



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ E
INDUSTRIAS**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRÓNICO DE ALERTA DE MANTENIMIENTO VÍA GSM
PARA UN VEHÍCULO LIFAN 530 DE LA EMPRESA
MECANOSOLVERS S.A.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

PEDRO FERNANDO FARINANGO TUPIZA

DIRECTOR: ING. ALEX GUZMÁN MSC.

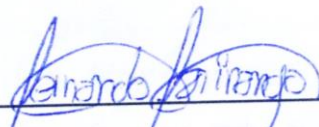
Quito, mayo 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **PEDRO FERNANDO FARINANGO TUPIZA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

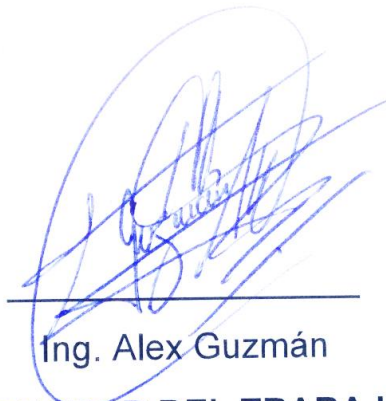


Pedro Farinango

C.I. 1721607180

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño e implementación de un sistema electrónico de alerta de mantenimiento vía GSM para un vehículo Lifan 530 de la empresa Mecanosolvers S.A**” que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Pedro Farinango**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.



Ing. Alex Guzmán

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1716331291

DEDICATORIA

El presente trabajo académico va dedicado al gran ser humano que con su apoyo incondicional, perseverancia, sacrificio, comprensión en momentos difíciles, ejemplo de buenos morales ha sabido guiar mi vida por el camino de la verdad, mi señora madre.

Gracias por ofrecerme un futuro mejor el cual la sabré aprovechar.

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento de manera especial a mis maestros y a ese gran grupo de amigos LOS PRIMOS testigos de triunfos y fracasos.

Y a la querida institución la cual me llevo las mejores enseñanzas y los mejores recuerdos.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1721607180
APELLIDO Y NOMBRES:	Farinango Tupiza Pedro Fernando
DIRECCIÓN:	Av. Carlos Mantilla y Doral 435
EMAIL:	pifer2910@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022820685
TELÉFONO MOVIL:	0979333475

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	Diseño e implementación de un sistema electrónico de alerta de mantenimiento vía gsm para un vehículo Lifan 530 de la empresa Mecanosolvers S.A.
AUTOR O AUTORES:	Fernando Farinango
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	20/05/2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Alex Guzmán Msc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	Este proyecto se realizó mediante el diseño e implementación de un sistema electrónico de alerta de mantenimiento vía GSM para un vehículo sedan marca Lifan, modelo 530, con cilindraje 1500cc, el cual pertenece a la empresa importadora de vehículos de procedencia Asiática Mecanosolvers S.A. El sistema electrónico fue realizado ante la necesidad de evitar mantenimientos correctivos ocasionados por la falta de control del propietario del vehículo. El principal objetivo del proyecto es mantener la fidelidad del cliente con la marca y su posicionamiento

	<p>en el mercado. En base al índice de retornabilidad de vehículos nuevos al taller, se presentan gran cantidad de automotores que fueron vendidos y no son atendidos dentro de los talleres autorizados, una de las principales causas para este bajo índice de retornabilidad es la falta de seguimiento e información hacia al cliente por parte del concesionario conlleva al uso inadecuado del manual de mantenimiento y garantía por parte de los clientes, siendo la causa principal del índice bajo de retornabilidad de clientes en el año 2015 y el mantenimiento correctivo dentro de los talleres, por lo que es necesario disminuir estas estadísticas mediante el uso adecuado del plan de mantenimiento dado por el fabricante LIFAN, el cual recomienda realizarlo cada 5000 km con el fin de mantener la vida útil del mismo. La implementación del sistema electrónico, permite emitir la alerta de mantenimiento a través del sensor de velocidad del vehículo, el cual emite pulsos que son transformados mediante un módulo GSM en un mensaje de texto al teléfono móvil del cliente y a la base de datos del concesionario para advertir su próximo mantenimiento preventivo de acuerdo al kilometraje en el que se encuentra el automotor. La alerta se genera cada 4900km recorridos, el cual tiene un rango de seguridad de 100km para acudir a un taller autorizado.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Mantenimiento, GSM, dispositivo, alerta de mantenimiento, mensaje de texto</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>This project was done through the design and</p>

implementation of electronic alert system maintenance via GSM for a vehicle sedan Lifan brand, model 530, with cylinder capacity 1500cc, which belongs to the importer of vehicles from Asia MECANOSOLVERS S.A. The electronic system was made to the need to avoid corrective maintenance caused by the lack of control of the vehicle owner. The main objective of the project is to maintain customer loyalty to the brand and its positioning in the market. Based on the index returnability new workshop vehicles, large number of vehicles that were sold are presented and are not served within the authorized workshops, one of the main reasons for this low rate of returnability is the lack of monitoring and reporting to customer by the dealer leads to inappropriate use of the maintenance manual and warranty by customers, the main cause of the low rate of returnability customers in 2015 and corrective maintenance in workshops, so it is necessary to reduce these statistics through the proper use of the maintenance plan given by the manufacturer LIFAN, which recommended to be performed every 5000 km in order to maintain the life of the product. The implementation of the electronic system allows issuing the alert maintenance via speed sensor of the vehicle, which emits pulses that are transformed by a GSM module in a text message to mobile phone client and the database dealer for warn its next preventative maintenance according to the city where the automobile is. The alert runs every 4900km, which has a range of up to 100km contact an authorized workshop is generated.

KEYWORDS

Maintenance, GSM, device, maintenance alert, text message

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: _____



FARINANGO TUPIZA PEDRO FERNANDO

1721607180

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **PEDRO FERNANDO FARINANGO TUPIZA**, CI 1721607180 autor del proyecto titulado: **Diseño e implementación de un sistema electrónico de alerta de mantenimiento vía gsm para un vehículo Lifan 530 de la empresa Mecanosolvers S.A.** previo a la obtención del título de **GRADO ACADÉMICO COMO APRECE EN EL CERTIFICADO DE EGRESAMIENTO** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 19 de mayo del 2016

f: 
FARINANGO TUPIZA PEDRO FERNANDO
1721607180

Quito, 19 de mayo del 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **JUAN ANDRÉS NOBOA ABARCA** con cédula de identidad N.- 1707144232 en calidad de Gerente General de la empresa MECANOSOLVERS S.A., autorizo a **PEDRO FERNANDO FARINANGO TUPIZA**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALERTA DE MANTENIMIENTO VÍA GSM PARA UN VEHÍCULO LIFAN 530 DE LA EMPRESA MECANOSOLVERS S.A.**”, basada en la información proporcionada por la compañía.

f: 
NOBOA ABARCA JUAN ANDRÉS
1707144232



ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES GSM	4
2.1.1 HISTORIA GSM	4
2.1.2 ARQUITECTURA DEL GSM	5
2.1.3 TARJETA SIM	5
2.1.4 FRECUENCIAS DE OPERACIÓN DE LA RED GSM	6
2.1.5 SERVICIOS GSM	7
2.2 HISTORIA LIFAN	8
2.3 LIFAN 530	10
2.3.1 ESPECIFICACIONES GENERALES LF7133	10
2.3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR	11
2.4 MANTENIMIENTO	12
2.4.1 MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	13

2.4.2	ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	13
2.4.3	TIPO DE MANTENIMIENTO.....	15
2.4.3.1	Mantenimiento sintomático o predictivo.....	15
2.4.3.2	Mantenimiento preventivo.....	15
2.4.3.3	Mantenimiento correctivo.....	16
2.4.4	COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	17
2.4.4.1	Costos de mantenimiento correctivo.....	18
2.4.4.2	Costos de mantenimiento preventivo.....	18
2.4.5	GASTOS GENERALES EN EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO.....	19
2.4.6	COEFICIENTE DE TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	19
2.5	SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS ABS.....	20
2.5.1	ESTRUCTURA ABS.....	21
2.5.1.1	Unidad de control electrónica.....	21
2.5.1.2	Unidad hidráulica.....	22
2.5.1.3	Motor ABS.....	22
2.5.1.4	Sensores de revolución.....	23
2.6	HISTORIA MECANOSOLVERS S.A.....	25
2.6.1	VISIÓN.....	25
2.6.2	MISIÓN.....	26
2.6.3	VALORES.....	26
3.	METODOLOGÍA.....	27
3.1	DISEÑO FUNCIONAL.....	27

3.1.1	PLACA ARDUINO	27
3.1.2	PANTALLA LCD.....	27
3.1.3	REGULADOR DE VOLTAJE.....	27
3.1.4	MODULO GSM	28
3.1.5	TARJETA SIM.....	28
3.1.6	TECLADO	28
3.1.7	OPTOACOPLADOR.....	28
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	28
3.3	PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE ALERTA DE MANTENIMIENTO VÍA GSM	29
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1	OBJETIVOS DE DISEÑO	30
4.2	DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO	30
4.3	DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES	33
4.3.1	PLACA ARDUINO	34
4.3.2	REGULADOR DE VOLTAJE.....	35
4.3.3	PANTALLA LCD.....	36
4.3.4	MODULO GSM	37
4.3.5	TECLADO	38
4.3.6	COBERTURA DE OPERADORAS CON TECNOLOGIA GSM	38
4.3.6.1	Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT)	39
4.3.6.2	Consortio ecuatoriano de telecomunicaciones (conecel)..	40
4.3.6.3	Otecel (movistar)	41
4.3.6.4	Selección de operadora.....	42

4.4	ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD EN POST VENTA DE LA EMPRESA MECANOSOLVERS S.A	44
4.5	ANÁLISIS SEGÚN LA TASA DE COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO	45
4.6	IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO	48
4.6.1	IDENTIFICACIÓN DE LA SEÑAL DE KILOMETRAJE.....	49
4.6.2	UBICACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	54
4.6.3	CALIBRACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ALERTA DE MANTENIMIENTO	55
4.7	PRUEBAS DE RUTA CON EL DISPOSITIVO A BORDO.....	58
4.7.1	RUTA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE QUITO.....	58
4.7.2	RUTA PERIFÉRICA DE LA CIUDAD DE QUITO.....	60
4.8	COSTOS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.....	63
4.8.1	COSTOS DE MATERIAL ELECTRÓNICO	63
4.8.2	COSTOS DE MANO DE OBRA	63
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
5.1	CONCLUSIONES.....	65
5.2	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA.....	67
	ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Frecuencias de operación de la red GSM	7
Tabla 2. Especificaciones Generales LF 7133	11
Tabla 3. Especificaciones técnicas de motor.....	11
Tabla 4. Organización del mantenimiento	14
Tabla 5. Gastos generales en el desarrollo del mantenimiento.....	19
Tabla 6. Tipos de placa Arduino	35
Tabla 7. Tipos de Regulador de Voltaje	36
Tabla 8. Facturación mano de obra desde 01 enero 2014 hasta 31 diciembre 2014	44
Tabla 9. Facturación mano de obra desde 01 enero 2015 hasta 31 diciembre 2015.....	45
Tabla 10. Tempario de trabajos.....	46
Tabla 11. Costos de mantenimiento	46
Tabla 12. Costo de repuestos e insumos por mantenimiento correctivo	47
Tabla 13. Número de pines tablero de instrumentos.	51
Tabla 14. Especificaciones Técnicas de multímetro.....	53
Tabla 15. Costos material electrónico	63
Tabla 16. Costos mano de obra e insumos	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Servicios GSM	8
Figura 2. Fotografía vehículo Lifan 530.....	10
Figura 3. Tipos de Mantenimiento.....	14
Figura 4. Estructura ABS	21
Figura 5. Motor ABS.....	23
Figura 6. Sensor de revolución	23
Figura 7. Sensor de revolución inductivo	24
Figura 8. Sensor de revolución efecto hall	25
Figura 9. Diagrama de proyecto.....	31
Figura 10. Conexión de elementos a la placa Arduino.....	32
Figura 11. Circuito de conexión de elementos	33
Figura 12. Componentes placa Arduino	34
Figura 13. Fotografía de regulador de Voltaje 7805.....	36
Figura 14. Pantalla LCD	37
Figura 15. Fotografía módulo GSM SIM 900	37
Figura 16. Teclado 4x3	38
Figura 17. Cobertura de operadora CNT	39
Figura 18. Cobertura de operadora CONECEL.....	40
Figura 19. Cobertura de operadora Movistar	41
Figura 20. Medición de señal Movistar.....	42
Figura 21. Medición de señal CNT.....	43
Figura 22. Medición de señal Claro.....	43
Figura 23. Fotografía identificación de sistemas.....	49
Figura 24. Fotografía de tablero de instrumentos	50
Figura 25. Fotografía sockets de tablero de Instrumentos	50
Figura 26. Medición rango de voltaje	52
Figura 27. Fotografía toma de pulsos	54
Figura 28. Ubicación del dispositivo.....	55
Figura 29. Encendido de dispositivo	56

Figura 30. Ingreso de parámetros de pruebas	56
Figura 31. Guardar cambios realizados	57
Figura 32. Dispositivo reseteado.....	57
Figura 33. Ruta en el tráfico de la ciudad de Quito	59
Figura 34. Fotografía mensaje de texto del alerta de mantenimiento	60
Figura 35. Ruta periférica de la ciudad de Quito	61
Figura 36. Fotografía mensaje de texto alerta de mantenimiento.	62

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1	
Diagrama Tablero de Instrumentos.....	70
Anexo 2	
Programación Arduino	71

RESUMEN

Este proyecto se realizó mediante el diseño e implementación de un sistema electrónico de alerta de mantenimiento vía GSM para un vehículo sedan marca Lifan, modelo 530, con cilindraje 1500cc, el cual pertenece a la empresa importadora de vehículos de procedencia Asiática Mecanosolvers S.A. El sistema electrónico fue realizado ante la necesidad de evitar mantenimientos correctivos ocasionados por la falta de control del propietario del vehículo. El principal objetivo del proyecto es mantener la fidelidad del cliente con la marca y su posicionamiento en el mercado. En base al índice de retornabilidad de vehículos nuevos al taller, se presentan gran cantidad de automotores que fueron vendidos y no son atendidos dentro de los talleres autorizados, una de las principales causas para este bajo índice de retornabilidad es la falta de seguimiento e información hacia al cliente por parte del concesionario conlleva al uso inadecuado del manual de mantenimiento y garantía por parte de los clientes, siendo la causa principal del índice bajo de retornabilidad de clientes en el año 2015 y el mantenimiento correctivo dentro de los talleres, por lo que es necesario disminuir estas estadísticas mediante el uso adecuado del plan de mantenimiento dado por el fabricante LIFAN, el cual recomienda realizarlo cada 5000 km con el fin de mantener la vida útil del mismo. La implementación del sistema electrónico, permite emitir la alerta de mantenimiento a través del sensor de velocidad del vehículo, el cual emite pulsos que son transformados mediante un módulo GSM en un mensaje de texto al teléfono móvil del cliente y a la base de datos del concesionario para advertir su próximo mantenimiento preventivo de acuerdo al kilometraje en el que se encuentra el automotor. La alerta se genera cada 4900km recorridos, el cual tiene un rango de seguridad de 100km para acudir a un taller autorizado.

