DE TABLAS.	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes de la situación objetivo de estudio.	2
Presentación y justificación del problema.	3
Objetivo general.	4
Objetivos específicos.	4
Alcance.	4
Descripción de capítulos.	5
CAPÍTULO I.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.1 Mantenimiento vehicular.....	6
1.1.1. Mantenimiento preventivo.....	6
1.1.2. Mantenimiento predictivo.....	6
1.1.3. Mantenimiento correctivo.....	7
1.1.4. Mantenimiento proactivo	7
1.2 Unidad de control electrónico	7

Figura 1.2.1 ejemplo de unidad de control eléctrico ECU HY-TTC 500.	7
1.3 On- Board Diagnostic OBD II.....	8
1.3.1 Definición	8
1.3.2 Protocolo	8
1.3.3 Tipos de códigos	9
1.4 Sensores.....	10
1.4.1 Definición	10
1.4.2 Tipos de sensores automotrices	10
1.4.2.1 Magnético.....	10
1.4.2.2 Efecto Hall.....	10
1.4.2.3 Conductividad eléctrica	11
1.4.2.4 Termoeléctricos.....	11
1.4.2.5 Fotoeléctricos	11
1.4.2.6 Piezoeléctricos	11
1.4.2.7 Ultrasonido	12
1.5 Tecnología Arduino	12
1.5.1 Definición	12
1.5.2 Protocolo de comunicación.....	12
1.5.2.1 Serial.....	12
1.5.3 Aplicaciones	13
1.6 Visualización de datos.....	14
1.6.2 Protocolo Rs232.....	14
1.7 Programación mediante visual studio	15
1.7.1 Lenguaje C#.....	15
1.7.2 Formulario Windows forms.....	15
1.7.3 Conexión a base de datos SQL.....	16
CAPÍTULO II	7

MARCO METODOLÓGICO	7
2.1 Tipo de investigación.....	7
2.2 Técnicas de recolección de datos	18
2.3 Fases del desarrollo	18
CAPÍTULO III	18
PROPUESTA.....	18
3.1 Mantenimiento vehicular.....	18
3.1.1 Desgaste del sistema vehicular	22
3.1.1.1 Filtro de aceite	22
3.1.1.2 Filtro de combustible	22
3.1.1.3 Filtro de aire	23
3.1.1.4 Bujías	24
3.1.1.5 Banda de distribución	24
3.1.1.6 Zapato de freno	25
3.1.1.7 Nivel de refrigerantes	25
3.1.1.8 Neumáticos	25
3.1.1.9 Pastillas.....	25
3.1.1.10 Embrague.....	26
3.1.2 Etapas y condiciones del mantenimiento preventivo.....	26
3.1.3 Estudio de viabilidad.....	28
3.1.3.1 Encuesta dirigida al consumidor	28
3.1.3.2 Encuesta dirigida al proveedor de servicios.....	32
3.2 Selección de componentes de ensamblado del dispositivo	35
3.2.1 ELM 327	35
3.2.1.1 Definición	35
3.2.1.2 Aplicaciones	36
3.2.1.3 Diagrama de conexión.....	37

Figura 3.2.2 Diagrama de conexión PDIP y SOIC.....	37
3.2.2 Dispositivo Arduino.....	37
3.2.3 Conversor de RS232 a TTL.....	39
3.2.4 Pantalla LCD 1602.....	40
3.2.5 Medidor de kilometraje.....	41
3.2.6 Fuente de alimentación.....	42
3.2.7 Módulo de conexión inalámbrica.....	43
3.3 Diseño del scanner automotriz.....	43
3.3.1 Diseño e impresión de la placa primaria.....	44
3.3.2 Ensamblado del scanner automotriz.....	45
3.3.3 Costos.....	46
3.3.3.1 Costos directos.....	46
3.3.3.2 Costos indirectos.....	47
3.4 Software para captura y gestión de datos automotrices.....	47
3.4.1 Protocolos de comunicación desde ARDUINO.....	48
3.4.1.1 Conexión y lectura del scanner ELM 327.....	48
3.4.1.2 Conexión con el sensor CKP.....	49
3.4.2 Almacenamiento y gestión de datos automotrices.....	49
3.4.3 Visualización y registro de la información.....	51
3.4.3.1 Software del consumidor.....	51
3.4.3.2 Software del proveedor de servicios.....	56
CAPÍTULO IV.....	73
IMPLEMENTACIÓN.....	73
4.1 Implementación.....	73
4.1.1 Instalación del dispositivo.....	73
4.1.2 Pruebas de funcionamiento.....	64
4.1.2.1 Adquisición de datos.....	64

4.1.2.2 Transmisión de la información	65
4.1.2.3 Gestión de datos automotrices	66
4.2 Elaboración de manuales de usuario.....	69
Conclusiones.....	70
Recomendaciones	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXO I	76
ANEXO II	81
ANEXO III	84
ANEXO IV	86
ANEXO V	88
ANEXO VI	88
ANEXO VII	92
ANEXO VIII	92
ANEXO IX	94
ANEXO X	90
ANEXO XI	106
ANEXO XII	109

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.2.1 Ejemplo de Unidad de Control Eléctrico ECU HY-TTC 500.	7
Figura 1.3.1 Configuración de pines en el conector de OBD II.	8
Figura 1.4.1 Efecto Hall.....	11
Figura 1.5.1 Placa Arduino UNO.	12
Figura 1.5.2 Comunicación serial Arduino - Ordenador.	13
Figura 1.5.3 Transmisión bit a bit Arduino.	13
Figura 1.6.1 Niveles eléctricos válidos para un circuito de interface de entrada salida RS232C/V24-V28.....	15
Figura 2.3.1 Arquitectura del scanner automotriz.	20
Figura 3.1.1 Filtro de aceite nuevo versus desgastado.	22
Figura 3.1.2 Filtro de combustible nuevo versus desgastado.	23
Figura 3.1.3 Filtro de aire nuevo versus desgastado.....	23
Figura 3.1.4 Bujías desgastadas versus nueva.	24
Figura 3.1.5 Correa de distribución nueva versus agrietada.....	24
Figura 3.1.6 Neumático liso versus nuevo.....	25
Figura 3.1.7 Pregunta I, Encuesta al consumidor.	29
Figura 3.1.8 Pregunta II, Encuesta al consumidor.	29
Figura 3.1.9 Pregunta III, Encuesta al consumidor.	30
Figura 3.1.10 Pregunta IV, Encuesta al consumidor.....	31
Figura 3.1.11 Pregunta V, Encuesta al consumidor.....	31
Figura 3.1.12 Pregunta I, Encuesta al proveedor de servicios.	32
Figura 3.1.13 Pregunta II, Encuesta al proveedor de servicios.....	33
Figura 3.1.14 Pregunta III, Encuesta al proveedor de servicios.	33
Figura 3.1.15 Pregunta III, Encuesta al proveedor de servicios.	34
Figura 3.1.16 Pregunta III, Encuesta al proveedor de servicios.	35

Figura 3.2.2 Diagrama de conexión PDIP y SOIC.....	37
Figura 3.2.3 Arduino Mega 2560.....	39
Figura 3.2.4 Arduino Mega 2560.....	39
Figura 3.2.5 Conversor RS232 a TTL.....	40
Figura 3.2.6 Esquema pantalla LCD JHD162A.....	40
Figura 3.2.7 Sensor CKP.....	41
Figura 3.2.8 Sensor CKP.....	42
Figura 3.2.9 Módulo SIM800L GSM/GPRS.....	43
Figura 3.3.1 Diseño de pistas del circuito impreso.....	44
Figura 3.3.2 Vista frontal y trasera de la simulación del circuito impreso.....	45
Figura 3.3.3 Diagrama de conexión del scanner automotriz.....	46
Figura 3.3.4 Circuito terminado.....	46
Figura 3.4.1 Sistema de transmisión, recepción y almacenamiento.....	48
Figura 3.4.2 Tablas y variables de “consumidorelm”.....	50
Figura 3.4.3 Distribución de contenidos Software Consumidor.....	51
Figura 3.4.4 Acceso al sistema software consumidor.....	52
Figura 3.4.5 Pantalla principal del Software consumidor.....	53
Figura 3.4.6 Registro por lectura y manual.....	53
Figura 3.4.7 Registro de mantenimientos.....	54
Figura 3.4.8 Solicitud de mantenimiento.....	54
Figura 3.4.9 Sistema de notificaciones de mantenimiento.....	55
Figura 3.4.10 Sistema de Búsquedas.....	55
Figura 3.4.11 Sistema de reportes.....	56
Figura 3.4.12 Acceso al Sistema Software proveedor de servicios.....	57
Figura 3.4.13 Pantalla principal del Software del proveedor.....	58
Figura 3.4.14 Registro de clientes.....	58
Figura 3.4.15 Registro de citas de mantenimiento.....	59

Figura 3.4.16 Sistema de búsquedas.	59
Figura 4.1.1 Diseño de la caja contenedora para el sistema.	62
Figura 4.1.2 Anclaje de la LCD a la caja del proyecto.	62
Figura 4.1.3 Instalación del sistema en el interior del vehículo.	63
Figura 4.1.4 Instalación del forro corrugado para cables de tipo automotriz.	63
Figura 4.1.5 Lectura ELM 327 mediante ScanMaster-ELM.	65
Figura 4.1.6 Recepción de datos automotrices en ThingSpeak.	66
Figura 4.1.7 Guardado exitoso de lecturas automotrices.	67
Figura 4.1.8 Editado exitoso de lecturas automotrices.	67
Figura 4.1.9 Eliminación exitosa de lecturas automotrices.	68
Figura 4.1.10 Búsqueda exitosa de lecturas automotrices.	68
Figura 4.1.11 Generación de reportes exitosa de lecturas automotrices.	69

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 3.2.1 Características generales Arduino UNO, Nano y MEGA2506.....	
Tabla 3.3.1 Costos directos empleados en el desarrollo del sistema.....	
Tabla 3.3.1 Costos indirectos empleados en el desarrollo del sistema.	

ÍNDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 3.2.1 Recorrido en kilómetros.	42
--	----

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

QUITO – ECUADOR

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

Autor: Bayas Sánchez William Oswaldo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, presenta el diseño y desarrollo de un scanner y software automotriz con la funcionalidad de obtener parámetros de diagnóstico en vehículos modernos, indistintamente de su modelo o su fabricante. Además de cumplir con los **parámetros técnicos y de seguridad para su manejo e implementación, el dispositivo brindó** resultados fiables facilitando la obtención del diagnóstico automotriz y posteriormente enviando estos datos en forma de alertas inteligentes a un sistema de reserva de citas para su respectivo mantenimiento preventivo y/o correctivo. El dispositivo fue desarrollado empleando la tecnología Arduino (Tarjeta con microcontrolador) orientada al sistema OBD II (Diagnostico a bordo) el mismo que es implementado para detectar fallos químicos, mecánicos y eléctricos en el vehículo, lo cual permitió obtener la información respectiva de los sensores del automotor de prueba, facilitando en gran manera el proceso de detección temprana de procedimientos preventivos y correctivos a los que debe ser sometido el automotor para su correcto funcionamiento y para la durabilidad de los componentes del mismo. Para esto, el dispositivo en desarrollo contó con diversas pruebas de funcionalidad, en busca de la correcta detección de los parámetros del vehículo, logrando resultados fiables en todas y en cada una de las pruebas realizadas. Con respecto al software desarrollado para el presente proyecto de investigación, se empleó la funcionalidad de Visual Studio como conjunto de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, Visual Basic, entre otras, permitiendo así la recolección, almacenamiento y gestión de datos automotrices.

Palabras clave: diagnóstico automotriz, microordenadores, microcontrolador, escáner, OBD.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

QUITO – ECUADOR

ENGINEERING IN DIGITAL ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

Author: Bayas Sánchez William Oswaldo.

ABSTRACT

This research work presents the design and development of a scanner and automotive software with the functionality of obtaining diagnostic parameters in modern vehicles, regardless of their model or manufacturer. In addition to complying with technical and safety parameters for handling and implementation, the device provided reliable results by facilitating the obtaining of automotive diagnostics and subsequently sending this data in the form of intelligent alerts to an appointment reservation system for its respective preventive and/or corrective maintenance. The device was developed using Arduino (Microcontroller Card) technology oriented to the OBD II (On-Board Diagnostic) system which is implemented to detect chemical failures, mechanical and electrical in the vehicle, which allowed to obtain the respective information of the sensors of the test engine, greatly facilitating the process of early detection of preventive and corrective procedures to which the motor must be subjected for proper operation and for the durability of the components of the same. For this, the device in development had various functionality tests, in search of the correct detection of the parameters of the vehicle, achieving reliable results in each and every test performed. With respect to the software developed for this research project, Visual Studio functionality was used as a set of development tools for the generation of web applications ASP.NET, XML Web Services, Visual Basic, among others, thus enabling the collection, storage and management of automotive data.

Keywords: automotive diagnosis, microcomputers, microcontroller, scanner, OBD.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los automotores cuentan con un sin número de herramientas en busca de diagnosticar de forma continua el rendimiento del vehículo, a estas se les denomina “Sistemas de diagnóstico a bordo”, las cuales compilan información con respecto al control de emisiones, posibles averías en los componentes que conforman el sistema, información del vehículo y otros factores que definen el rendimiento y del estado de los mecanismos del automotor. Dicha información es de carácter accesible para los usuarios que requieran dar uso de la misma.

Consecuentemente, la industria automotriz ha presentado un avance tecnológico sin precedente alguno, por lo tanto, el diagnóstico empírico realizado en sobre manera en talleres automotrices, en la actualidad es considerado obsoleto cuando se trata de vehículos electrónicos.

Es así que surge la necesidad del desarrollo de un prototipo de scanner automotriz capaz de transmitir dicha información almacenada en la computadora de los automotores que cumplan las normas internacionales SAE J1979 e ISO 15031-5, hacia un espacio de almacenamiento digital (base de datos) permitiendo así el manejo responsable de la información y dando un valor agregado semi automático a los sistemas de diagnóstico a bordo.

De este modo el presente trabajo pretende incursionar en el campo de la electrónica automotriz en el desarrollo y la investigación de un sistema electrónico, que permita la lectura y visualización de dichos datos en un software de base Visual Basic, lo cual presentará un gran aporte en cuanto al diagnóstico electrónico y gestión de mantenimiento como respaldo para la seguridad y durabilidad de los automotores.

Antecedentes de la situación objetivo de estudio.

Entre las principales características de la sociedad actual es notorio el incremento en la demanda vehicular en el Ecuador. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2019) el parque automotor tuvo un crecimiento de más de 1,4 millones de vehículos en una década, lo que implica a más de 2,4 millones de unidades en 2018, representando con esto un crecimiento exponencial continuo en la demanda de vehículos en el país. Por lo tanto, como resultado de esta situación, existe un aumento directamente proporcional en la oferta de servicios que cumplan con los requerimientos que se derivan del sector automotriz. Esto conlleva al análisis de ciertos negocios que se especializan en el servicio técnico automotriz, con la finalidad de determinar las posibles estrategias a implementar para mejorar su posicionamiento en el mercado. Para esto se han tomado como referencia los siguientes trabajos de investigación.

En el trabajo de investigación desarrollado en la Universidad Técnica de Ambato (UTA), denominado “SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALERTA Y MONITOREO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS DE LA CRUZ ROJA JUNTA PROVINCIAL DE NAPO”, realizado por Danny Medina, se diseñó e implementó un sistema electrónico que permite llevar un diagnóstico real de los componentes del vehículo y dar una alerta de funcionamiento inadecuado para su posterior mantenimiento preventivo y/o correctivo. Dicho trabajo, presenta como objetivo el implementar un sistema electrónico de alerta y monitoreo para mantenimientos vehiculares; realizando para esto, una evaluación de los requerimientos de mantenimiento vehicular, una selección de dispositivos y/o sensores a utilizar en la implementación, un análisis de protocolos de comunicación vehicular y la elaboración e implementación del sistema electrónico de alerta y monitoreo de los vehículos de la Cruz Roja Junta Provincial Napo (Morocho, 2017). De esta manera, las fases de desarrollo de dicho trabajo de investigación, serán consideradas como base para el presente proyecto.

En el trabajo de investigación desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), denominado “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMPRESA DE CONTROL Y MONITOREO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS, MEDIANTE TELEMETRÍA”, realizado por los Ingenieros Rene Ávila y Ángel Soto Guzmán Pereira, se desarrolló un estudio sobre la capacidad de acceso a las TIC de las mecánicas automotrices y se presentó una propuesta de automatización del sistema automotriz, esto con el fin de garantizar la implementación del sistema de negocio propuesto y de igual

manera el mantenimiento preventivo y/o correctivo de los vehículos, brindando así una mayor confianza en los dueños de los automotores. En dicho trabajo, se presenta la descripción del proyecto como propuesta de negocio, el análisis de mercado y su propuesta de implementación en la empresa; parámetros por los cuales, se han considerado opciones de mejora de acuerdo a los requerimientos del mercado de la solución telemática, para ser adaptadas en la presente implementación (Avila R. & Soto A., 2015).

Presentación y justificación del problema.

Es evidente que el diagnóstico vehicular predictivo y preventivo se ha convertido en un parámetro importante en todos los aspectos, ya que un daño en el automotor puede afectar directamente a la seguridad, salud y economía del dueño del vehículo; así como también, afectar al rendimiento del mismo, reduciendo su tiempo de vida útil. Tomando en cuenta que, algunos elementos constitutivos del vehículo tienen mayor sensibilidad en cuanto a requerimientos de revisión y sustitución; motivo por lo cual, si no se realiza un seguimiento adecuado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, estos pueden sufrir averías y causar accidentes. Su estado óptimo evita en muchas ocasiones que se produzcan fallas mecánicas y accidentes de tránsito; de esta manera se garantiza la seguridad del conductor y sus ocupantes. Cabe recalcar, que dentro de los parámetros que marcan el mantenimiento preventivo del vehículo, el recorrido en kilómetros del automotor se ha considerado como primordial.

Dentro de las innovaciones tecnológicas a nivel mundial, se encuentran también equipos portátiles de diagnóstico a bordo OBDs, los cuales son empleados para efectuar el monitoreo de vehículos y permiten conocer a detalle sobre diferentes parámetros de consumo a través de los sensores instalados en el automotor. Sin embargo, debido a su costo y facilidad de manejo los actuales talleres mecánicos no disponen de estas herramientas de diagnóstico, razón por la cual los tiempos y costos para realizar el mantenimiento preventivo o correctivo de los vehículos se incrementan.

Debido a lo antes mencionado, es notorio que la demanda de la industria automotriz cada vez impulsa nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento, seguridad y comodidad de los automotores. Es así que el presente trabajo de investigación pretende realizar el diseño e implementación de un sistema de monitoreo electrónico para el agendamiento de citas en el área de mantenimiento automotriz en la ciudad de Quito, el cual estará conformado por el desarrollo de un scanner electrónico automotriz y su respectiva interfaz gráfica de usuario, los cuales estarán enfocados en solventar problemas futuros de gran

impacto en el vehículo y en la seguridad de sus ocupantes, además de facilitar la gestión de la información automotriz del vehículo.

Dicho sistema de monitoreo presentará un gran beneficio para el parque automotor de la ciudad de Quito, ya que el mismo proveerá de valiosa información automotriz la cual, refleja el correcto funcionamiento vehicular (kilometraje, temperatura, revoluciones por minuto y batería), para con esto, informar y notificar tanto al taller automotriz involucrado, como al dueño del automotor. Permitiendo de esta manera, que las dos partes tengan pleno conocimiento de dichos parámetros automotrices, brindando las alertas de mantenimiento necesarias según el recorrido del vehículo, e informando al proveedor de servicios automotrices sobre parámetros internos del automotor, de esta forma, permitiendo el correcto agendamiento y planificación de procedimientos automotrices, con lo cual, se evitarán fallas o problemas futuros en el motor, ahorrando tiempo, molestias y recursos económicos, además de mejorar la eficiencia en sobremanera de los talleres automotrices que implementen esta tecnología.

Objetivo general.

- Diseñar e implementar un sistema de monitoreo vehicular para agendamiento de citas en el área de mantenimiento automotriz en la ciudad de Quito.

Objetivos específicos.

- Analizar etapas y condiciones para realizar los mantenimientos en vehículos.
- Definir los elementos electrónicos que van hacer utilizados en el sistema de monitoreo y la transmisión de datos.
- Diseñar la tarjeta electrónica basada en OBD-II para la obtención de información del vehículo.
- Crear el algoritmo de programación que registrará el funcionamiento del sistema.
- Implementar el dispositivo en el vehículo.
- Realizar la validación del sistema a través de pruebas de uso.

Alcance.

El presente proyecto plantea como parte de los servicios ofrecidos al cliente, las actividades de monitoreo vehicular en tiempo real como fallos químicos, mecánicos y eléctricos, mediante la instalación de un dispositivo basado en OBD-II.

El monitoreo se realizará a través de una plataforma Web y de una aplicación, el cual se conecte con el dispositivo instalado vía Internet, que permitirá cargar el historial de parámetros medidos en el vehículo; y luego de tabularlos e interpretarlos se procederá a realizar la programación para predecir el próximo mantenimiento.

Al poder visualizar la información de varios parámetros del vehículo en tiempo real se podrá identificar con antelación a los elementos y sensores del vehículo, que requieren de revisión o un cambio mediante la programación de un mantenimiento predictivo.

Al final se realizará la entrega de un instructivo con las indicaciones del uso y cuidados de la aplicación.

Descripción de capítulos.

El presente proyecto de investigación está estructurado en cuatro capítulos. El primero muestra la fundamentación teórica del proyecto argumentando desde el punto de vista científico y tecnológico, para lo cual se abordarán temas como el diagnóstico a bordo OBD II, Tecnología Arduino, Comunicación inalámbrica, Visualización de datos y de igual forma los sensores que son caso de estudio.

En el segundo capítulo, se presenta lo concerniente al marco metodológico de la investigación, en donde se aplicó todo lo definido en el Plan del Proyecto Integrador de Carrera, en cuanto a los métodos utilizados para el desarrollo del proyecto y el cumplimiento del objetivo general y sus correspondientes específicos.

En el tercer capítulo se establece el protocolo de adquisición de datos tomando en cuenta para esto la estructura del dispositivo en cuanto a sus componentes electrónicos, diagramas de conexión, características eléctricas, comunicación con el OBD II desde la programación en Arduino, interpretación de códigos de error y finalmente la transmisión de los datos al mantenimiento automotriz y generación de alertas inteligentes.

Finalmente, el último capítulo se refiere al proceso de implementación del sistema, presentando de forma coherente la puesta en marcha con sus resultados y pruebas de funcionamiento.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Mantenimiento vehicular

El mantenimiento vehicular se refiere a todas aquellas acciones ejecutadas de manera sistemática, para que el automotor cumpla correctamente con todas sus funciones en el mayor tiempo posible y así preservar su vida útil. Este tiene como objetivos: el conservar en buen estado el vehículo para que así cumpla su tarea, disminuir las paradas de emergencia y accidentes potenciales, reducir costos, brindar calidad en los automotores y sobre todo implementar y mejorar en forma continua las estrategias de subsistencia para asegurar el máximo beneficio para los clientes mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras (EPAA-AA, 2018). Existen fundamentalmente cuatro tipos de mantenimiento, los cuales se presentan a continuación.

1.1.1. Mantenimiento preventivo

Este proceso permite la detección de fallos repetitivos, la disminución de los puntos muertos por paradas, el incremento de la vida útil de los vehículos, la reducción costos en las reparaciones y la detección de puntos débiles en la infraestructura del automotor. Es así, que las tareas que incluye dicho tipo de mantenimiento son: cambios de piezas desgastadas y cambios de aceites y lubricantes (DSE, 2012).

1.1.2. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se da cuando es necesaria la ejecución de diagnósticos o mediciones que permiten predecir si es necesario realizar correcciones o ajustes antes de que ocurra alguna falla en el vehículo. A diferencia del mantenimiento preventivo, este no se basa en acciones programadas en forma rígida. En este caso lo que se programa y se cumple obligatoriamente son “las inspecciones vehiculares”, las cuales tienen por objetivo: detectar el estado técnico del automotor y determinar las acciones correctivas oportunas (DSE, 2012).

1.1.3. Mantenimiento correctivo

Es aquel, en el que se realizan las reparaciones correspondientes en el momento en que el sistema presenta una falla o deja de funcionar. Este tipo de mantenimiento se utiliza como la acción que previene de los respectivos mantenimientos preventivos y predictivos (DSE, 2012).

1.1.4. Mantenimiento proactivo

Este proceso se basa en la planificación de operaciones, las cuales deben estar incluidas en un plan estratégico de mantenimiento. El mantenimiento proactivo a su vez debe generar indicadores con respecto al funcionamiento del automotor, tanto en cuestión de logros, aciertos y también fallos (Parra, 2008).

1.2 Unidad de control electrónico

La Unidad de Control Eléctrico (ECU) mejor conocida como computadora automotriz, es una serie de módulos electrónicos encargados de los procesos de control y regulación de las funciones automatizadas en los vehículos, entre estas se encuentra la regulación del sistema de inyección de combustible de un vehículo, la bomba de la gasolina, el cruce control y los inyectores (ARADEx, 2020). El funcionamiento de la ECU (Figura 1.2.1) depende de un programa desarrollado específicamente para medir la posición del cigüeñal, del acelerador, del nivel de oxígeno en el escape, de las revoluciones por minuto, de la posición de válvulas y de la temperatura del motor.

Por lo tanto, los datos recibidos por la ECU son proporcionados desde los sensores integrados en el automotor. Es así que, por ejemplo, para el control del sistema de inyección de combustible, la ECU necesita conocer la cantidad de aire que entra en el motor en cierto tiempo determinado. Así también, la temperatura del aire, la velocidad del motor, entre otros parámetros (Jinrui N., Junkui H. & Chi C., 2012).



Figura 1.2.1 Ejemplo de unidad de control eléctrico ECU HY-TTC 500.

Fuente: (ARADEx, 2020).

1.3 On- Board Diagnostic OBD II

1.3.1 Definición

El OBD II (On Board Diagnostics) es un sistema de diagnóstico a bordo en automotores, actualmente empleado como OBD II en Estados Unidos, EOBD en Europa y JOBD en Japón, los cuales aportan un monitoreo y un control completo del motor y de dispositivos electrónicos que componen el sistema del automotor. El OBD II es la segunda generación del sistema OBD, este se encarga de alertar al conductor cuando los sensores del automotor han detectado un nivel de emisiones 1.5 mayor a las establecidas por el fabricante (KitoSDev-CMS, 2017).

Es así que el sistema OBD II, es capaz de detectar fallos eléctricos, químicos y mecánicos los cuales presenten interferencia con las emisiones del vehículo. Además de llevar registro de fallos y de las condiciones que han promovido el mismo, lo que permite ofrecer la máxima información posible para el taller automotriz pertinente. Cabe recalcar que cada fallo reportado tiene un código asignado, el cual puede ser visualizado por el técnico encargado mediante el uso de dispositivos que envían comandos al sistema OBD II llamados PID (Parameter ID) (DEC, 2000).

1.3.2 Protocolo

El conector presente en el sistema OBD II este compuesto por 16 pines (Figura 1.3.1), de los cuales por lo general su uso está limitado a uno o dos de los mismos, los cuales son empleados con el fin de la transferencia de datos desde el scanner. Los pines que establecen la comunicación entre el scanner y la PCM por lo general se encuentran en las posiciones 4, 5 y 16, encargados de la tierra al chasis del vehículo, tierra o negativo del computador del vehículo y positivo directo desde la batería respectivamente (Andrade, 2015).

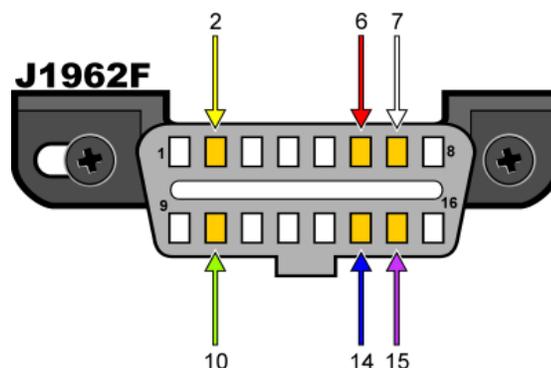


Figura 1.3.1 Configuración de pines en el conector de OBD II.

Fuente: (Martinez, 2011).

En la actualidad los vehículos que disponen del sistema OBD II poseen cuatro protocolos, dentro de los cuales se emplean distintos pines de comunicación en el conector del OBD II. Por ello es posible formar una regla para identificar si un automotor utiliza alguno de estos protocolos; y de ser el caso, como tiene que darse la distribución de pines en OBD II. Para lo cual dicha distribución es presentada en la Tabla 1.3.1.

Tabla 1.3.1

Distribución de Pines en el Conector de OBD II.

Protocolo	Pines de Comunicación
VWP	2 y 15
ISO-9141	7 y 15
PWM	2 y 10
CAN	6 y 14

Fuente: (Andrade, 2015).

1.3.3 Tipos de códigos

Los códigos de falla definidos por el estándar SAE J2012, están compuestos de 5 dígitos y mantienen el siguiente formato YXXXX (ej. P0308), en donde Y, el primer dígito del código de falla, representa la función del vehículo. Entre estas tenemos:

- Código B Sistemas de la carrocería.
- Código C Sistemas de chasis.
- Código U Comunicación de la red.
- Código P Sistemas del tren de potencia.

El segundo dígito muestra la organización responsable de definir el código:

- 0 SAE (Código común de todas las marcas).
- 1 El fabricante del vehículo (código diferente para distintas marcas).

El tercer dígito representa una función específica del vehículo:

- 0 El sistema electrónico completo.
- 1 y 2 Control de aire y combustible.
- 3 Sistema de encendido.
- 4 Control de emisión auxiliar.
- 5 Control de velocidad y ralentí.
- 6 ECU y entradas y salidas.
- 7 Transmisión.

Finalmente, el cuarto y quinto dígito están relacionados específicamente con la falla (DEC, 2000).

1.4 Sensores

1.4.1 Definición

Es un dispositivo con la capacidad de cuantificar magnitudes físicas o químicas, a las cuales se denominan “variables de instrumentación”, y a su vez transformarlas en variables eléctricas. Entre dichas variables de instrumentación tenemos: temperatura, intensidad lumínica, distancia. Presión, inclinación, desplazamiento, fuerza, torsión y humedad (Medina, 2018).

1.4.2 Tipos de sensores automotrices

Según Valladolid (2015), los sensores automotrices son los dispositivos que se encargan de monitorear la funcionalidad del vehículo, en cuando a sus condiciones de operación, enviando dicha información a la ECU en busca de la activación de actuadores según las condiciones del motor. A continuación, se presentan los tipos de dichos sensores automotrices y el efecto físico que rige en estos.

1.4.2.1 Magnético

Este tipo de sensores están basados en el efecto electromagnético, es decir, la correlación que existe entre el magnetismo y la electricidad. Entre sus aplicaciones tenemos: la determinación del régimen de velocidad en el automotor, el contacto “reed”, sistemas de navegación por satélite GPS, entre otros.

1.4.2.2 Efecto Hall

Los sensores basados en el efecto Hall, están compuestos por un material semiconductor, en el cual se hace recorrer una corriente y se lo somete a un campo magnético, generando en él, una diferencia de potencial eléctrico (Figura 1.6.1). Las cualidades de dicho sensor, permiten que pueda ser utilizado en un gran número de aplicaciones en donde se busca una respuesta veloz y perfectamente cuadrada. Entre sus aplicaciones se encuentran: La transmisión de aceleración transversal en el sistema electrónico de estabilidad programada ESP, la detección del nivel del vehículo para proceder a la nivelación de altura, la regulación de los faros de tipo xenón, entre otras.

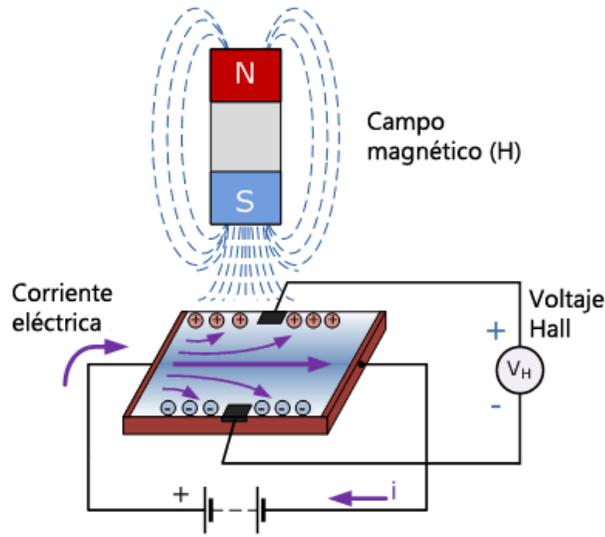


Figura 1.4.1 Efecto Hall.

Fuente: (Llamas, luisllamas.es, 2016).

1.4.2.3 Conductividad eléctrica

Este tipo de sensores basan su funcionamiento en la conductividad, es decir, en determinar la facilidad con la que circula la corriente en un material cuando se encuentra sometido a determinadas condiciones físicas.

1.4.2.4 Termoeléctricos

Los sensores termoeléctricos se basan en el fundamento de las termorresistencias, es decir, son sensores cuya variación de resistencia mantiene una relación directa con la temperatura a la que están sometidas. Por ejemplo, en el caso de los metales el incremento de temperatura dilata los cuerpos y modifica su resistencia eléctrica.

1.4.2.5 Fotoeléctricos

Estos sensores están formados por una serie de elementos sensibles a diferentes formas de radiación luminosa: visible, infrarroja, ultravioleta, entre otras.

1.4.2.6 Piezoeléctricos

Este tipo de sensores consisten en la aparición de una polarización eléctrica en un material al deformarse bajo la acción de una fuerza. Ciertos cristales naturales o sintéticos presentan una disposición atómica, la cual, al ser sometida a una fuerza de compresión, son deformados de tal modo que las cargas eléctricas se desplazan en sentido contrario, lo que genera una diferencia de tensión entre una cara y la otra.