ABSTRACT

This project was done through the design and implementation of electronic alert system maintenance via GSM for a vehicle sedan Lifan brand, model 530, with cylinder capacity 1500cc, which belongs to the importer of vehicles from Asia MECANOSOLVERS S.A. The electronic system was made to the need to avoid corrective maintenance caused by the lack of control of the vehicle owner. The main objective of the project is to maintain customer loyalty to the brand and its positioning in the market. Based on the index returnability new workshop vehicles, large number of vehicles that were sold are presented and are not served within the authorized workshops, one of the main reasons for this low rate of returnability is the lack of monitoring and reporting to customer by the dealer leads to inappropriate use of the maintenance manual and warranty by customers, the main cause of the low rate of returnability customers in 2015 and corrective maintenance in workshops, so it is necessary to reduce these statistics through the proper use of the maintenance plan given by the manufacturer LIFAN, which recommended to be performed every 5000 km in order to maintain the life of the product. The implementation of the electronic system allows issuing the alert maintenance via speed sensor of the vehicle, which emits pulses that are transformed by a GSM module in a text message to mobile phone client and the database dealer for warn its next preventative maintenance according to the city where the automobile is. The alert runs every 4900km, which has a range of up to 100km contact an authorized workshop is generated.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha evolucionado a la par con la tecnología GSM a gran velocidad en un proceso constante durante los últimos años, se ha creado sistemas de seguridad y confort que contribuyen a satisfacer las necesidades del usuario y cada vez son más exigentes.

El vehículo se compone de diferentes sistemas para su funcionamiento, como el sistema de suspensión, refrigeración, transmisión, frenos, inyección, etc., los cuales en conjunto cumplen las necesidades del conductor, en esta investigación se hace referencia a todos los sistemas que lo componen y son de suma importancia para el correcto funcionamiento del automotor, y por ello es necesario realizar el mantenimiento preventivo respectivo para cumplir la vida útil del vehículo que la marca garantiza de acuerdo a cada sistema.

Debido al incremento de talleres no calificados automotrices en nuestro país, los concesionarios y dueños de las diferentes marcas que se distribuyen en el Ecuador han perdido la retornabilidad de los vehículos a sus talleres para realizar el mantenimiento preventivo periódico en sus automotores. (Junta Nacional de Defensa del Artesano, 2015)

La empresa MECANOSOLVERS S.A. ha establecido la necesidad de proponer nuevas estrategias de servicio al cliente para enfrentar la baja productividad de sus talleres a nivel nacional, para esto el departamento comercial y postventa han estructurado el plan de mejora continua creando sistemas de gestión, implementación de procesos para entrega satisfactoria de vehículos nuevos, los cuales son diseñados para complementar la viabilidad de este proyecto de grado con la implementación de un dispositivo electrónico que alerta vía GSM al usuario, a quien permitirá tener un mayor control de su vehículo en cuanto al mantenimiento preventivo se refiere y por

ello acudir al concesionario automotriz para realizar su mantenimiento preventivo.

El objetivo principal de este proyecto de grado es diseñar un dispositivo electrónico que trabaja simultáneamente con el sensor de velocidad del vehículo, el cual emite señales que son transformadas en un mensaje de texto que le llegará al teléfono celular del propietario del vehículo, a la base de datos del call center, alertando que debe acudir al concesionario para realizar su mantenimiento preventivo, e implementarlo en un TEST DRIVE de la empresa MECANOSOLVERS S.A. para realizar las pruebas necesarias para su adecuado funcionamiento.

La información que se envía en el mensaje de texto es un recordatorio para realizar el mantenimiento de acuerdo al kilometraje recorrido y a las especificaciones técnicas del fabricante LIFAN

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema electrónico de alerta de mantenimiento vía gsm para un vehículo LIFAN 530 de la empresa MECANOSOLVERS S.A.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Analizar la factibilidad para la implementación de un dispositivo con tecnología GSM en el sector automotriz.

Diseñar y seleccionar de componentes para la construcción del dispositivo electrónico de alerta de mantenimiento vía GSM.

Implementar el dispositivo prototipo de alerta de mantenimiento en un vehículo Lifan 530 de la empresa Mecanosolvers.

Realizar pruebas de funcionamiento del sistema electrónico de alerta de mantenimiento vía GSM en el vehículo con el dispositivo.

Analizar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas.

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES GSM

El sistema global para las comunicaciones móviles (Global System for Mobile communications) es un sistema de telefonía digital GSM permite un funcionamiento hasta 9,6 kbps, que da la facilidad para comunicaciones de voz y de datos digitales, ejemplo, navegador por internet, acceder con seguridad a una red informática de una compañía mensajes de texto y multimedia. (Cerde & Pazmiño, 2011)

En la actualidad la tecnología GSM también es utilizada en el sector automotriz con sistemas de seguridad y rastreo para los diferentes vehículos. (Reinoso, 2009)

2.1.1 HISTORIA GSM

En 1982 la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones realizó un comité llamado GSM (Grupo Especial Móvil) con el fin de investigar y desarrollar nuevos e innovadores sistemas de comunicaciones inalámbricas de forma digital de aquella época. (COMMONS, 2012)

En 1986 se adopta a GSM como el estándar europeo para las comunicaciones móviles digitales. Se crea en 1989 el Instituto Europeo de Estándar de Telecomunicaciones formado por operadores y compañías productoras de equipos tecnológicos. (Cerde & Pazmiño, 2011)

En 1990 se concluyeron con las innovaciones y especificaciones para el primer dispositivo estándar GSM-900, al que siguió DCS-1800 un año más

tarde. En 1991 fueron presentados los primeros equipos tecnológicos de prueba de telefonía GSM para Europa. (Reinoso, 2009)

En 1992 las primeras operadoras europeas del dispositivo GSM-900 iniciaron su producción, en el mismo año ingresaron al mercado mundial los primeros teléfonos móviles con tecnología GSM, conociendo el primer prototipo con el nombre de Nokia 1011. En los años siguientes, el GSM compitió con otros estándares digitales, pero se terminó imponiendo también en América Latina y Asia. (CERVANTES, 2009)

En 2000, el grupo de trabajo para la estandarización del GSM se pasó al grupo TSG GERAN (Grupo de Especificaciones Técnicas de Acceso de Radio Flexible) con la finalidad de desarrollar e implementar la tercera generación de telefonía móvil (3G). El sucesor del GSM, fue introducido en 2001, sin embargo su aceptación en el mercado mundial fue lenta, por lo que gran parte de los usuarios de telefonía móvil en el año 2010 siguen utilizando GSM. (Reinoso, 2009)

2.1.2 ARQUITECTURA DEL GSM

La arquitectura del sistema GSM está compuesta por cuatro elementos:

- Estación móvil (MS)
- Subsistema de estación base (BSS)
- Subsistema de la Red (NSS)
- Centro de Gestión de Red (NMC). (Reinoso, 2009)

2.1.3 TARJETA SIM

La tarjeta SIM es una tarjeta inteligente desmontable que contiene la información del usuario, parámetros de red y directorio telefónico. (Cerde & Pazmiño, 2011)

Una tarjeta SIM (Módulo de identificación de abonado), permite identificar de manera única al usuario y al dispositivo. (COMMONS, 2012)

Los dispositivos se identifican por medio de un número único de identificación de 15 dígitos denominado IMEI (Identificador internacional de equipos móviles), este código se puede proteger con una clave de 4 dígitos llamada código PIN. (COMMONS, 2012)

Para el óptimo funcionamiento de la tarjeta SIM debe pertenecer a una operadora móvil con tecnología GSM, en Ecuador existen tres operadoras principales en el mercado las cuales son:

- OTECEL
- CONECEL
- CNT (Agencia de Control y Regulación de las Telecomunicaciones , 2016)

2.1.4 FRECUENCIAS DE OPERACIÓN DE LA RED GSM

Las Bandas de frecuencia GSM son las bandas para telefonía móvil designadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones para la operación de redes GSM, las estaciones base y los teléfonos móviles que están en funcionamiento a través de la red deben transmitir suficiente potencia para mantener una calidad óptima de llamada. (COMMONS, 2012)

La interfaz de radio GSM se ha implementado en diferentes bandas de frecuencia como indica la tabla 1, por la disponibilidad legal, se clasifican en GSM 850, GSM 900, GSM 1800, GSM 1900 con sus diferentes características. (Cerde & Pazmiño, 2011)

Tabla 1. Frecuencias de operación de la red GSM

Banda	Nombre	Canales	Up (MHz)	Down (MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 – 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	0-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa y la más extendida
	E-GSM 900	974 – 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	<i>E-GSM</i> , extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	<i>GSM ferroviario (GSM-R)</i> .
GSM1800	GSM 1800	512 – 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM1900	GSM 1900	512 – 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con GSM-1800 por solapamiento de bandas.

(Cerde & Pazmiño, 2011)

2.1.5 SERVICIOS GSM

Existen dos tipos de servicios básicos que se puede brindar a través de GSM, telefonía y datos. Los servicios de telefonía son principalmente servicios de voz que proveen a los abonados la capacidad para comunicarse entre sí. Los servicios de datos proveen la capacidad necesaria para transmitir entre dos puntos de acceso, creando una interfaz de red. Además de la telefonía normal y llamadas de emergencia. (Cerde & Pazmiño, 2011)

GSM soporta un amplio conjunto de servicios suplementarios que pueden complementar a los servicios de telefonía y datos. A continuación se listan algunos servicios suplementarios:

- Transferencia de llamada.
- Llamada en espera.

- Conferencia.
- Bloqueo llamadas salientes.
- Bloqueo llamadas entrantes.
- Marcación abreviada.
- Identificación de llamadas. (Cerde & Pazmiño, 2011)

El servicio SMS permite transferir un mensaje de texto entre una MS (servicio móvil) y otra entidad denominada SME (Entidad de mensajería corta) a través de un centro de servicio SMSC (Centro de servicios de mensajes cortos), como hace referencia la figura 1. (Cerde & Pazmiño, 2011)

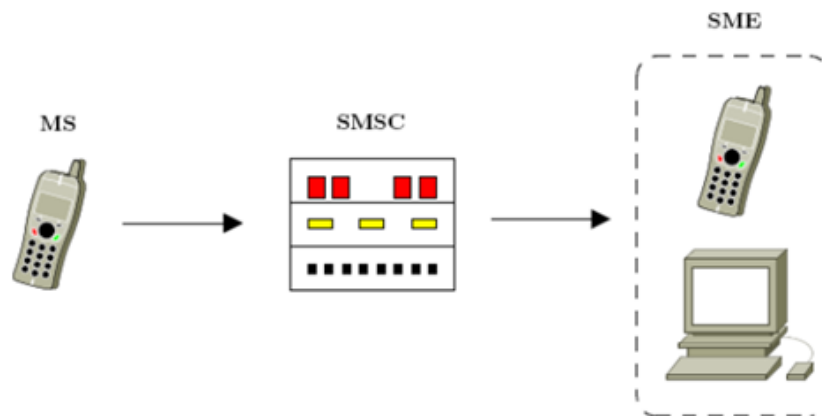


Figura 1. Servicios GSM

(Cerde & Pazmiño, 2011)

2.2 HISTORIA LIFAN

El grupo industria Lifan, es una compañía privada China dedicada a la fabricación de motocicletas y automóviles con sede en Chongqing, fue fundada en 1992 y empezó la producción de automóviles en el 2005, con micro van y un pequeño sedán modelo 520. (GROUP, 1992)

Lifan fue fundada por Yin Mingshan en 1992 como un taller de reparación de motocicletas, Mingshan tiene una larga historia de conflictos con la autoridad

del gobierno pero en la actualidad goza de una buena relación con el Partido Comunista de China. A la compañía se la conocía como "Centro de Investigación de Auto Accesorios de Chongqing High Tech", ubicándose entre los cinco mayores fabricantes de motocicletas de la República Popular China. (GROUP, 1992)

A partir de 2004 se lo reconoce como "el más grande fabricante de motocicletas" en China. En el 2005 vio el inicio de la producción de automóviles a partir del modelo de minivan LF6361, en diciembre de 2005, el primer coche desarrollado independientemente de Lifan entró en producción, el 520 sedán con un motor brasileño. (GROUP, 1992)

A partir de 2011, Lifan comercializa el subcompacto 320, el sedán compacto y hatchback 520, el modelo 620 sedan, y el X60 SUV compacto. Lifan realizó una oferta pública inicial en la Bolsa de Valores de Shanghai a finales de 2010, en 2011 se generan ingresos de USD \$ 1830 millones, y las ganancias de USD \$ 62 millones. (GROUP, 1992)

Ecuador comercializa los vehículos Lifan desde el año 2010 con los siguientes modelos:

- Lifan 520
- Lifan 320
- Lifan X60
- Lifan 330
- Lifan Foison
- Lifan T 11

Estos vehículos han tenido aceptación en el mercado por su accesibilidad de costo, siendo el nuevo modelo el vehículo sedan Lifan 530 con el cual se

espera el posicionamiento de la marca en el mercado automotriz, y por ello se lo utiliza para el desarrollo del proyecto.

2.3 LIFAN 530

Vehículo de origen asiático con su nombre comercial 530 y nombre de fabricación LF7113, como se demuestra en la figura 2, producido en serie por la empresa transnacional LIFAN GROUP con su sede matriz en la República Popular de China.



Figura 2. Fotografía vehículo Lifan 530

2.3.1 ESPECIFICACIONES GENERALES LF7133

El vehículo marca Lifan, modelo 530, tipo sedán con el año de ensamblaje 2015, tiene las siguientes especificaciones generales de fabricación como muestra la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones Generales LF 7133

Marca	Lifan	Modelo	Lf7133
Versión	1,3lt (vvt) gasolina, 5mt, 4x2.	Marca de carrocería	Lifan
País de origen	China	Año modelo/año de fabricación	2015
Capacidad pasajeros (incluye al conductor)	5	Clase (tipo de vehículo):	sedan
Serie Vin	LLV2A2A1	Tipo de combustible	Gasolina

(CCICEV, 2015)

2.3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR

Este modelo de vehículo tiene un motor delantero transversal de 4 cilindros en línea con niveles de emisión INEN 2204, con las siguientes especificaciones técnicas, como muestra la tabla 3.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de motor.

Marca	Lifan
Cilindrada [cm3]	1342
Nº de válvulas por cilindro	4
Relación de compresión	10:1
Torque neto máximo (n-m / rpm) norma	115Nm@4000rpm
Potencia neta máx. (HP/rpm KW/rpm)	67Kw@6000rpm
Sistema de alimentación de combustible	Sistemas de Inyección electrónica multipunto.
Diámetro por carrera	78,7x69

(Cerde & Pazmiño, 2011)

2.4 MANTENIMIENTO

En la actualidad el mantenimiento se convierte en un conjunto de acciones y pasos definidos por un manual del fabricante, que tienen como propósito prolongar el funcionamiento de las diferentes máquinas y equipos, reducir los costos de reparación, prolongar la vida útil para mejor rentabilidad de la inversión y evitar pérdidas económicas. (Apolo & Matovelle, 2012)

Se establece como mantenimiento a las diferentes actividades que tienen como objetivo mantener o recuperar las condiciones de un equipo o máquina para un buen funcionamiento, ya que con el transcurso del tiempo sufre desgaste por su operación. (Apolo & Matovelle, 2012)

Es necesario evitar daños causados por desgastes con el fin de alcanzar el objetivo para el cual se construyeron, si esto no sucede su rendimiento y vida útil se reduce. (Apolo & Matovelle, 2012)

En la actualidad las funciones de mantenimiento son parte de la ingeniería que tienen relación directa con planificación, adquisición, instalación, administración para disponer las facilidades y medios para realizarlo, por ello el realizar cualquier actividad de mantenimiento presenta beneficios para la empresa y usuario tales como (Bolaños, 2007):

- Reducir costos de operación, es decir ahorro significativo en mano de obra calificada y repuestos.
- Mantener el valor del activo fijo.
- Extender la vida útil del vehículo.
- Optimizar el funcionamiento eficiente y confiable en cualquier operación.
- Evitar cambio o reposición de repuestos de forma continua. (Bolaños, 2007)

2.4.1 MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

Un vehículo requiere de diferentes cuidados junto a un proceso de comprobaciones y operaciones que se realizan para asegurar la máxima eficiencia del automotor y reducir el tiempo de reparación. (Bolaños, 2007)

Dentro de lo que constituye a la eficiencia de un vehículo están inmersos varios tipos de mantenimiento de un automotor para lo cual se considera preventivo, correctivo, predictivo, a estos se les agrega historiales de las tareas que se realizan en cada uno de acuerdo al kilometraje recorrido, realizando un oportuno mantenimiento en el vehículo para optimizar el rendimiento del mismo. (Bolaños, 2007)

En la actualidad existe el mantenimiento centrado en la confiabilidad que se lo representa con las siglas MCC y en términos generales permite distribuir de forma efectiva todos los recursos que son asignados al mantenimiento del automotor, su misión principal es demostrar que el vehículo cumpla su función y preste los servicios de forma eficiente para lo cual fue diseñado. (Bolaños, 2007)

El mantenimiento automotriz toma en cuenta diferentes aspectos como, lograr el funcionamiento óptimo con los parámetros estándar de operación basados en las tareas de mantenimiento, las cuales son actividades que son realizadas para mantener la vida útil del elemento o sistema. (Bolaños, 2007)

2.4.2 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Se establece secciones para organizar el mantenimiento, como son las funciones las cuales dependen de la prioridad con que se llevan a cabo las actividades de mantenimiento como indica la tabla 4, las responsabilidades es lo que se desea conseguir al aplicar el mantenimiento y todo lo necesario para realizarlo. (Apolo & Matovelle, 2012)

Tabla 4. Organización del mantenimiento

ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
FUNCIONES		RESPONSABILIDADES	LO NECESARIO
Primarias	Se las realiza de manera indispensable	Aseguran las condiciones de funcionamiento del equipo	Técnicos capacitados
		Mantener los equipos eficientes	Programas de mantenimiento
Secundarias	Se las pueden asignar a otro departamento para que lo realicen.	Reducir las paradas inesperadas	Revisiones periódicas
		Reducir costos de reparación	Equipos especializados
			Capacitación y actualización de las nuevas tecnologías

(Apolo & Matovelle, 2012)

Para desarrollar con éxito los servicios de mantenimiento se lo ha dividido en tres tipos como indica la figura 3.



Figura 3. Tipos de Mantenimiento

(Bernal, 2012)

2.4.3 TIPO DE MANTENIMIENTO

2.4.3.1 Mantenimiento sintomático o predictivo

Es una técnica para pronosticar una futura falla de un componente, con el fin que pueda ser reemplazado antes de que falle y evitar que el tiempo de reparación se prolongue y que pueda afectar a otros elementos o sistemas. (Bolaños, 2007)

Determina una condición técnica real del vehículo examinado, tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimiento correctivo y minimizar los costos, existen diferentes técnicas para estimar un mantenimiento predictivo pueden ser (Bolaños, 2007):

- Termovisión: detección a través del calor.
- Medición de parámetros de operación: viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.
- Análisis de vibraciones: genera alertas que significa que existe algún elemento vibrante en el automotor
- Análisis de lubricantes: define el estado del aceite, nivel, desgaste de partes móviles, etc. (Bolaños, 2007)

Con ello se detecta cualquier síntoma de un componente en mal estado y que pronto deberá ser reajustado o reemplazado (Bolaños, 2007)

2.4.3.2 Mantenimiento preventivo

Se lo conoce también como mantenimiento planificado, se lo lleva a cabo antes que ocurra una falla en un sistema, se lo efectúa bajo un manual del fabricante el cual estipula el momento adecuado según tiempo o kilometraje, en algunas ocasiones este tipo de mantenimiento se lo realiza en base a la experiencia del servicio técnico, pero lo primordial es manejarlo según el manual técnico. (Apolo & Matovelle, 2012)

Este mantenimiento se lo realiza para reducir la probabilidad de que existe una falla de un elemento o sistema dentro del automotor, con el fin de mantener e incrementar la operatividad y vida útil. (Bolaños, 2007)

Este mantenimiento presenta varias características como:

- Planificación de trabajos en horas establecidas.
- Se realizan tareas bajo un programa y procedimiento establecido, con el fin de contar con la mano de obra especializada y repuestos necesarios.
- Programación de fechas, con tiempo de inicio y fin de las actividades.
- Permite generar un historial del vehículo
- Se planifica un presupuesto (Apolo & Matovelle, 2012).

El mantenimiento preventivo se lo realiza en base a tareas establecidas:

- Desmontaje
- Sustitución
- Montaje
- Comprobaciones
- Verificación

2.4.3.3 Mantenimiento correctivo

Se desarrolla en base a recuperar la función de un componente o sistema, tras perder la capacidad de cumplir con las prestaciones para las cuales fue diseñado. (Bolaños, 2007)

Al mantenimiento correctivo se lo conoce también como mantenimiento reactivo ya que no es planificado, solo tiene lugar en el momento que ocurre una falla o avería, es decir cuando es necesario una reparación para mantener el funcionamiento del vehículo. Este mantenimiento no permite diagnosticar las posibles causas que provocan las fallas pero trae consecuencias como (Bernal, 2012):

- Paradas imprevistas, disminuyendo las hora de trabajo
- Pérdida de horas operativas hasta corregir el problema
- Costos de reparación no presupuestados
- Planificación de tiempo para reparación no definida (Bernal, 2012)

Al desarrollar el mantenimiento correctivo consta de un conjunto de tareas como son (Bolaños, 2007):

- Prueba de Ruta
- Detección de la falla
- Localización de la falla
- Desmontaje
- Sustitución o reparación
- Montaje
- Pruebas
- Verificación.

2.4.4 COSTOS DE MANTENIMIENTO

El principal objetivo del mantenimiento es mantener la rentabilidad, al llegar a un equilibrio entre la falta de mantenimiento y el mantenimiento innecesario. Los costos son proporcionales al tipo de vehículo, año de fabricación, etc., para ello es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Incremento de costo de mano de obra calificado
- Incremento de costo en repuestos y materiales

Por ello es necesario llevar un control de gastos de mantenimiento, para considerar el momento oportuno para cambiarlo.

2.4.4.1 Costos de mantenimiento correctivo

Estos costos varían en cuanto a la cantidad de mantenimientos preventivos existan o realicen en cada automotor, sin olvidar que ha cierto tiempo existen reparaciones obligatorias inevitables de realizar. El costo de mantenimiento correctivo se centra en el tiempo de parada del vehículo en base a los siguientes parámetros:

- Tiempo dedicado a realizar mantenimientos preventivos
- Tiempo dedicado a reparaciones
- Tiempo de parada por reparaciones

2.4.4.2 Costos de mantenimiento preventivo

La importancia de este mantenimiento es reducir y evitar daños de cualquier origen, reduce el tiempo de desgaste de los elementos, cuando el vehículo sufre una avería el costo de parada debe dividirse en tres partes:

- Costo de reparación
- Costo de inversión (depreciación del automotor)
- Pérdidas de trabajo

Con la aplicación del mantenimiento preventivo se puede disminuir el costo de reparación entre un 20% y 50% brindando confianza en el vehículo con un margen de seguridad. (Bernal, 2012)

Los costos del mantenimiento preventivo se pueden clasificar en:

- Costos directos de mantenimiento
- Costos indirectos de mantenimiento

2.4.4.2.1 Costos directos de mantenimiento

Se considera los costos de mano de obra, es decir el valor de la hora - hombre necesarias para terminar el trabajo. (Bernal, 2012)

Los costos de materiales e insumos de mantenimiento que son empleados para realizar el trabajo, pueden ser: aceites, grasas, agua, pinturas, etc.

2.4.4.2.2 Costos indirectos de mantenimiento

La depreciación del valor del vehículo es un costo indirecto de mantenimiento, las bonificaciones, incentivos y gastos extras en el personal de mantenimiento. (Bernal, 2012)

2.4.5 GASTOS GENERALES EN EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO

Gastos en servicios básicos, arriendo, mantenimiento de infraestructura, gastos administrativos de taller, gastos de limpieza, como indica la tabla 5. (Bernal, 2012)

Tabla 5. Gastos generales en el desarrollo del mantenimiento.

COSTOS	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
Implementación	Bajo	Mediado	Alto
Improductivos	Alto	Mediano	Muy bajo
Tiempo de parada	Alto e indefinido	Definida con anterioridad	Mínima
Existencia de repuestos	Alto consumo y en variedad	Alto consumo, elementos definidos	Consumo mínimo

(Bernal, 2012)

2.4.6 COEFICIENTE DE TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el coeficiente más importante que se relaciona con las políticas de mantenimiento, se lo asigna las siglas TP y se toma en cuenta con el mantenimiento preventivo y correctivo ya que tienes costos diferentes, para

hallar este coeficiente se considera los costos directos es decir mano de obra, insumos y repuestos. (Bernal, 2012)

$$TP= \text{CMP} / \text{CMP} + \text{CMC} \text{ (Bernal, 2012)} \quad [1]$$

Dónde:

TP: Coeficiente de tasa de mantenimiento preventivo

CMP: costos de mantenimiento preventivo

CMC: costos de mantenimiento correctivo

2.5 SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS ABS

En la actualidad el módulo ABS (Sistema de frenos antibloqueo) es quien transmite mediante pulsos de 12v la velocidad del vehículo y la cantidad de kilómetros recorridos hacia el tablero de instrumentos, dejando de lado al sensor de velocidad quien comúnmente tenía esta función. (LIFAN, 2014)

El sistema de seguridad ABS está diseñado para evitar el bloqueo de las ruedas en el momento de una maniobra de frenado brusco realizando la distribución de presión de frenado que se desarrolla en cada cilindro de freno cada vez que el modulo verifique una diferencia de velocidad entre las ruedas y la señal del pedal del freno esté presionado, obteniendo la máxima eficacia al frenar evitando así que se produzca el efecto de bloqueo en las ruedas del automóvil. (Ortega & Bernal, 2012).