1.4.2.7 Ultrasonido

Los ultrasonidos se definen como los sonidos que emplean una frecuencia de vibración que supera el límite perceptible por el oído humano. Empleando un transmisor para su generación, el cual resuena a una elevada frecuencia (por arriba de los 40kHz) hacia el receptor, generando así señales eléctricas.

Cabe recalcar que los sensores automotrices pueden ser clasificados también por su funcionalidad y estos sensores pueden ser de: Temperatura, presión, velocidad, golpeteo y ruidos (Andrade, 2015).

1.5 Tecnología Arduino

1.5.1 Definición

Según Cuartielles D., Martino G., Igoe T., Mellis D. y Banzi M. en calidad de creadores de esta tecnología (2020), Arduino es una plataforma de desarrollo, la cual se basa en una placa electrónica de hardware libre, la misma incorpora un microcontrolador reprogramable (ATmega328P) y una serie de pines hembra (Figura 1.4.1). Los mismos que permiten realizar las conexiones necesarias entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una forma muy sencilla.

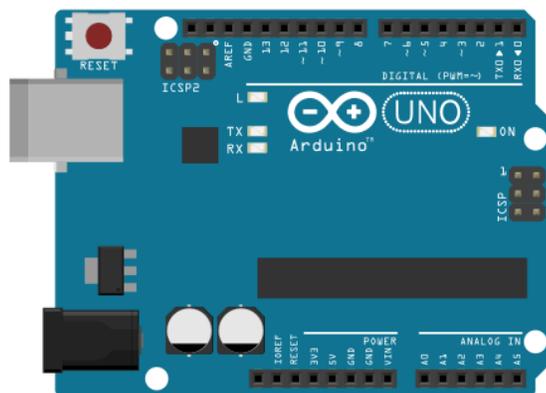


Figura 1.5.1 Placa Arduino UNO.

Fuente: (Cuartielles D., et al., 2020).

1.5.2 Protocolo de comunicación

1.5.2.1 Serial

Las placas Arduino cuentan por lo menos con un puerto serial (UART o USART). Los cuales proporcionan la forma más eficiente de comunicación entre la placa y el computador, enviando a través de la comunicación serial diferentes ordenes al microcontrolador

integrado en la placa y de esta forma automatizando los procesos o incluso recibiendo información a proyectar (Castaño, 2019). Este tipo de comunicación serial entre los dos dispositivos emplea 3 tipos de líneas, las cuales son: de recepción de datos (Rx), de transmisión de datos (TX) y la línea común (GND), como se muestra en la (Figura 1.4.2).

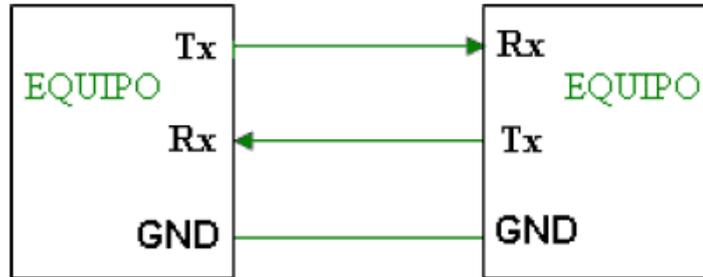


Figura 1.5.2 Comunicación serial Arduino - Ordenador.

Fuente: (Castaño, 2019).

La comunicación serial que ocurre entre los dos dispositivos se da a través de la transferencia de una secuencia de bits (Figura 1.4.3). Estos se transmiten bit a bit, brindando así la ventaja de poder transmitir la información a distancias mayores y utilizando menos líneas de comunicación.

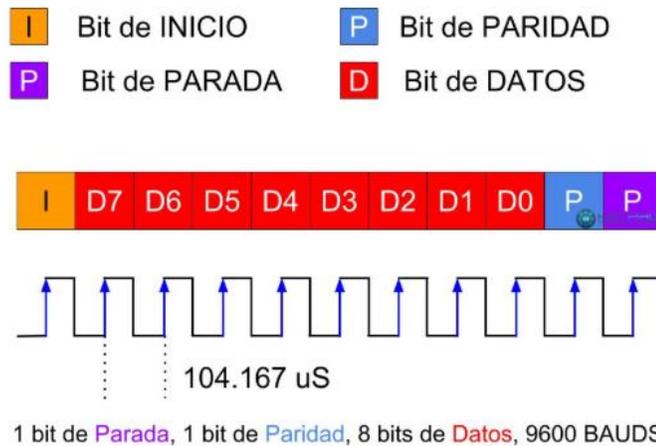


Figura 1.5.3 Transmisión bit a bit Arduino.

Fuente: (Estrada, 2017).

1.5.3 Aplicaciones

En la actualidad la tecnología Arduino se ha convertido en parte indispensable de una serie de proyectos tecnológicos, esta es utilizada como base en un sin número de aplicaciones, principalmente debido a que es de tecnología abierta y es muy versátil. A

continuación, se presentan algunos de los campos de aplicación para esta tecnología (Crespo, 2017).

- Arte.
- Marketing.
- Impresoras 3D.
- Drones.
- Robótica.
- Elementos de prototipado en la industria.
- Domótica.
- Agricultura.

1.6 Visualización de datos

1.6.1 Visualización en Windows

En un proyecto en donde uno de sus objetivos principales es el tratamiento e interpretación de datos, la comunicación del ordenador con los microcontroladores empleados es de suma importancia; Para esto es necesaria la implementación de un módulo de intercambio de información, como lo es el módulo USART, el mismo que posee compatibilidad con el protocolo empleado por los ordenadores actuales RS232 (Andrade, 2015). Teniendo en cuenta también que los modos de operación son los siguientes:

- Asíncrono (full-duplex).
- Sincrónico-Maestro (half-duplex).
- Sincrónico-Esclavo (half-duplex).

1.6.2 Protocolo RS232

Según Ramírez A. (2013) en su reporte denominado “Comunicación por protocolo RS-232”, este es un protocolo desarrollado para la comunicación serial de dispositivos sencillos, ampliamente empleado, ya que presenta gran facilidad de comunicación y coste. Dicho protocolo presenta conectores de tipo DB-25 o DB-9.

El estándar considera 1 lógico a todo valor de voltaje que se encuentre entre -5 y -12 volts, y un 0 lógico a aquellos valores entre 5 y 12 volts positivos, con una zona de transición denominada zona de operación prohibida entre 5 a -5 volts (Figura 1.6.1).

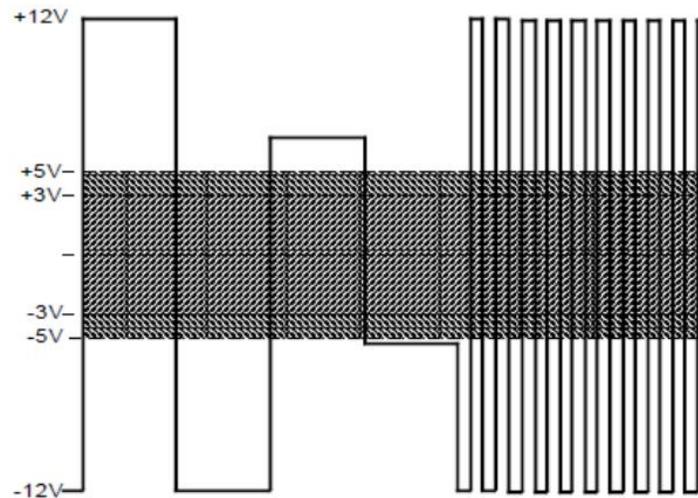


Figura 1.6.1 Niveles eléctricos válidos para un circuito de interfaz de entrada salida RS232C/V24-V28.

Fuente: (Ramírez, 2013).

La interfaz es empleada a una razón de menos de 20Kbps para una distancia por debajo de los 15m. En la práctica es posible exceder estos límites empleando cables de baja capacidad en entornos que puedan considerarse eléctricamente poco ruidosos.

1.7 Programación mediante visual studio

1.7.1 Lenguaje C#

La sintaxis empleada en el lenguaje C# cuenta tan solo de 90 palabras clave, además de ofrecer funciones eficaces tales como tipos de variables que permiten valores nulos (NULL), delegados, métodos anónimos, enumeraciones y acceso directo a memoria (Montero W. & Abril J., 2012). Es decir, es una herramienta adecuada para el desarrollo de códigos con posibilidad de comportamientos de iteración personalizados.

1.7.2 Formulario Windows forms

Este tipo de formulario, es la herramienta digital empleada para la creación de aplicaciones basadas en Windows, las cuales son ejecutadas en NET Framework. El especial interés en esta herramienta, es la facilidad de crear y gestionar la interfaz gráfica del usuario, además de otras funciones de diseño y tiempo (EMS, 2015). Cabe recalcar que los formularios de Windows Form basados en Virtual Basic, es la herramienta a emplear en el presente trabajo de investigación, en cuanto a la interfaz gráfica de usuario y la conexión con el prototipo de scanner automatiz.

1.7.3 Conexión a base de datos SQL

El especial interés en la conexión del software con una base de datos, es el almacenamiento de la información a gestionar. El software de por medio, debe permitir mediante la interfaz gráfica del usuario, las funciones de: mostrar, insertar, eliminar y editar los datos almacenados en la base de datos. Para el presente trabajo es de especial interés el manejo de base de datos en “SQL Management Studio 2008”, software empleado para la gestión y administración de los componentes de Microsoft SQL.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

En el segundo capítulo se presentan los aspectos metodológicos empleados para el desarrollo del presente proyecto de investigación, el cual se basa en el diseño e implementación de un sistema de monitoreo vehicular para la reserva inteligente de citas en el área de mantenimiento automotriz, dicho proyecto presentará un gran aporte en cuanto al diagnóstico electrónico de los automotores y de la gestión del mantenimiento para los talleres automotrices. En el presente capítulo se describe también, el tipo de investigación realizada, las herramientas y las fases de la implementación del proyecto.

2.1 Tipo de investigación

El presente proyecto se realizará mediante una investigación de carácter empírico, este tipo de investigación busca llegar al conocimiento en base a la experiencia, negando la posibilidad de ideas espontáneas o pensamientos *a priori*. Es así que los datos empíricos se obtuvieron a partir de las pruebas realizadas y de los errores cometidos en el desarrollo de la investigación (Landa, 2013).

De esta manera, el presente trabajo de investigación planteó el desarrollo de un scanner automotriz mediante un proceso de investigación empírica. Es decir, el proyecto cumple con las siguientes características: En primer lugar es fáctico, por lo tanto, el mismo se ocupa de la realidad sensible del mundo y de la necesidad emergente de un diagnóstico electrónico y gestión de datos automotrices; En segundo lugar este cumple con las verificaciones experimentales necesarias, en búsqueda de contrastar pruebas con hechos reales; Finalmente el trabajo cuenta con un muestreo eficiente, en cuanto a la obtención electrónica – digital de datos automotrices a partir de los sensores del automotor.

2.2 Técnicas de recolección de datos

El presente apartado se refiere a las herramientas empleadas por el investigador, para el desarrollo de los sistemas de información del proyecto. Dichas técnicas se exponen a continuación (Baena, 2014).

- **La encuesta**, esta herramienta de recolección de datos permite establecer contacto directo con las unidades de observación, las cuales en el presente proyecto de investigación vienen a ser los talleres automotrices y propietarios de automotores. Dicho contacto se da por medio de cuestionarios previamente establecidos, tomando en cuenta las modalidades en que estos se pueden aplicar: Personal, por teléfono, por correo y on-line.
- **Análisis documental**, este tipo de técnica tiene como objetivo la obtención de datos de fuentes primarias y secundarias, esto mediante el análisis documental de: libros, boletines, revistas, páginas web, artículos científicos, patentes, folletos y periódicos. Utilizando estos recursos para la recolección de datos de las variables de interés, las cuales en el presente proyecto de investigación fueron: Las etapas de y condiciones de mantenimiento en automotores y el funcionamiento y recolección de datos del sistema OBD II.
- **Observación experimental**, esta herramienta se basa en la generación y recolección de datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, en el cual el mismo está en capacidad de manipular la o las variables. Es así que, en el presente trabajo, se pretendió la recolección y gestión de datos automotrices bajo condiciones controladas.

2.3 Fases del desarrollo

En base a los trabajos de investigación tomados como referencia como antecedentes del presente trabajo, el desarrollo en cuanto a la metodología se dividirá en seis fases, en las cuales están considerados los procesos de: investigación, diagnóstico, estrategia, ejecución y evaluación. Dichas fases son descritas a continuación.

Fase I. Estudio de etapas y condiciones del mantenimiento en vehículos.

En la primera fase del proyecto de investigación se realizó un estudio de las etapas y condiciones de mantenimiento en vehículos electrónicos, los mismos, que cumplan con las normativas internacionales SAE J1979 e ISO 15031-5 (Normativas de comunicación entre el vehículo y el equipo externo para el diagnóstico automotriz), en otras palabras,

automóviles que cuenten con un conector DLC para la conexión directa con la ECU y soporten los protocolos de comunicación con el sistema OBD II. Para esto se han considerado a los mantenimientos de tipo preventivo y predictivo, los cuales se detallan en el marco teórico del presente documento. Además, esta fase del proyecto cuenta con la aplicación de dos encuestas dirigidas a los talleres automotrices de la ciudad de Quito y a los dueños de automotores que cumplan con el objeto de interés del estudio.

Fase II. Selección de componentes de ensamblado del dispositivo.

Esta fase constó en la identificación y estudio de los componentes electrónicos a emplear para el desarrollo del dispositivo, tomando en cuenta que el mismo está conformado por un sistema que transmite la información y otro que lo recepta. Es así que, cada componente cumple con una función determinada en el sistema y, por lo tanto, el conjunto de dichas partes permite el funcionamiento adecuado del dispositivo.

Fase III. Diseño del scanner automotriz (hardware).

Una vez seleccionados los componentes de ensamblado del dispositivo, se planteó el diseño del mismo basado en los subsistemas de comunicación correspondientes, para lo cual su diseño se rige a seis etapas de funcionamiento, las cuales son: Adquisición de datos, Procesamiento y transmisión, Servicio, Almacenamiento, Visualización y Gestión de alertas. A continuación, se ilustra la arquitectura diseñada para el scanner automotriz (Figura 2.3.1).

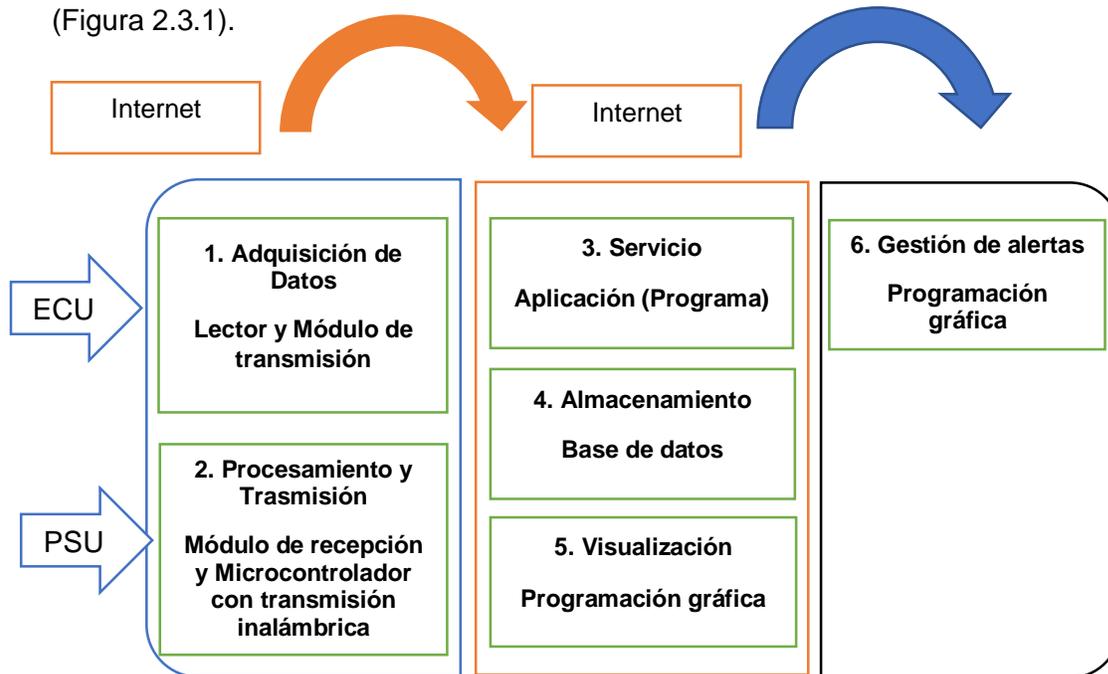


Figura 2.3.1 Arquitectura del scanner automotriz.

Fuente: El investigador.

Fase IV. Diseño de software para captura y gestión de datos automotrices.

Esta fase constó del diseño y desarrollo de dos aplicación para Windows con base Visual Basic; La primera encargada de capturar la información recolectada de la ECU por medio del lector implementado, la misma que pretende comunicar al dueño del automotor la información automotriz pertinente y enviar dicha información a un taller automotriz que cuente con la implementación TIC de la presente tecnología; La segunda consta de un sistema de gestión de clientes y citas de mantenimiento, la cual permite el correcto manejo de la información recolectada, esto por parte de un taller automotriz adecuado para el mantenimiento preventivo o predictivo planificado por un técnico especialista delegado. Sin embargo, la primera aplicación podrá funcionar de forma independiente de la segunda, es decir, el dueño del automotor podrá tomar decisiones a través de la interpretación de la información automotriz y el sistema de alertas del que consta el sistema.

Fase V. Implementación y prueba del dispositivo.

En la fase V, se procedió a la instalación del hardware (scanner automotriz) en un automotor que posee el protocolo de comunicación correspondiente, además se dio inicio a las pruebas de funcionamiento del dispositivo y de su conexión con las aplicaciones diseñadas para el mismo, es decir se comprobó que la arquitectura del sistema (Figura 2.3.1) cumpla correctamente con sus 6 etapas de funcionamiento.

Fase VI. Elaboración de manuales de uso y de herramientas digitales.

Una vez comprobado el correcto funcionamiento del dispositivo, se procedió al desarrollo de dos manuales en los que se detallan los protocolos de instalación y funcionamiento del sistema junto con las dos aplicaciones de base Windows, además de la gestión de base de datos implementada en las mismas.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

En el tercer capítulo se presenta el desarrollo de las fases iniciales propuestas para el presente proyecto de investigación, entre las cuales están consideradas: Los parámetros de mantenimiento vehicular, la selección de componentes para el ensamblado del escáner automotriz, el diseño del dispositivo en sí y el desarrollo del software para la comunicación del mismo. Dichas fases, se consideraron fundamentales para el proceso de implementación y pruebas de funcionamiento del dispositivo, lo cual se detalla en el Capítulo IV del presente documento.

3.1 Mantenimiento vehicular

La primera fase de desarrollo del presente trabajo de investigación, consta en identificar las características del mantenimiento vehicular preventivo, específicamente aquel mantenimiento relacionado con el desgaste de los componentes del automotor. Cabe recalcar que el programa de mantenimiento varía entre los diferentes fabricantes de vehículos, pero es fundamental que se realicen ciertas operaciones necesarias para el correcto funcionamiento de todas las partes que conforman el sistema del automotor.

Es así, que el mantenimiento preventivo evita posibles daños de gran impacto, a causa principalmente por el desgaste en los elementos que componen la seguridad activa y pasiva del vehículo, entre estos se encuentran los sistemas de: frenado, refrigeración, eléctrico, suspensión y neumáticos (Carroya, 2019).

Además, el presente apartado, presenta un estudio de viabilidad dirigido a talleres automotrices en la ciudad de Quito – Ecuador y dueños de automotores que cumplan con las especificaciones del estudio, validando de esta manera la ejecución del presente proyecto de desarrollo e investigación.

3.1.1 Desgaste del sistema vehicular

Es evidente que, a pesar del modelo del vehículo los componentes de este tienden al desgaste y son propensos a averías, las cuales podrían ser de gran impacto en todo el sistema del automotor. Una publicación reciente de la revista El Universo (2020), presenta los componentes más propensos a cambios por desgaste según el kilometraje del vehículo, entre estos tenemos: Filtro de aceite, filtro de combustible, filtro de aire, bujías, banda de distribución, zapato de freno, refrigerantes, neumáticos, pastillas y embrague.

Destacando en esto, que un oportuno reemplazo de los mismos mejora la durabilidad y permite el correcto desempeño del vehículo, además de evitar gastos innecesarios en mantenimientos de carácter correctivo. A continuación, se describen dichos componentes propensos al desgaste.

3.1.1.1 Filtro de aceite

Este componente es el encargado de impedir y aislar las partículas que se general debido al funcionamiento del automotor, lo cual conlleva a evitar que el motor se averíe y que se deterioren los componentes internos del mismo (Figura 3.1.1). Su cambio es recomendado cada 5000 kilómetros.



Figura 3.1.1 Filtro de aceite nuevo versus desgastado.

Fuente: (Ramos, 2016).

3.1.1.2 Filtro de combustible

Su función es actuar como barrera, la cual evite las impurezas que puedan llegar de una forma u otra al circuito de inyección, a la bomba de presión, a los inyectores o al circuito de alimentación (Figura 3.1.2). Su cambio es recomendado cada 10000 kilómetros.



Figura 3.1.2 Filtro de combustible nuevo versus desgastado.

Fuente: (MSmotorsports, 2015).

3.1.1.3 Filtro de aire

Este componente tiene como función el retener impurezas que puedan ingresar de cualquier forma al motor del vehículo, eliminando con esto la posible contaminación en la cámara de combustión y evitando el desgaste y/o degrado de la estructura de los cilindros de combustión (Figura 3.1.3). Su limpieza se recomienda cada 5000 kilómetros y su cambio cada 20000.



Figura 3.1.3 Filtro de aire nuevo versus desgastado.

Fuente: (Reyes, 2018).

3.1.1.4 Bujías

Su función es la de generar la chispa que enciende el combustible en las cámaras de combustión (Figura 3.1.4), además de disipar el calor generado en el motor. Su deterioro puede ocasionar un mal funcionamiento del vehículo. Su cambio es recomendado cada 30000 kilómetros.



Figura 3.1.4 Bujías desgastadas versus nueva.

Fuente: (Navarrete, 2017).

3.1.1.5 Banda de distribución

Este componente también denominado correa de distribución es el encargado de sincronizar los tiempos del motor, es decir, su encendido, apertura, cierre y escape, además, el mismo es el encargado de transmitir el movimiento del árbol de levas para la apertura de las válvulas. El deterioro de la banda de distribución puede dañar en gran manera el motor (Figura 3.1.5). Su cambio es recomendado cada 80000 kilómetros.



Figura 3.1.5 Correa de distribución nueva versus agrietada.

Fuente: (Tineo, 2018).

3.1.1.6 Zapato de freno

Su función principal es activar los frenos en el vehículo, al activar el sistema de frenado del automotor el zapato de freno ejerce presión sobre el tambor y genera la fricción necesaria para detener el vehículo. En caso de un fallo mecánico de este componente, es muy posible una colisión inminente. Su cambio es recomendado cada 20000 kilómetros.

3.1.1.7 Nivel de refrigerantes

El líquido refrigerante es el encargado de absorber el calor del motor, lo cual permite evitar el sobrecalentamiento del mismo, además, este actúa como lubricante y ayuda a mantener limpios los componentes del vehículo, evitando así la oxidación del sistema de refrigeración. Su cambio es recomendado cada 20000 kilómetros.

3.1.1.8 Neumáticos

El desgaste de este componente puede ocasionar la pérdida de agarre en la superficie de conducción, lo cual ocasionaría un potencial volcamiento y otras clases de accidentes fatales (Figura 3.1.6). Su cambio es recomendado cada 20000 kilómetros.



Figura 3.1.6 Neumático liso versus nuevo.

Fuente: (Salvador, 2016).

3.1.1.9 Pastillas

Este componente es el encargado de proporcionar a los discos de freno la fricción necesaria para garantizar un frenado óptimo. Cabe recalcar que no son elementos tentativos a averías, sin embargo, son propensos a desgastes y requieren un mantenimiento periódico. Su cambio es recomendado cada 10000 kilómetros.

3.1.1.10 Embrague

Su función principal es transmitir la potencia generada por el motor a la caja de cambios, permitiendo de esta manera el cambio manual de marcha y por lo tanto le permite al automotor tener un arranque progresivo y posibilita una mejor conducción. A pesar de que no se a predeterminado un kilometraje determinado para realizar un cambio en este componente, su cambio es recomendado cada 150000 kilómetros.

3.1.2 Etapas y condiciones del mantenimiento preventivo

En vista a que el presente trabajo se enfoca en el mantenimiento preventivo del automotor, existe un parámetro relacionado con el desgaste de los componentes del sistema automotriz y el plan de revisiones periódicas, el cual debe cumplir el vehículo para su correcto funcionamiento y durabilidad del mismo, y este es el “El recorrido”. Es decir, el presente trabajo toma en cuenta el kilometraje del vehículo, registrado a través de las oscilaciones del sensor de posición del cigüeñal CKP, para así generar una serie de alertas de mantenimiento en el sistema planteado y de esta forma prevenir la avería emergente del vehículo y por lo tanto reducir costos evitando el mantenimiento correctivo del mismo. A continuación, se detallan las etapas y condiciones de mantenimiento según el kilometraje, tomadas en cuenta para el desarrollo del sistema electrónico automotriz desarrollado en el presente trabajo (Zurich, 2018).

Cada 5,000 kilómetros

- Cambio de aceite, filtro de aceite y filtro de aire.
- Revisión de presión neumática de inflado.
- Revisión de banda de rodadura del neumático.
- Revisión de líquidos del sistema (Líquido de frenos, refrigerante, líquido de dirección asistida y líquido limpiaparabrisas).
- Ajuste de tensión del embrague.
- Ajuste de correas del motor.
- Ajuste de suspensión.
- Revisión de luces e indicadores del tablero de control.

Nota: Los tres primeros puntos se mantienen cada 5,000 kilómetros.

Cada 10,000 kilómetros

- Alineación, balanceo y rotación de ruedas.
- Revisión del sistema eléctrico (alternador y arranque)
- Cambio de escobillas.
- Revisión de funcionamiento del freno de mano y el pedal de freno.
- Revisión de fugas, estado de articulaciones, tuberías y mangueras (con la elevación del vehículo).

Nota: Los tres primeros puntos se mantienen cada 10,000 kilómetros.

Cada 15,000 kilómetros

- Revisión de guardapolvos de ejes, terminales de dirección y rótulas.
- Revisión del recorrido del pedal de embrague y freno.
- Revisión del sistema de suspensión y soportes.
- Evaluación de batería y carga.
- Lubricación de bisagras y cerraduras.
- Cambio de limpiaparabrisas.

Cada 20,000 kilómetros

- Revisión de soportes del motor.
- Revisión de soportes del sistema de escape.
- Engrase de rodamientos en ruedas posteriores.
- Cambio de filtro de aire del sistema de aire acondicionado.

Cada 30,000 kilómetros

- Tensar la correa del motor y el embrague.
- Cambio de pastillas de freno (delanteras y traseras).
- Cambio de bandas.
- Evaluación del sistema de frenado.
- Revisión de aceite hidráulico y diferencial (en caso de emplear).
- Revisión del sistema de aire acondicionado.
- Engrase de rodamientos.

Cada 50,000 kilómetros

- Cambio de bujías de encendido.
- Cambio de cables de alta.

- Cambio de correas del alternado.
- Cambio de correas de distribución y refrigerante radiador.
- Cambio de correas de repartición y accesorios.
- Sincronización del motor.
- Ajuste del sistema de suspensión.

Una vez el automotor ha excedido los 100,000 kilómetros llevando a cabo la rutina de mantenimiento planteada, el sistema automotriz tiene que ser sometido a una revisión completa para comprobar la eficiencia específica de cada uno de los componentes.

3.1.3 Estudio de viabilidad

Una vez definidas las etapas de la manutención de un automotor y la importancia del mantenimiento preventivo en cuanto a costos por mantenimientos correctivos, durabilidad y funcionamiento del vehículo, además de los potenciales riesgos que conllevaría el no llevar a cabo un correcto mantenimiento; El presente trabajo de investigación presenta un estudio de viabilidad llevado a cabo mediante encuestas, dirigidas a los dueños de locales automotrices y a los propietarios de automotores que sean caso de estudio. Esto, con el objetivo de potenciar y validar el presente trabajo de investigación.

3.1.3.1 Encuesta dirigida al consumidor

La primera fase del estudio de viabilidad llevado a cabo en el presente trabajo, constó de una encuesta dirigida a 20 propietarios de automotores, los cuales cumplan con las especificaciones del caso de estudio. La misma está conformada por 5 preguntadas orientadas a determinar si los potenciales consumidores, denotan la importancia de un sistema de diagnóstico automotriz personal y estarían dispuestos a adquirir el sistema. Dicha Encuesta y los resultados obtenidos se muestran en el ANEXO II del presente documento.

En cuanto a los tópicos considerados en la encuesta dirigida al consumidor, como primer punto se encuentra la frecuencia de mantenimiento, para lo cual se establecieron periodos de mantenimientos mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.7). En donde se denota que, el 15% de los propietarios de automotores realiza un mantenimiento mensual, 70% de forma trimestral y 15% uno cada seis meses. Es decir, en su mayoría los propietarios de vehículos realizan un mantenimiento cada tres meses y por lo tanto 4 mantenimientos al año.

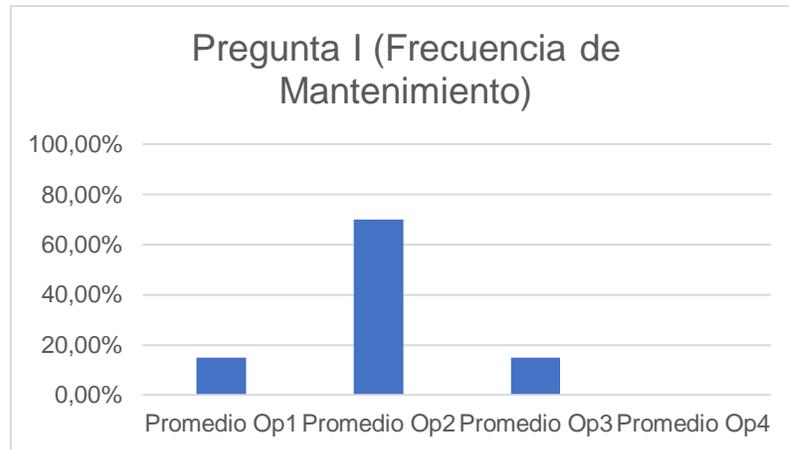


Figura 3.1.7 Pregunta I, Encuesta al consumidor.

Fuente: El Investigador.

Como segundo punto se encuentra, el tipo de mantenimiento empleado en los porcentajes anteriormente expuestos, para lo cual se establecieron como opciones a los mantenimientos de carácter preventivo, predictivo y correctivo. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.8). En donde se denota que, el 95% de los propietarios de automotores realiza mantenimientos preventivos y tan solo un 5% mantenimientos correctivos. Es decir, en cuanto a los valores obtenidos en cierto periodo de tiempo, en su mayoría estos mantenimientos son de carácter preventivo.

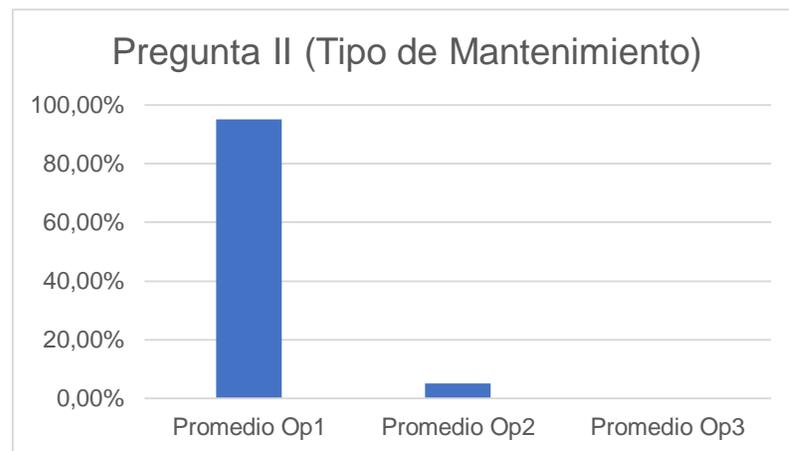


Figura 3.1.8 Pregunta II, Encuesta al consumidor.

Fuente: El Investigador.

Como tercer punto se ha considerado el factor económico, es decir en promedio cuando es el dinero empleado para realizar dichos mantenimientos en un año, considerando que estos pueden incrementar exponencialmente al tratarse de mantenimientos correctivos, ha

pesar de su baja frecuencia. Para esto, se han establecido los siguientes intervalos de costos en dólares: 1400 o menos, 1400 - 2200, 2200 - 3000, 3000 o más. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.9). En donde se define que, el 40% de los propietarios de automotores gastan hasta 1400 dólares por año, el 45% entre 1400 y 2200, el 10% entre 2200 y 3000 y el 5% más de 3000 dólares. Es decir, en su mayoría los propietarios de vehículos emplean un promedio aproximado de 1800 dólares en mantenimientos.