Sus principales funciones son:

- Incrementar la Estabilidad.
- Asegurar la Maniobrabilidad.
- Asegurar la menor distancia de Frenado. (Lifan Motors, 2014)

2.5.1 ESTRUCTURA ABS

El sistema antibloqueo de frenado está constituido por cuatro elementos principales como demuestra la figura 4, unidad de control electrónica, unidad hidráulica, motor, sensores de revolución. (Lifan Motors, 2014)

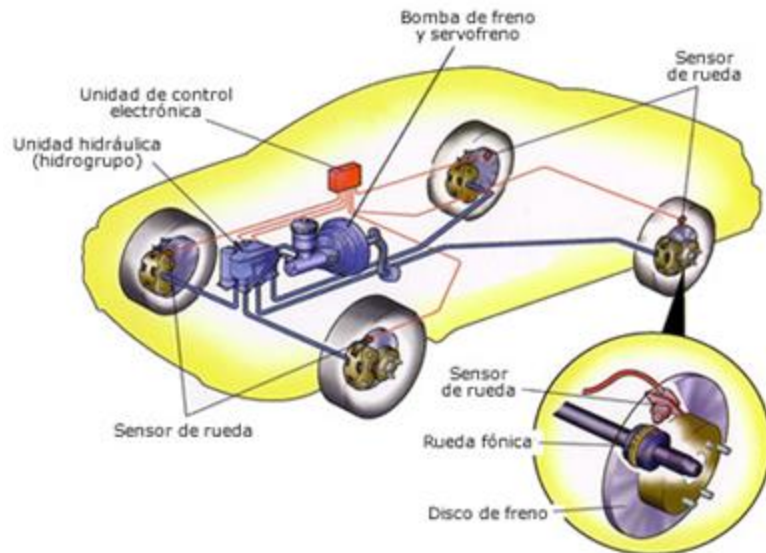


Figura 4. Estructura ABS

(Lifan Motors, 2014)

2.5.1.1 Unidad de control electrónica

La unidad electrónica tiene la finalidad de estimar el deslizamiento, aceleraciones y frenadas a partir de las señales recibida desde los sensores de revolución de las ruedas, pedal de freno y dirigir la acción de las electroválvulas. (Lifan Motors, 2014)

Como seguridad esta unidad también realiza un auto chequeo para informar al conductor en caso de fallas mediante una luz testigo en el tablero de instrumentos. (Lifan Motors, 2014)

2.5.1.2 Unidad hidráulica

La unidad hidráulica controla la presión del líquido de los cilindros de cada rueda, como respuesta a la instrucción recibida de la unidad de control electrónica. La unidad hidráulica también forma parte del conducto del líquido de frenos que se forma desde el cilindro maestro a los cilindros de rueda, y las cañerías. (Lifan Motors, 2014)

De acuerdo a las señales de salida transferidas por el sensor de revoluciones, la unidad de control electrónica realiza el cálculo y determina el estado de deslizamiento para determinar si el ABS funciona. (Lifan Motors, 2014)

Seguidamente, activa la válvula del solenoide y el motor de acuerdo al programa de control de la unidad de control electrónica para verificar la presurización, la reducción de presión y el estado de control, existen tres fases durante la regulación de frenado, (Lifan Motors, 2014).

- Mantenimiento de presión
- Disminución de presión
- Aumento de presión (Martí, 1993)

2.5.1.3 Motor ABS

En la figura 5 se puede observar un motor ABS, el cual rota con las señales de la unidad de control electrónica para convertir el movimiento rotacional en movimiento recíproco, adicional controla la presión de fluido en el sistema. (Lifan Motors, 2014)

El motor ABS se encuentra situado en la parte delantera izquierda del motor del vehículo, formando parte de la unidad de control electrónica y la unidad hidráulica del sistema ABS.

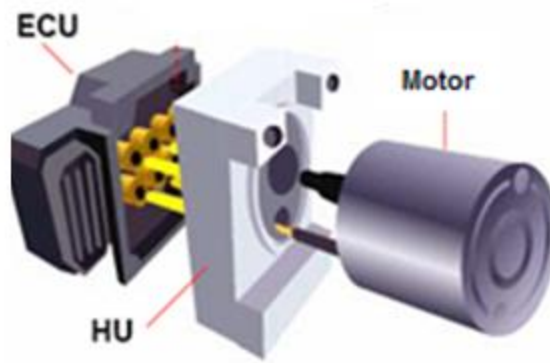


Figura 5. Motor ABS

(Lifan Motors, 2014)

2.5.1.4 Sensores de revolución

Los sensores de revolución son los encargados de calcular la velocidad, la aceleración y la desaceleración, colocadas una por cada rueda de las cuatro ruedas como indica la figura 6, los datos detectados por la rotación de la rueda dentada son transferidos a la unidad de control electrónica. (LIFAN MOTORS, 2014),



Figura 6. Sensor de revolución

(Lifan Motors, 2014)

Existen dos tipos de sensores de revolución.

- Sensores de revolución inductivo.
- Sensores de revolución efecto hall.

2.5.1.4.1 Sensor de revolución inductivo

Es un sensor de tipo generador, no necesita de voltaje de referencia para su funcionamiento consta de una señal, una alimentación a tierra, generador de una corriente alterna como demuestra la figura 7. (Castro, 2010)

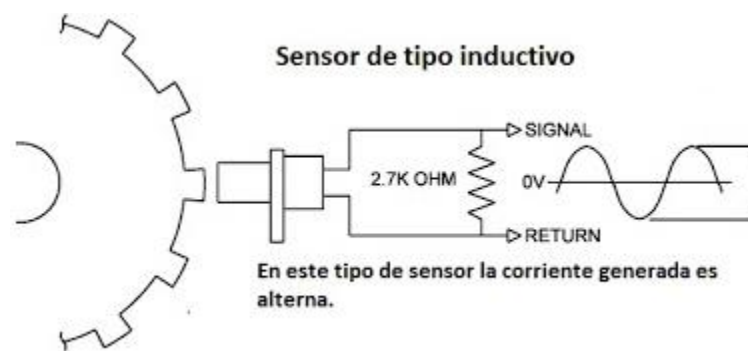


Figura 7. Sensor de revolución inductivo

(Castro, 2010)

2.5.1.4.2 Sensor de revolución efecto hall

El sensor de revolución es un generador de corriente continua como se indica la figura 8, el cual necesita un voltaje de referencia y masa para su funcionamiento y así emitir una señal hacia la ECU, cada señal que emita este sensor se hace referencia a 1 rpm. (Castro, 2010)

Señales de un sensor efecto hall:

- Voltaje de referencia 5V
- Masa

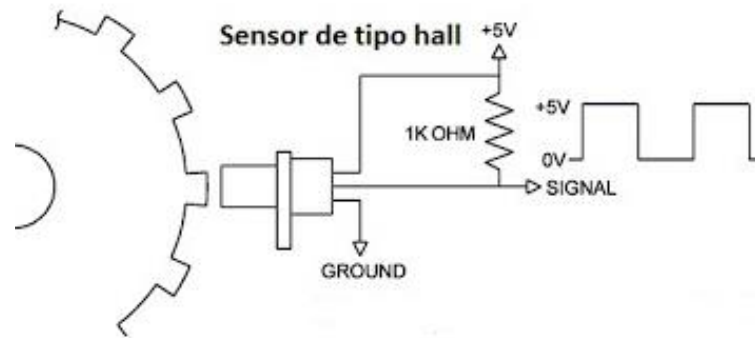


Figura 8. Sensor de revolución efecto hall
(Castro, 2010)

2.6 HISTORIA MECANOSOLVERS S.A.

La empresa Chinamotors S.A. comercializadora de vehículos chinos de las marcas Lifan, Jinbei, Geely, Changhe, Golden Dragon con más de 10 años en el mercado automotriz ecuatoriano liderado por su representante legal Ing. Juan Andrés Noboa Abarca busca mejorar la calidad de sus servicios, por medio de la creación de procedimientos, funciones y actividades, corregir las condiciones de trabajo, de seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia. (Mecanosolvers S.A., 2013)

2.6.1 VISIÓN

Ser el innovador en la introducción de nuevas marcas automotrices de origen asiático, posicionándolas en el mercado automotriz, respaldados en un servicio de posventa y amplia gama de repuestos originales que brinden la vida útil de nuestros vehículos y garantías necesarias para que circulen en el mercado, educar y motivar permanentemente la fuerza de ventas manteniendo un enfoque en el servicio y calidad de atención al cliente. (Mecanosolvers S.A., 2013)

2.6.2 MISIÓN

Se basa en la satisfacción de necesidades a nuestros clientes a través de variedad de productos y garantizar su inversión mediante la posventa, permitiendo el desarrollo y habilidades de nuestros profesionales.. (Mecanosolvers S.A., 2013)

2.6.3 VALORES

Los valores que garantizan el cumplimiento de nuestras metas son:

- Responsabilidad
- Honestidad
- Trabajo en equipo
- Enfoque en el cliente
- Mejoramiento continuo
- Enfoque en la calidad (Mecanosolvers S.A., 2013)

METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

En el diseño e implementación del dispositivo de alerta de mantenimiento vía GSM para un vehículo Lifan 530 de la empresa Mecanosolvers S.A. se optó por realizar un dispositivo electrónico utilizando diferente programación y materiales para su funcionamiento.

3.1 DISEÑO FUNCIONAL

3.1.1 PLACA ARDUINO

Es una placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales que permiten conectar de manera sencilla sensores y actuadores, su elemento principal es un microcontrolador reprogramable, un chip sencillo que permiten el desarrollo de diferentes diseños, capaz realizar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas a través de programación. (Torrente, 2013)

3.1.2 PANTALLA LCD

LCD (Pantalla de cristal líquido), es un dispositivo electrónico utilizado para la visualización de datos e información mediante caracteres. Por medio de estas pantallas la placa Arduino despliega sus datos. (Torrente, 2013)

3.1.3 REGULADOR DE VOLTAJE

Es un dispositivo electrónico que está diseñado para mantener una tensión de salida fija, posee una protección térmica y limitación de corriente para protegerlo en caso de cortocircuito. (Torrente, 2013)

3.1.4 MODULO GSM

Su función es muy similar a la de un teléfono móvil, y consiste básicamente en realizar llamadas y enviar mensajes de texto. Para realizar el envío el modulo tiene una antena GSM que comunica con las antenas base del operador móvil. (Coelma, 2015)

3.1.5 TARJETA SIM

La tarjeta SIM (Modulo de Identificación), es un dispositivo de almacenamiento, inteligente y separable utilizado en teléfonos móviles o módems. El uso de esta tarjeta es obligatorio para operar en la red de comunicaciones. GSM. (J, D, & J., 2004)

3.1.6 TECLADO

Dispositivo que sirva para ingresar datos y comandos mediante un procesador de texto, adicional se envía a un dispositivo que reproduce un carácter en una pantalla. (Redline Asesores, 2014)

3.1.7 OPTOACOPLADOR

Optoacoplador es un componente electrónico formado por un diodo LED y un fototransistor acoplados de tal forma que cuando un pulso eléctrico circula a través del LED creando una luz, la luz que este emite es recibida por la base del fototransistor. (Enrique, 2015)

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Para la realización del proyecto se cuenta con datos estadísticos de mano de obra de la empresa Mecanosolvers, con el cual se evidencia la decreciente facturación a nivel nacional por talleres de servicio, adicional

definimos lo importante que es realizar un mantenimiento preventivo, son costos significativos económicamente y afectan a la vida útil del automotor.

3.3 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE ALERTA DE MANTENIMIENTO VÍA GSM

El diseño se lo realiza con el fin de prevenir el desgaste prematuro de los diferentes componentes del vehículo e incrementar la productividad del taller de servicio de la empresa Mecanosolvers. El mensaje de alerta que debe realizar el mantenimiento preventivo se obtendrá de la señal del contador de kilómetros que es enviada desde el módulo ABS hacia el tablero de instrumentos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 OBJETIVOS DE DISEÑO

Luego de haber analizado los datos estadísticos de la empresa Mecanosolvers S.A. en lo que se refiere a la baja productividad anual en el año 2014 con relación al 2013 y la decreciente en el año 2015 en talleres y repuestos, debido al descuido por parte de nuestros clientes en realizar el mantenimiento preventivo en sus vehículos en el tiempo indicado y falta de seguimiento, gestión y procesos definidos por parte del concesionario, por lo que el objetivo se centra en crear e implementar un dispositivo de alerta de mantenimiento vía GSM hacia el usuario y el concesionario cuando el vehículo esté próximo a realizar su mantenimiento de acuerdo al kilometraje recorrido, la información se genera con el odómetro del vehículo Lifan 530 y se transmite vía mensaje de texto.

4.2 DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO

Para realizar el proceso de armado y simulación de funcionamiento de cada uno de los componentes se necesita realizar un esquema, para lo cual fue necesario utilizar el programa Proteus para el diseño del circuito. Para realizar la programación de los diferentes elementos que funcionarán simultáneamente se utiliza un software de programación Arduino. Programación de Arduino (Anexo 1).

Adicional a esto en la figura 9 se representa un esquema rápido de la finalidad del proyecto y los alcances del mismo, en la figura 10 y figura 11 se puede observar las diferentes conexiones en el programa Proteus y acoplados físicamente que posee el dispositivo electrónico para su óptimo funcionamiento.

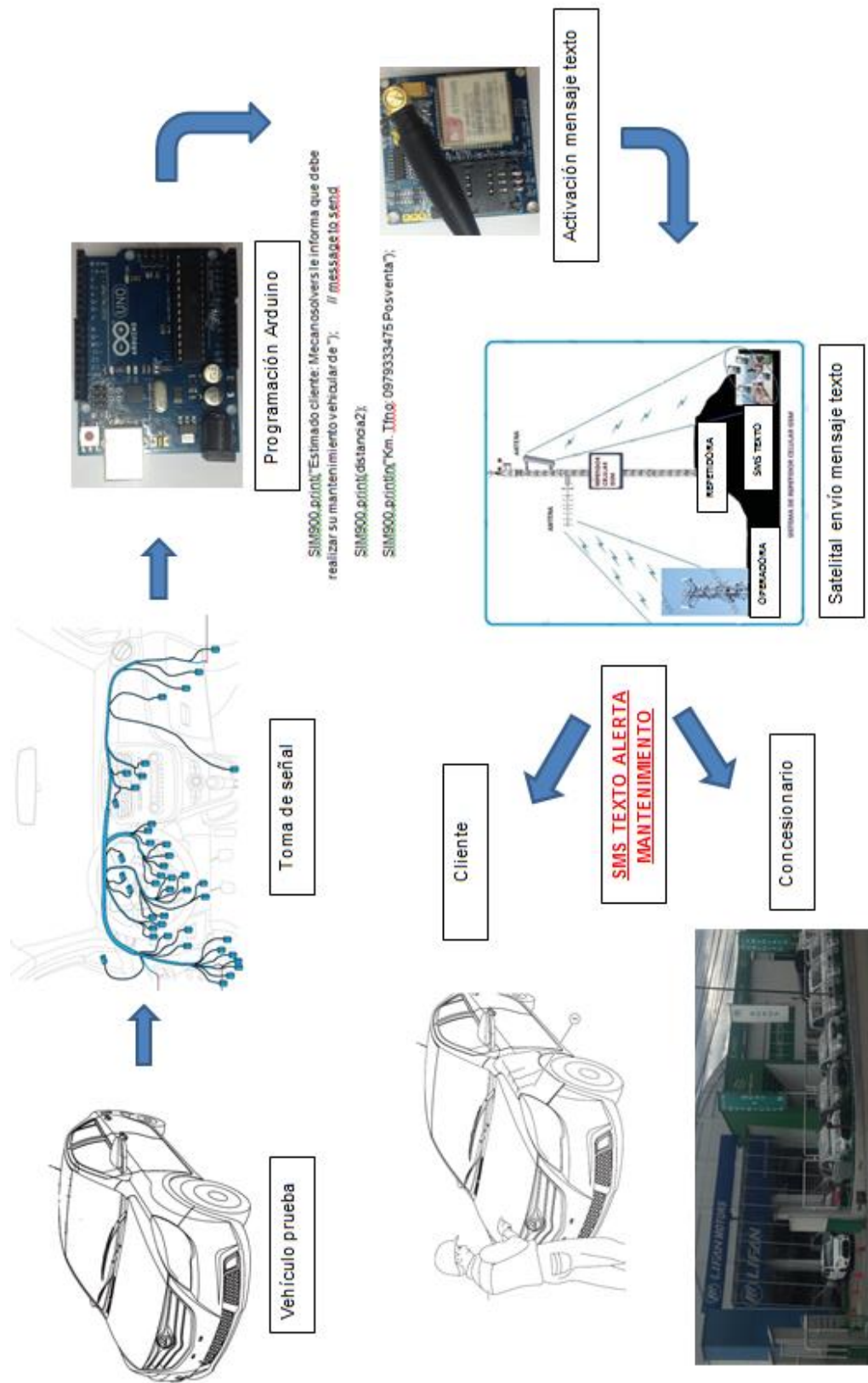


Figura 9. Diagrama de proyecto

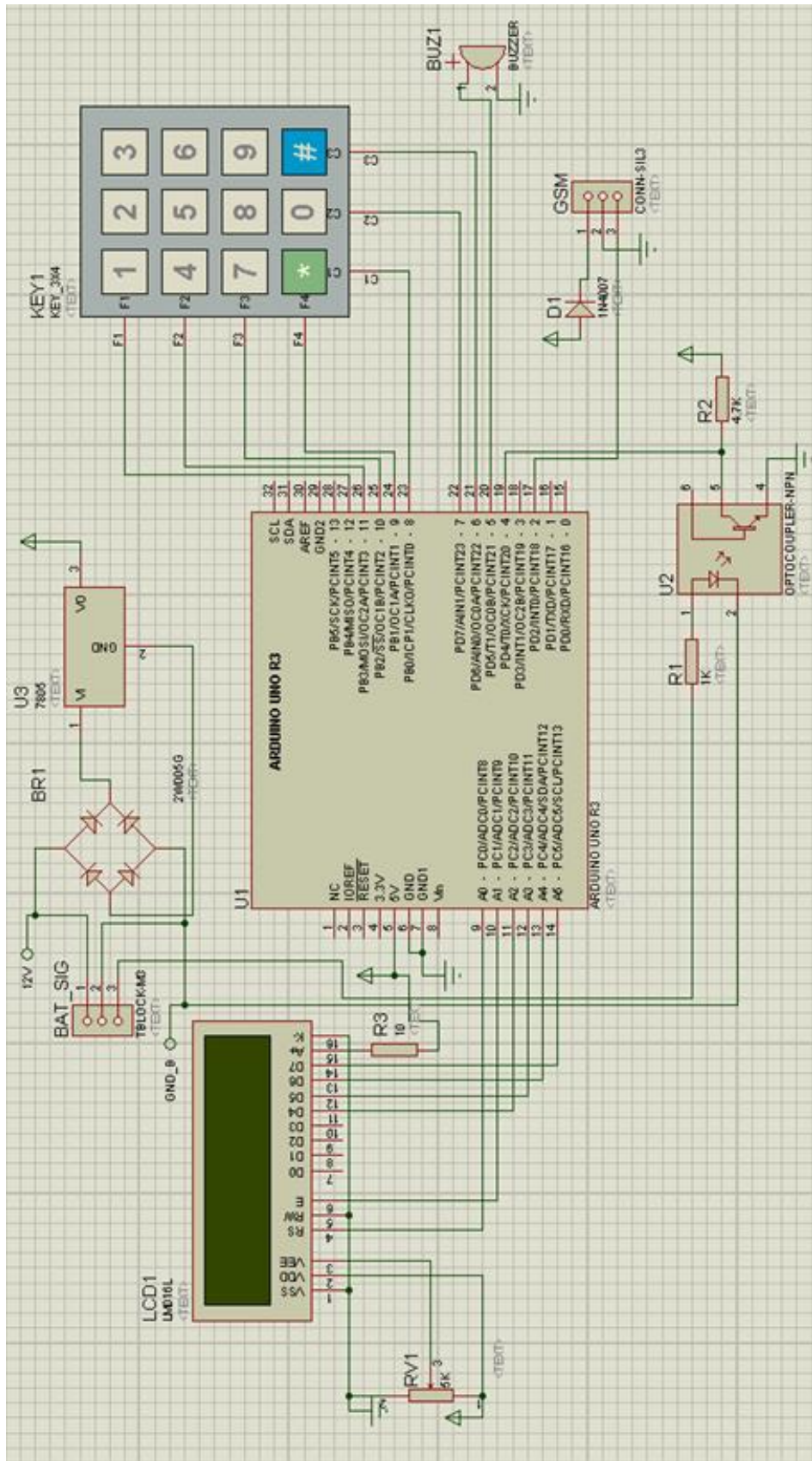


Figura 10. Conexión de elementos a la placa Arduino

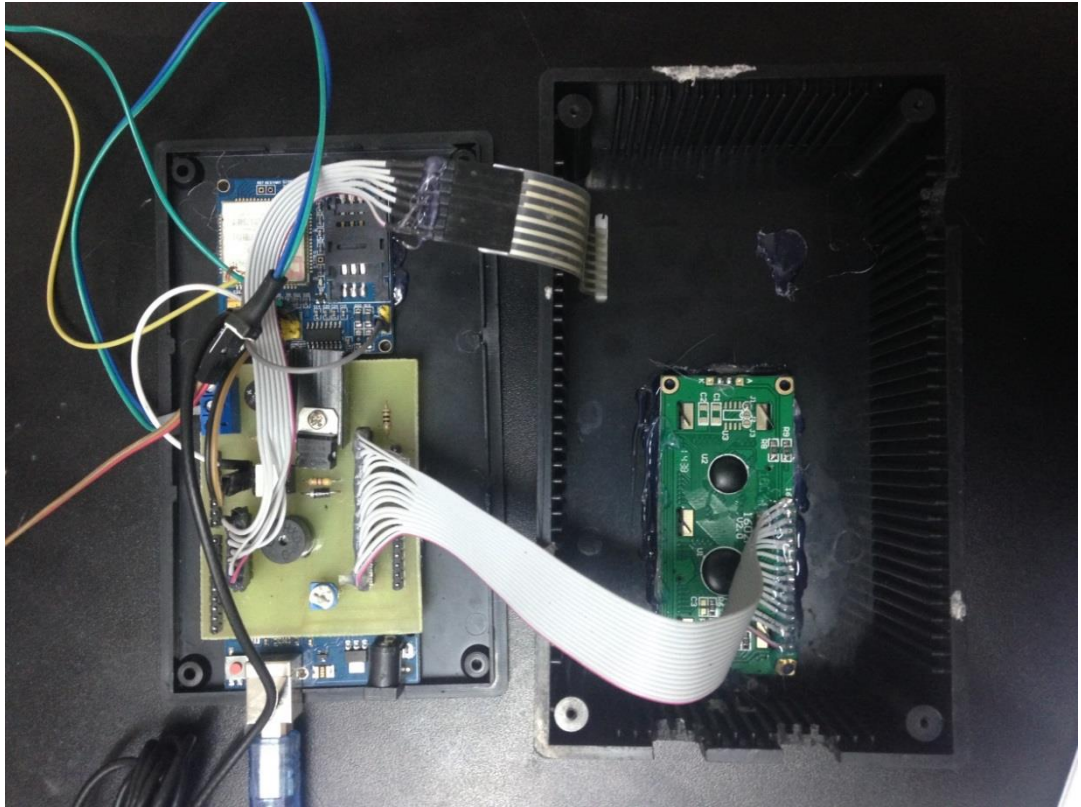


Figura 11. Circuito de conexión de elementos

De acuerdo al esquema eléctrico se observa que el dispositivo tiene una alimentación de 12 V, que llega a un regulador de voltaje el cual reduce a 5v el cual trabaja la placa Arduino. El Optoacoplador capta la señal del odómetro del vehículo y las transforma de 12V a 5V, emite una señal que llega a la placa que se encuentra previamente configurada con el fin de transformar esta señal en un mensaje de texto de alerta de mantenimiento, es recibido por el propietario del vehículo y el concesionario Mecanosolvers S.A con el fin de realizar el seguimiento al cliente y la reducción de costos en su mantenimiento.

4.3 DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

Para el diseño, construcción e implementación del módulo electrónico es necesario analizar los elementos por ello se define utilizar:

4.3.1 PLACA ARDUINO

Para la correcta elección de la placa arduino es imprescindible conocer sus diferentes componentes que lo conforman como se observa en la figura 12 (Torrente, 2013).

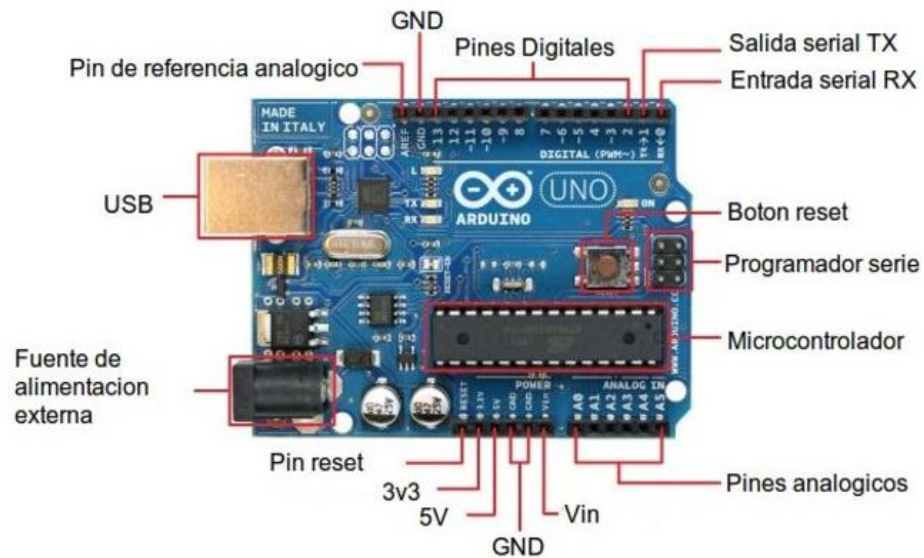


Figura 12. Componentes placa Arduino

(Isaac PE, 2014)

Tipo: Para poder elegir y trabajar con una placa Arduino se debe tomar en cuenta diferentes aspectos como son:

- Complejidad del proyecto,
- Espacio donde va a ser ubicado,
- Facilidad de acople de la placa Arduino con los diferentes circuitos.

Como se observa en la tabla 6 existen diferentes tipos de placa Arduino con sus diferentes características.

Tabla 6. Tipos de placa Arduino

Tipo	Características
Arduino UNO	Microcontrolador Atmel A Tmega320 de 8bits
	Salidas entre 6 y 20 V
	14 pines digitales
Arduino Zero	Microcontrolador Atmel Atmega
	256KB memoria flash
	14 pines E/S digitales
Arduino Yun	Microcontrolador A Tmega32u4
	Puerto para micro-Sd y red Ethernet/WiFi
	20 pines digitales
Arduino Leonardo	Microcontrolador Atmega32u4
	20 pines digitales
	no tiene funcionalidades de red

(Isaac PE, 2014)

Una placa Arduino tiene su principal elemento a través de un microcontrolador, por medio de la cual se puede hacer la interconexión de algunos elementos como emisiones de alerta y recepción de señales a través de sensores, por lo cual se decide trabajar con este sistema electrónico, ofrece muchos beneficios en creación de nuevos proyectos basados en software y hardware libre.

Se identifica los parámetros necesarios y para lo cual se decide utilizar una placa Arduino Uno por su tamaño, capacidad de acoplar un módulo GSM, características principales y básicas para el diseño del módulo electrónico.