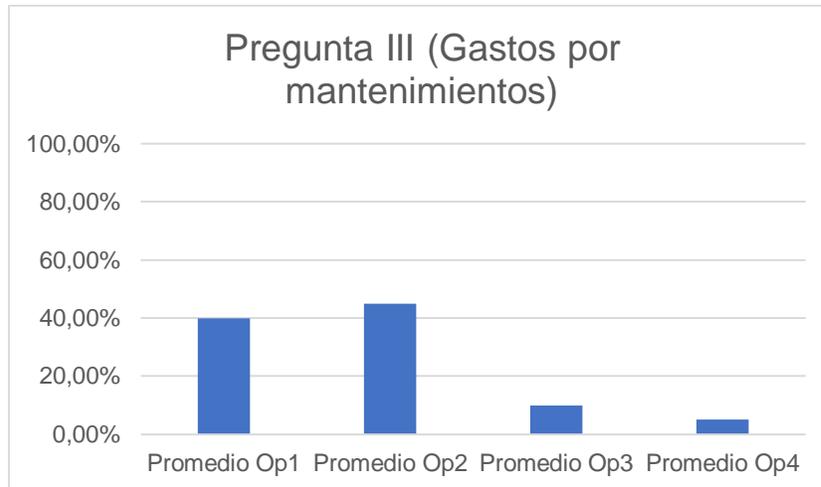


Figura 3.1.9 Pregunta III, Encuesta al consumidor.

Fuente: El Investigador.

El siguiente tópico considerado en la encuesta fue el conocimiento de los propietarios en cuanto a los parámetros internos del vehículo como lo son: El valor de carga calculado, la temperatura del agua, las RPM del motor, entre otros. Para esto, se establecieron las siguientes opciones en cuanto a la frecuencia de revisión de dichos parámetros, trimestral, semestral y ninguna. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.10). En donde se define que, el 90% de los propietarios de vehículos no tiene conocimiento sobre estos parámetros y tan solo el 10% es consciente de estos aproximadamente cada seis meses. Es decir, en su mayoría los propietarios de vehículos no tienen dicha información y por lo tanto no pueden realizar un seguimiento continuo del funcionamiento del vehículo, causa principal de fallos mecánicos de gran impacto.

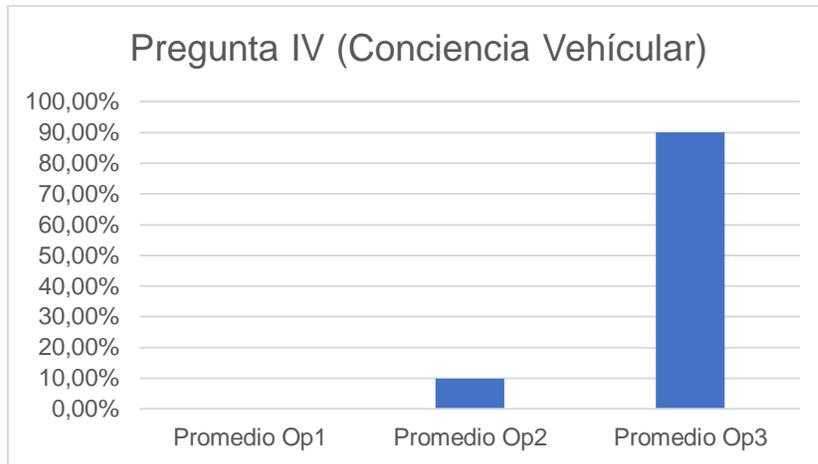


Figura 3.1.10 Pregunta IV, Encuesta al consumidor.

Fuente: El Investigador.

Finalmente, se ha determinado la potencial adquisición del sistema automotriz desarrollado en el presente trabajo, por parte de los propietarios encuestados. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.11). En donde se determinó que, el 95% de los propietarios ven la necesidad de adquirir el sistema por un costo módico y tan solo un 5% dudaría en adquirirlo. Por lo tanto, la presente encuesta de viabilidad implementada al consumidor, tiene como conclusión la necesidad del desarrollo del presente dispositivo, para la protección y diagnóstico continuo personalizado.

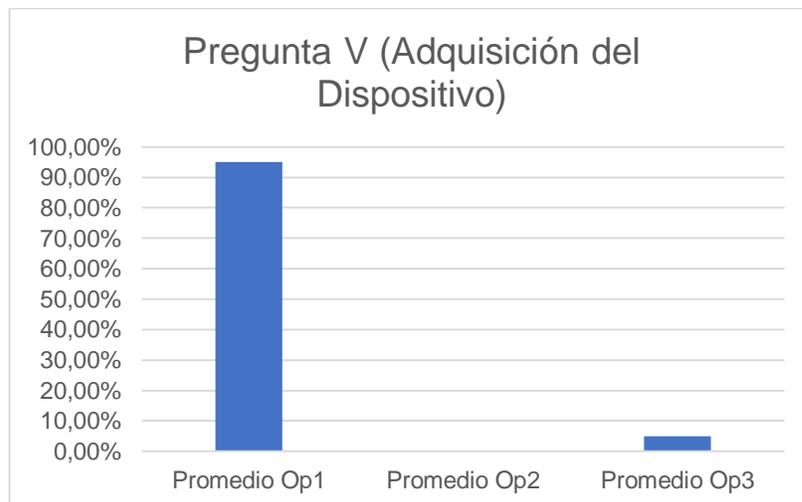


Figura 3.1.11 Pregunta V, Encuesta al consumidor.

Fuente: El Investigador.

3.1.3.2 Encuesta dirigida al proveedor de servicios

A continuación, se llevó a cabo la implementación de una encuesta dirigida a 20 dueños de proveedores de servicios automotrices (talleres automotrices), de igual manera, los cuales cumplan con las especificaciones del caso de estudio. Dicha encuesta consta de 5 preguntadas orientadas a determinar si los talleres automotrices, presentan el interés necesario en la implementación de las TIC necesarias para el presente desarrollo tecnológico para la gestión de datos automotrices, registro de clientes y manejo de citas de mantenimiento automotriz. Dicha encuesta y los resultados obtenidos se muestran en el ANEXO III del presente documento.

Entre los tópicos considerados en la encuesta dirigida a los proveedores de servicios automotrices, como primer punto se consideró el número de mantenimientos realizados por día, teniendo como mira, la implementación y el potencial uso del sistema desarrollado. Entre las opciones de respuesta disponible se plantearon las siguientes: Diez mantenimientos o más por día, cinco, tres y menos de tres por día. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.12). En donde se evidencio que, el 55% de los talleres automotrices realizan más de 10 mantenimientos por día, 40% cinco por día y 5% tres mantenimientos diarios. Es decir, en su mayoría dichos proveedores de servicios, realizan más de diez mantenimientos de cualquier carácter.

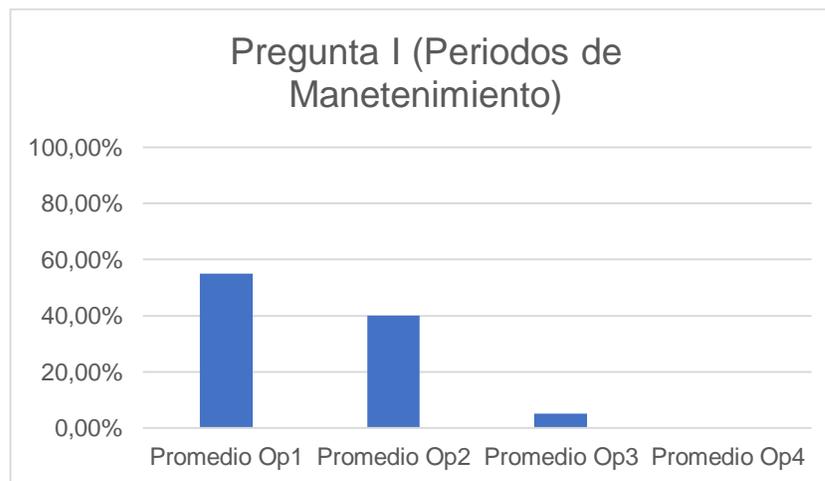


Figura 3.1.12 Pregunta I, Encuesta al proveedor de servicios.

Fuente: El Investigador.

Como segundo punto se consideró, el tipo de mantenimiento empleado en los mantenimientos que dichos proveedores llevan a cabo en sus talleres, para lo cual se establecieron como opciones a los mantenimientos de carácter preventivo, predictivo y

correctivo. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.13). En donde resuelve que el 50% de los procesos de mantenimiento llevados a cabo en talleres automotrices son preventivos con mayor frecuencia y el otro 50% correctivos.

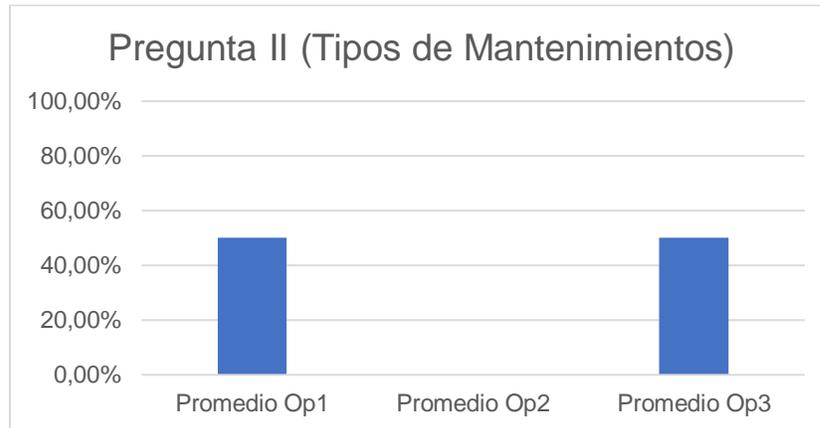


Figura 3.1.13 Pregunta II, Encuesta al proveedor de servicios.

Fuente: El Investigador.

Como tercer punto se ha considerado, la disposición de un sistema de gestión de clientes en dichos talleres automotrices, en vista a que el software del sistema tiene la capacidad de gestión y almacenamiento de clientes y sus vehículos. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.14). En donde se define que, el 90% de talleres de la muestra seleccionada no disponen de dicha herramienta tecnológica y tan solo el 10% si dispone de un sistema con esta función.

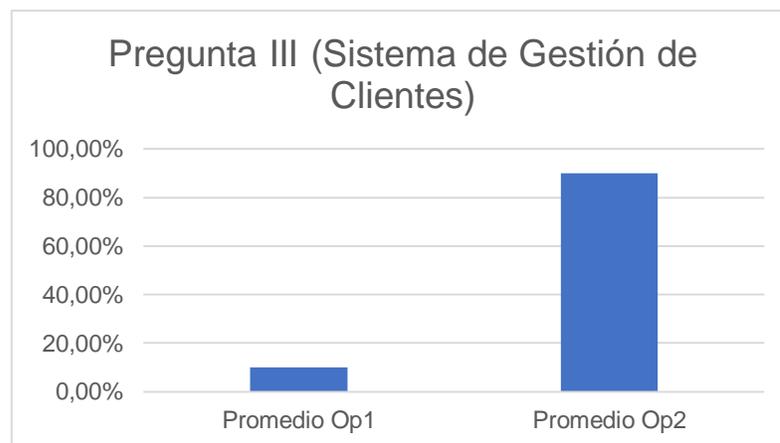


Figura 3.1.14 Pregunta III, Encuesta al proveedor de servicios.

Fuente: El Investigador.

Como cuarto punto se ha considerado, la disposición de un sistema de gestión de citas de mantenimiento, de igual manera en vista a que el software del sistema tiene la capacidad de gestión de citas de mantenimiento de acuerdo con datos en tiempo real de los parámetros internos del vehículo. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.15). En donde se pudo establecer que, el 100% de dichos proveedores de servicios no disponen de un sistema similar. Lo cual sería fundamental para la correcta gestión de procesos en estos establecimientos.

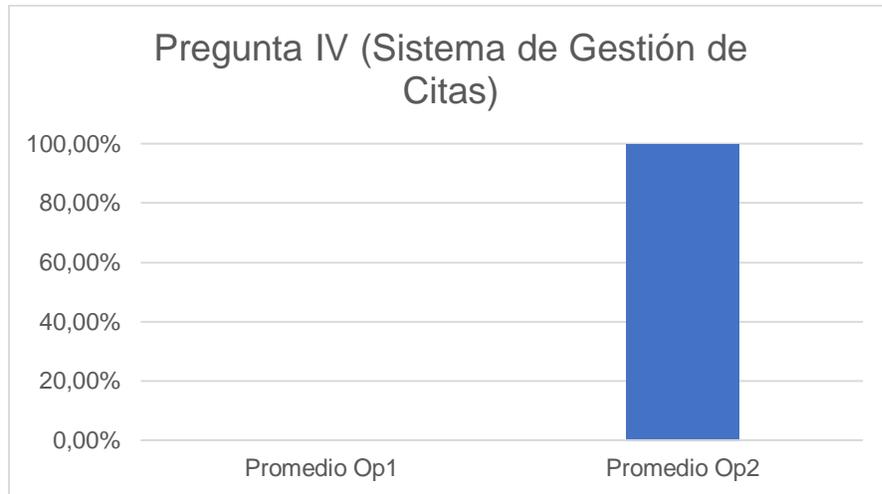


Figura 3.1.15 Pregunta III, Encuesta al proveedor de servicios.

Fuente: El Investigador.

Al igual que la encuesta dirigida al consumidor, se ha determinado la potencial adquisición del sistema automatizado desarrollado en el presente trabajo, por parte de los propietarios de talleres automotrices en la ciudad de Quito. Los resultados en promedio obtenidos por los 20 encuestados se detallan en la (Figura 3.1.16). En donde se determinó que, el 95% de los propietarios de establecimientos proveedores de servicios automotrices comprenden la necesidad de adquirir el sistema y tan solo un 5% dudaría en adquirirlo. Por lo cual, de igual manera la presente encuesta de viabilidad implementada al potencial proveedor de servicios, tiene como conclusión la potencial aplicación del desarrollo del presente dispositivo, para la gestión de clientes, agendado de citas y lectura de datos automotrices en tiempo real.

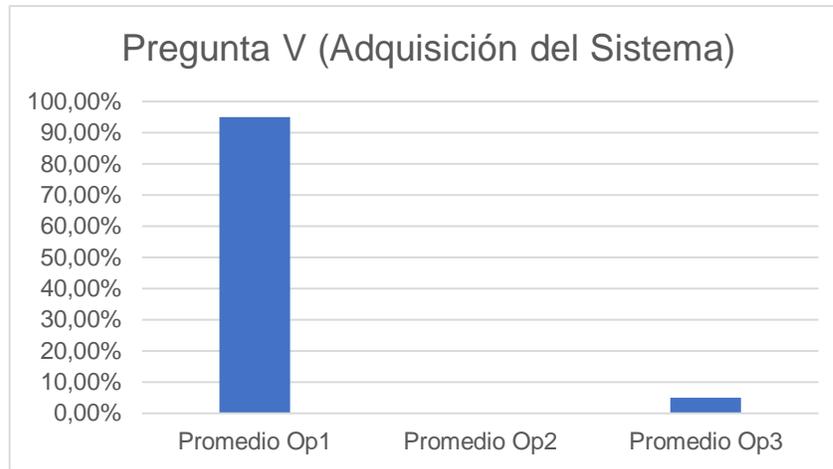


Figura 3.1.16 Pregunta III, Encuesta al proveedor de servicios.

Fuente: El Investigador.

3.2 Selección de componentes de ensamblado del dispositivo

La segunda fase de desarrollo del presente trabajo de investigación, constó en seleccionar y detallar los componentes que forman parte del scanner automotriz, en cuando a su hardware se refiere. Para esto, la selección de los mismos se basó en la arquitectura diseñada previamente (Figura 2.3.1), es decir, dichos componentes son partes individuales seleccionadas para el correcto funcionamiento del sistema.

3.2.1 ELM 327

Hoy en día los vehículos según regulación y normativa, ofrecen la posibilidad de acceder a los datos del automotor almacenados en la ECU y recolectados a su vez, por el sistema de diagnóstico a bordo OBD II. Esto es posible mediante una serie de dispositivos de diagnóstico, ya sean en forma de scanner automotriz o prototipos de diagnóstico para el vehículo, desarrollados en base “open source” o “hardware libre”.

3.2.1.1 Definición

La transferencia de información en dichas interfaces, se rige bajo algunos estándares, de los cuales, ninguno de ellos está diseñado para su uso directo por ordenadores o dispositivos móviles. El dispositivo ELM 327 (Figura 3.2.1), es un scanner automotriz diseñado para actuar como un conector entre los puertos del sistema de diagnóstico a bordo OBD II y una interfaz serial 232 (Elm Electronics, 2018).



Figura 3.2.1 Lector ELM-327.

Fuente: (Tecnofus, 2017).

Dicho dispositivo brinda soporte para comunicaciones de alta velocidad, así como también es totalmente personalizable, esto en caso de que el usuario desee modificarlo para el cumplimiento específico de sus necesidades. El diagrama de bloques de la arquitectura electrónica del scanner automotriz ELM 327 se presenta en el ANEXO IV del presente documento.

3.2.1.2 Aplicaciones

Entre las aplicaciones del scanner EML 327 reportadas por el fabricante en su Data Sheet, se tienen las siguientes:

- Lector de códigos de fallos automotrices (diagnóstico de problemas).
- Herramienta de escaneo automotriz.
- Material didáctico modificable.

3.2.1.3 Diagrama de conexión

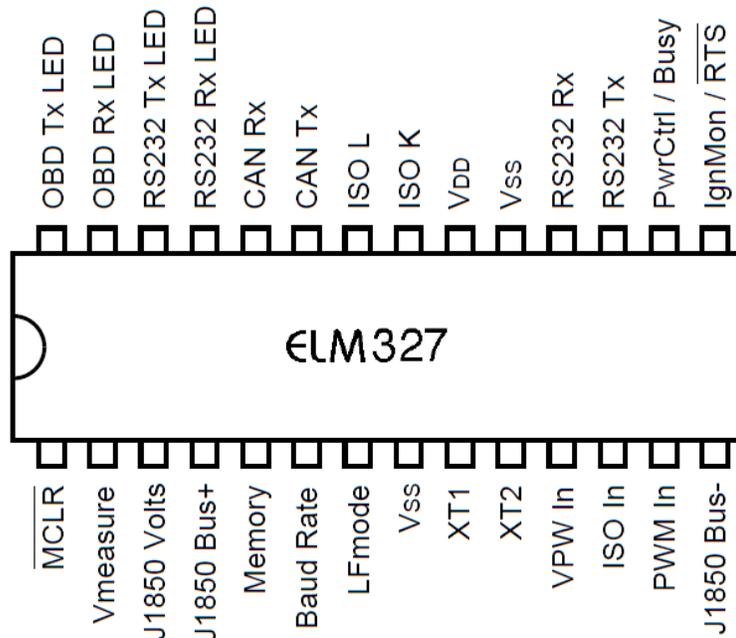


Figura 3.2.2 Diagrama de conexión PDIP y SOIC.

Fuente: (Elm Electronics, 2018).

Las características eléctricas tomadas en cuenta para el correcto funcionamiento del scanner automotriz ELM 327, se presentan en el ANEXO V del presente trabajo.

3.2.2 Dispositivo Arduino

A pesar de existir una gran variedad de modelos, en cuanto a la tecnología Arduino, los más comunes en el mercado son: Arduino Uno, Nano y Mega 2560 (Llamas, 2013). A continuación, se presentan características generales de los modelos anteriormente mencionados (Tabla 3.2.1).

Tabla 3.2.1

Características generales Arduino UNO, Nano y MEGA2560.

Parámetro / Modelo	UNO	Nano	MEGA 2560
Microcontrolador	ATmega328	ATmega328	ATmega2560
Voltaje de operación	5V	5V	5V
Pines digitales I/O	14 (6 con salida PWM)	14 (6 con salida PWM)	54 (15 con salida PWM)
Pines analógicos de entrada	6	8	16

Continuación de la Tabla 3.2.1

Parámetro / Modelo	UNO	Nano	MEGA 2560
Memoria Flash	32KB (0,5KB empleados para el gestor de arranque)	32KB (2KB empleados para el gestor de arranque)	256KB (8KB empleados para el gestor de arranque)
SRAM	2KB	2KB	8KB
EEPROM	1KB	1KB	4KB
UART	1	1	4
Oscilador cristal	16MHz	16MHz	16MHz
Costo	Bajo	Bajo	Medio

Fuente: (Arduino, 2014).

En la presente propuesta de implementación se seleccionó el modelo de Arduino Mega 2560. Esto debido a sus características adicionales, como lo son: En primer lugar, la capacidad extra de memoria flash, lo cual permite una mayor capacidad de almacenamiento de código, lo cual habilita el uso de librerías sin restricción de espacio. Esto con vista a futuras adaptaciones y/o funcionalidades del sistema de diagnóstico automotriz desarrollado en el presente proyecto. En segundo lugar, dicho modelo posee 3 puertos adicionales de comunicación UART (Transmisor – Receptor Asíncrono Universal), lo cual permite la adaptación de módulos específicos al sistema, entre estos tenemos: módulos GPRS, módulos de enlace inalámbrico, entre otros. Finalmente, el modelo de Arduino Mega 2560 cuenta con 3KB adicionales de memoria EEPROM (ROM Programable y Borrable Eléctricamente), lo cual presenta gran ventaja en caso de requerir almacenamiento alguno. El mapeado de pines de este modelo se presenta en el ANEXO VI del presente trabajo.

A pesar de dichas características adicionales y las grandes ventajas que presenta este modelo, es fundamental destacar que posee también un mayor tamaño al resto de modelos (101.52 mm de largo y 53.3 mm de ancho), el mismo que fue considerado para el contenedor del scanner automotriz. A continuación, se presenta el dispositivo Arduino Mega 2560 (Figura 3.2.3).



Figura 3.2.3 Arduino Mega 2560.

Fuente: (Arduino, 2020).

Adicionalmente, se empleará también un Arduino nano para la obtención del kilometraje recorrido por el vehículo. Este se encargará posteriormente de enviar la información ya procesada al Arduino Mega 2560 y de esta forma unificarla para su posterior transmisión. Este tipo de Arduino posee una gran funcionalidad al permitir su acoplamiento en una placa principal o soportes electrónicos similares, además, de que su pequeño tamaño no representa un gran incremento del volumen total de la propuesta. A continuación, se presenta el dispositivo Arduino Mega 2560 (Figura 3.2.4). El mapeado de pines de este modelo se presenta en el ANEXO VII del presente trabajo.

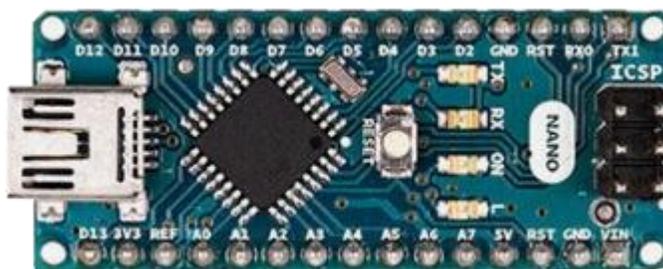


Figura 3.2.4 Arduino Nano.

Fuente: (Arduino, 2020).

3.2.3 Conversor de RS232 a TTL

Este componente permite conectar dispositivos que emplean un puerto serie RS232 con dispositivos que utilizan señales TTL (Lógica transistor transistor), en el caso del presente proyecto se refiere al lector ELM 327 y el dispositivo Arduino Mega 2560 respectivamente. Esto es usualmente empleando en comunicaciones a corta distancia entre dos dispositivos

y ofrece un rendimiento fiable a temperaturas extremas entre -40°C y 85°C , con el fin de acoplarse sin problemas en diversos entornos de trabajo. A continuación, se muestra el conversor empleado en la presente propuesta (Figura 3.2.5).

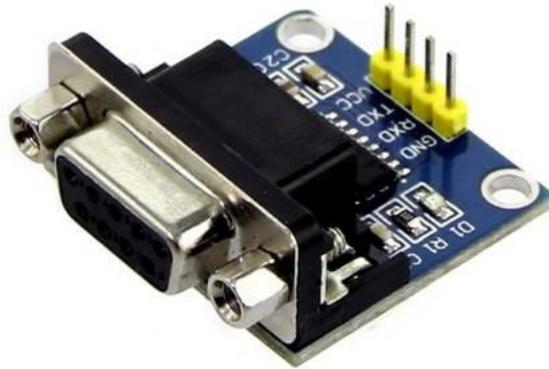


Figura 3.2.5 Conversor RS232 a TTL.

Fuente: (Sphinx, 2010).

3.2.4 Pantalla LCD 1602

Con el objetivo de que el propietario del vehículo pueda verificar de forma inmediata y personal el proceso ejecutado por el sistema propuesto, se determinó la necesidad de implementar una pantalla LCD (Display de Cristal Líquido) (Figura 3.2.6). La misma que será acoplada en el interior del vehículo y será parte fundamental para la comprobación del funcionamiento continuo del automotor.

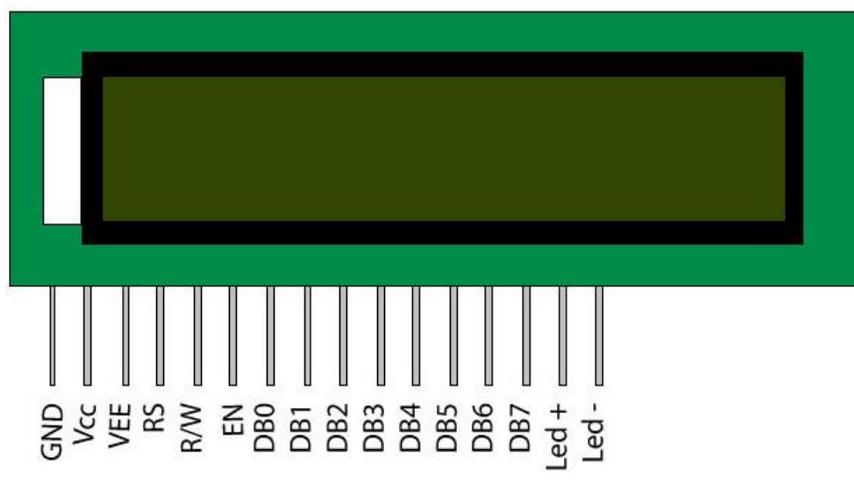


Figura 3.2.6 Esquema pantalla LCD JHD162A.

Fuente: (Currey, 2017).

3.2.5 Medidor de kilometraje

Para la medición del kilometraje se empleó uno de los sensores incorporados en los vehículos modernos, el cual es el “Sensor de Posición del Cigüeñal” también conocido como sensor CKP (Figura 3.2.7). Dicho sensor es el encargado de enviar señales a la computadora del vehículo informándole la posición en la que se encuentran tanto las válvulas como los pistones.

Para esto, es necesario tener claro que dicho sensor es un dispositivo de efecto Hall el cual reporta el número de vueltas y secuencias de las ranuras que posee el plato del convertidor de torsión detectando de esta manera la velocidad a la que opera el motor junto con el dato del sensor del árbol de levas (Autoavance, 2013).



Figura 3.2.7 Sensor CKP.

Fuente: El investigador.

Es así, que mediante la intervención de dicho sensor es posible obtener las ondas generadas por la lectura de las ranuras antes mencionadas y con esto mediante una conexión de tipo analógica convertir dicho dato en el recorrido del vehículo en kilómetros. Para lo cual se empleó la siguiente ecuación.

$$R = \frac{\pi * d * n}{ra * 1000}$$

Ecuación 3.2.1 Recorrido en kilómetros.

Fuente: El investigador.

En donde:

R, es el recorrido en kilómetros.

d, es el diámetro del neumático.

n, el número de ondas reportadas por sensor CKP.

ra, el número de ranuras del plato del convertidor.

3.2.6 Fuente de alimentación

Como fuente de alimentación del presente prototipo se empleará la batería del vehículo, con la adición de dos convertidores de voltaje DC – DC Step-Down 5A XL4005, los mismos que tienen como función, entregar un voltaje de salida constante o inferior al voltaje de entrada frente a las posibles variaciones del voltaje de carga o, de entrada. Dicho convertidor soporta corrientes de salida de hasta 5 A, voltaje de entrada entre 5V a 32V y voltaje de salida entre 0,8V a 30V (El voltaje de salida es seleccionado mediante un potenciómetro multivuelta) (Naylamp, 2019).

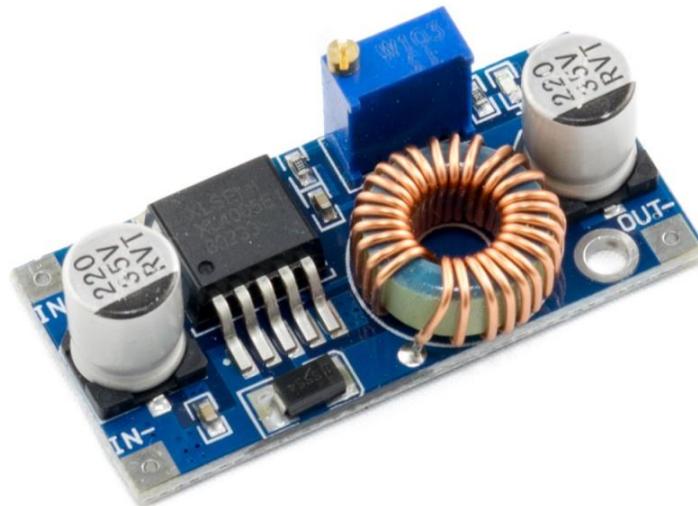


Figura 3.2.8 Convertidor de voltaje DC -DC.

Fuente: (Naylamp, 2019).

Uno de estos será empleado para la alimentación de las placas Arduino a emplear (7 a 7,5V) y el segundo alimentará el módulo de conexión inalámbrica (3,7 a 4,2V).

3.2.7 Módulo de conexión inalámbrica

Con el objetivo de brindarle a la propuesta una aplicación inalámbrica de largo alcance, se seleccionó como módulo un “SIM800L GSM/GPRS”, este es un dispositivo quad-band, que trabaja en las frecuencias GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz y PCS1900MHz (Eneka, 2014), el cual permitirá la transmisión GPRS de los datos automotrices adquiridos por los microcontroladores implementados (Figura 3.2.9). Cabe recalcar, que el módulo empleará para su conexión un chip de Movistar.

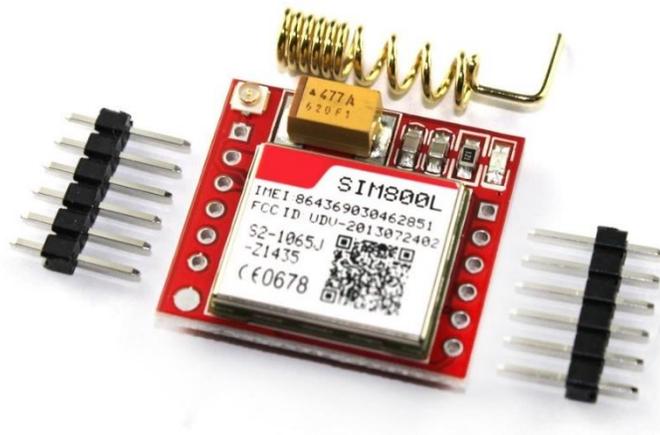


Figura 3.2.9 Módulo SIM800L GSM/GPRS.

Fuente: (Eneka, 2014).

Dicho módulo será el encargado de subir continuamente la información automotriz del sistema a la nube, para lo cual se pretende el uso de ThingSpeak como servidor web. El mismo en su versión gratuita permite la subida de hasta tres millones de mensajes, lo cual asegura el correcto almacenamiento de datos en un periodo aproximado de 3 años. Para esto, únicamente es necesario la creación de una cuenta en Thinkspeak.com, configurar los canales necesarios y obtener la APIKey de envío para el sistema.

3.3 Diseño del scanner automotriz

Con la selección de los componentes de sistema culminada, los cuales satisfacen la funcionalidad del mismo (de acuerdo con la arquitectura planificada), se procedió a realizar el ensamble de todos los componentes correspondientes al scanner automotriz, incluyendo en esto, los subcomponentes pasivos que garantizan los correctos valores de voltaje y

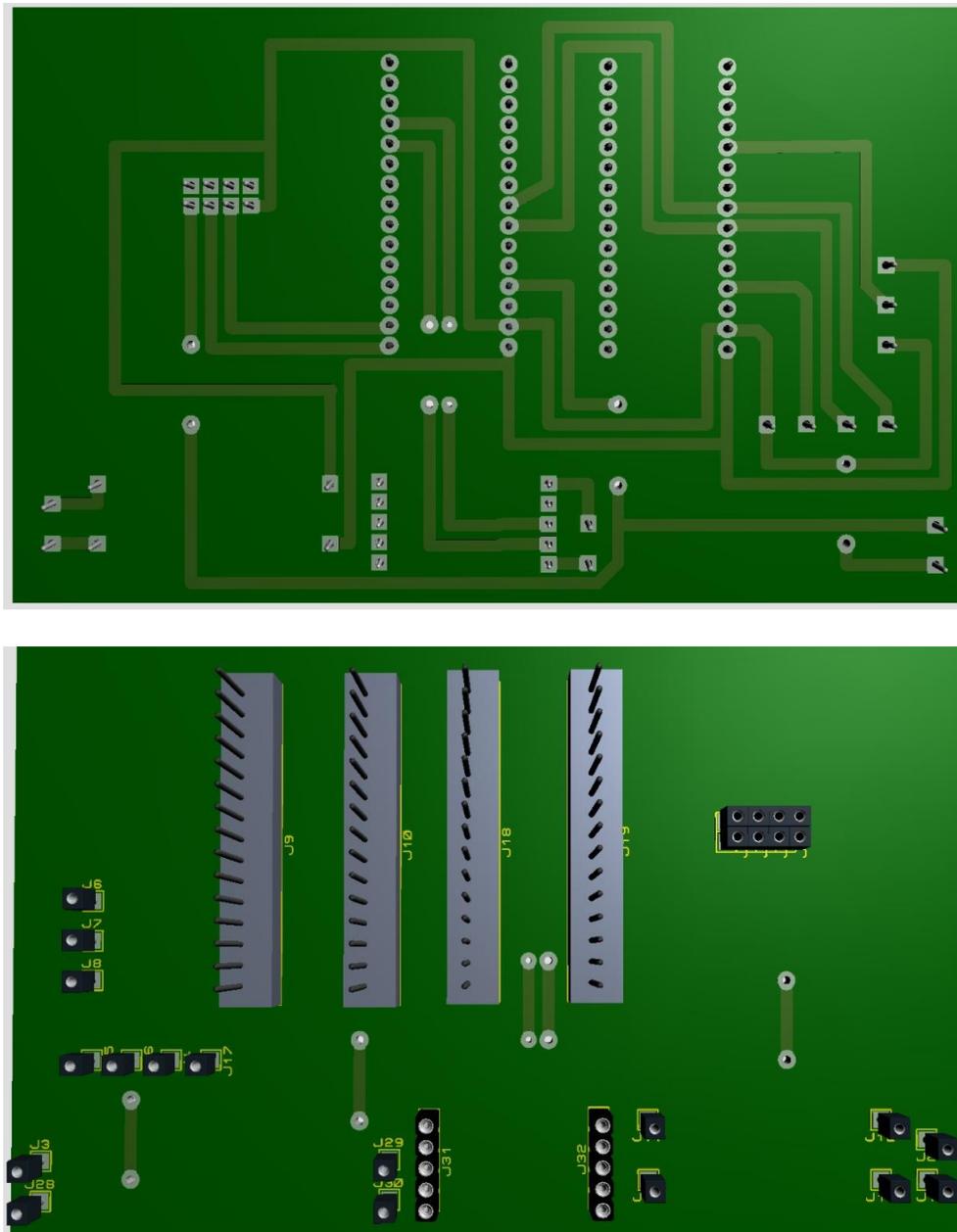


Figura 3.3.2 Vista frontal y trasera de la simulación del circuito impreso.

Fuente: El investigador.

3.2.2 Ensamblado del scanner automatizado

Para el ensamblado del scanner automatizado, una vez tomada en cuenta la disposición espacial de los componentes del mismo, se prosiguió a la soldadura de los componentes según se muestra a continuación (Figura 3.3.3).

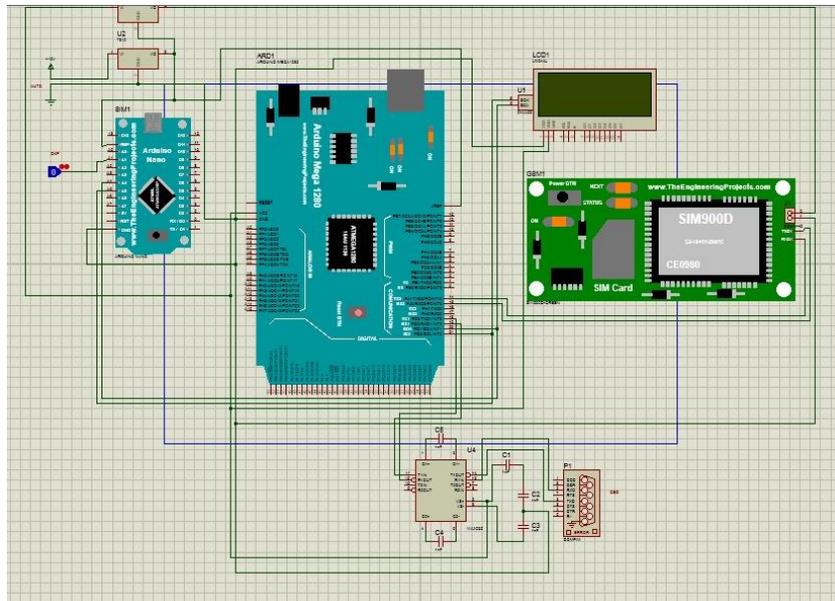


Figura 3.3.3 Diagrama de conexión del scanner automatizado ANEXO IX.

Fuente: El investigador.

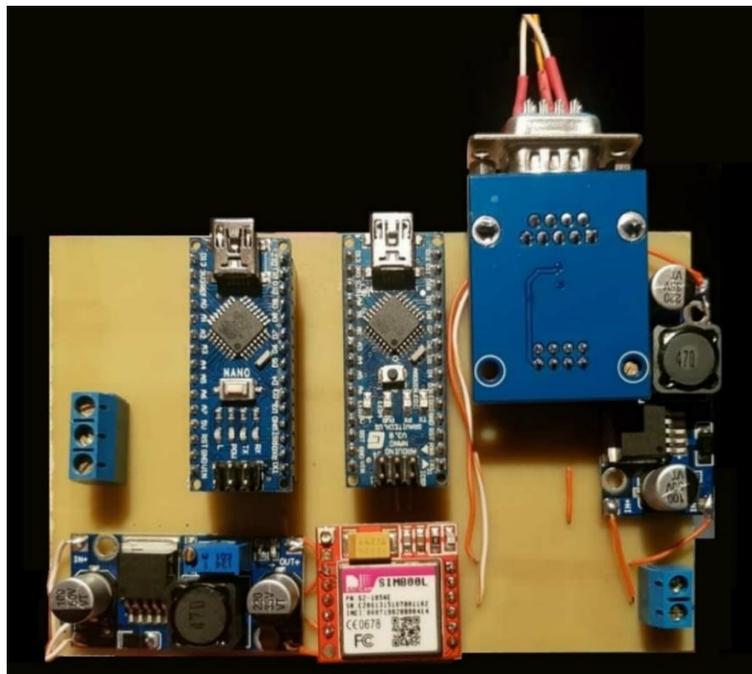


Figura 3.3.4 Circuito terminado.

Fuente: El investigador.

3.3.3.1 Costos directos

En este apartado se han considerado los costos generados por la parte estructural del sistema (hardware), los cuales se presentan a continuación en la Tabla 3.3.1.

Tabla 3.3.1

Costos directos empleados en el desarrollo del sistema.

Cantidad	Denominación	Características	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Placa Arduino	Nano	6,50	6,50
1	Placa Arduino	Mega 2560	19,99	19,99
1	Lector ELM	327	19,00	19,00
2	Convertidor DC a DC	Step-Down 5A XL4005	2,95	5,90
1	Sim800L	GPRS GSM	11,00	11,00
1	Conversor RS232 a TTL	--	3,75	3,75
1	Sensor CKP	Propio del vehículo	0,00	0,00
30	Conectores	Hembra- Hembra	0,15	4,50
1	Placa de Baquelita		1,60	1,60
Total				72,24

Fuente: El investigador.**3.3.3.2 Costos indirectos**

En este punto se han considerado los gastos adicionales por servicios o actividades realizadas para el desarrollo del sistema, los cuales se presentan a continuación en la Tabla 3.3.2.

Tabla 3.3.1

Costos indirectos empleados en el desarrollo del sistema.

Denominación	Características	Costo Total (USD)
Elaboración del Circuito Impreso	En placa de Baquelita	10,00
Gastos de envíos	Componentes Electrónicos	5,00
Caja proyecto	Material Acrílico	12,00
Total		27,00

Fuente: El investigador.

Considerando los costos de la parte estructural, de las actividades y procesos empleados para el desarrollo del sistema (costos directos e indirectos), además de la potencial producción en serie del mismo, se puede aproximar un costo de salida de mercado de 150,00 USD.

3.4 Software para captura y gestión de datos automotrices

En el presente apartado se presentan los bloques de comunicación programable empleados en el desarrollo del dispositivo, entre estos bloques se destacan: La

programación de los microcontroladores desde ARDUINO, Visualización y registro de Información y Almacenamiento y gestión de datos automotrices.

Para el desarrollo de dichos bloques de comunicación, se planteó un sistema de transmisión, recepción y almacenamiento el cual se presenta a continuación en la (Figura 3.4.1).



Figura 3.4.1 Sistema de transmisión, recepción y almacenamiento.

Fuente: El investigador.

3.4.1 Protocolos de comunicación desde ARDUINO

Como primera fase del sistema de transmisión, recepción y almacenamiento (Figura 3.4.1) desarrollado en el presente trabajo, es fundamental destacar la programación empleada para los microcontroladores empleados en el hardware del sistema en su estructura de Arduino Nano y Mega2560. Es así, que el sistema cuenta con un microcontrolador ATmega328P y un ATmega2560, mismos que se han programado en el software gratuito "Arduino en su versión 1.8.13".

3.4.1.1 Conexión y lectura del scanner ELM 327

El microcontrolador ATmega2560, es el encargado de realizar la lectura y adquisición de variables automotrices del scanner ELM 327. Para esto se emplearon las librerías:

Wire.h, la cual permite enviar y recibir datos a través de una red de dispositivos o sensores, y la librería OBD.h, una librería de Arduino diseñada específicamente para leer datos OBD-II del automotor a través del bus CAN. Además, este microcontrolador es el encargado de imprimir la información de lectura automotriz en la pantalla LCD incorporada en el interior del vehículo. La programación empleada para dicho microcontrolador es presentada en el ANEXO X.

3.4.1.2 Conexión con el sensor CKP

Mientras tanto, el microcontrolador ATmega328P, es el encargado de realizar la lectura del pulso generado por el sensor de posición del cigüeñal CKP, transformando dicho pulso en el kilometraje recorrido por el vehículo y finalmente realizando el envío de dicha información al primer microcontrolador mediante el protocolo de comunicación I2C (Intergrated Circuit), lo cual permite unificar toda la información automotriz recolectada para su posterior transmisión. Para esto se emplearon las librerías: Wire.h, la cual fue empleada para la comunicación entre microcontroladores. La programación empleada para dicho microcontrolador es presentada en el ANEXO XI.

3.4.2 Almacenamiento y gestión de datos automotrices

El bloque de almacenamiento y gestión de datos automotrices, es el encargado de guardar, editar, eliminar y organizar toda la información enviada desde la interfaz gráfica del sistema. De esta forma garantizando la integridad y la disponibilidad de la misma en todo momento.

Su principal función es la de almacenar los registros tanto del consumidor como del proveedor de servicios automotrices, como lo son: registros de clientes, citas de mantenimiento, mantenimientos realizados y diagnósticos automotrices. Además, este sistema se encarga de almacenar la programación pertinente para la gestión de dichos datos (Editar, guardar, eliminar, generar reportes, etc.). Los mismos que serán llamados a colación en la interfaz gráfica del sistema.

Para esto, se empleó el software Microsoft SQL Server Management Studio en su versión 15.0.18206.0. En el cual se diseñó una base de datos llamada "consumidorelm" la cual está compuesta por las tablas y variables mostradas en la (Figura 3.4.2).

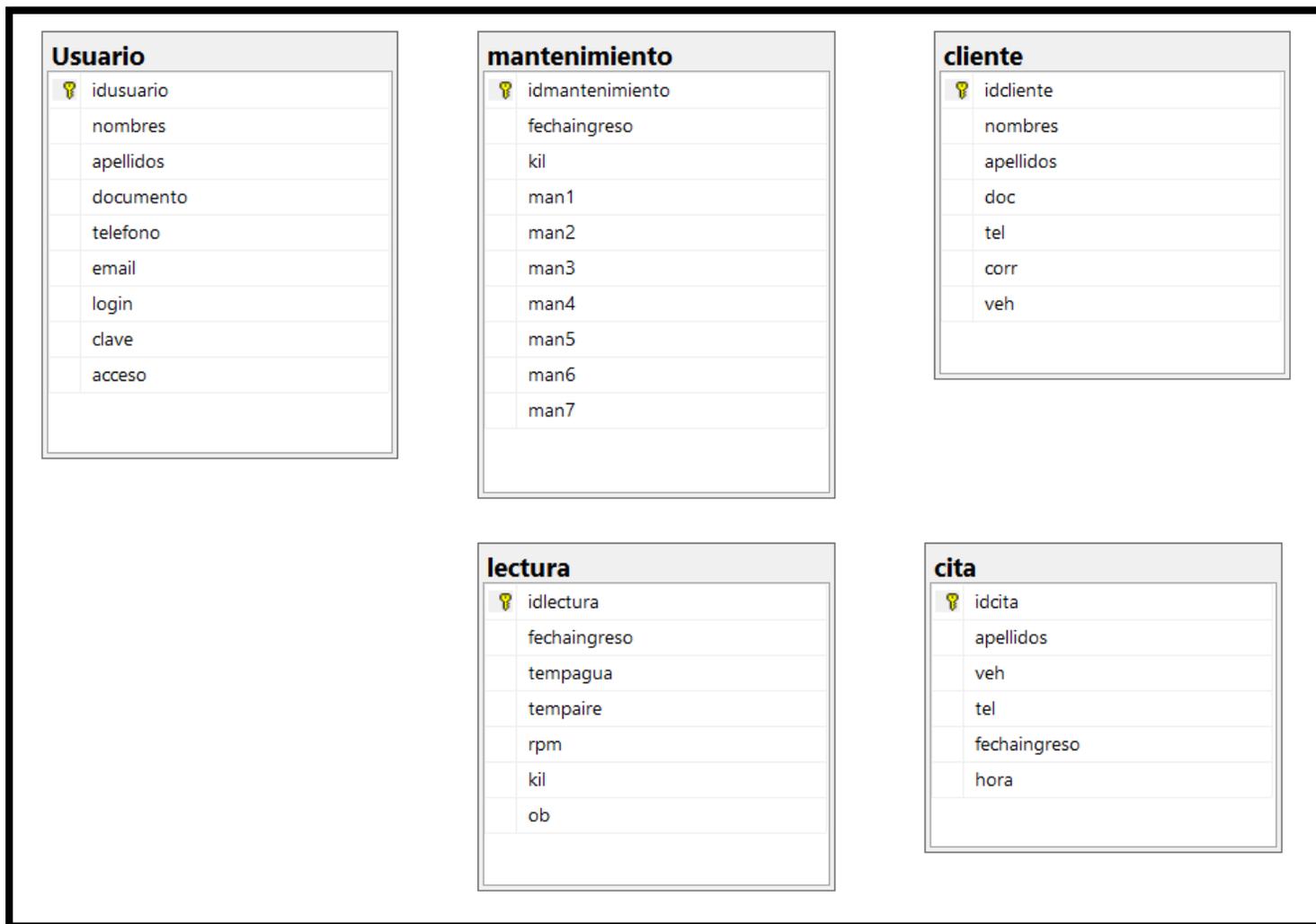


Figura 3.4.2 Tablas y variables de “consumidorelm”.

Fuente: El investigador.

3.4.3 Visualización y registro de la información

El desarrollo de los softwares encargados de la visualización y registro de la información automotriz, tanto para el consumidor y proveedor de servicios fue diseñado empleando la plantilla de Windows Forms (.NET Framework) de Visual Basic en la plataforma de Visual Studio 2019.

3.4.3.1 Software del consumidor

Como base estructural del software se organizó su contenido en cuatro carpetas, llamadas: Datos, Lógica, Presentación y Reportes (Figura 3.4.3). Las cuales, permitieron una mejor distribución para el desarrollo gráfico del mismo. La carpeta Datos contiene: la conexión del software con la base de datos diseñada en SQLServer y el registro de funciones almacenadas en la programación SQL de la base de datos. La carpeta Lógica, permite la declaración y conexión de variables registradas en la base de datos. La carpeta presentación, almacena los Formularios (Windows Form), los cuales están conformados por la interfaz gráfica del sistema y su respectiva programación. Finalmente, la carpeta Reportes, almacena los informes generados en cuanto a la lectura de datos automotrices y al registro de mantenimientos realizados en el automotor.

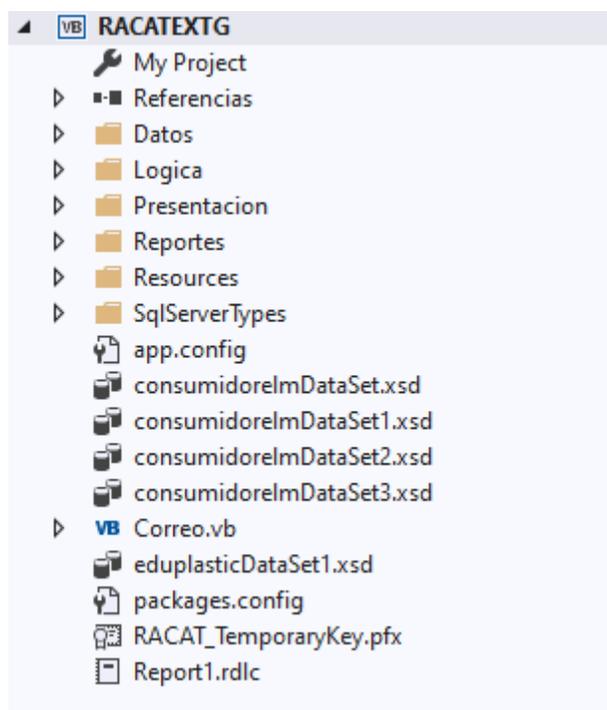


Figura 3.4.3 Distribución de contenidos software consumidor.

Fuente: El investigador.

A continuación, se detalla el contenido de la interfaz gráfica del software. El software diseñado para el consumidor es decir el propietario del automotor, tiene como inicio una pantalla de Acceso al Sistema, para el cual se requiere de un usuario y contraseña previamente registrados (Figura 3.4.4).

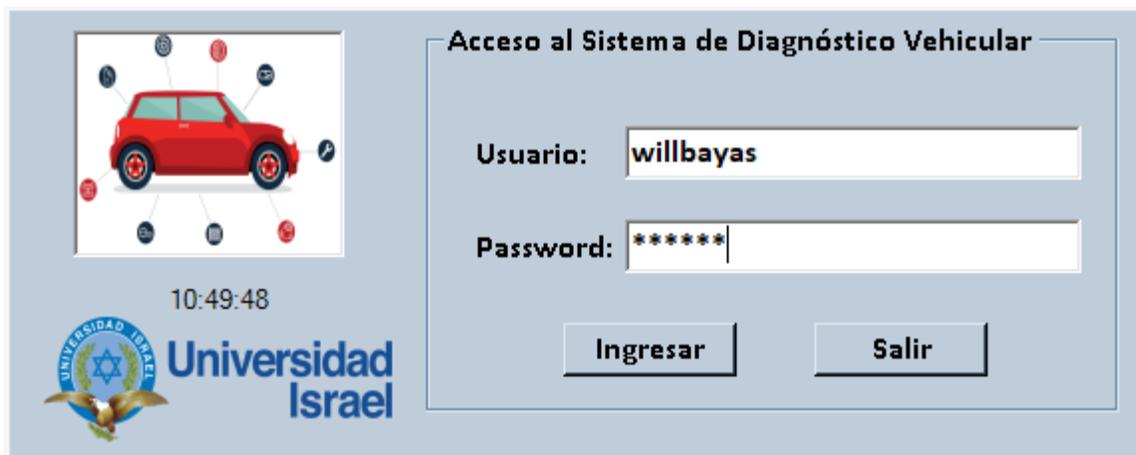


Figura 3.4.4 Acceso al sistema software consumidor.

Fuente: El investigador.

Una vez que se ha dado el ingreso exitoso al sistema, se puede visualizar la pantalla principal del software. En la misma, se encuentran las opciones de Administración, Búsqueda, Reportes, Ver, Ventanas, Ayuda y Notificaciones (Figura 3.4.5). La opción de Administración, contiene los procesos de: “Registro por Lectura”, el cual permite la captura y registro de los datos automotrices desde la nube; “Registro Manual”, este proceso permite el registro manual de los parámetros obtenidos desde la pantalla integrada del sistema (Figura 3.4.6); “Registro de Mantenimientos”, este permite que el propietario del vehículo mantenga un seguimiento constante de los mantenimientos preventivos que vaya realizando al automotor (Figura 3.4.7); y Finalmente “Solicitar mantenimiento”, este proceso permite enviar una solicitud de mantenimiento preventivo con los datos de las lecturas automotrices realizadas (Figura 3.4.8), esto se lo realizo mediante un módulo de envío de correos implementado en el sistema.

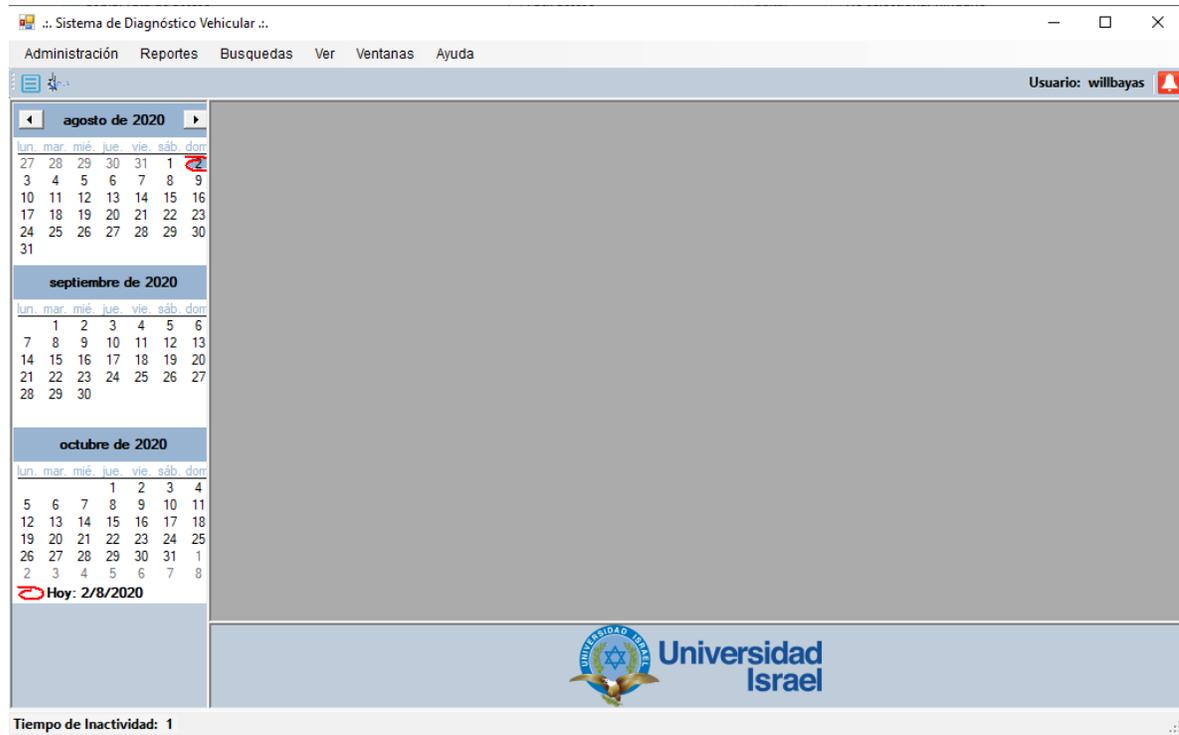


Figura 3.4.5 Pantalla principal del software consumidor.

Fuente: El investigador.

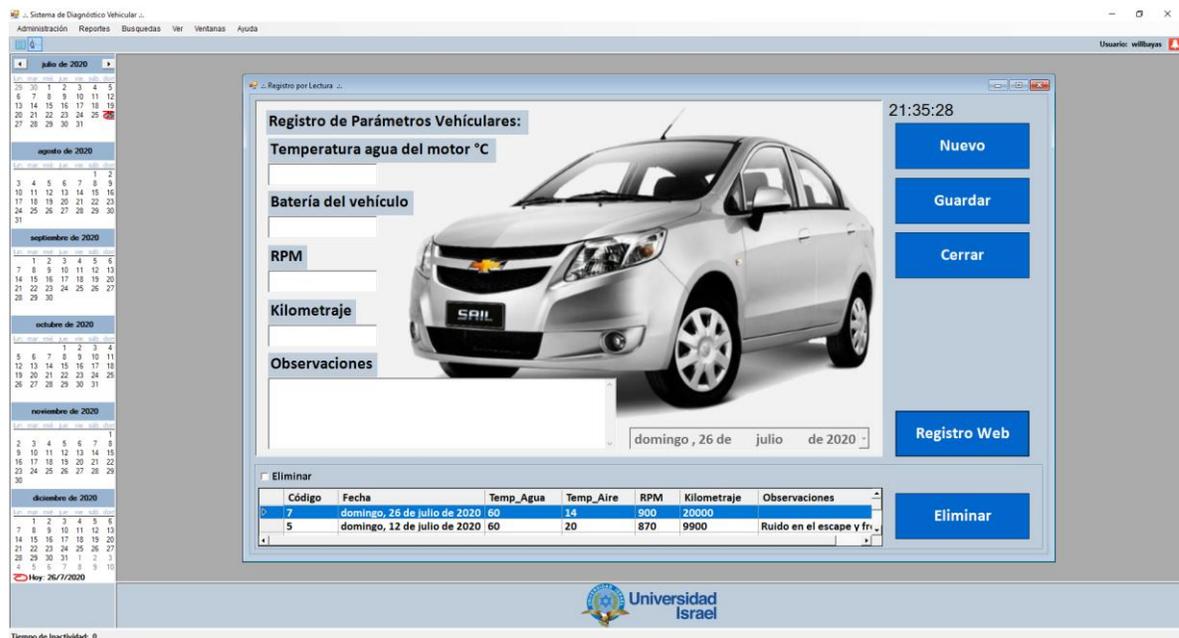


Figura 3.4.6 Registro por lectura y manual.

Fuente: El investigador.



Figura 3.4.7 Registro de mantenimientos.

Fuente: El investigador.

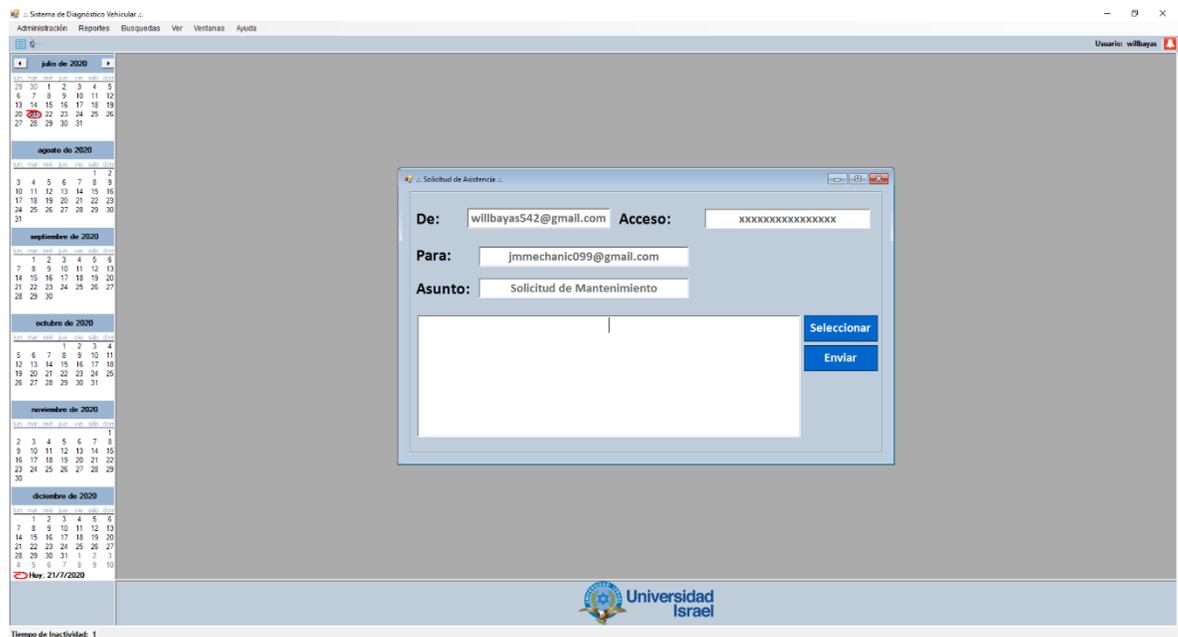


Figura 3.4.8 Solicitud de mantenimiento.

Fuente: El investigador.

La opción de “Notificaciones”, brinda al consumidor recomendaciones acerca de los mantenimientos preventivos que necesita el vehículo, de acuerdo a los diagnósticos

reportados en el software (Figura 3.4.9). Este sistema de notificaciones y alertas de mantenimiento fue diseñado en base a la Fase I del presente diseño metodológico.

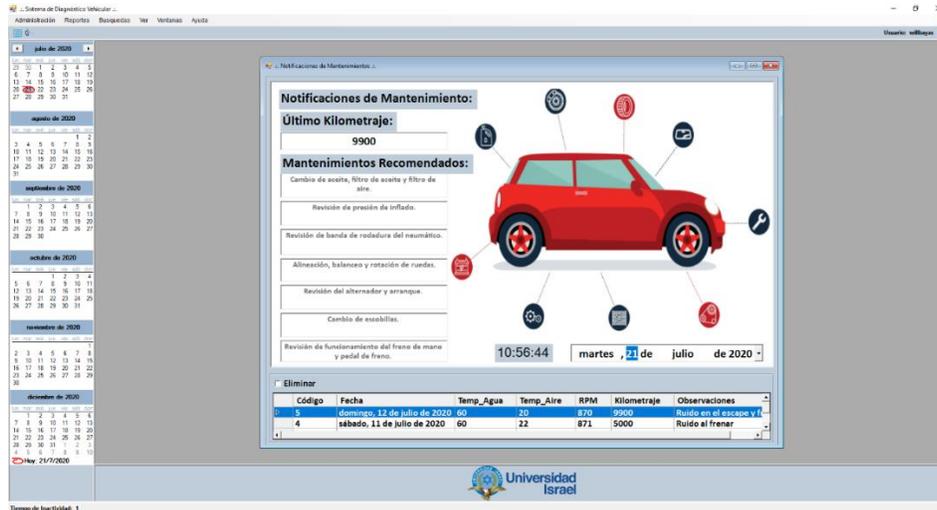


Figura 3.4.9 Sistema de notificaciones de mantenimiento.

Fuente: El investigador.

La opción de “Búsquedas”, permite al consumidor encontrar cualquier registro de mantenimiento y lectura de diagnóstico automotriz registrados en la base de datos. Empleando para esto cualquier parámetro de búsqueda seleccionado (Figura 3.4.10), como lo son: Fecha de registro, kilometraje, observaciones, etc.

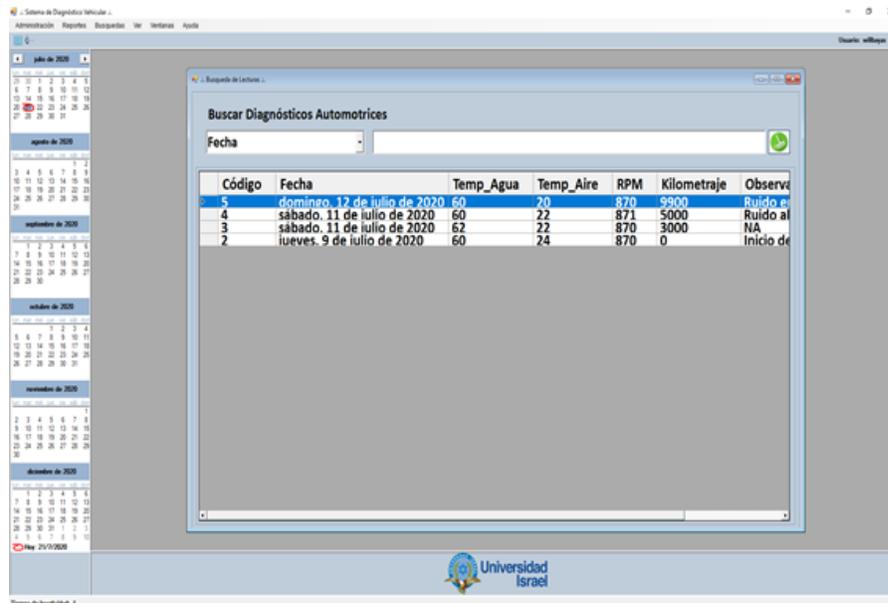


Figura 3.4.10 Sistema de búsquedas.

Fuente: El investigador.

La opción de “Reportes”, permite al consumidor generar un informe que contiene las lecturas registradas del automotor con los parámetros de lectura, los cuales son: Código de ingreso, fecha de diagnóstico, temperatura del agua, temperatura del aire, revoluciones por minuto, kilometraje y las observaciones reportadas por el consumidor (Figura 3.4.11). Además, también es posible generar un informe de mantenimientos, en caso de el proveedor de servicios lo solicite.

The screenshot displays a web-based diagnostic system interface. On the left, there is a calendar navigation tool for the year 2020, with the month of July selected. The main content area shows a 'Reporte de Diagnóstico' window. The report header identifies the client as 'William Oswaldo Bayas Sánchez' and the vehicle as a 'Chevrolet SAE 2014'. Below this, a table titled 'DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ' provides detailed data for four diagnostic sessions.

Código	Fecha	Temp Agua	Temp Aire	RPM	Kilometraje	Observaciones
5	domingo, 12 de julio de 2020	60	20	870	9900	Ruido en el escape y frenos
4	sábado, 11 de julio de 2020	60	22	871	5000	Ruido al frenar
3	sábado, 11 de julio de 2020	62	22	870	3000	NA
2	viernes, 9 de julio de 2020	60	24	870	0	Inicio de Operaciones

Figura 3.4.11 Sistema de reportes.

Fuente: El investigador.

Finalmente, la opción de “Ver”, permite retirar o añadir las barras de herramientas; la opción de “Ventanas” permite modificar el tipo de organización en caso de múltiples ventanas abiertas y la opción de “Ayuda” brinda al consumidor la información de contacto sobre el taller automotriz vinculado.

3.4.3.2 Software del proveedor de servicios

Al igual que el software del consumidor previamente descrito, el software del proveedor de servicios, el cual este enfocado para talleres automotrices posee la misma organización estructural. Es decir, está conformada por cuatro carpetas, llamadas: Datos, Lógica, Presentación y Reportes (Figura 3.4.3), cuyos objetivos de almacenamiento se presentaron en el punto 3.4.3.1 del presente documento.

A continuación, se detalla el contenido de la interfaz gráfica del software. El software diseñado para el proveedor de servicios automotrices, tiene de igual manera como inicio

una pantalla de Acceso al Sistema, el cual ha sido previamente personalizada con el respectivo logotipo del proveedor (Figura 3.4.12).