4.3.2 REGULADOR DE VOLTAJE

Se tiene diferentes tipos de reguladores especificados según el voltaje de salida como lo indica la tabla 7.

Tabla 7. Tipos de Regulador de Voltaje

Tipo	Vsalida	Vmin entrada	T operación
7803	3V	5,5V	0 - 125 °C
7805	5V	7,5V	0 - 125 °C
7806	6V	8,5V	0 - 125 °C
7808	8V	10,5V	0 - 125 °C
7810	10V	12,5V	0 - 125 °C
7812	12V	14,5V	0 - 125 °C
7815	15V	17,5V	0 - 125 °C
7818	18V	21V	0 - 125 °C
7824	24V	27V	0 - 125 °C

(Coelma, 2015)

Para el presente proyecto se utiliza un regulador de voltaje 7805 como se observa en la figura 13. Para su funcionamiento debe encontrarse con un rango de mínimo de entrada de 7.5V, se lo utiliza con el fin de disminuir el voltaje ya que el circuito está alimentado de 12V de la batería del vehículo, su tensión de salida es de 5V, su temperatura de operación es de 0 a 125 °C

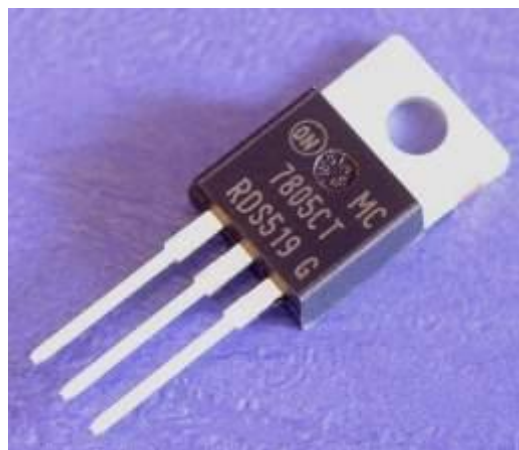


Figura 13. Fotografía de regulador de Voltaje 7805

4.3.3 PANTALLA LCD

Se define utilizar una pantalla led como la figura 14, en la cual se puede visualizar los datos ingresados para la calibración del módulo.



Figura 14. Pantalla LCD

Se definió el tipo de pantalla con el fin de obtener una visualización de los datos ingresados para la calibración de nuestro dispositivo, es una pantalla de cristal líquido (LCD) 16x2 dispone de 2 filas, cada una con 16 caracteres.

4.3.4 MODULO GSM

En el desarrollo del proyecto se utiliza un módulo GSM SIM 900 como el de la figura 15, es el más apto de mayores prestaciones en cobertura y ahorro de energía, con las características necesarias para la implementación de este dispositivo.



Figura 15. Fotografía módulo GSM SIM 900

4.3.5 TECLADO

Se determina utilizar un teclado numérico para el ingreso de datos para la calibración del dispositivo, por lo cual se utilizará un teclado 4x3 conformado por 12 teclas, para su interconexión se utilizará cables protoboard como se observa la figura 16.



Figura 16. Teclado 4x3

4.3.6 COBERTURA DE OPERADORAS CON TECNOLOGIA GSM

En nuestro país realizan la cobertura de tecnología móvil tres operadoras, Claro, Movistar y CNT, las cuales trabajan con una tarjeta SIM que es un elemento inteligente desmontable que contiene la información del usuario, parámetros de red y directorio telefónico. (Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones , 2016)

En la actualidad y ayudados de la tecnología existe una aplicación llamada Señal Móvil Ecuador para teléfonos móviles, en la cual podemos verificar el

calidad de señal que emite cada operadora en tiempo real. (Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones , 2016)

4.3.6.1 Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT)

Es una empresa pública de telecomunicaciones que opera en nuestro territorio, creada en octubre del 2008, ofrece servicios de telefonía fija, móvil, internacional, acceso a internet. (Cooproración Nacional de Telecomunicaciones, 2016)

Calidad de señal emitida en la ciudad de Quito como se ve en la figura 17.

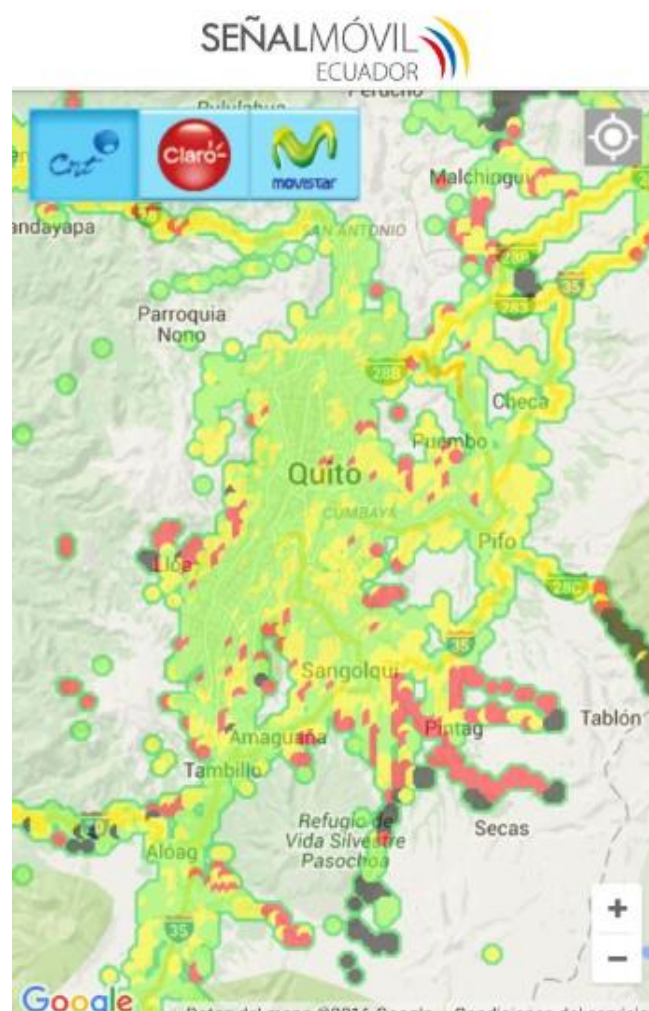


Figura 17. Cobertura de operadora CNT

(Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones , 2016)

Definición de colores

- Buena recepción de señal
- Regular recepción de señal
- Mala recepción de señal

4.3.6.2 Consorcio ecuatoriano de telecomunicaciones (conecel)

Opera en nuestro territorio, brinda servicios desde 1993 de telefonía fija, móvil, internacional, acceso a internet, televisión pagada. (Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones).

Calidad de señal emitida en la ciudad de Quito como se ve en la figura 18.

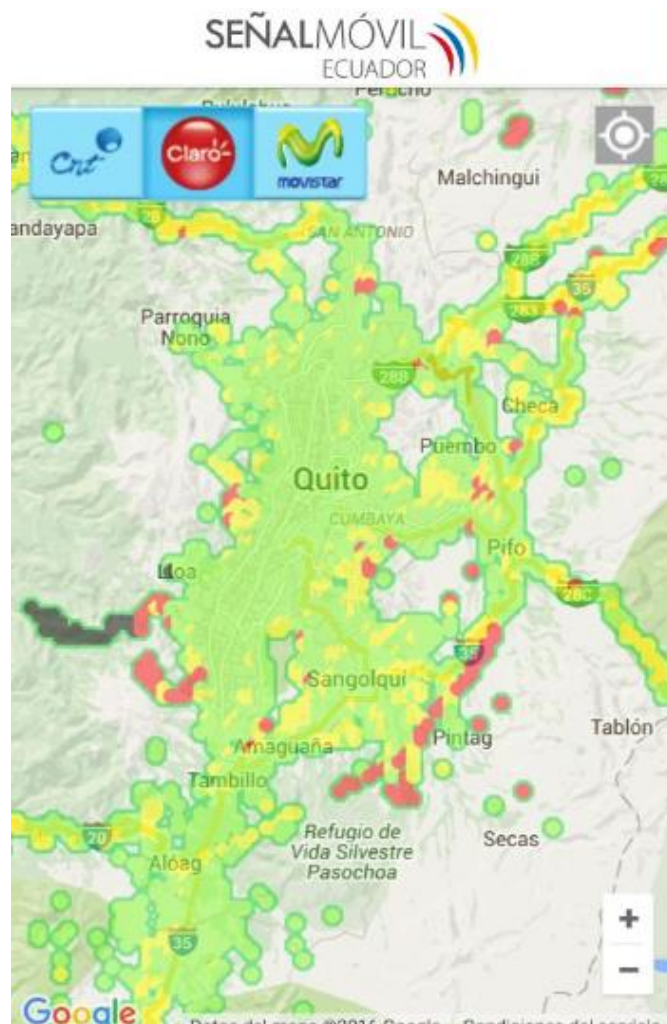


Figura 18. Cobertura de operadora CONECEL

(Agencia de Control y Regulación de las Telecomunicaciones , 2016)

Definición de colores

- Buena recepción de señal
- Regular recepción de señal
- Mala recepción de señal

4.3.6.3 Otecel (movistar)

Filial de la transnacional Telefónica S.A, opera desde 2004 con diferentes nombres comerciales, servicios de telefonía fija, móvil, acceso a internet. (Movistar).

Calidad de señal emitida en la ciudad de Quito como se ve en la figura 19.

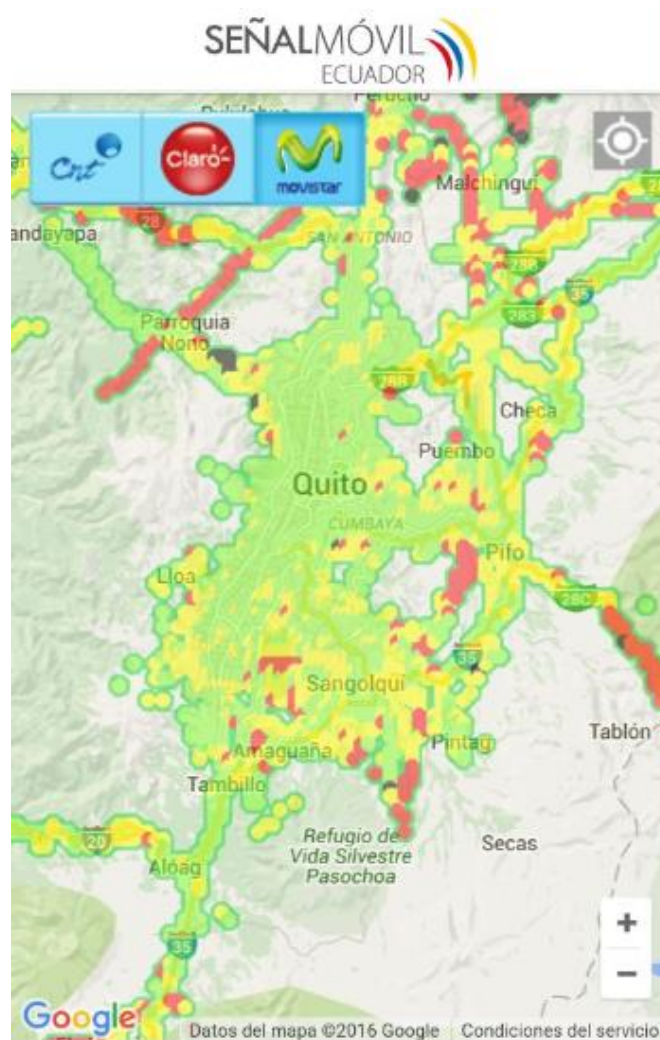


Figura 19. Cobertura de operadora Movistar

(Agencia de Control y Regulación de las Telecomunicaciones, 2016)

Definición de colores

- Buena recepción de señal
- Regular recepción de señal
- Mala recepción de señal

4.3.6.4 Selección de operadora

Luego de realizar el análisis sobre el porcentaje de conexión efectiva en cada una de las operadoras se llegó a la conclusión, por motivos de cobertura y señal se definió utilizar una tarjeta SIM de la operadora CONECEL.

En la figura 20 se puede observar la calidad de señal en la ciudad de Quito, emitida por la operadora movistar con el 65% de efectividad en sus conexiones.



Figura 20. Medición de señal Movistar

(Agencia de Control y Regulación de las Telecomunicaciones , 2016)

En la figura 21 se puede observar la calidad de señal en la ciudad de Quito, emitida por la operadora corporación nacional de telecomunicaciones con el 63% de efectividad en sus conexiones.



Figura 21. Medición de señal CNT
(Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones , 2016)

En la figura 22 se puede observar la calidad de señal en la ciudad de Quito, emitida por la operadora conecel con el 75,7% de efectividad en sus conexiones entre los diferentes abonados.



Figura 22. Medición de señal Claro
(Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones , 2016)

4.4 ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD EN POST VENTA DE LA EMPRESA MECANOSOLVERS S.A

Después de analizar los datos estadísticos de productividad de mano de obra de mecánica, enderezada y pintura, repuestos originales, alternos, servicios de terceros del área de talleres de la empresa Mecanosolvers del año 2014 como se observa en la tabla 8 y el año 2015 como se observa en la tabla 9, se demuestra que hay la necesidad de reforzar el área de Postventa brindando un servicio adicional de mantenimiento y personalizado que otras casas comerciales de vehículos no ofrecen, por lo cual es necesario implementar esta alerta de mantenimiento vía GSM enfocándose en la retornabilidad de vehículos del concesionario y aumentar la productividad de los talleres de la empresa Mecanosolvers a nivel nacional.