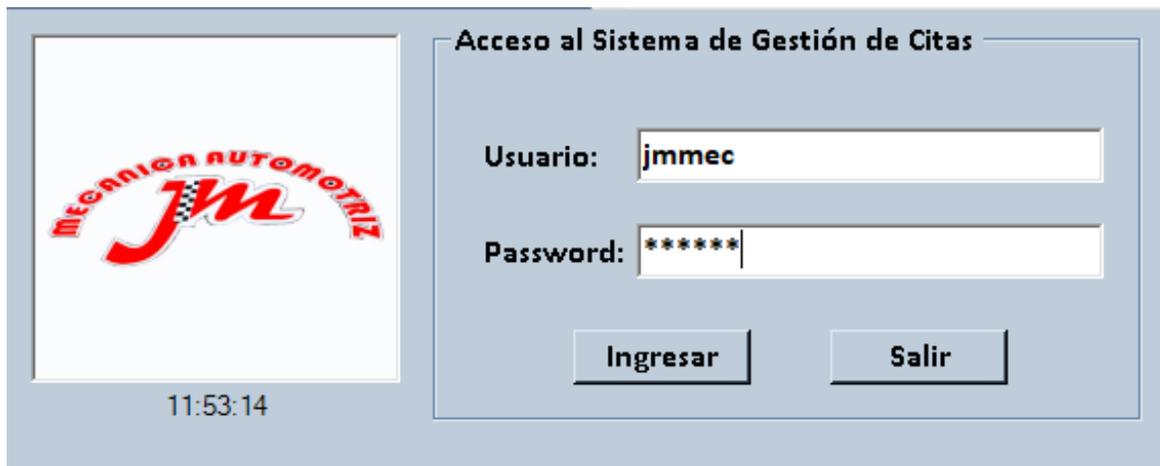


Figura 3.4.12 Acceso al sistema software proveedor de servicios.

Fuente: El investigador.

De igual forma, una vez se ha dado el ingreso exitoso al sistema, es posible acceder a la pantalla principal del software. En la misma, se encuentran las opciones de Administración, Búsqueda, Ver, Ventanas y Ayuda (Figura 3.4.13). La opción de Administración, contiene los procesos de: “Registro de Clientes”, el cual permite gestionar la cartera de clientes del proveedor de servicios automotrices, registrando y almacenando datos como: Nombres, apellidos, documento de identidad, información de contacto y su respectiva información vehicular (Figura 3.4.14); “Registro de citas”, una vez recibida la solicitud de mantenimiento enviada desde el software del consumidor, este proceso permite realizar el registro y planificación de citas de operación para el taller automotriz (Figura 3.4.15).

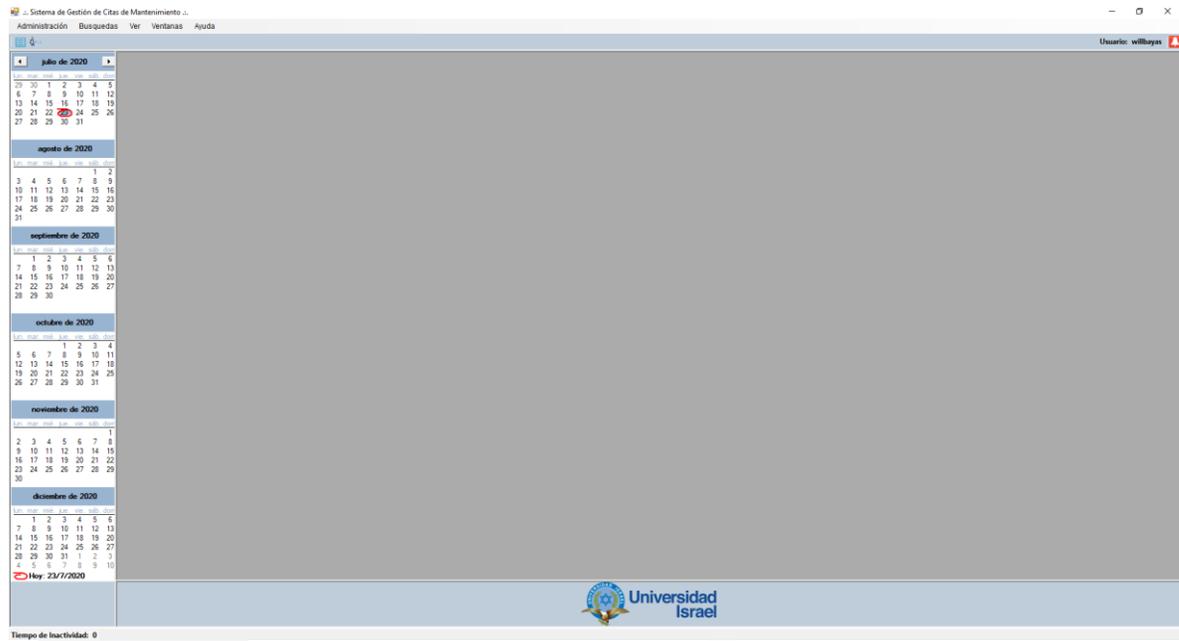


Figura 3.4.13 Pantalla principal del software del proveedor.

Fuente: El investigador.

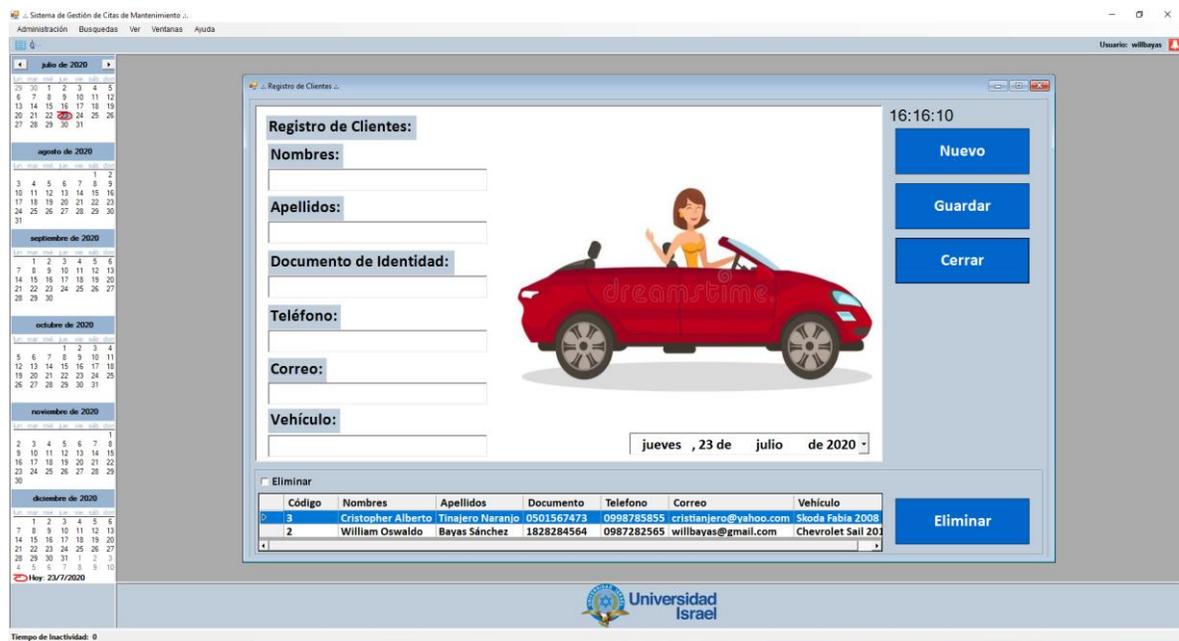


Figura 3.4.14 Registro de clientes.

Fuente: El investigador.



Figura 3.4.15 Registro de citas de mantenimiento.

Fuente: El investigador.

La opción de “Búsquedas”, permite al proveedor encontrar cualquier registro de citas de mantenimiento en la base de datos previamente instalada. Empleando para esto cualquier parámetro de búsqueda seleccionado (Figura 3.4.16), como lo son: Fecha de registro, Propietario del vehículo, marca del vehículo, etc.

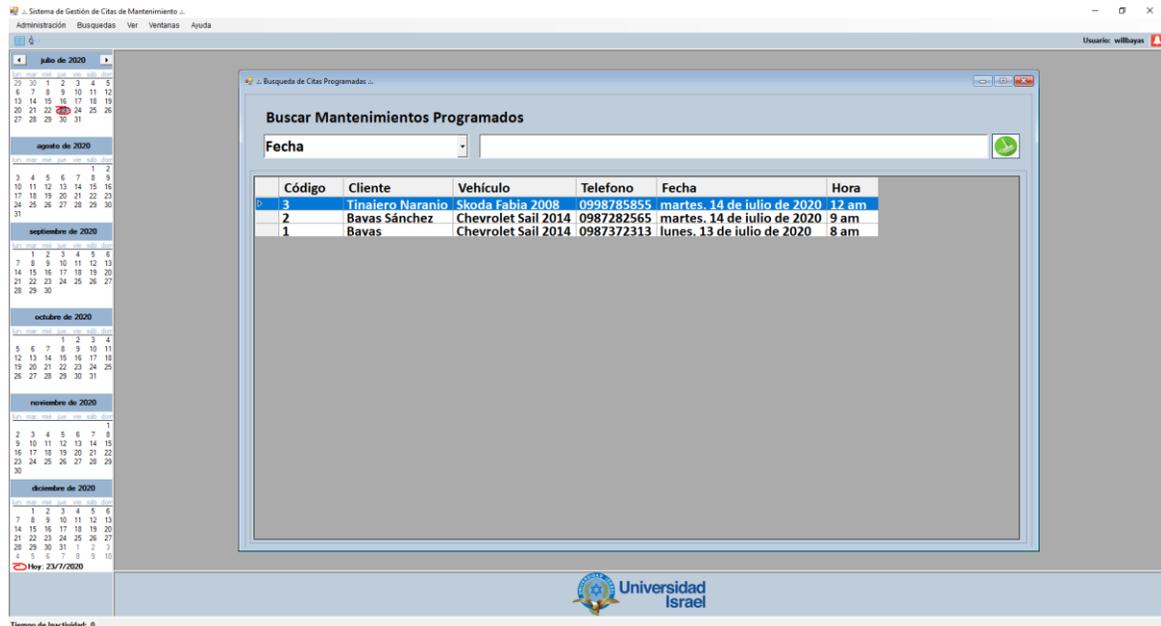


Figura 3.4.16 Sistema de búsquedas.

Fuente: El investigador.

Finalmente, las opciones de “Ver” y “Ventanas” cumplen con una función equivalente a la del software del consumidor y la opción de “Ayuda” brinda al proveedor la información de contacto para soporte técnico del software.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN

En el presente capítulo se expondrá en primer lugar la implementación del sistema de diagnóstico automotriz, la cual cuenta con la incorporación del hardware en el automotor, además de las pruebas de conexión y funcionamiento correspondientes. Finalmente, una vez comprobado el correcto funcionamiento del dispositivo se procedió al desarrollo de manuales de usuario en cuanto a la instalación y funcionamiento básico del sistema.

4.1 Implementación

El sistema propuesto puede ser implementado en vehículos que cuenten con un conector DLC, el cual permite la conexión directa con la ECU. En el presente trabajo el vehículo seleccionado para la implementación fue un Chevrolet Sail del año 2014. En el cual se lograron capturar los parámetros automotrices deseados, los cuales fueron:

- Temperatura del agua.
- Batería del vehículo.
- Revoluciones por minuto.
- Kilometraje.

Estos parámetros se consideraron fundamentales para el diagnóstico automotriz y para el sistema de alertas de mantenimientos preventivos empleado en el software desarrollado en el presente trabajo. Además, dichos parámetros se consideran estándares en el sistema OBD-II, considerando el criterio del fabricante para la transmisión de los mismos.

4.1.1 Instalación del dispositivo

Para la instalación del scanner automotriz, se consideraron dos factores fundamentales para su correcto funcionamiento, los cuales fueron: la optimización del espacio, el cual pretendió la no interferencia del sistema con el funcionamiento normal del automotor, además de la fácil visualización de la pantalla LCD en el interior del vehículo; y el correcto soporte y durabilidad del sistema, este factor es de suma importancia para la viabilidad del

producto, y el no ocasionar daño alguno en caso de la soltura del dispositivo, para lo cual, se diseñó y ensambló una caja plástica encargada de la contención del sistema (Figura 4.1.1). Dicha estructura es la delegada de la protección de la placa principal del circuito y del acoplamiento del sistema en el interior del automotor.

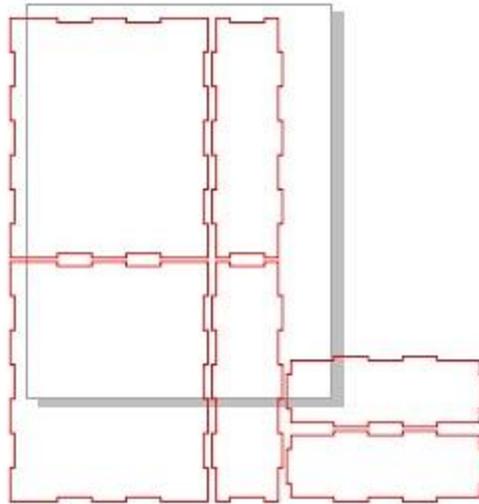


Figura 4.1.1 Diseño de la caja contenedora para el sistema.

Fuente: El investigador.

En base a lo mencionado anteriormente, se procedió a la adaptación de la caja de material acrílico al prototipo, permitiendo con esto la disponibilidad a todas las conexiones necesarias para su correcto funcionamiento (Figura 3.3.3). Entre dichas conexiones se tiene: La salida de los reductores de voltaje (Convertidores de DC a DC) hacia la batería del vehículo, los cables de conexión analógica para la lectura del sensor CKP, la pantalla LCD (Figura 4.1.2) y finalmente la conexión con la ECU del vehículo.

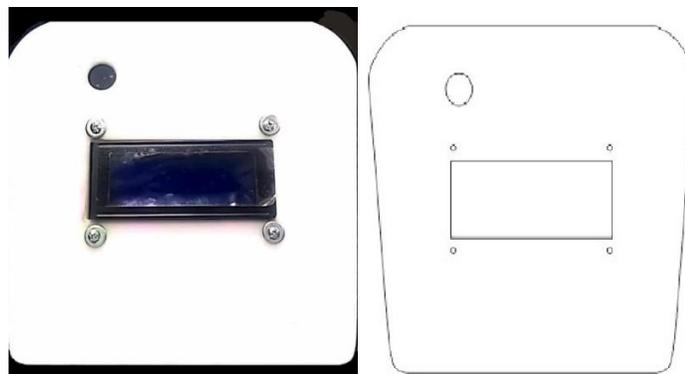


Figura 4.1.2 Anclaje de la LCD a la caja del proyecto.

Fuente: El investigador.



Figura 4.1.3 Instalación del sistema en el interior del vehículo.

Fuente: El investigador.

Para la protección de los componentes expuestos del sistema, como principalmente lo son: los cables de conexión dirigidos a la batería del vehículo y los cables que intervienen la señal generada por el sensor de posición del cigüeñal (Sensor CKP), fueron recubiertos mediante forros corrugados para cables de tipo automotriz (Figura 4.1.4). Asegurando con esto, la protección y durabilidad de los mismos a pesar del rozamiento y de las condiciones de temperatura generadas.

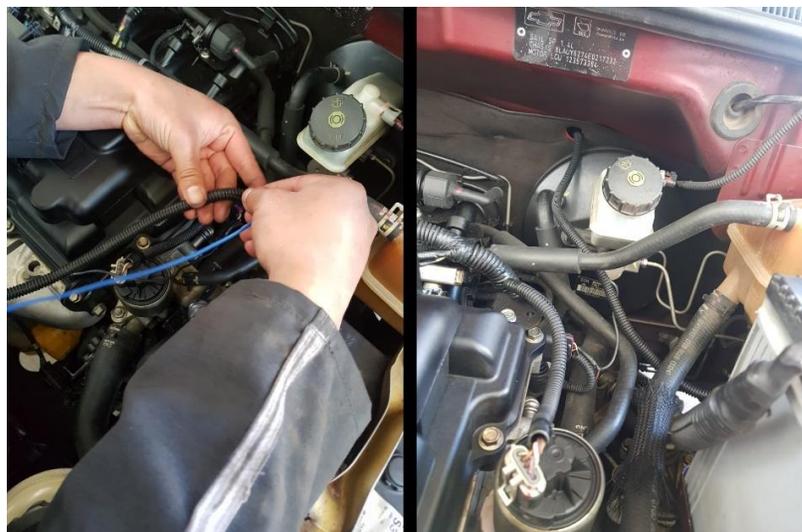


Figura 4.1.4 Instalación del forro corrugado para cables de tipo automotriz.

Fuente: El investigador.

Finalmente, se realiza la conexión del lector ELM327 con el puerto DCL del automotor, el cual en el vehículo objeto de implementación se localizó bajo el volante sobre el área de los pedales. Estos cables de conexión se aseguraron mediante correas de amarre plásticas, para asegurar con esto, que las mismas no intervengan en la interacción del piloto con el automotor. El diagrama de conexión del sistema se presenta en el ANEXO VIII del presente documento.

4.1.2 Pruebas de funcionamiento

Una vez realizada la instalación del sistema de diagnóstico automotriz en el vehículo, se procedió a determinar la eficiencia del mismo mediante las siguientes etapas de funcionamiento:

- Adquisición de datos.
- Transmisión de la información.
- Gestión de datos automotrices.

4.1.2.1 Adquisición de datos

Esta prueba de funcionamiento está enfocada en determinar la correcta adquisición de datos desde el primer microcontrolador ATmega328P (Detallado con anterioridad en el punto 3.4.1.1), conjuntamente con la librería obd.h empleada en su programación, en cuanto a la recolección de datos automotrices provenientes desde la ECU. Para esto, se comparó la información pertinente recibida desde el software ScanMaster-ELM, el cual permite la conexión del lector ELM 327 a la computadora mediante un cable USB (Figura 4.1.5) con la información recibida en el monitor serie del Arduino nano en cuestión y en la pantalla LCD del sistema.

Dicho procedimiento se lo realizó durante 7 días continuos, comparando los parámetros de: carga de la batería, temperatura del agua, temperatura del aire y revoluciones por minuto. Determinando con esto, que existe una concordancia total de los datos analógicos con los datos digitales, lo cual refleja la efectividad de la adquisición de los datos automotrices en cuestión.

Descripción	Valor	Unid...	Min	Promedio	Max
03 - Fuel System Status					
Fuel System 1	Circuito Abierto	-	1,00	1,00	1,00
Fuel System 2	Not Reported	-	0,00	0,00	0,00
04 - Valor de Carga Calculado	31	%	19,61	25,22	61,18
05 - Temperatura del agua en el Motor	60	°C	30,00	53,13	60,00
06 - Compensador de Combustible de Corto Plazo - Banco 1	0,0	%	0,00	0,00	0,00
07 - Compensador de Combustible de Largo Plazo - Banco 1	-3,1	%	-5,47	-4,88	-3,13
08 - Presión Absoluta del Múltiple de Entrada	37	Km/Hr	22,00	31,55	71,00
0C - RPM Motor	867	rpm	824,50	919,41	2316,00
0D - Velocidad del Vehículo	0	km/h	0,00	0,00	0,00
0E - Tiempo de Encendido Acelerado para Cilindro #1	-2	°	-8,00	1,88	23,50
0F - Temperatura Entrada de Aire	22	°C	18,00	20,88	22,00
11 - Posición Absoluta de Mariposa del Acelerador	74,5	%	65,50	75,71	77,66
14 - Bank 1 - Sensor 1					
Oxygen Sensor Output Voltage	0,310	V	0,31	0,34	0,58
Short Term Fuel Trim	0,0	%	0,00	0,00	0,00
15 - Bank 1 - Sensor 2					
Oxygen Sensor Output Voltage	0,055	V	0,04	0,12	0,70
Short Term Fuel Trim	99,2	%	99,21	99,21	99,21
21 - Distancia Recorrida desde que se Activó el Check Engine	0	km	0,00	0,00	0,00
45 - Posición Relativa de la Mariposa del Acelerador	11,0	%	7,84	9,58	15,69
47 - Posición Absoluta B de la Mariposa del Acelerador	25,1	%	21,96	23,63	27,84
49 - Posición D del Pedal de Acelerador	19,6	%	19,61	19,67	21,57
4A - Posición E del Pedal de Acelerador	9,8	%	9,80	9,82	10,59
4C - Control del Actuador de la Mariposa del Acelerador Ordenada	15,3	%	10,98	13,52	27,84
4D - Minutos de Funcionamiento del Motor con la Luz del Check Engine Encendida	00:00	min	0,00	0,00	0,00

Figura 4.1.5 Lectura ELM 327 mediante ScanMaster-ELM.

Fuente: El investigador.

Por otro lado, la evaluación de la adquisición del kilometraje se la realizó comparando los datos brindados por odómetro integrado en el tablero del automotor, con los datos recibidos en el segundo microcontrolador ATmega328P (Detallado con anterioridad en el punto 3.4.1.2) y en la pantalla LCD integrada en el sistema. Para lo cual, se realizaron recorridos de 2, 6 y 20 kilómetros, obteniendo de igual manera concordancia total en los datos reportados por ambas partes.

4.1.2.2 Transmisión de la información

Las pruebas de transmisión se orientaron en determinar el correcto envío de la información del vehículo, la cual es recolectada previamente por los microcontroladores empleados y enviada a la nube (ThingSpeak) a través del módulo SIM800L GSM/GPRS. El envío de la información automotriz es explicado a detalle en el apartado 3.2 del presente documento.

Dicho módulo envía la información automotriz empleando el Servicio General de Paquetes vía Radio (GPRS), brindándole así a la aplicación, un carácter inalámbrico de alta distancia. Lo cual permite que el consumidor almacene en la nube toda la información respectiva al diagnóstico automotriz y posteriormente en la base de datos del sistema.

Es así, que se verificó la correcta transmisión de la información y su respectiva representación gráfica en escala de tiempo (Figura 4.1.6). Debido a que el módulo GSM/GPRS posee una velocidad de subida máxima de 14,4 kbps, el proceso de envío y recepción de la información varía entre 10 y 20 segundos, lo cual se consideró un tiempo aceptable para la visualización de la información automotriz.

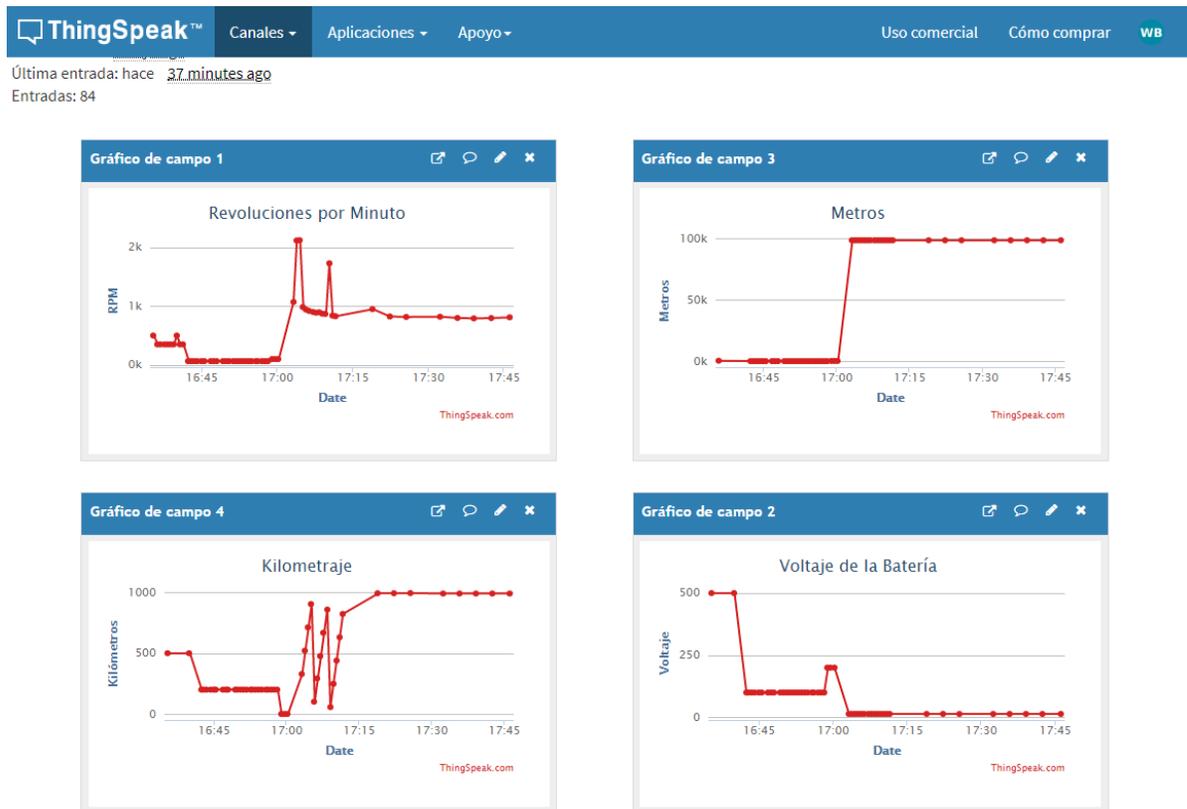


Figura 4.1.6 Recepción de datos automotrices en ThingSpeak.

Fuente: El investigador.

4.1.2.3 Gestión de datos automotrices

Para determinar la eficiencia de las funciones almacenadas tipo SQL, registradas en la base de datos y posteriormente llamadas a través de la interfaz gráfica del sistema, se procedió a verificar su correcto funcionamiento mediante pruebas sucesivas desde el software del consumidor. Las funciones evaluadas fueron: Guardar, editar, eliminar, buscar y generar registros en y desde la base de datos.

Cabe recalcar, que el software del consumidor desarrollado para la presente propuesta, contiene una serie de mensajes de alerta para informar al usuario la correcta ejecución de los procedimientos, o en caso contrario el error generado en el sistema.

A continuación, se muestran las pruebas de funcionamiento de los procedimientos tipo SQL empleados para el software del consumidor, y los respectivos mensajes del sistema.

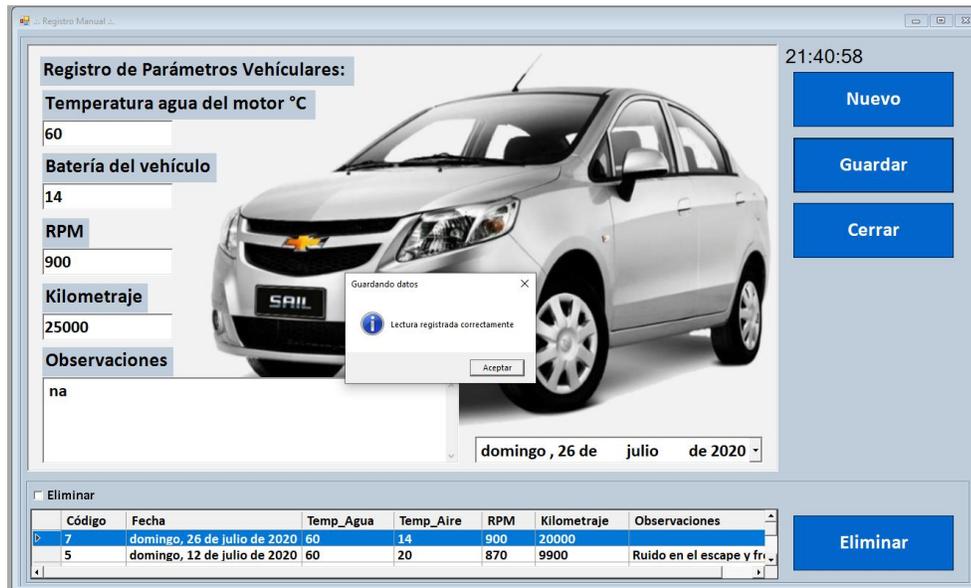


Figura 4.1.7 Guardado exitoso de lecturas automotrices.

Fuente: El investigador.

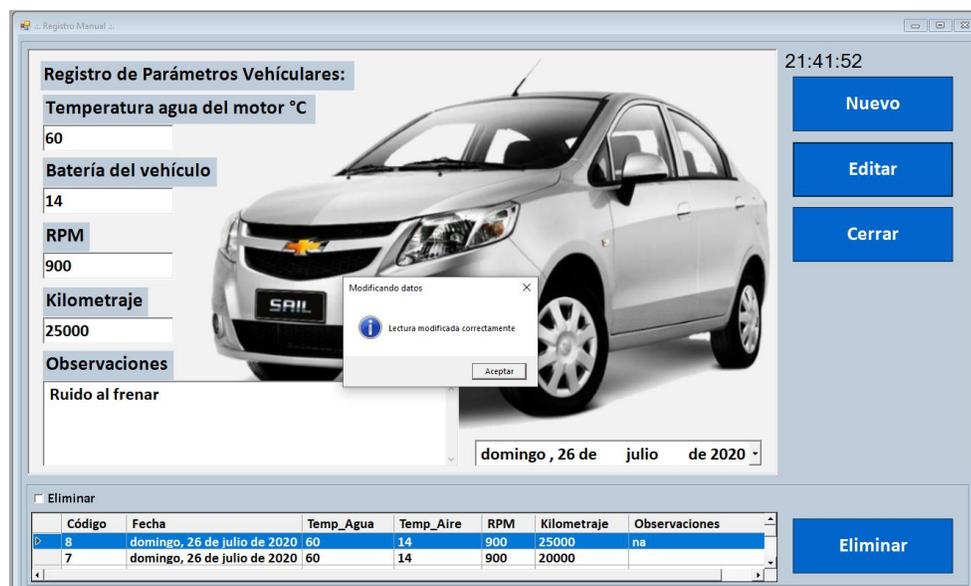


Figura 4.1.8 Editado exitoso de lecturas automotrices.

Fuente: El investigador.

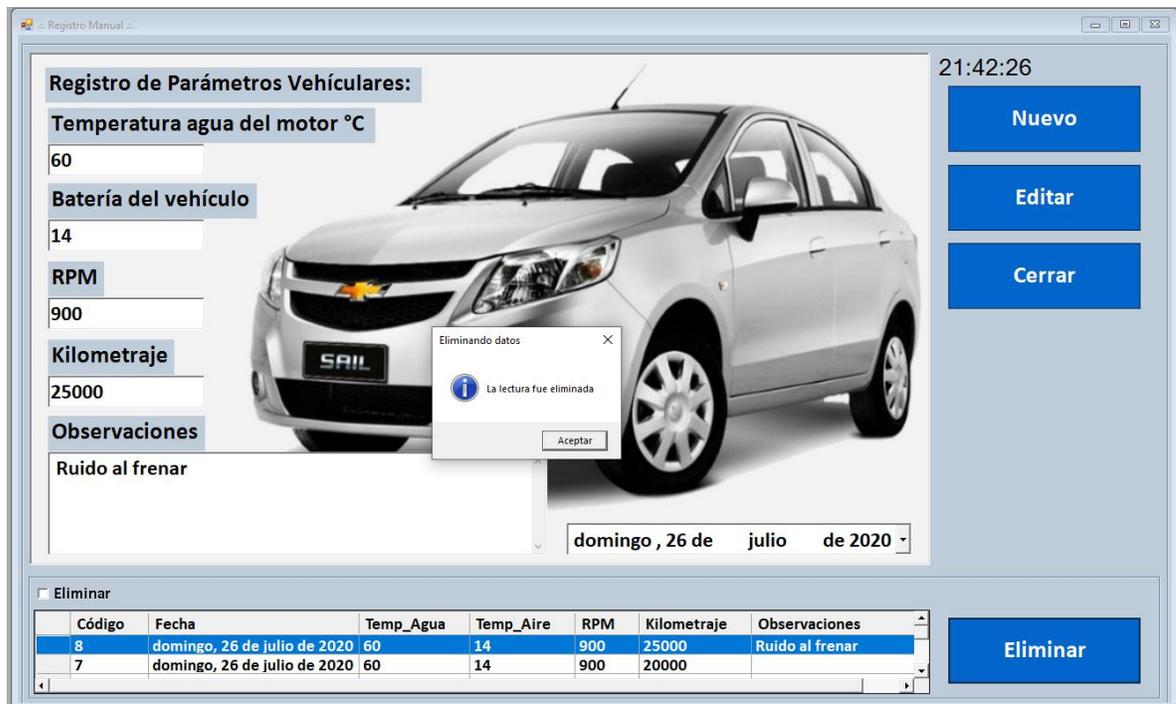


Figura 4.1.9 Eliminación exitosa de lecturas automotrices.

Fuente: El investigador.

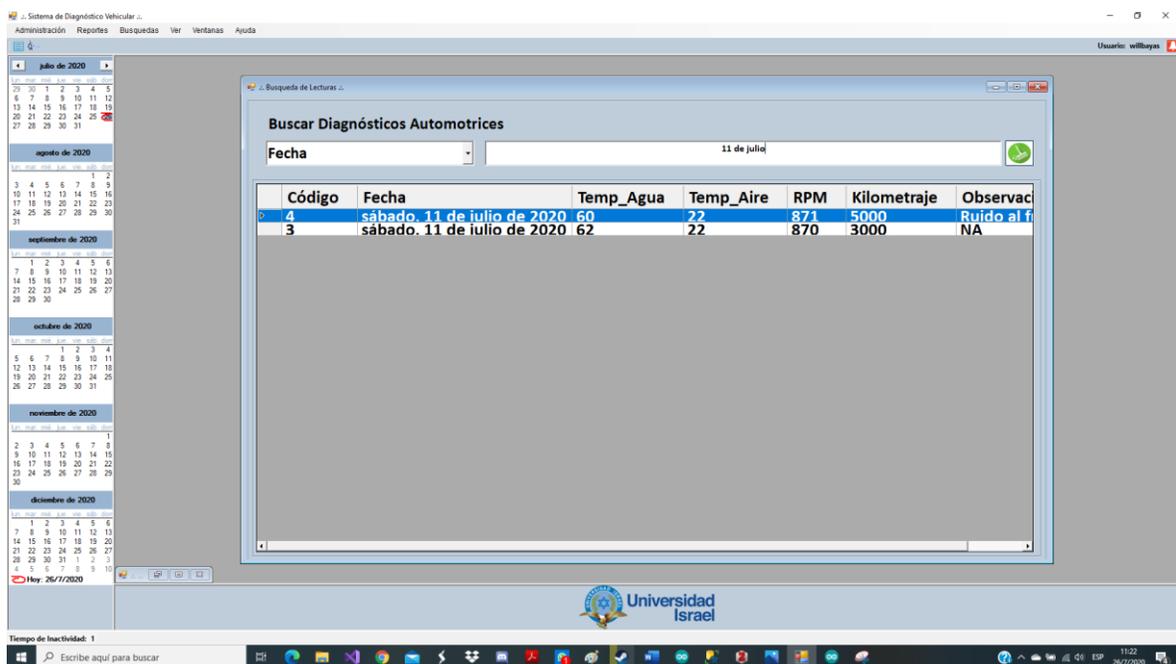


Figura 4.1.10 Búsqueda exitosa de lecturas automotrices.

Fuente: El investigador.

The screenshot displays a Windows application window titled 'Reporte de Diagnóstico' from Universidad Israel. The main window shows a form with the following details:

- CLIENTE:** William Oswaldo Bayas Sánchez
- TELÉFONO:** 99737243
- COMED:** willbayes@gmail.com
- VEHICULO:** Chevrolet SAIL 2014

Below the form is a table titled 'DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ' with the following data:

Código	Fecha	Temp Agua	Temp Aire	RPM	Kilometraje	Observaciones
5	domingo, 12 de julio de 2020	60	20	870	9500	Ruido en el escape y frenos
4	sábado, 11 de julio de 2020	60	22	871	5000	Ruido al frenar
3	sábado, 11 de julio de 2020	62	22	870	3000	NA
2	viernes, 9 de julio de 2020	60	24	870	0	Inicio de Operaciones

The interface also features a calendar on the left side and a taskbar at the bottom with the system clock showing 11:53 on 9/7/2020.

Figura 4.1.11 Generación de reportes exitosa de lecturas automotrices.

Fuente: El investigador.

En las figuras mostradas anteriormente, se evidencian mensajes en los que se reporta la correcta ejecución de los procedimientos antes mencionados. Es así que, se determinó la correcta gestión de datos automotrices mediante el software del consumidor.

4.2 Elaboración de manuales de usuario

Una vez que se verificó el correcto funcionamiento del conjunto de componentes que conforman la propuesta para el diagnóstico automotriz, se procedió a desarrollar los respectivos manuales de usuario para el sistema. Exponiendo de forma detallada, los procesos empleados para la interacción usuario – software, tanto para el consumidor y el proveedor de servicios. Permitiendo así el correcto uso de las aplicaciones de base Windows con el sistema estructural de la propuesta. Dichos manuales de usuario se presentan en el ANEXO XII del presente documento.

Conclusiones

- Se realizó un estudio bibliográfico, mediante el cual fue posible determinar al kilometraje como un parámetro fundamental para el mantenimiento preventivo de los automotores, para lo cual, en base a las recomendaciones de programas y guías automotrices, se delimitaron las etapas necesarias para el mantenimiento del vehículo. Dichas etapas representaron posteriormente las consideraciones necesarias para la elaboración del software de gestión de datos automotrices y un respectivo apartado de alertas de mantenimiento.
- En vista de la funcionalidad requerida y la arquitectura planificada para el sistema, se seleccionaron los componentes electrónicos necesarios para su ensamble, logrando seleccionar los mismos en base a su funcionalidad en cuanto a la adquisición de datos (lector ELM327 y módulo GSM/GPRS SIM800i) y al procesamiento y transmisión (Arduino nano y Arduino ATmega 2560). Además de dispositivos electrónicos, encargados de secundar el funcionamiento del sistema.
- Se diseñó, imprimió y ensamblo una tarjeta electrónica destinada a la lectura de los parámetros OBD-II de la ECU de un vehículo, la cual presenta todas las conexiones necesarias además de brindar soporte mecánico a los componentes que conforman el sistema.
- Se desarrollaron exitosamente los algoritmos de programación requeridos para la funcionalidad del sistema, en cuanto a: la adquisición de datos desde el lector ELM-327 y el Arduino Mega2560, la lectura y envío del kilometraje desde el sensor CKP al Arduino nano, la transmisión de datos desde el módulo SIM800L GSM/GPRS y toda la programación necesaria para la interfaz gráfica del sistema y base de datos.
- El dispositivo fue implementado satisfactoriamente en un Chevrolet Sail del 2014, para lo cual se tomaron en cuenta todas las consideraciones de seguridad necesarias, como la protección de cables expuestos mediante forros corrugados de nivel automotriz y la ubicación de la caja contenedora del dispositivo, sin alterar ninguna funcionalidad del automotor.
- El sistema fue evaluado en cuanto a la adquisición de datos, transmisión de la información y gestión de datos automotrices, pasando todas estas pruebas de funcionalidad con gran eficiencia.

Recomendaciones

- Realizar la evaluación del sistema en periodos de tiempo prolongados (1 a 5 años), para su corrección de funcionalidad y adaptación de mercado.
- Desarrollar la mejora continua de la capacidad del proyecto, como la implementación e interpretación automática de códigos de error en base al lector ELM-327 y la potencial visualización de datos en dispositivos móviles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, F. (2015). *Análisis, diseño e implementación de un scanner automotriz para vehículos Volkswagen Gol, Programado con Arduino para visualizar en Android.* . Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- ARADEx. (01 de 01 de 2020). *aradex.de*. Obtenido de <https://www.aradex.de/en/products/ecu-electronic-control-unit/>
- Arduino. (25 de 09 de 2014). *rco.es*. Obtenido de <http://rco.es/?p=419>
- Arduino. (01 de 04 de 2020). *arduino.cc*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping2560>
- Arduino. (01 de 04 de 2020). *arduino.cl*. Obtenido de <https://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Autoavance. (12 de 06 de 2013). *autoavance.co*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/149-que-es-un-sensor-de-posicion-del-ciguenal-sensor-ckp-y-cmp/>
- Avila R. & Soto A. (2015). *Propuesta de implementación de una empresa de control y monitoreo para el mantenimiento preventivo de vehículos, mediante telemetría.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Baena, G. (2014). *Metodología de la Investigación.* México: Grupo Editorial Patria.
- Carroya. (05 de 07 de 2019). *carroya.com*. Obtenido de <https://www.carroya.com/noticias/guia-para-conductores/mantenimiento-del-vehiculo-segun-el-kilometraje-3800>
- Castaño, S. (14 de 08 de 2019). *controlautomaticoeducacion.com*. Obtenido de <https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/comunicacion-serial-con-arduino/>
- Crespo, J. (12 de 11 de 2017). *aprendiendoarduino.wordpress.com*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/22/aplicaciones-de-arduino/>
- Cuartielles D., et al. (01 de 01 de 2020). *arduino.cl*. Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>

- Currey, M. (11 de 03 de 2017). *martyncurrey.com*. Obtenido de <http://www.martyncurrey.com/arduino-with-hd44780-based-lcds/>
- DEC. (2000). *OBD-II*. Automotive Diagnosis Tools.
- DSE. (2012). *Mantenimiento de vehículos: Una forma de garantizar su propia economía*. recope.
- Elm Electronics. (2018). *ELM 327 OBD to RS232 Interpreter*. www.elmelectronics.com: ELM.
- ElUniverso. (2020). Repuestos básicos que debes cambiar según el kilometraje de tu vehículo. *El Universo*, <https://www.eluniverso.com/entretenimiento/2020/03/09/nota/7774443/repuestos-basicos-que-debes-cambiar-segun-kilometraje-tu>.
- EMS. (2015). *SQL Management Studio for SQL Server*. Database Management Solutions.
- Eneka. (01 de 03 de 2014). *eneka.com.uy*. Obtenido de <http://www.eneka.com.uy/robotica/modulos-comunicacion/m%C3%B3dulo-gsm-gprs-sim900-7477-detail.html>
- EPAA-AA. (2018). *Proceso de Mantenimiento Vehicular*. Jefatura Administrativa Financiera.
- Estrada, R. (27 de 10 de 2017). *hetpro-store.com*. Obtenido de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/puerto-serial/>
- INEC. (2019). *Anuario de Estadísticas de Transporte 2018*. Ecuador: INEC Transporte. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>
- Jinrui N., Junkui H. & Chi C. (2012). Development of Diagnostic Equipment for ECU Parts Used in Electric Vehicles . *International Conference on Computer and Information Application ICCIA*.
- KitoSDev-CMS. (01 de 01 de 2017). *OBD2-ELM327.es*. Obtenido de <https://obd2-elm327.es/sistema-obd2-historia-descripcion-futuro>
- Landa, C. (02 de 03 de 2013). *uv.mx*. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/clelanda/files/2013/03/02-Metodos-investigacion-empirica-y-teorica.pdf>

- Llamas, L. (01 de 10 de 2013). *luisllamas.es*. Obtenido de <http://www.luisllamas.es/2013/10/que-es-arduino-que-modelo-comprar/>
- Llamas, L. (05 de 07 de 2016). *luisllamas.es*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/medir-campos-magneticos-arduino-hall-49e/>
- Martinez, R. (23 de 12 de 2011). *automotrizenvideo.com*. Obtenido de <https://automotrizenvideo.com/configuracion-de-pines-en-el-conector-de-obdii/>
- Medina, S. (2018). *Sensores Automotrices*. México : Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica.
- Montero W. & Abril J. (2012). *Software y Hardware para monitorear parámetros de movilidad y consumo de combustible en vehículos OBD2*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica Chimborazo.
- Morocho, D. (2017). *Sistema electrónico de alerta y monitoreo para el mantenimiento de los vehículos de la cruz roja junta provincia de Napo*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- MSmotorsports. (29 de 09 de 2015). *motorsports.com.uy*. Obtenido de <http://motorsports.com.uy/2015/09/afinado-de-motor-que-es-y-como-nos-afecta.html>
- Navarrete, J. (24 de 08 de 2017). *actualidadmotor.com*. Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/tipos-y-clasificacion-de-bujias/>
- Naylamp. (01 de 03 de 2019). *naylampmechatronics.com*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/49-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-5a-xl4005.html#:~:text=El%20convertidor%20de%20voltaje%20DC,de%20entrada%200o%20de%20carga.&text=Los%20convertidores%20DC%20FDC%20son,de%20mayor%20o%20menor%20nivel.>
- Parra, J. (11 de 20 de 2008). *clubpeugeot*. Obtenido de <https://www.clubpeugeot.es/todo-coches/mecanica-datos-tecnicos/324-tipos-de-mantenimiento-correctivo-preventivo>
- Ramírez, Á. (2013). Comunicación por protocolo RS-232. *Redes Industriales*, 4-5.

- Ramos, L. (17 de 01 de 2016). *noticias.coches.com*. Obtenido de <https://noticias.coches.com/consejos/filtro-de-aceite/196921>
- Reyes, L. (09 de 04 de 2018). *autonocion.com*. Obtenido de <https://www.autonocion.com/tipos-de-filtros-de-aceite/>
- Salvador, J. (15 de 02 de 2016). *tijuliando.com*. Obtenido de <https://tijuliando.com/como-saber-cuando-cambiar-las-llantas-de-nuestro-carro/>
- Sphinx. (08 de 02 de 2010). *linuxdroids.com*. Obtenido de <https://linuxdroids.com/2010/02/08/adaptador-rs-232-a-ttl/>
- Tecnofus. (07 de 09 de 2017). *tecnofus.net*. Obtenido de <https://www.tecnofus.net/como-funciona-la-herramienta-elm327/>
- Tineo, M. (07 de 03 de 2018). *autofacil.es*. Obtenido de <https://www.autofacil.es/tecnica/2015/05/12/correa-o-cadena-distribucion-mejor/25146.html>
- Valladolid, D. (2015). *Electrónica Automotriz: Sensores*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana.
- Zurich. (16 de 02 de 2018). *zurich.es*. Obtenido de <https://www.zurich.es/blog/mantenimiento-coche-por-kilometraje>

ANEXO I

CRONOGRAMA DE

ACTIVIDADES

Cronograma de actividades plan del PIC

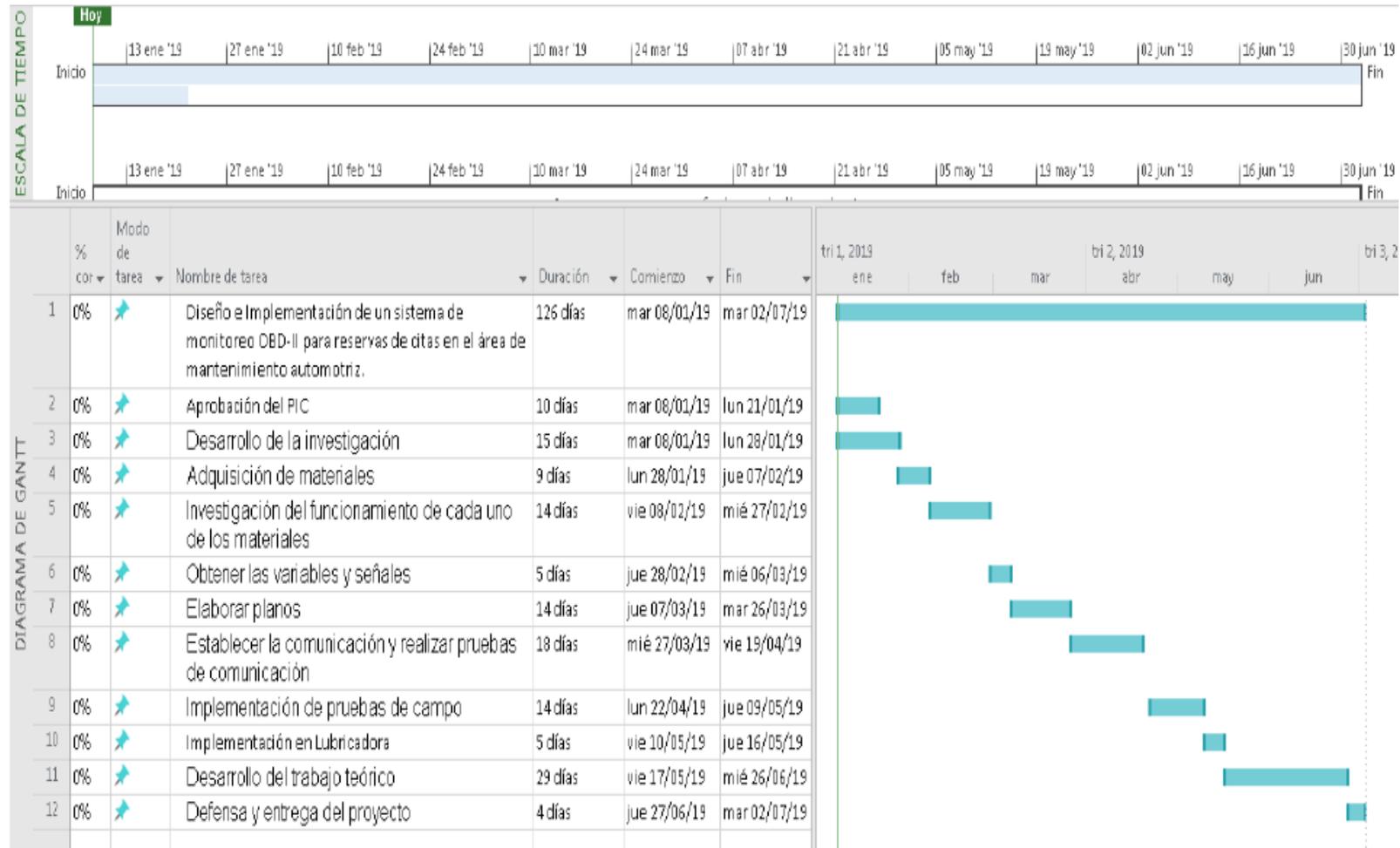


Figura A1: Cronograma de actividades plan del PIC.
Fuente: El investigador.

ANEXO II

ENCUESTA DIRIGIDA AL

CONSUMIDOR

Bayas Sánchez William Oswaldo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones.

Orientaciones: El presente instrumento tiene como finalidad conocer la viabilidad para el desarrollo de un “Sistema de monitoreo vehicular para reservas de citas en el área de mantenimiento automotriz”. Por favor sírvase en marcar con un visto en la opción que usted crea pertinente.

1.- ¿Con qué frecuencia aproximada realiza mantenimientos a su vehículo?

- Una vez al mes
- Una vez cada tres meses
- Una vez cada seis meses
- Una vez al año

2.- ¿Qué tipo de mantenimiento considera más usual de realizar?

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Correctivo

3.- ¿En qué escala colocaría a los gastos realizados por mantenimientos de su vehículo por año?

- Entre 1400 dólares o menos
- Entre 1400 dólares y 2200
- Entre 2200 y 3000 dólares
- Más de 3000 dólares

4.- ¿Con qué frecuencia tiene acceso a los parámetros de funcionamiento internos de su vehículo?

- Una vez cada tres meses
- Una vez cada seis meses
- Nunca

5.- ¿Adquiriría usted por un costo módico un sistema de diagnóstico automotriz que pueda ser manejo con gran facilidad y además permita la comunicación con su taller automotriz de confianza?

- Si
- No
- Tal vez

Resultados de la encuesta a consumidores

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones.						
ENCUESTA DIRIGIDA AL CONSUMIDOR						
# Encuestado	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Observación
1. Encuestado	2	1	2	3	1	Ford Explorer
2. Encuestado	2	1	2	3	1	Ford Fiesta
3. Encuestado	1	1	1	3	1	Fiat Palio
4. Encuestado	2	1	2	3	1	Skoda Octavia
5. Encuestado	2	1	1	3	1	Skoda Fabia
6. Encuestado	3	1	1	3	1	Kia Soul
7. Encuestado	2	1	2	3	1	Honda Civic
8. Encuestado	3	1	2	2	1	Kia Spotage
9. Encuestado	1	1	2	3	1	Nissan Sentra
10. Encuestado	2	1	1	3	1	Chevrolet Aveo
11. Encuestado	2	1	2	3	1	Mitsubishi Lancer
12. Encuestado	2	1	3	3	1	Volkswagen Amarok
13. Encuestado	2	1	1	3	1	Skoda Fabia
14. Encuestado	1	1	2	3	1	Skoda Fabia
15. Encuestado	2	1	4	2	1	BMW M3
16. Encuestado	2	2	3	3	1	Kia Carnival
17. Encuestado	2	1	2	3	3	Hyundai Matrix
18. Encuestado	3	1	1	3	1	Chevrolet Corsa
19. Encuestado	2	1	1	3	1	Chevrolet Aveo
20. Encuestado	2	1	1	3	1	Chevrolet Spark
Promedio Op1	15,00%	95,00%	40,00%	0,00%	95,00%	
Promedio Op2	70,00%	5,00%	45,00%	10,00%	0,00%	
Promedio Op3	15,00%	0,00%	10,00%	90,00%	5,00%	
Promedio Op4	0,00%		5,00%			
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

ANEXO III

ENCUESTA DIRIGIDA AL

PROVEEDOR DE

SERVICIOS

Bayas Sánchez William Oswaldo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones.

Orientaciones: El presente instrumento tiene como finalidad conocer la viabilidad para el desarrollo de un “Sistema de monitoreo vehicular para reservas de citas en el área de mantenimiento automotriz”. Por favor sírvase en marcar con un visto en la opción que usted crea pertinente.

1.- ¿Con qué frecuencia realiza mantenimientos de carácter preventivo en su taller automotriz?

- Diez veces o más por día
- Cinco veces por día
- Tres veces por día
- Tres veces o menos por día

2.- ¿Qué tipo de mantenimiento considera más frecuente de realizar?

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Correctivo

3.- ¿Cuenta usted con algún sistema virtual de gestión de clientes? y de ser no su respuesta ¿Por qué?

- Si
- No

.....

4.- ¿Cuenta usted con algún sistema virtual para agendar citas de mantenimiento? y de ser no su respuesta ¿Por qué?

- Si
- No

.....

5.- ¿Implementaría usted un sistema de TICs para la gestión automotriz, el cual pueda ser manejado con gran facilidad y además permita la comunicación con su base de clientes y sus vehículos?

- Si
- No
- Tal vez

Resultados de la encuesta a proveedores de servicios

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones. ENCUESTA DIRIGIDA AL PROVEEDOR DE SERVICIOS						
# Encuestado	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Observación
1. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
2. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Complicados
3. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
4. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
5. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
6. Encuestado	2	1	1	2	3	Software Complicados
7. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
8. Encuestado	2	1	2	2	1	Software Costosos
9. Encuestado	2	1	2	2	1	Software Costosos
10. Encuestado	2	1	1	2	1	Software Complicados
11. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
12. Encuestado	2	1	2	2	3	Software Costosos
13. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
14. Encuestado	3	1	2	2	1	Software Complicados
15. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
16. Encuestado	2	1	2	2	1	Software Costosos
17. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Complicados
18. Encuestado	2	1	2	2	1	Software Costosos
19. Encuestado	2	1	2	2	1	Software Costosos
20. Encuestado	1	1	2	2	1	Software Costosos
Promedio Op1	55,00%	100,00%	10,00%	0,00%	95,00%	
Promedio Op2	40,00%	0,00%	90,00%	100,00%	0,00%	
Promedio Op3	5,00%	0,00%			5,00%	
Promedio Op4	0,00%					
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

ANEXO IV
ARQUITECTURA
ELECTRÓNICA ELM 327

Arquitectura electrónica ELM 327

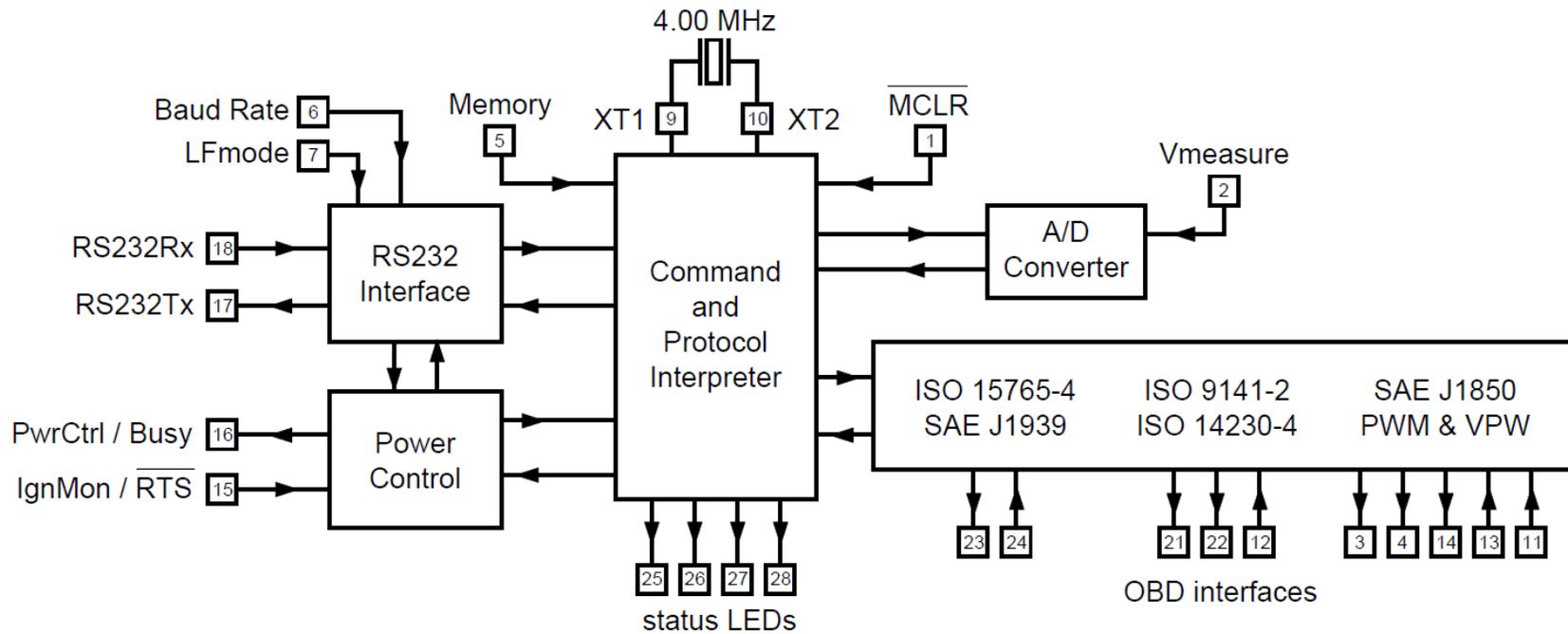


Figura AIV: Arquitectura electrónica ELM 327.
Fuente: (Elm Electronics, 2018).

ANEXO V

Características eléctricas

ELM 327

Características eléctricas ELM 327

Todos los valores son para una operación a 25 °C y un suministro de 5 V.

Tabla AV: Características eléctricas ELM 327.

Characteristic	Minimum	Typical	Maximum	Units	Conditions
Supply voltage, V_{DD}	4.2	5.0	5.5	V	
V_{DD} rate of rise	0.05			V/ms	see note 2
Average current, I_{DD}	normal	12		mA	ELM327 device only - does not include any load currents
	low power	0.15		mA	
Input logic levels	low	V_{SS}	0.8	V	Pins 5, 6, 7, and 24 only
	high	3.0	V_{DD}	V	
Schmitt trigger input thresholds	rising		2.9	4.0	Pins 1, 11, 12, 13, 15 and 18 only
	falling	1.0	1.5		
Output low voltage		0.3		V	current (sink) = 10 mA
Output high voltage		4.4		V	current (source) = 10 mA
Brown-out reset voltage	2.65	2.79	2.93	V	
A/D conversion time		9		msec	AT RV to beginning of response
Pin 18 wake pulse duration	128			μ sec	to wake from Low Power mode
IgnMon debounce time	50	65		msec	
AT LP to PwrCtrl output time		1.0		sec	
LP ALERT to PwrCtrl output time		2.0		sec	
Reset time	AT Z		800	msec	Measured from the end of the command to the start of the ID message (ELM327 v2.1)
	AT WS		2	msec	

Fuente: (Elm Electronics, 2018).

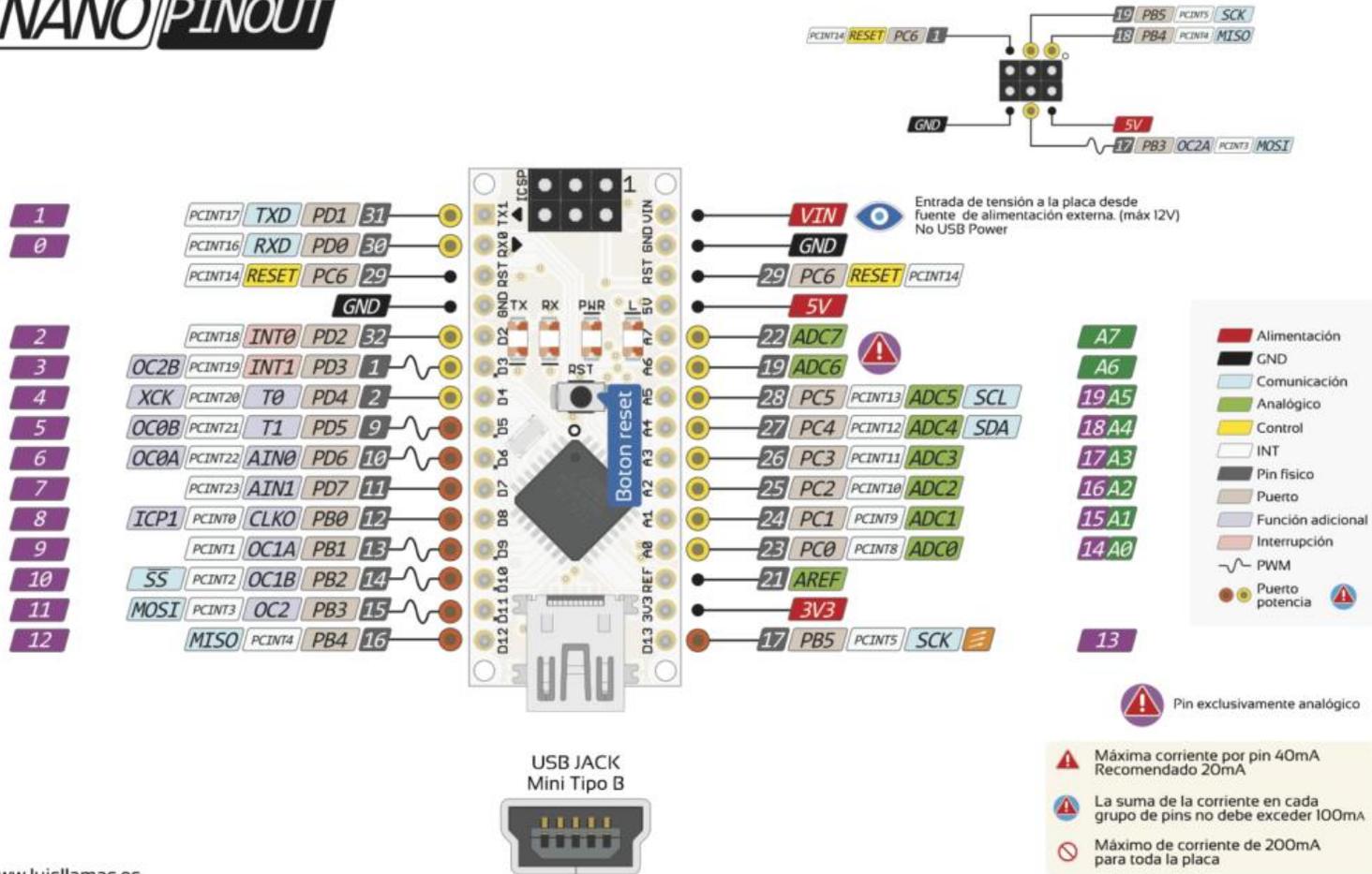
ANEXO VI

Arduino MEGA 2560 Pin Mapping

ANEXO VII

Arduino NANO Pin Mapping

Arduino NANO Pin Mapping



www.luisllamas.es

Figura AVII: Arduino NANO Pin Mapping.
Fuente: (Arduino, arduino.cc, 2020)

ANEXO VIII

Diagrama de conexión del sistema

Diagrama de conexión del sistema

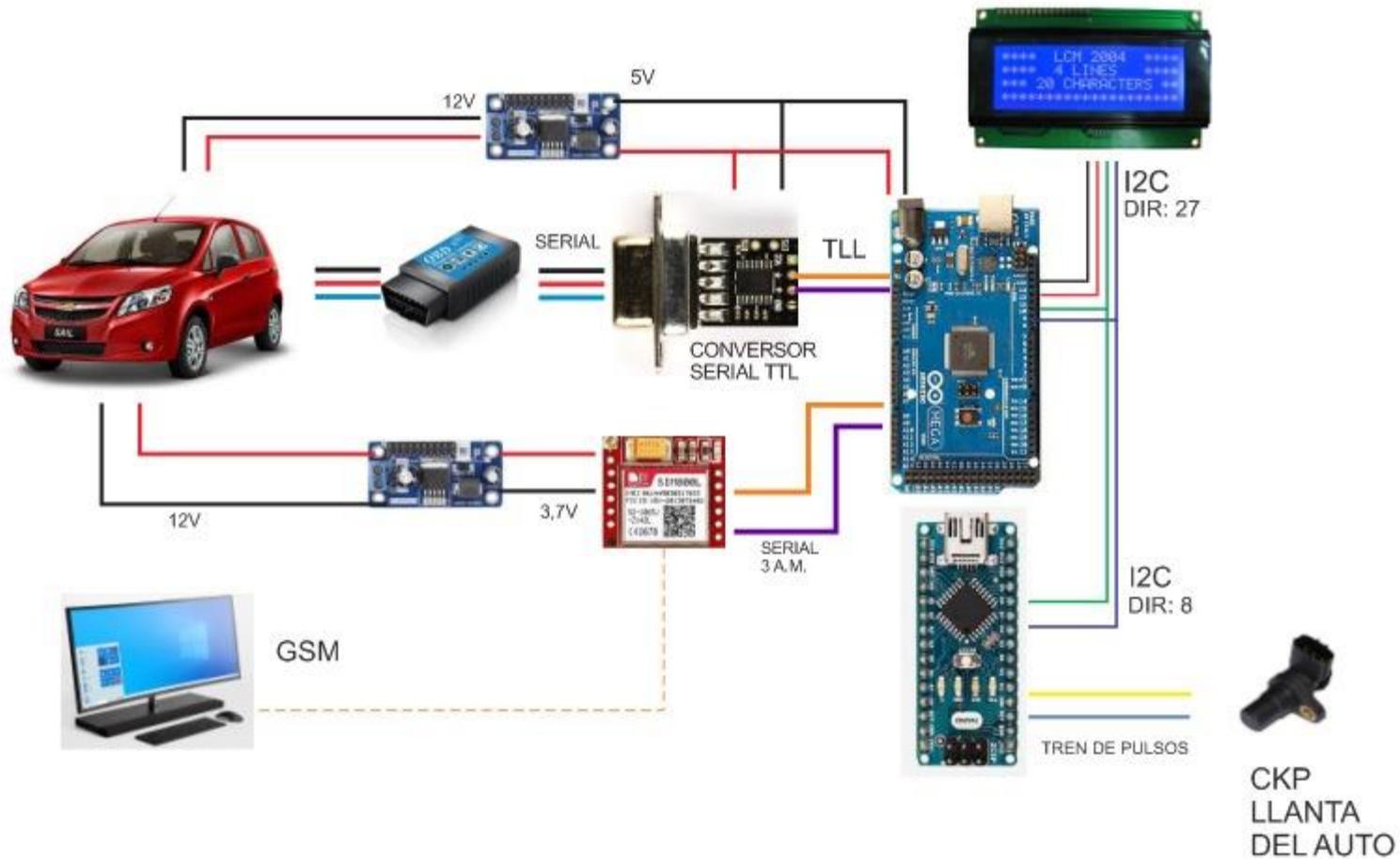


Figura AVIII: Diagrama de conexión del sistema.
Fuente: El investigador.