Tabla 8. Facturación mano de obra desde 01 enero 2014 hasta 31 diciembre 2014

Resumen Total	USD	USD	USD
Línea Comercial	Precio Bruto	Descuento	Precio Total
Mecánica	161405,67	161405,94	161405,94
Enderezada y Pintura	54238,61	54239,38	54239,38
Servicios Terceros	30108,08	30108,25	30108,25
Repuestos	558,65	13,05	545,6
Repuestos	209334,31	6654,23	202680,08
Repuestos Originales	680352,08	23754,34	656599,29
Repuestos Alternos	8537,16	98,73	8438,43
Lubricantes	8,5	0	8,5
Insumos	294,86	0	294,86
Insumos	1182,89	7,05	1175,84
NETO:			546708,5
IVA:			65604,87
TOTAL:			612313,37

(Kairos, 2013)

Tabla 9.Facturación mano de obra desde 01 enero 2015 hasta 31 diciembre 2015

Resumen Total	USD	USD	USD
Línea Comercial	Precio Bruto	Descuento	Precio Total
Mecánica	114503,46	114503,87	114503,87
Enderezada y Pintura	62718,42	62719,34	62719,34
Servicios Terceros	36048,41	36048,72	36048,72
No Categorizado	173	17,3	155,7
Repuestos	11,15	0	11,15
Repuestos	82265,75	11649,28	70616,47
Repuestos Originales	692648,98	56763,08	635885,85
Repuestos Alternos	21062,26	1546,2	19516,06
Accesorios	3862,38	133,1	3729,28
Lubricantes	14	8,4	5,6
Insumos	2253,72	7,91	2245,81
Insumos	1428,83	394,64	1034,19
NETO:			480686,18
IVA:			57682,8
TOTAL:			538368,98

(Kairos, 2013)

4.5 ANÁLISIS SEGÚN LA TASA DE COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO

Según la ecuación 1 del coeficiente de la tasa de mantenimiento preventivo se obtiene que:

Los cálculos se lo realizan para un vehículo:

- Marca: LIFAN
- Modelo: 530
- Año: 2015
- Cilindraje: 1300cc

En la tabla 10 y tabla 11 se puede verificar los costos de mantenimiento preventivo y correctivo del vehículo

Tabla 10. Tempario de trabajos

Mantenimiento preventivo	Trabajos	Mantenimiento correctivo
Tempario (horas)		Tempario (horas)
.50	Diagnóstico	1.5
1.5	Desmontaje	2.5
1.5	Montaje	2.5
.25	Montaje y prueba	.75
0.75	Trabajos terceros	2.5
4.5	Tiempo total	9.75

(Lifan Motors, 2015)

Tabla 11. Costos de mantenimiento

Costo de mantenimiento preventivo USD		Costo de mantenimiento correctivo USD
81.90	Costo mano de obra	130.50
15	Costo de trabajo terceros	35
75	Repuestos	518.50
10,21	Costo de vehículo en taller	21.93
182.11	Costo total	705.93

(Lifan Motors, 2015)

Costo Mano de Obra Preventivo

CMO= Numero horas trabajadas * valor hora-hombre

$$CMO = 4.55 * 18$$

$$CMO = 81.90 \$$$

Costo Mano de Obra Correctivo

CMO = Numero horas trabajadas * valor hora-hombre

$$CMO = 7.25 * 18$$

$$CMO = 130.50$$

El trabajo realizado en el vehículo es el mantenimiento de 10 000 km en el cual se realizan las siguientes actividades: (Chinamotors, 2015)

- Diagnostico computarizado scanner
- Cambio de aceite y filtro motor
- Cambio de filtro de aire
- Cambio filtro de combustible
- Limpieza de cuerpo de aceleración
- Inspección suspensión
- Inspección de niveles
- ABC frenos
- Regulación freno estacionamiento
- Regulación embrague
- Alineación y balanceo
- Inspección funcional de instrumentos
- Torque y presión de neumáticos
- Inspección bandas (Chinamotors, 2015)

Al desarrollar estas actividades como parte del mantenimiento preventivo tiene un costo de: 182.11USD

Si se espera al mantenimiento correctivo, las siguientes partes se ven afectadas como indica la tabla 12.

Tabla 12. Costo de repuestos e insumos por mantenimiento correctivo

Repuesto	Costo USD
Discos de freno	240
Pastillas de freno	120
Sensor IAC	98,5
Rectificación de tambores	15
Empaquetadura de zapatas	15
Limpieza de inyectores	30
Total	518,5

(Kairos, 2015)

El costo del mantenimiento correctivo es: 705.93 USD

Por lo cual se deduce que el mantenimiento preventivo es más económico que el correctivo, ya que este no genera daños y actividades extras que aumentan el costo del mismo. Con estos datos se obtiene la tasa de mantenimiento preventivo (Bernal, 2012):

$$TP = \text{CMP} / (\text{CMP} + \text{CMC})$$

$$TP = 182.11 / (182.11 + 705.93)$$

$$TP = 182.11 / 888.04$$

$$TP = 0.205 = 20\%$$

La tasa de mantenimiento preventivo es el 20%

Según el análisis de coeficiente de mantenimiento preventivo se obtiene que se pueda disminuir el costo de reparación en un 20% brindando mayor seguridad y alargando la vida útil del vehículo, con lo que se demuestra que debemos realizar un mantenimiento preventivo por lo cual es necesario implementar esta alerta de mantenimiento vía GSM enfocándonos también en la economía del propietario.

4.6 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

Después de analizar costos, disponibilidad, aceptación para el presente proyecto, se utiliza un vehículo Lifan 530, propiedad de la empresa MECANOSOLVERS S.A.

El dispositivo emite una alerta vía mensaje de texto al número celular registrado por el propietario cada 5000 km, en la cual establece el siguiente texto:

“Estimado Cliente: Mecanosolvers le informa que debe realizar su mantenimiento de 5000 km. Tfno. 0979333475 Postventa.”

El texto del mensaje enviado varía de acuerdo al kilometraje recorrido del vehículo, es decir 5000 km, 10000km, 15000 km, hasta los 100000 km que permite la configuración el dispositivo electrónico.

4.6.1 IDENTIFICACIÓN DE LA SEÑAL DE KILOMETRAJE

Identificación de los sistemas del vehículo para acoplar el dispositivo de alerta de mantenimiento vía GSM, como hace referencia la figura 23.

- Tablero de Instrumentos
- Sistema ABS



Figura 23. Fotografía identificación de sistemas

Cuando se ha identificado los diferentes sistemas del vehículo y se encontró el arnés de cables y los diferentes conectores que emiten la señal hacia el tablero de instrumentos del vehículo es necesario desmontarlo para ubicar el cable que emite la señal del odómetro como se observa en la figura 24 y figura 25.



Figura 24. Fotografía de tablero de instrumentos



Figura 25. Fotografía sockets de tablero de Instrumentos

Cuando se ha identificado en el diagrama de circuitos del tablero de instrumentos es necesario identificar los sockets y señales su nomenclatura va definida por diferentes aspectos:

- Colores y diámetro de alambres
- Función que realiza como se detalla en la tabla 13.

Tabla 13.Número de pines tablero de instrumentos.

NÚMERO DE PIN	DIÁMETRO DEL CABLE / COLOR	FUNCIÓN
1	0.50 W/Y	SVS
2	0.50 W/G	EBD
3	0.50 P/B	Indicador de falla del sistema de frenos
4	0.50 G/P	Indicador freno de parqueo
5	0.50 Y/B	Indicador presión de aceite
6	0.50 BI/B	Indicador de luz antiniebla delantera
7	0.50 BI/Y	Indicador de luz de cruce
8	0.50 G/W	Indicador de luz direccional izquierda
9	0.50 Y/R	CVT
10	0.50 B	Tierra
11	0.50 R/Y	Alimentación de instrumentos
12	0.50 R/B	Alimentación
13	0.50 R/W	
16	0.50 Gr/B	Indicador de 4 puertas entreabiertas
17	0.50 W	Indicador de 6 puertas entreabiertas
18	0.50 P/Y	Indicador de nivel de combustible
19	0.50 W/R	Indicador consumo de aceite
20	0.50 G	Sensor de temperatura de refrigerante
21	0.50 BI	Lámpara encendido
22	0.50 W/B	Señal de ingreso de la velocidad del motor
23	0.50 W/BI	Señal de velocidad del Vehículo
24	0.50 Br	

(Lifan Motors, 2015)

Luego de analizar el número de pines del tablero de instrumentos se llega a la conclusión que debemos utilizar el de odómetro del vehículo.

Las diferentes características que debe tener el dispositivo para su funcionamiento, conlleva a la identificación de la señal la cual llega al tablero de instrumentos del vehículo Lifan 530 mediante pulsos desde 11.8V a

12.42V como indica la figura 26, este valor fue captado con la ayuda de un multímetro, y el vehículo en cambio, estos valores son emitidos desde la computadora del vehículo Lifan 530, para poder identificarla se utiliza un manual de diagramas del circuito del tablero de instrumentos. Diagrama tablero de instrumentos (Anexo2).



Figura 26. Medición rango de voltaje

Las especificaciones técnicas del multímetro automotriz UD 84 que utilizamos para realizar las diferentes comprobaciones y toma de medidas de los diferentes sistemas del vehículo Lifan 530 como se muestran en la tabla 14.

Adicional se debe tomar en cuenta la señal del tacómetro de las revoluciones del motor que marca 12V constantes.

Tabla 14. Especificaciones Técnicas de multímetro

Especificaciones técnicas multímetro UD 84	
Funciones Automotrices	
Rango de ciclo de trabajo%	0 - 99.9
Pulsos Ms	0.002 - 1999.9
Voltaje DC	
Máximo Voltaje DC	600V
Precisión %	0.5
Máxima Resolución μ v	100
Voltaje AC	
Máximo Voltaje DC	600
Precisión %	0.75
Máxima Resolución μ a	1000
Temperatura	-40°C a 1370°C
Frecuencia Hz	50K
Resistencia	
Máxima resistencia $m\Omega$	100
Mínima resistencia $M\Omega$	40
Amperios	
Máximo Amperaje	0.1
Mínimo Amperaje	10

(Urrea profesional tools, 2012)

Las condiciones para que el vehículo emita pulsos hacia el tablero de instrumentos son las siguientes:

- Vehículo encendido.
- Sistema ABS conectado.
- Vehículo en movimiento.
- Transmisión de movimiento motor - caja de cambios.

Se identifica la señal de entrada emitida desde el computador del vehículo, y con la ayuda de un Optoacoplador se define que existen 2146 pulsos por kilómetro recorrido como hace referencia la figura 27.



Figura 27. Fotografía toma de pulsos

Con la señal y cantidad de pulsos definidos, se realiza la conexión del dispositivo hacia la señal y la alimentación del mismo, la cual se realiza a través del swich de encendido en la posición de accesorios, cuando el vehículo se encuentre en contacto el dispositivo empieza a funcionar y reconocer la señal respectiva.

El dispositivo de alerta de mantenimiento comienza a contar los pulsos cuando el vehículo se pone en movimiento.

4.6.2 UBICACIÓN DEL DISPOSITIVO

Debido a las necesidades que presenta de la empresa Mecanosolvers se analiza la disponibilidad, costos y facilidad de adaptación del dispositivo del alerta de mantenimiento lo cual se utiliza un vehículo Lifan 530 del año 2015. Para la selección del lugar donde se implementa el dispositivo se observa el espacio, estética, facilidad de acceso para la configuración respectiva en el momento de realizar las diferentes pruebas, por lo cual se decide colocar el dispositivo bajo el panel central en lado derecho como indica la figura 28.



Figura 28. Ubicación del dispositivo

4.6.3 CALIBRACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ALERTA DE MANTENIMIENTO

Con el fin de desarrollar diferentes tipos de prueba en ambientes distintos se realiza la configuración del equipo, bajo parámetros de kilometraje recorrido, se da la posibilidad el ingreso de datos a través de un teclado y visualizados en una pantalla led para la verificación de valores ingresados.

Para realizar la calibración del dispositivo y realizar una nueva prueba se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Vehículo encendido.
- Vehículo detenido.

El dispositivo está conectado al swich de encendido, por lo tanto cuando ponemos en contacto el dispositivo está listo para trabajar como hace referencia la figura 29.



Figura 29. Encendido de dispositivo

Para el ingreso de nuevos parámetros para la prueba de ruta se presiona el botón asterisco, y a continuación se despliega un menú con el nombre seteo de km, en el cual podemos ingresar hasta 7 valores distintos de kilometrajes como hace referencia la figura 30.



Figura 30. Ingreso de parámetros de pruebas

Una vez configurado los parámetros de prueba presionamos la tecla numeral para guardar los cambios efectuados en el dispositivo, si tenemos algún error presionamos asterisco para no guardar los cambios como demuestra la figura 31.



Figura 31. Guardar cambios realizados

Finalmente se resetea el dispositivo de alerta de mantenimiento con los nuevos cambios que ingresamos y está listo para realizar las diferentes pruebas de ruta como hace referencia la figura 32.



Figura 32. Dispositivo reseteado

El kilometraje y el mensaje de texto a configurar son hasta los 100000 kilómetros recorridos por el vehículo.

4.7 PRUEBAS DE RUTA CON EL DISPOSITIVO A BORDO

Con el fin de verificar el funcionamiento del dispositivo de alerta de mantenimiento se establece dos diferentes escenarios para realizar las pruebas pertinentes.

4.7.1 RUTA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE QUITO

Se define esta ruta para realizar una de las pruebas por la presencia de tráfico, y la gran demanda de usuarios que utilizan el teléfono móvil en esta zona de la ciudad de Quito.

Fecha:

1 de abril 2016

Hora:

08:07 am

Punto de Partida:

Hospital de Solca (Av. Eloy Alfaro y los Pinos)

Punto de Llegada:

Universidad Central (Av. América y Bolivia)

Condiciones climáticas:

Presencia de lluvia

Distancia de ruta:

10,1 Km

Kilometraje salida prueba de ruta:

45000 km

Kilometraje llegada prueba de ruta:

45010 km

Se realiza la calibración del dispositivo con los parámetros establecidos para que la señal emita cada 5km en la periferia de la ciudad de Quito, como indica la figura 33.