ANEXO IX

PLANO ELECTRÓNICO

Plano electrónico del sistema

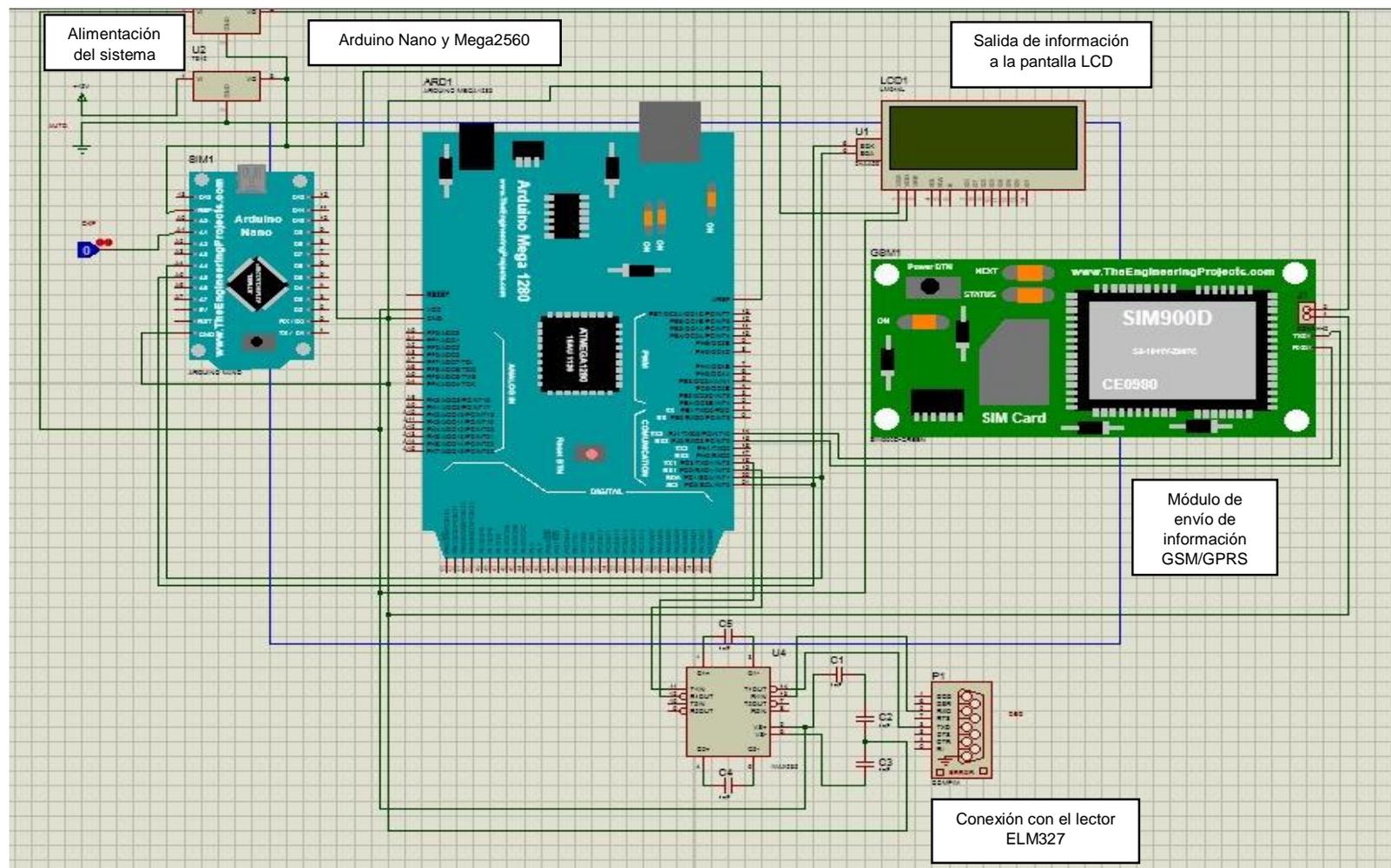


Figura AIX: Plano electrónico.
Fuente: El investigador.

ANEXO X
PROGRAMACIÓN
MICROCONTROLADOR
ARDUINO MEGA2560

```
#include <Wire.h>
#include <OBD.h>
#define mySerial Serial
#define Sim800Serial Serial3
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
COBD obd;
bool hasMEMS;
float m,mold,b;
long int km=98765;
String valtemp,clc=" ";
void setup() { // Inicializa bus i2c con la direccion #9
  //Wire.begin(9); // Manejador de eventos para I2C
  //Wire.onReceive(receiveEvent);
  Wire.begin();
  mySerial.begin(115200);
  Sim800Serial.begin(19200);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" UNIVERSIDAD ISRAEL");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("RPM=");
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("Bat(V)=");
  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("km=");
  lcd.setCursor(12, 3);
```

```
lcd.print("m=");
while (!Serial);
// this will begin serial
byte version = obd.begin();
mySerial.print("Freematics OBD-II ");
if (version > 0) {
  mySerial.print("Ver. ");
  mySerial.print(version / 10);
  mySerial.print('.');
  mySerial.println(version % 10);
} else {
  mySerial.println("No detectado");
  for (;;)
}
delay(50);
testOut();
hasMEMS = obd.memSInit();
//mySerial.print("MEMS:");
//mySerial.println(hasMEMS ? "Yes" : "No");
do {
  mySerial.println("Init...");
} while (!obd.init());
char buf[64];
if (obd.getVIN(buf, sizeof(buf))) {
  mySerial.print("VIN:");
  mySerial.println(buf);
}
unsigned int codes[6];
byte dtcCount = obd.readDTC(codes, 6);
```



```
void testOut()
{
    static const char cmds[][6] = {"ATZ\r", "ATI\r", "ATH0\r", "ATRV\r", "0100\r", "010C\r",
    "0902\r"};
    char buf[128];
    for (byte i = 0; i < sizeof(cmds) / sizeof(cmds[0]); i++) {
        const char *cmd = cmds[i];
        mySerial.print("Sending ");
        mySerial.println(cmd);
        if (obd.sendCommand(cmd, buf, sizeof(buf))) {
            char *p = strstr(buf, cmd);
            if (p)
                p += strlen(cmd);
            else
                p = buf;
            while (*p == '\r') p++;
            while (*p) {
                mySerial.write(*p);
                if (*p == '\r' && *(p + 1) != '\r')
                    mySerial.write('\n');
                p++;
            }
            mySerial.println();
        } else {
            mySerial.println("Timeout");
        }
        delay(50);
    }
    mySerial.println();
}
```

```
}  
/////////////////////////////////////////////////////////////////  
int readPIDSingle()  
{  
    int value;  
    // mySerial.print('[');  
    // mySerial.print(millis());  
    // mySerial.print(']');  
    // mySerial.print("RPM=");  
    if (obd.readPID(0x0C, value)) {  
        // mySerial.print(value);  
    }  
    //mySerial.println();  
    return value;  
    delay(700);  
}  
/////////////////////////////////////////////////////////////////  
void readPIDMultiple()  
{  
    static const byte pids[] = {PID_SPEED, PID_ENGINE_LOAD, PID_THROTTLE,  
PID_COOLANT_TEMP};  
    int values[sizeof(pids)];  
    if (obd.readPID(pids, sizeof(pids), values) == sizeof(pids)) {  
        mySerial.print('[');  
        mySerial.print(millis());  
        mySerial.print(']');  
        for (byte i = 0; i < sizeof(pids) ; i++) {  
            mySerial.print((int)pids[i] | 0x100, HEX);  
            mySerial.print('=');
```

```
        mySerial.print(values[i]);
        mySerial.print(' ');
    }
    mySerial.println();
}
}
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//int readBatteryVoltage()
//{
//    mySerial.print('[');
//    mySerial.print(millis());
//    mySerial.print(']');
//    mySerial.print("Battery:");
//    mySerial.print(obd.getVoltage(), 1);
//    mySerial.println("V");
//    float b=obd.getVoltage();
//    return b;
//    delay(500);
//}
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void loop() {
    mySerial.println(readPIDSingle());
//readPIDMultiple();
//mySerial.println(readBatteryVoltage());
    Wire.requestFrom(8, 6); // request 6 bytes from slave device #8
    while (Wire.available()) { // slave may send less than requested
        char d = Wire.read(); // receive a byte as character
        //Serial.print(c);    // print the character
        //if(d=='\n'){
```

```
//valfloat=valtemp.toFloat();
//mySerial.println(valtemp);
//valtemp="";
//}else{
valtemp=valtemp+d;
}
m=valtemp.toFloat();

if(m>=990){
km=km+1;
mold=m;
AT();
}
mySerial.println(m);
valtemp="";
//delay(500);
b=obd.getVoltage();
//delay(500);
//lcd.clear();
    lcd.setCursor(9, 1);
lcd.print(clc);
lcd.setCursor(9, 1);
lcd.print(readPIDSingle());
delay(50);
//lcd.setCursor(9, 2);
//lcd.println(readBatteryVoltage(),1);
//lcd.print(clc);
lcd.setCursor(9, 2);
lcd.print(b,1);
```

```
//delay(500);  
lcd.setCursor(4, 3);  
lcd.print(km,1);  
lcd.setCursor(15, 3);  
lcd.println(m,1);  
delay(50);  
}  
void AT(){  
  Sim800Serial.println("AT+CIPSTATUS");//Consultar el estado actual de la conexión  
  delay(2000);  
  Sim800Serial.println("AT+CIPMUX=0");//comando configura el dispositivo para una  
  conexión IP única o múltiple 0=única  
  delay(3000);  
  mostrarDatosSeriales();  
  Sim800Serial.println("AT+CSTT=\"internet.movistar.com.ec\",\"movistar\",\"movistar\"");//co  
  mando configura el APN, nombre de usuario y  
  contraseña."gprs.movistar.com.ar","wap","wap"->Movistar Arg.  
  delay(1000);  
  mostrarDatosSeriales();  
  Sim800Serial.println("AT+CIICR");//REALIZAR UNA CONEXIÓN INALÁMBRICA CON  
  GPRS O CSD  
  delay(3000);  
  mostrarDatosSeriales();  
  Sim800Serial.println("AT+CIFSR");// Obtenemos nuestra IP local  
  delay(2000);  
  mostrarDatosSeriales();  
  Sim800Serial.println("AT+CIPSPRT=0");//Establece un indicador '>' al enviar datos  
  //grados();  
  delay(3000);  
  mostrarDatosSeriales();
```

```
Sim800Serial.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"api.thingspeak.com\", \"80\"); //Indicamos
el tipo de conexión, url o dirección IP y puerto al que realizamos la conexión

delay(6000);

mostrarDatosSeriales();

Sim800Serial.println("AT+CIPSEND"); //ENVÍA DATOS A TRAVÉS DE una CONEXIÓN
TCP O UDP

delay(4000);

mostrarDatosSeriales();

String datos="GET https://api.thingspeak.com/update?api_key=78RPW8Y4POM9WMUU";
datos=datos+"&field1="+readPIDSingle();
datos=datos+"&field2="+b;
datos=datos+"&field3="+km;
datos=datos+"&field4="+m;

Sim800Serial.println(datos); //Envía datos al servidor remoto

delay(4000);

mostrarDatosSeriales();

Sim800Serial.println((char)26);

delay(5000); //Ahora esperaremos una respuesta pero esto va a depender de las condiciones
de la red y este valor quizá debemos modificarlo dependiendo de las condiciones de la red

Sim800Serial.println();

mostrarDatosSeriales();

Sim800Serial.println("AT+CIPSHUT"); //Cierra la conexión(Desactiva el contexto GPRS
PDP)

delay(5000);

mostrarDatosSeriales();

}

void mostrarDatosSeriales() //Muestra los datos que va entregando el sim900
{
while(Sim800Serial.available() != 0)
mySerial.write(Sim800Serial.read()); } }
```

ANEXO XI
PROGRAMACIÓN
MICROCONTROLADOR
ARDUINO NANO

```
#include <Wire.h>

int v=0; //Lectura voltage

int a=A1; // Ingreso de los pulsos (sensor inductivo)rueda

int z=0;

float l=0;

float k=0;

long int cont=0;// 38990 marca un Kilometro

int d=47; //numero de pulso por un giro

float p=1.20; // distancia que recorre por 47 pulsos

float c=0;

String kilometro,metro;

void setup() {

Wire.begin(8);          // join i2c bus with address #8

Wire.onRequest(requestEvent); // register event

//Serial.begin(9600);

}

void loop() {

v=analogRead(a);

if (v>=550)

z=5; // Grafica senal

else

cont++;

l=cont/d; //divide por 47 pulsos una vuelta

k=p*l; // Transforma a metros el nuemro de pulsos
```

```
if (cont==39000)//encerrar contadorpor cada kilometro
{
    cont=0;
    c++;// contador de kilometros
}
delay(5);
}
void requestEvent(){
char* temp="";
dtostrf(k,6,2,temp);
char temp1[6]=" ";
char* formato="%s";
sprintf(temp1, formato, temp);
Wire.write(temp1);
}
```

ANEXO XII

Manuales de Usuario



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

“MANUAL DE USUARIO SOFTWARE DEL CONSUMIDOR”

AUTOR:

BAYAS SÁNCHEZ WILLIAM OSWALDO

TUTOR:

ING. RENÉ ERNESTO CORTIJO LEYVA, Mg.

QUITO, ECUADOR

2020

1. Requerimientos del sistema

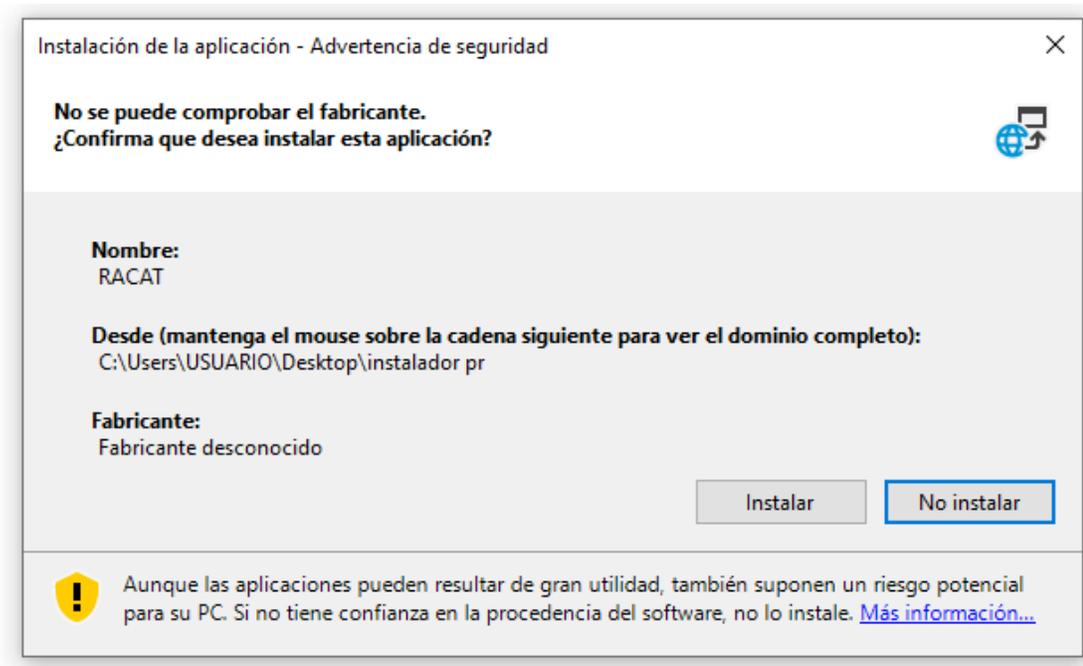
- Procesador de 1,6 GHz o superior.
- 1 GB de RAM (1,5 GB si se ejecuta en una máquina virtual)
- 600 MB de espacio disponible en el disco duro.
- Unidad de disco duro de 5400 rpm.
- SQL Server Management Studio
- El dispositivo previamente instalado en el automotor.

2. Instalación del Software

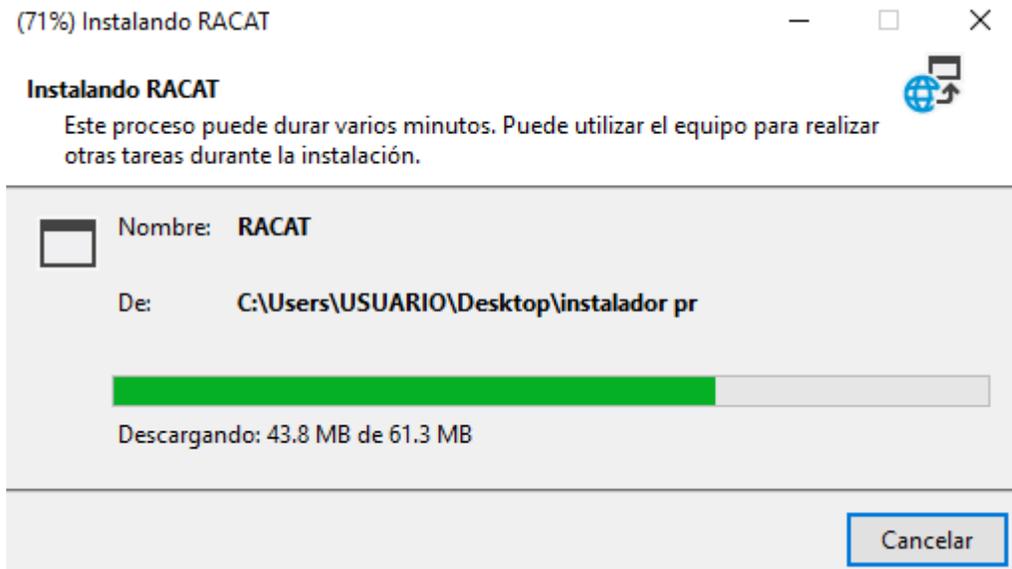
- a) Abrimos el archivo de instalación denominado “setup”, contenido en la carpeta “Instalador Consumidor”.

Application Files	26/7/2020 19:01	Carpeta de archivos	
RACAT	26/7/2020 19:01	Application Manif...	2 KB
setup	26/7/2020 19:01	Aplicación	788 KB

- b) En la ventana de “Instalación de la aplicación” se selecciona “Instalar”.

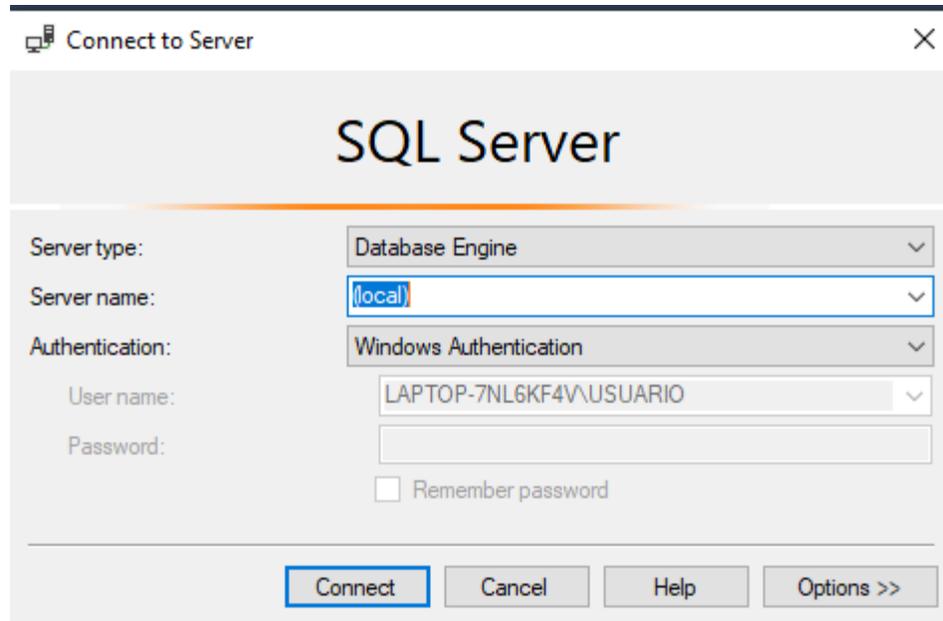


- c) Esperamos a que el proceso de instalación finalice y el software iniciará solo.

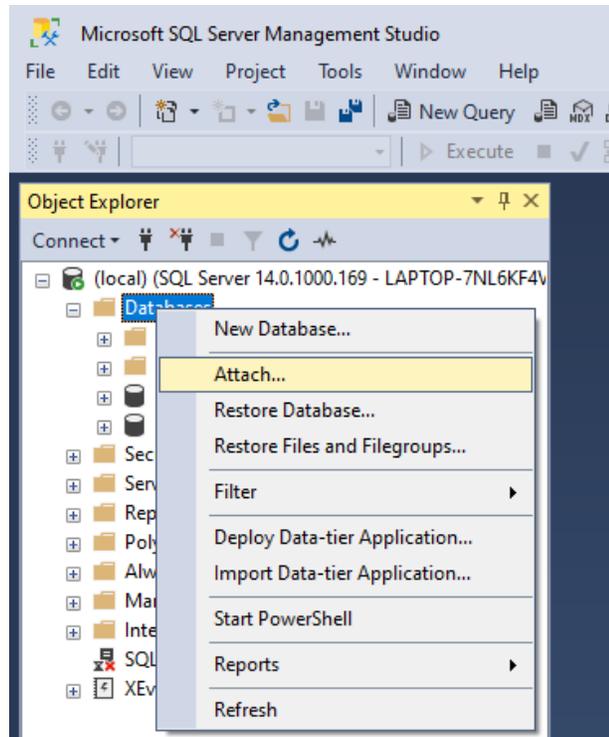


3. Restauración de la base de datos

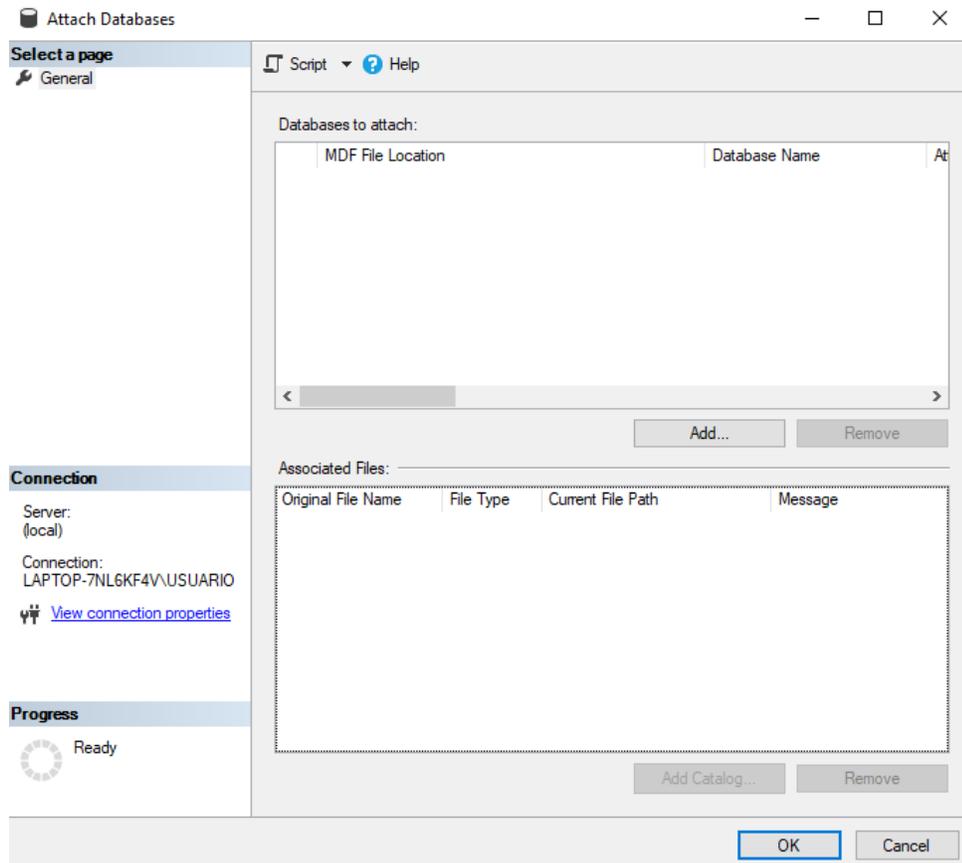
- a) Abrimos la aplicación de SQLServer y se ingresa al sistema en conexión local.



- b) Localizamos la carpeta "Databases" en el explorador de objetos y se le da click derecho y se selecciona "Attach".



c) En la venta de “Attach Databases” se selecciona “Add”.



- d) Localizamos el archivo “consumidorelm.bak”, el cual se encuentra en la carpeta de instalación y se presiona “OK”.

4. Administración

Abrimos la aplicación e ingresamos el usuario y contraseña asignadas por el proveedor del software. Se abrirá el menú principal.

Acceso al Sistema de Diagnóstico Vehicular

Usuario:

Password:

0:16:40

UNIVERSIDAD ISRAEL

En el menú principal, en la pestaña de administración se tienen las opciones de “Registro de Lectura”, “Registro Manual”, y “Registro de Mantenimientos”, las cuales emplean los procedimientos almacenados de: Guardar, Editar, y Eliminar. Dichos procedimientos se explicarán a continuación desde la opción de “Registro de Lectura”.

4.1. Guardar

- a) Abrimos la opción “Registro Manual” y llenamos los campos indicados.

Registro de Lectura

0:22:00

Registro de Parámetros Vehiculares:

Temperatura agua del motor °C

Batería del vehículo

RPM

Kilometraje

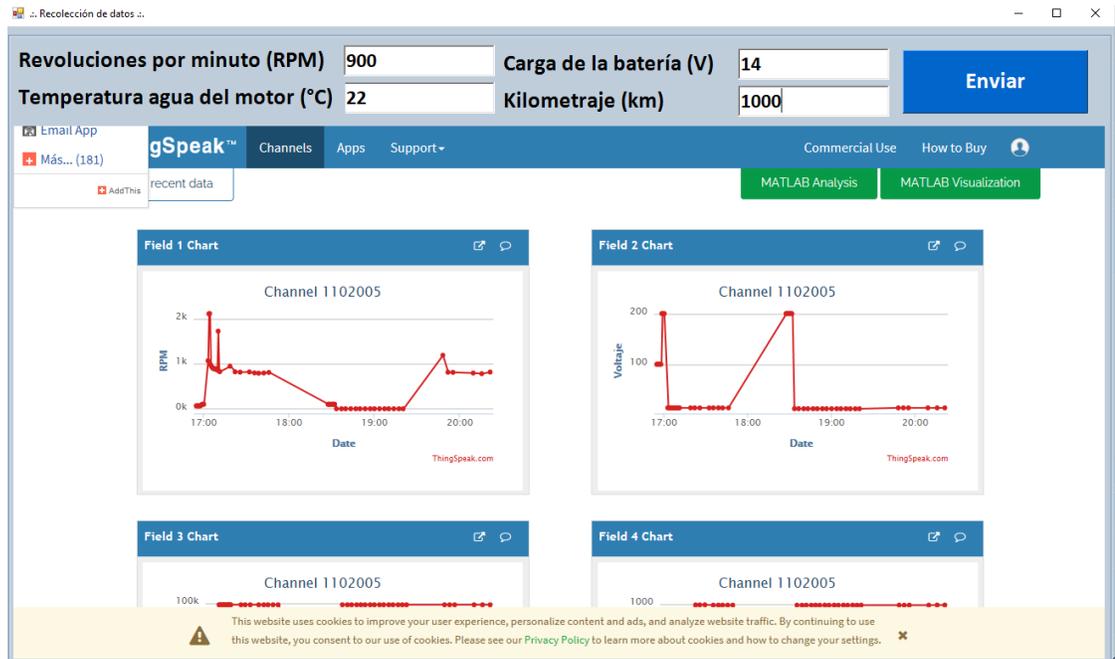
Observaciones

lunes , 27 de julio de 2020

Código	Fecha	Temp_Agua	Temp_Aire	RPM	Kilometraje	Observaciones
7	domingo, 26 de julio de 2020	60	14	900	20000	
5	domingo, 12 de julio de 2020	60	20	870	9900	Ruido en el escape y fn

UNIVERSIDAD ISRAEL

- b) Presionamos el botón de Registro Web, cargamos los datos automotrices registrados en la nube y presionamos “Enviar”.



Después de presionar el botón enviar, los datos serán cargados automáticamente en la planilla de registro.

- c) Finalmente presionamos el botón guardar y aceptar en la ventana emergente.

The screenshot shows the "Registro por Lectura" window. On the left, there are input fields for:

- Temperatura agua del motor °C: 22
- Batería del vehículo: 14
- RPM: 900
- Kilometraje: 1000
- Observaciones: (empty)

 A central image of a silver Chevrolet Sail car is shown. A modal dialog box "Guardando datos" is open, displaying "Lectura registrada correctamente" and an "Aceptar" button. On the right, there are buttons for "Nuevo", "Guardar", "Cerrar", and "Registro Web". At the bottom, there is an "Eliminar" button and a table of recorded data.

Código	Fecha	Temp_Agua	Temp_Aire	RPM	Kilometraje	Observaciones
7	domingo, 26 de julio de 2020	60	14	900	20000	
5	domingo, 12 de julio de 2020	60	20	870	9900	Ruido en el escape y fr...

4.2. Editar

- a) En la tabla inferior en donde se muestran los datos, seleccionamos el registro que deseamos editar. Los datos se cargarán en sus respectivas posiciones.

Registro de Parámetros Vehiculares:

Temperatura agua del motor °C
60

Batería del vehículo
14

RPM
900

Kilometraje
20000

Observaciones

domingo, 26 de julio de 2020

0:30:12

Nuevo

Editar

Cerrar

Registro Web

Eliminar

Código	Fecha	Temp_Agua	Temp_Aire	RPM	Kilometraje	Observaciones
9	lunes, 27 de julio de 2020	22	14	900	1000	
7	domingo, 26 de julio de 2020	60	14	900	20000	

- b) Realizamos las modificaciones deseadas y presionamos el botón editar (Dicho botón solo se activa al seleccionar un registro para editar).

Registro de Parámetros Vehiculares:

Temperatura agua del motor °C
60

Batería del vehículo
14

RPM
900

Kilometraje
20000

Observaciones

domingo, 26 de julio de 2020

0:31:58

Nuevo

Editar

Cerrar

Registro Web

Eliminar

Modificando datos

Lectura modificada correctamente

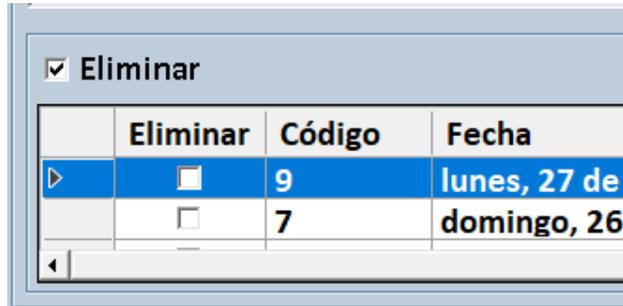
Aceptar

Código	Fecha	Temp_Agua	Temp_Aire	RPM	Kilometraje	Observaciones
9	lunes, 27 de julio de 2020	22	14	900	1000	
7	domingo, 26 de julio de 2020	60	14	900	20000	

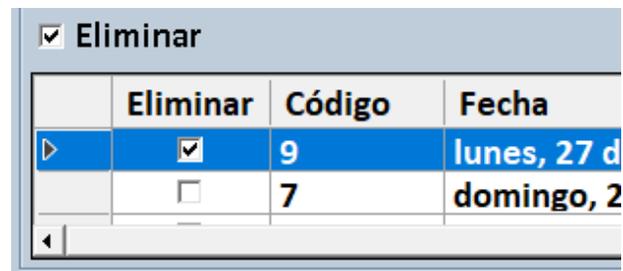
Si el mensaje indica que la lectura fue modificada correctamente, el proceso de edición se ejecutó correctamente.

4.3. Eliminar

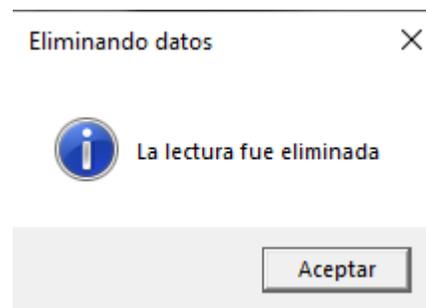
- a) Damos click en el checkbox que se encuentra en la parte superior de la tabla de datos.



- b) Seleccionamos el registro que deseamos eliminar y presionamos el botón eliminar.

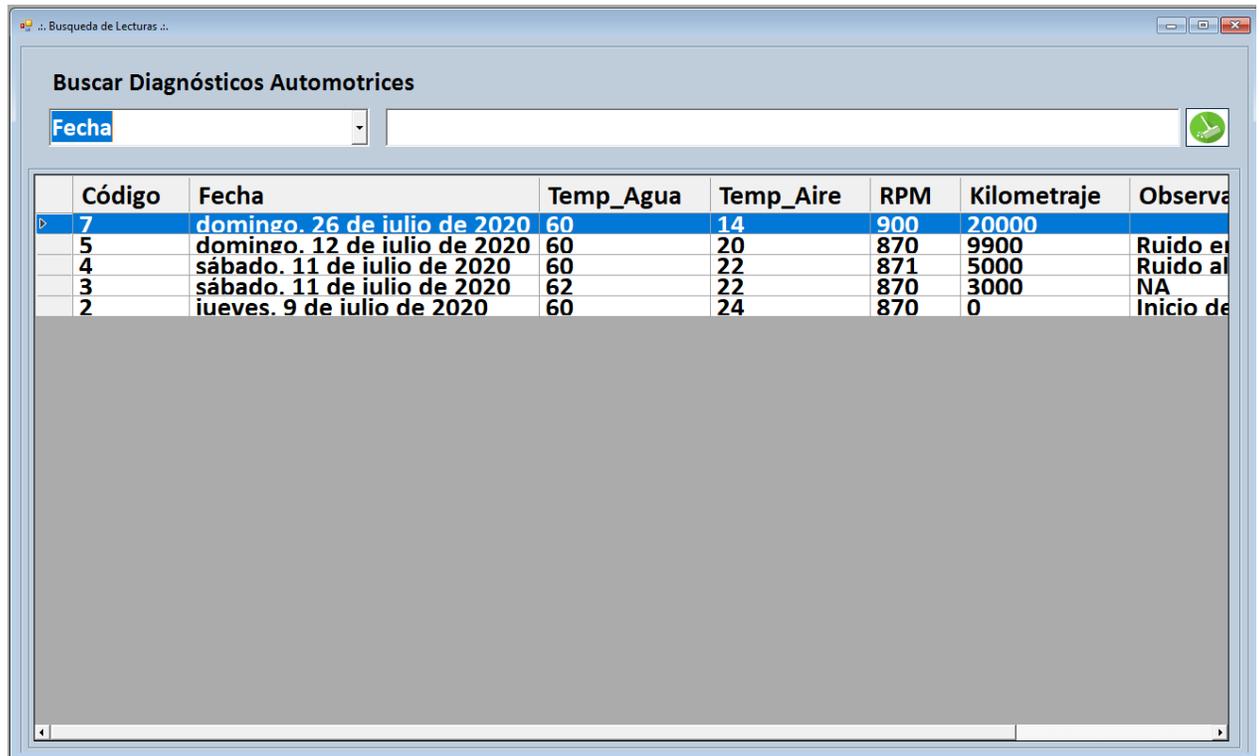


Si el mensaje indica que el registro fue eliminado correctamente, el proceso de eliminación se ejecutó correctamente.



5. Búsquedas

En la pestaña de búsquedas podemos encontrar las opciones de búsquedas de "Lecturas" y "Mantenimientos". Para explicar el funcionamiento de este proceso, trabajaremos con la opción de búsqueda de lecturas.

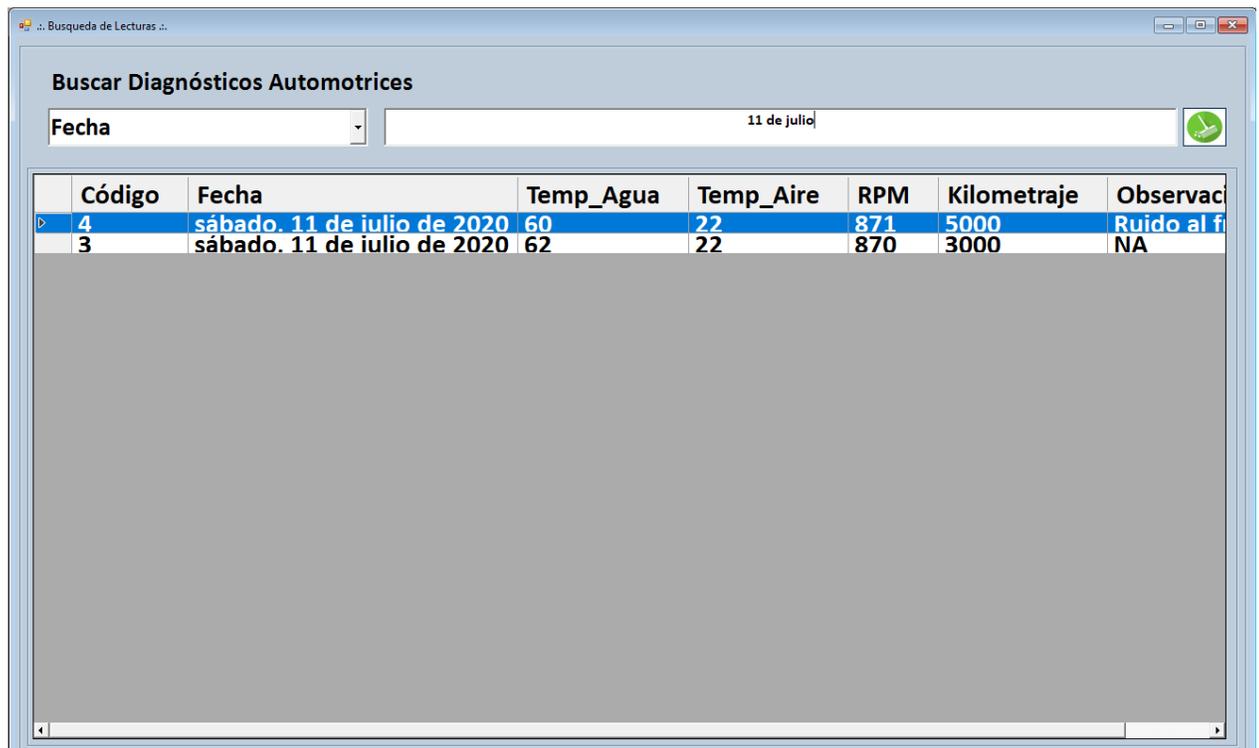


Buscar Diagnósticos Automotrices

Fecha

Código	Fecha	Temp_Agua	Temp_Aire	RPM	Kilometraje	Observa
7	domingo. 26 de julio de 2020	60	14	900	20000	
5	domingo. 12 de julio de 2020	60	20	870	9900	Ruido en
4	sábado. 11 de julio de 2020	60	22	871	5000	Ruido al f
3	sábado. 11 de julio de 2020	62	22	870	3000	NA
2	lunes. 9 de julio de 2020	60	24	870	0	Inicio de

Una vez abierta la ventana de búsquedas, solo bastará con seleccionar el parámetro por el que se desea buscar y escribir en el cuadro de texto el registro en cuestión y el programa hará el resto.



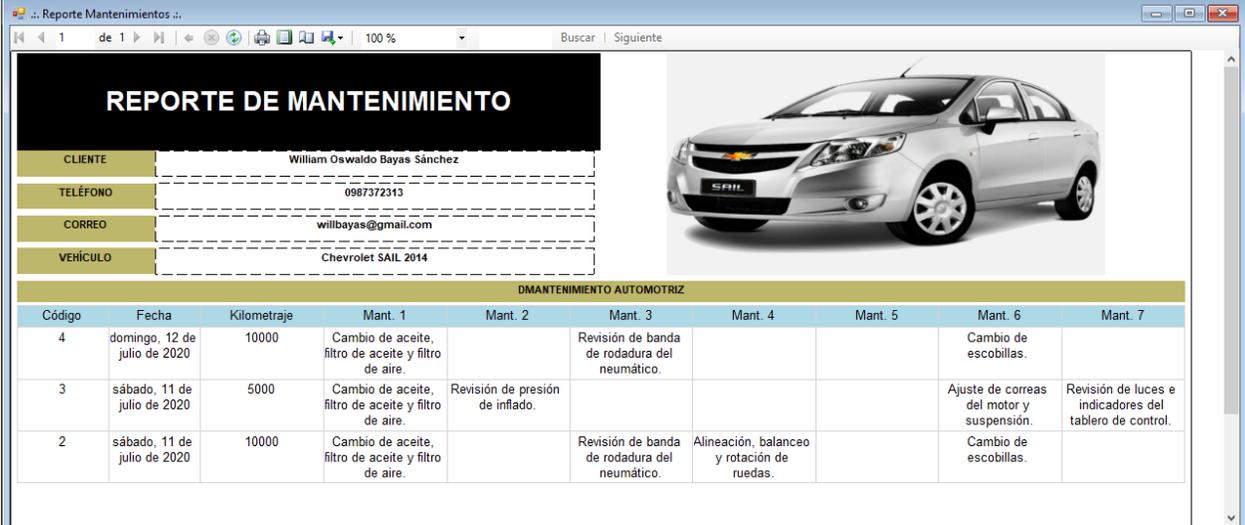
Buscar Diagnósticos Automotrices

Fecha 11 de julio

Código	Fecha	Temp_Agua	Temp_Aire	RPM	Kilometraje	Observaci
4	sábado. 11 de julio de 2020	60	22	871	5000	Ruido al f
3	sábado. 11 de julio de 2020	62	22	870	3000	NA

6. Reportes

En la pestaña de reportes podemos encontrar reportes de mantenimientos y lecturas, para lo cual se selecciona la opción deseada y el reporte es generado automáticamente, el mismo puede ser exportado en los formatos de Word, Excel y pdf.



DMANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ									
Código	Fecha	Kilometraje	Mant. 1	Mant. 2	Mant. 3	Mant. 4	Mant. 5	Mant. 6	Mant. 7
4	domingo, 12 de julio de 2020	10000	Cambio de aceite, filtro de aceite y filtro de aire.		Revisión de banda de rodadura del neumático.			Cambio de escobillas.	
3	sábado, 11 de julio de 2020	5000	Cambio de aceite, filtro de aceite y filtro de aire.	Revisión de presión de inflado.				Ajuste de correas del motor y suspensión.	Revisión de luces e indicadores del tablero de control.
2	sábado, 11 de julio de 2020	10000	Cambio de aceite, filtro de aceite y filtro de aire.		Revisión de banda de rodadura del neumático.	Alineación, balanceo y rotación de ruedas.		Cambio de escobillas.	



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

“MANUAL DE USUARIO SOFTWARE DEL PROVEEDOR DE SERVICIOS”

AUTOR:

BAYAS SÁNCHEZ WILLIAM OSWALDO

TUTOR:

ING. RENÉ ERNESTO CORTIJO LEYVA, Mg.

QUITO, ECUADOR

2020

1. Requerimientos del sistema

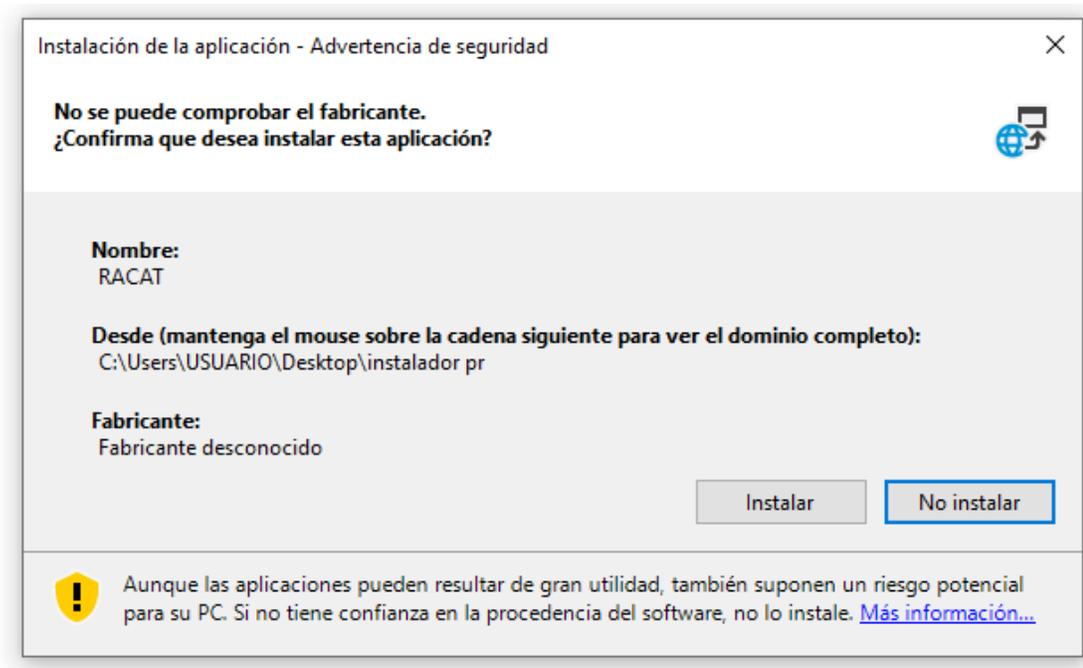
- Procesador de 1,6 GHz o superior.
- 1 GB de RAM (1,5 GB si se ejecuta en una máquina virtual)
- 600 MB de espacio disponible en el disco duro.
- Unidad de disco duro de 5400 rpm.
- SQL Server Management Studio
- El dispositivo previamente instalado en el automotor.

2. Instalación del Software

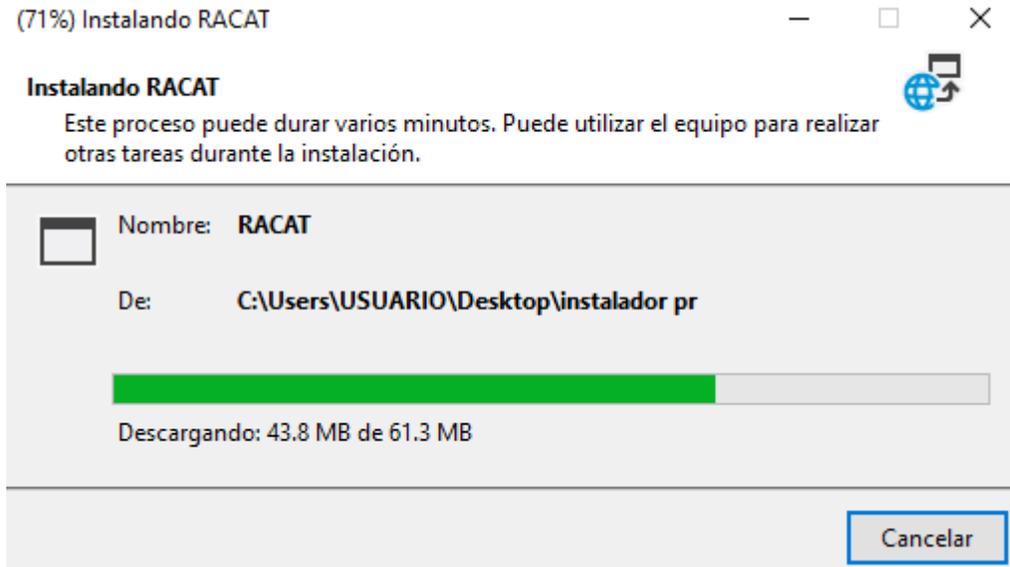
- a) Abrimos el archivo de instalación denominado “setup”, contenido en la carpeta “Instalador Proveedor”.

Application Files	26/7/2020 19:01	Carpeta de archivos	
RACAT	26/7/2020 19:01	Application Manif...	2 KB
setup	26/7/2020 19:01	Aplicación	788 KB

- b) En la ventana de “Instalación de la aplicación” se selecciona “Instalar”.

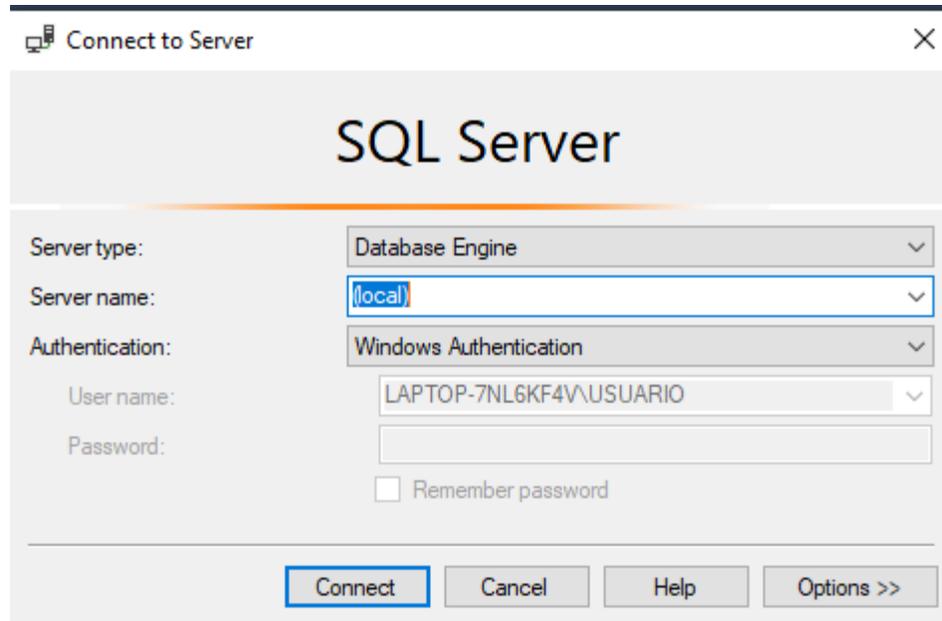


- c) Esperamos a que el proceso de instalación finalice y el software iniciará solo.

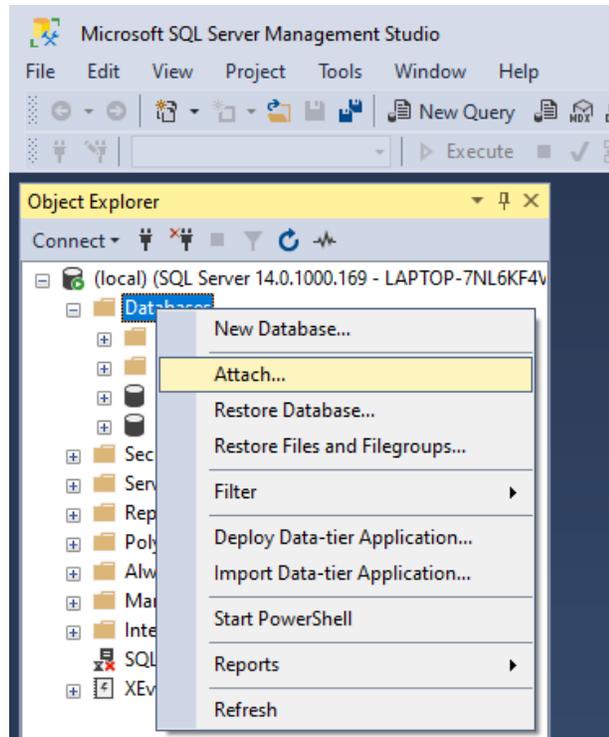


3. Restauración de la base de datos

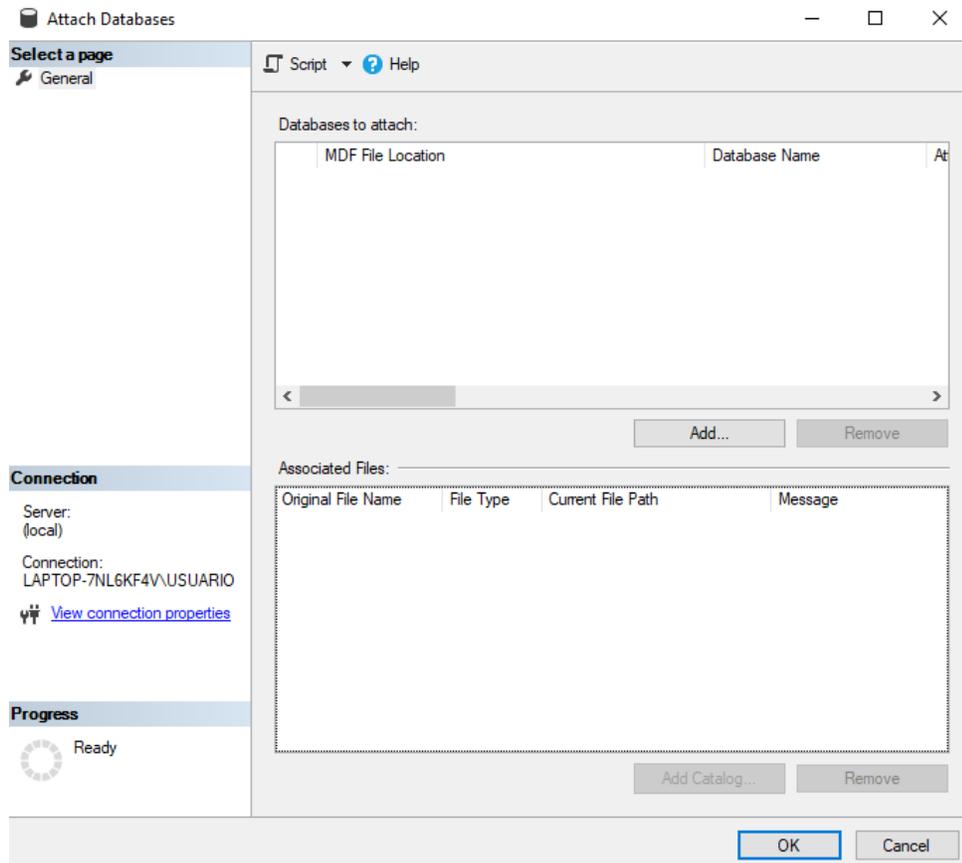
- a) Abrimos la aplicación de SQLServer y se ingresa al sistema en conexión local.



- b) Localizamos la carpeta "Databases" en el explorador de objetos y se le da click derecho y se selecciona "Attach".



c) En la venta de “Attach Databases” se selecciona “Add”.



d) Localizamos el archivo “consumidorelm.bak”, el cual se encuentra en la carpeta de instalación y se presiona “OK”.

4. Administración

Abrimos la aplicación e ingresamos el usuario y contraseña asignadas por el proveedor del software. Se abrirá el menú principal.



En el menú principal, en la pestaña de administración se tienen las opciones de “Registro de Clientes” y ”Registro de Citas”, las cuales emplean los procedimientos almacenados de: Guardar, Editar, y Eliminar. Dichos procedimientos se explicarán a continuación desde la opción de “Registro de Clientes”.

4.1. Guardar

a) Abrimos la opción “Registro Manual” y llenamos los campos indicados.

Código	Nombres	Apellidos	Documento	Telefono	Correo	Vehiculo
3	Cristopher Alberto	Tinajero Naranjo	0501567473	0998785855	cristianjero@yahoo.com	Skoda Fabia 2008
2	William Oswaldo	Bayas Sánchez	1828284564	0987282565	willbayas@gmail.com	Chevrolet Sail 201

b) Llenamos los campos solicitados.

Registro de Clientes:

Nombres: Jose Luis

Apellidos: Peralta Gomez

Documento de Identidad: 0503262695

Teléfono: 0995847613

Correo: joseperal54@gmail.com

Vehículo: Chevrolet Aveo 2012

lunes , 27 de julio de 2020

0:53:57

Nuevo

Guardar

Cerrar

Código	Nombres	Apellidos	Documento	Telefono	Correo	Vehículo
3	Cristopher Alberto	Tinajero Naranjo	0501567473	0998785855	cristianjero@yahoo.com	Skoda Fabia 2008
2	William Oswaldo	Bayas Sánchez	1828284564	0987282565	willbayas@gmail.com	Chevrolet Sail 201

Eliminar

c) Finalmente presionamos el botón guardar y aceptar en la ventana emergente.

Registro de Clientes:

Nombres: Jose Luis

Apellidos: Peralta Gomez

Documento de Identidad: 0503262695

Teléfono: 0995847613

Correo: joseperal54@gmail.com

Vehículo: Chevrolet Aveo 2012

lunes , 27 de julio de 2020

0:54:49

Nuevo

Guardar

Cerrar

Guardando datos

Cliente registrado correctamente

Aceptar

Código	Nombres	Apellidos	Documento	Telefono	Correo	Vehículo
3	Cristopher Alberto	Tinajero Naranjo	0501567473	0998785855	cristianjero@yahoo.com	Skoda Fabia 2008
2	William Oswaldo	Bayas Sánchez	1828284564	0987282565	willbayas@gmail.com	Chevrolet Sail 201

Eliminar

4.2. Editar

- a) En la tabla inferior en donde se muestran los datos, seleccionamos el registro que deseamos editar. Los datos se cargarán en sus respectivas posiciones.

Registro de Clientes: 0:56:24

Nombres: Christopher Alberto

Apellidos: Tinajero Naranjo

Documento de Identidad: 0501567473

Teléfono: 0998785855

Correo: cristianjero@yahoo.com

Vehículo: Skoda Fabia 2008

lunes , 27 de julio de 2020

Eliminar

Código	Nombres	Apellidos	Documento	Telefono	Correo	Vehículo
4	Jose Luis	Peralta Gomez	0503262695	0995847613	joseperal54@gmail.com	Chevrolet Aveo
3	Christopher Alberto	Tinajero Naranjo	0501567473	0998785855	cristianjero@yahoo.com	Skoda Fabia 2008

- b) Realizamos las modificaciones deseadas y presionamos el botón editar (Dicho botón solo se activa al seleccionar un registro para editar).

Registro de Clientes: 0:57:05

Nombres: Christopher Alberto

Apellidos: Tinajero Naranjo

Documento de Identidad: 0501567473

Teléfono: 0998785855

Correo: cristianjero@yahoo.com

Vehículo: Skoda Fabia 2008

lunes , 27 de julio de 2020

Modificar datos

Cliente modificada correctamente

Aceptar

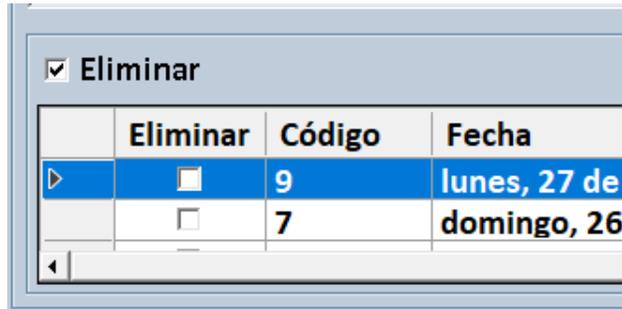
Eliminar

Código	Nombres	Apellidos	Documento	Telefono	Correo	Vehículo
4	Jose Luis	Peralta Gomez	0503262695	0995847613	joseperal54@gmail.com	Chevrolet Aveo
3	Christopher Alberto	Tinajero Naranjo	0501567473	0998785855	cristianjero@yahoo.com	Skoda Fabia 2008

Si el mensaje indica que el cliente fue modificado correctamente, el proceso de edición se ejecutó correctamente.

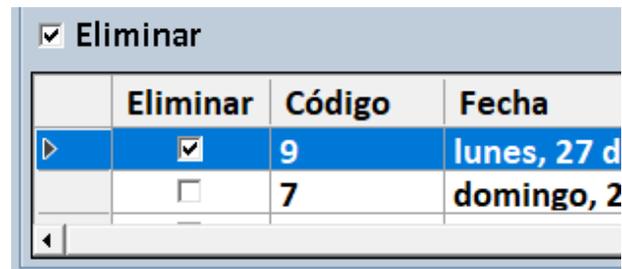
4.3. Eliminar

- a) Damos click en el checkbox que se encuentra en la parte superior de la tabla de datos.



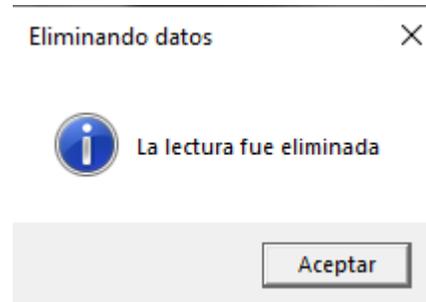
<input checked="" type="checkbox"/> Eliminar			
	Eliminar	Código	Fecha
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	9	lunes, 27 de
	<input type="checkbox"/>	7	domingo, 26

- b) Seleccionamos el registro que deseamos eliminar y presionamos el botón eliminar.



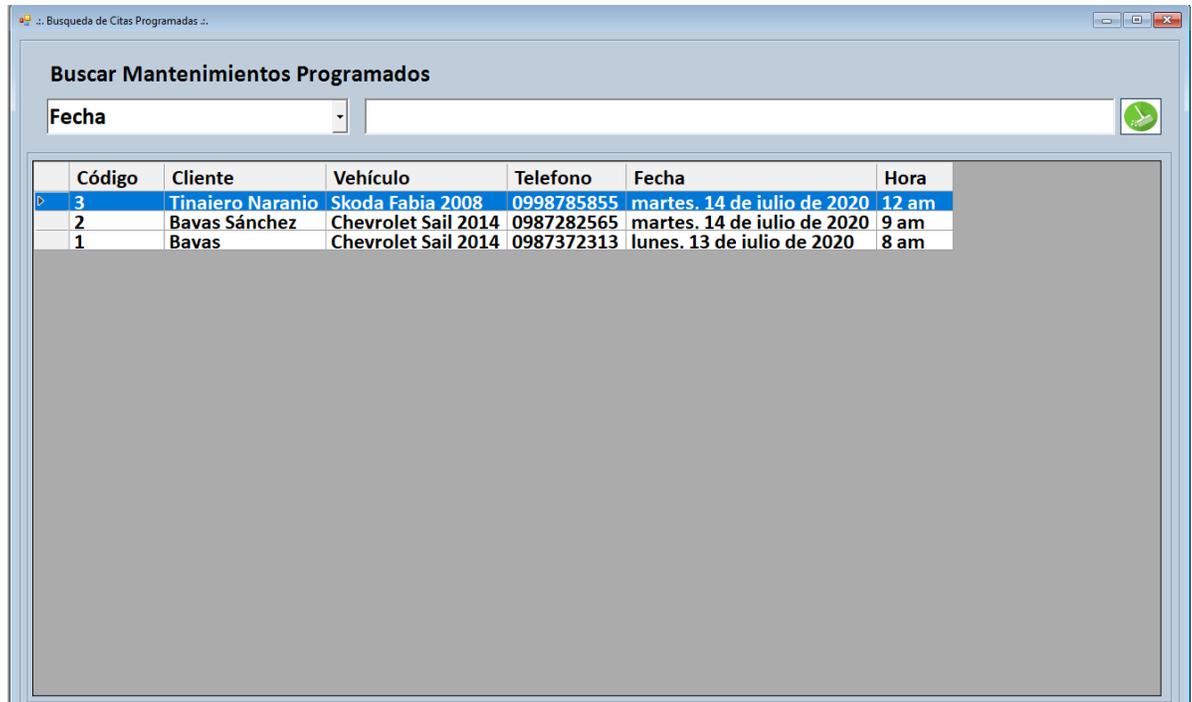
<input checked="" type="checkbox"/> Eliminar			
	Eliminar	Código	Fecha
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	9	lunes, 27 d
	<input type="checkbox"/>	7	domingo, 2

Si el mensaje indica que el registro fue eliminado correctamente, el proceso de eliminación se ejecutó correctamente.



5. Búsquedas

En la pestaña de búsquedas podemos encontrar la opción de búsqueda de “Citas de Mantenimiento”. A continuación, se explica la funcionalidad de este proceso.



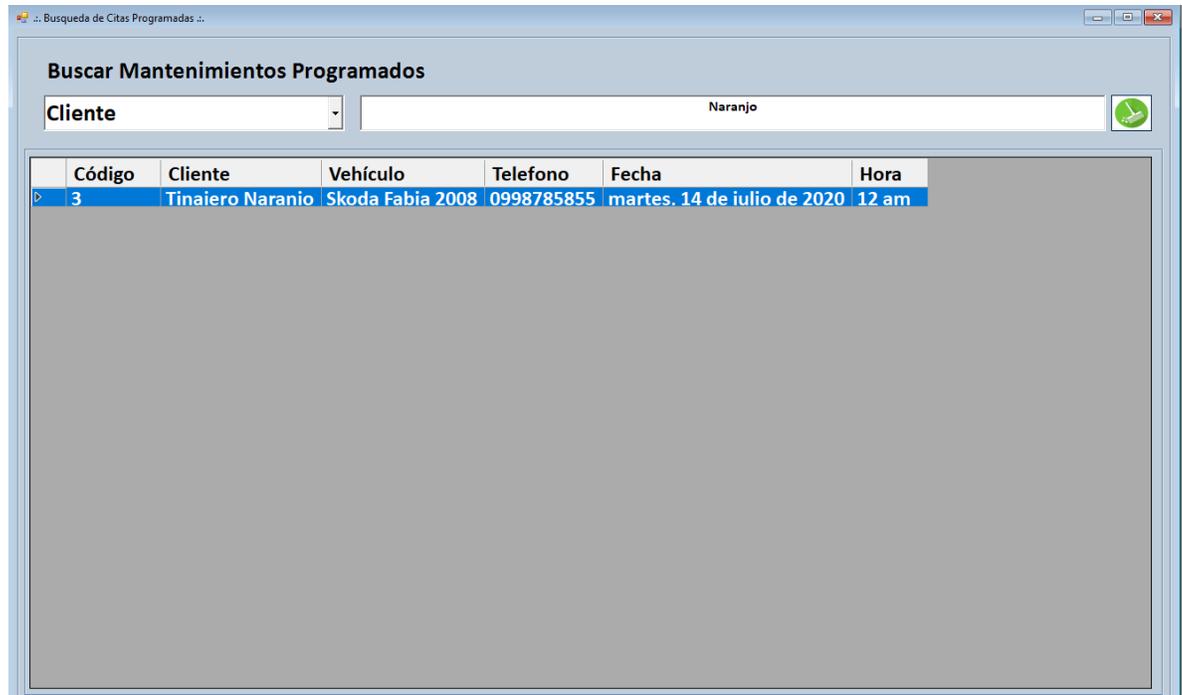
.. Busqueda de Citas Programadas ..

Buscar Mantenimientos Programados

Fecha

Código	Cliente	Vehículo	Telefono	Fecha	Hora
3	Tinaiero Naranio	Skoda Fabia 2008	0998785855	martes. 14 de julio de 2020	12 am
2	Bavas Sánchez	Chevrolet Sail 2014	0987282565	martes. 14 de julio de 2020	9 am
1	Bavas	Chevrolet Sail 2014	0987372313	lunes. 13 de julio de 2020	8 am

Una vez abierta la ventana de búsquedas, solo bastará con seleccionar el parámetro por el que se desea buscar y escribir en el cuadro de texto el registro en cuestión y el programa hará el resto.



.. Busqueda de Citas Programadas ..

Buscar Mantenimientos Programados

Cliente Naranjo

Código	Cliente	Vehículo	Telefono	Fecha	Hora
3	Tinaiero Naranio	Skoda Fabia 2008	0998785855	martes. 14 de julio de 2020	12 am