Figura 33. Ruta en el tráfico de la ciudad de Quito

Se eligió la ruta marcada debido a la gran cantidad de usuarios conectados en esa hora y lugar, también por el movimiento lento del vehículo en la trayectoria.

Adicional se determina que la empresa operadora de telefonía celular que utilizamos en la prueba de ruta brinda las garantías necesarias para emitir señal en cualquier lugar de la ciudad de Quito, pese a condiciones climáticas y tráfico.

Al realizar la prueba de ruta, se confirma que el dispositivo emite la señal al teléfono celular de prueba como se observa en la figura 34.

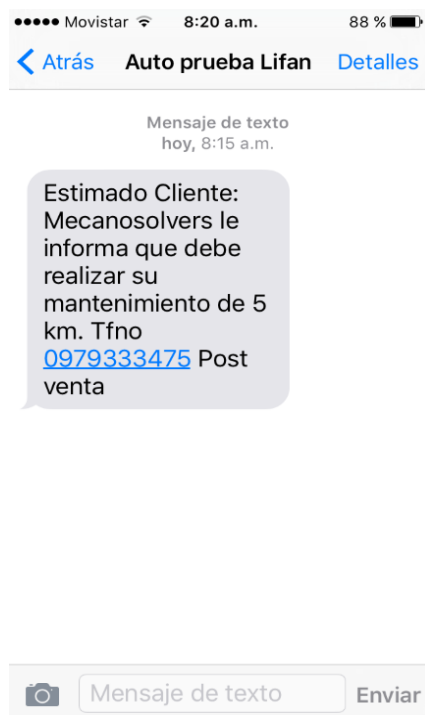


Figura 34. Fotografía mensaje de texto del alerta de mantenimiento

4.7.2 RUTA PERIFÉRICA DE LA CIUDAD DE QUITO

Se define esta ruta para realizar la prueba con el fin de determinar la cobertura que tiene la operadora de tecnología GSM Conecel. La prueba se realiza a una velocidad constante de 60 km/h, en el transcurso de la mañana por la gran demanda de usuarios que utilizan el teléfono móvil en la ciudad de Quito.

Fecha:

1 abril 2016

Hora:

9:45 am

Punto de Partida:

Hospital de Solca (Av. Eloy Alfaro y los Pinos)

Punto de Llegada:

Calderón (Av. Carapungo)

Condiciones climáticas:

Presencia de neblina y lluvia.

Distancia de ruta:

21,1 km

Kilometraje salida prueba de ruta:

45050 km

Kilometraje llegada prueba de ruta:

45071 km

Se realiza la calibración del dispositivo con el vehículo detenido para que la señal emita cada 10 km en la periferia de la ciudad de Quito, como indica la figura 35.

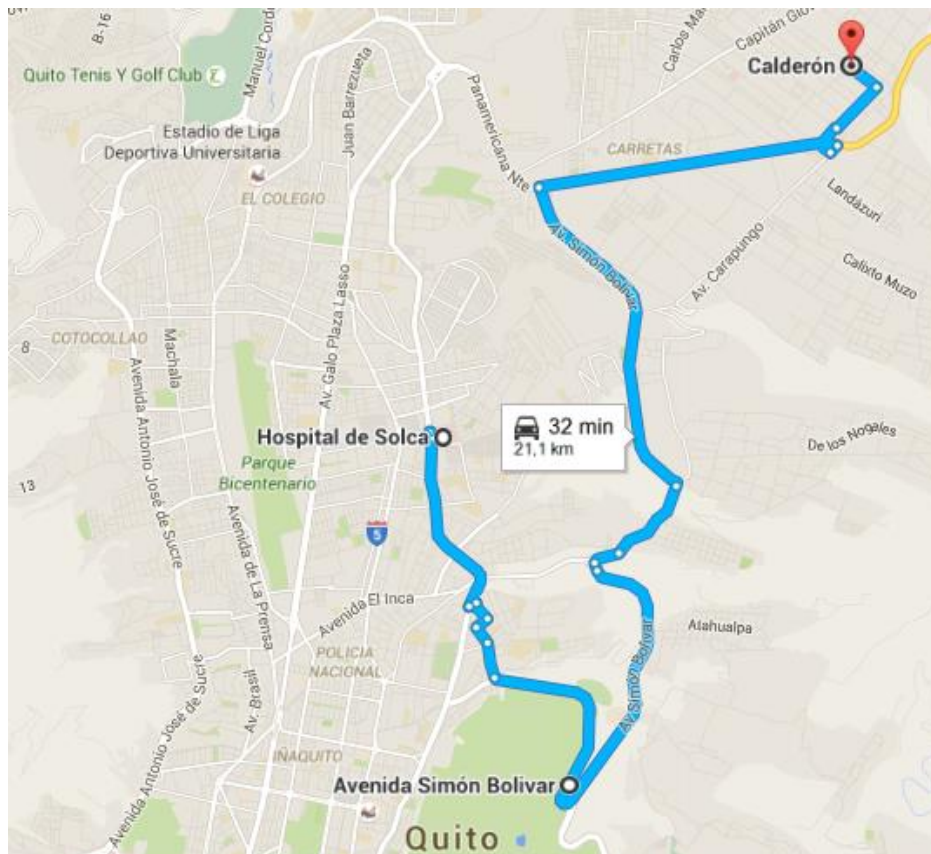


Figura 35. Ruta periférica de la ciudad de Quito

Luego de realizar la prueba en la periferia de la ciudad de Quito se confirma la viabilidad del dispositivo y lo interesante que puede ser vista desde la gerencia de una empresa automotriz.

Además se determina que la empresa operadora de telefonía celular que utilizamos en la prueba de ruta brinda las garantías necesarias para emitir señal en cualquier lugar de la ciudad de Quito.

Al realizar la prueba de ruta, se confirma que el dispositivo emite la señal al teléfono celular de prueba como se observa en la figura 36.



Figura 36. Fotografía mensaje de texto alerta de mantenimiento.

Luego de realizar las pruebas necesarias en dos escenarios diferentes se llega a la conclusión que es un proyecto factible para el medio y puede ser implementado cuando la empresa lo requiera en su próximo lote de vehículos.

4.8 COSTOS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Una vez realizado las pruebas de ruta a varios horarios, en diferentes condiciones climáticas, se establece que el dispositivo prototipo es factible su utilización en nuestro medio, para lo cual se establece los diferentes costos.

4.8.1 COSTOS DE MATERIAL ELECTRÓNICO

En tabla 15 se demuestra los costos de material electrónico para realizar la implementación del dispositivo de alerta de mantenimiento.

Tabla 15. Costos material electrónico

Cantidad	Material	Costo
1	Placa Arduino UNO	15
1	Módulo GSM SIM 900	90
1	Teclado 4 X 3	7
1	Pantalla LCD 16 X 2	6
1	Optoacoplador 4n25	5
1	Regulador lm7805	2
1	Resistencias	5
1	Condensadores	5
1	Buzzer	5
1	Tarjeta SIM	17
	Total	157

4.8.2 COSTOS DE MANO DE OBRA

En la tabla 16 se demuestra los costos de mano de obra e insumos para realizar la implementación del dispositivo de alerta de mantenimiento.

Tabla 16. Costos mano de obra e insumos

Horas	Cantidad	Detalle	Costo
	1	Programación Arduino	100
1,2	16	Desmontaje Tablero	19,2
1	16	Montaje de Tablero	16
		Combustible	15
		Total	150,2

Por consecuencia tenemos que el dispositivo prototipo de alerta de mantenimiento vía GSM tiene un costo total de:

Costo total = Costo material electrónico + costo mano de obra

Costo total = 157 + 150,20

Costo total = 307,20 dólares.

El costo final de 1 dispositivo de alerta de mantenimiento para pruebas y calibración es de 307,20.

El costo para el concesionario del dispositivo y fabricación en serie es un 20% menos en materiales y el 30% menos en mano de obra es decir.

Materiales = 125,60

Mano de obra = 105

Total = 230,60 dólares.

Adicional tiene un costo de 120 anuales por contratar la operadora para el servicio de mensaje de texto, cancelados por el cliente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se analizó la factibilidad de implementación de un prototipo electrónico con tecnología GSM en el sector automotriz, con una alerta de mantenimiento para disminuir costos y alargar la vida útil de automotor, lo cual hace posible el presente trabajo de grado.
- Se analizó las diferentes alternativas de componentes y se construye un sistema electrónico que emite pulsos hacia la placa Arduino, la cual los convierte en datos de información que pueden ser interpretados por el conductor a través de un mensaje de texto.
- Se implementó el dispositivo prototipo de alerta de mantenimiento en un vehículo Lifan 530 test drive de la empresa Mecanosolvers, de tal manera que el dispositivo no alteró su funcionamiento en el sistema electrónico y mecánico.
- Con las estadísticas obtenidas de la Agencia de regulación de telecomunicaciones y las pruebas de ruta realizadas se obtuvo resultados positivos con la cobertura de señal de la operadora Conecel, por lo que la operadora es ideal para el funcionamiento del dispositivo.
- El dispositivo contribuye como una solución al mantenimiento correctivo que se genera dentro de los talleres Mecanosolvers S.A., de tal forma que el propietario del vehículo disminuya gastos elevados e innecesarios de mantenimiento y el concesionario aumente su índice de producción.

5.2 RECOMENDACIONES

- Dado el bajo índice de producción en el área de talleres en el último año analizado de enero a diciembre del 2015, la falta de preocupación de nuestros clientes en realizar el mantenimiento preventivo, hace de vital importancia la implementación del dispositivo de alerta de mantenimiento.
- Al momento de realizar la conexión de cableado del dispositivo se debe tener en cuenta la estética del vehículo, y q esté herméticamente sellado ya que la humedad pueden dañar algunos componentes electrónicos alterando su funcionamiento y la vida útil.
- El cliente al momento de adquirir su vehículo tiene la libertad de seleccionar la operadora de tecnología GSM, pero se recomienda utilizar con la compañía Conecel debido al alcance y cobertura.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones . (06 de Febrero de 2016). *Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones* . Recuperado el 15 de Marzo de 2016, de Agencia de Control y Regulacion de las Telecomunicaciones : <http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/>
- Apolo, C., & Matovelle, C. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno autonomo de la ciudad de Azogues*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.
- Bernal, Á. (2012). *Manejo y optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo de un taller automotriz*. GUAYAQUIL: ESPOL.
- Bolaños, D. (2007). *PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DEL DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS DEL ILUSTRE MUNICIPIO DE LATACUNGA, MEDIANTE EL USO DE NORMAS ISO 9000*. LATACUNGA: ESPE.
- Castro, T. (2010). *Inyeccion Electònica*. Quito: Centro de Entrenamiento Tecnico.
- CCICEV. (2015). *Ficha tecnica para homologaciòn de automoviles y Chasis*. Quito: Escuela Politècnica Nacional.
- Cerda, D., & Pazmiño, I. (14 de ABRIL de 2011). Diseño e implementacion de un sistema con GPSy control de seguridad vehicularcon comunicacion GSM. LATACUNGA, COTOPAXI, ECUADOR: ESPE.
- CERVANTES, J. M. (JUNIO de 2009). Sistema de seguridad automotriz 3G/GSM. *Sistema de seguridad automotriz 3G/GSM*. MEXICO DF, MEXICO: UNAM.
- Chinamotors. (2015). *Plan de mantenimiento Lifan*. Quito.
- Coelma. (01 de 06 de 2015). *Todoelectronica*. Recuperado el 15 de 03 de 2016, de Todoelectronica: http://www.todoelectronica.com/modulos-gsm-c-261_1038.html

COMMONS, C. (2012). SISTEMA GLOBAL DE COMUNICACIONES. BRAZIL.

Consortio Ecuatoriano de Telecomunicaciones. (s.f.). *Conecel*. Recuperado el 11 de abril de 2016, de http://www.claro.com.ec/portal/connect/ec/claro-2013-ecuador/pc/personas/institucional/institucional/as_01/lb_01/

Cooproraciòn Nacional de Telecomunicaciones. (febrero de 2016). *Cooproraciòn Nacional de Telecomunicaciones*. Recuperado el 11 de abril de 2016, de <https://www.cnt.gob.ec/>

Enrique. (09 de Abril de 2015). *EducaChip*. Recuperado el 15 de Marzo de 2016, de <http://www.educachip.com/optoacoplador-que-es-y-como-utilizarlo/>

Faxter. (05 de 06 de 2008). *Faxter*. Recuperado el 15 de marzo de 2016, de <http://www.faxter.es/Proyectos/Pr06Fuentedealimentaci%C3%B3nlinealFAL/tabid/110/Default.aspx>

GROUP, L. (1992). CHINA.

Isaac PE. (29 de julio de 2014). *comohacer.eu*. Recuperado el 15 de marzo de 2016, de <http://comohacer.eu/analisis-comparativo-placas-arduino-oficiales-compatibles/>

J, C., D, L., & J., A. (2004). *Control y Guiado de un Robot Móvil Autónomo*. Zaragoza: Campus Tecnológico Río Ebro.

Junta Nacional de Defensa del Artesano. (24 de Marzo de 2015). *JNDA*. Recuperado el 18 de Marzo de 2016, de <http://www.artesanos.gob.ec/>

Kairos. (2013). *Facturacion mano de obra*. Quito: Softsierra.

Kairos. (2015). *Lista de precios por producto*. Softsierra.

LIFAN. (2014). *SERVICE`S MANUAL*. CHINA: LIFAN MOTORS.

Lifan Motors. (2014). *ABS/EBO*. CHONGQUING: LIFAN.

Lifan Motors. (2015). *Labor Time Lifan LF7133*. China.

Lifan Motors. (2015). *Manual de Diagramas LF7113*. China.

Lucas, B. (2007). *Seguridad en el mantenimiento de vehículos*. España: Paraninfo.

Martí, A. (1993). Frenos ABS. España: MARCOMBO, S.A.

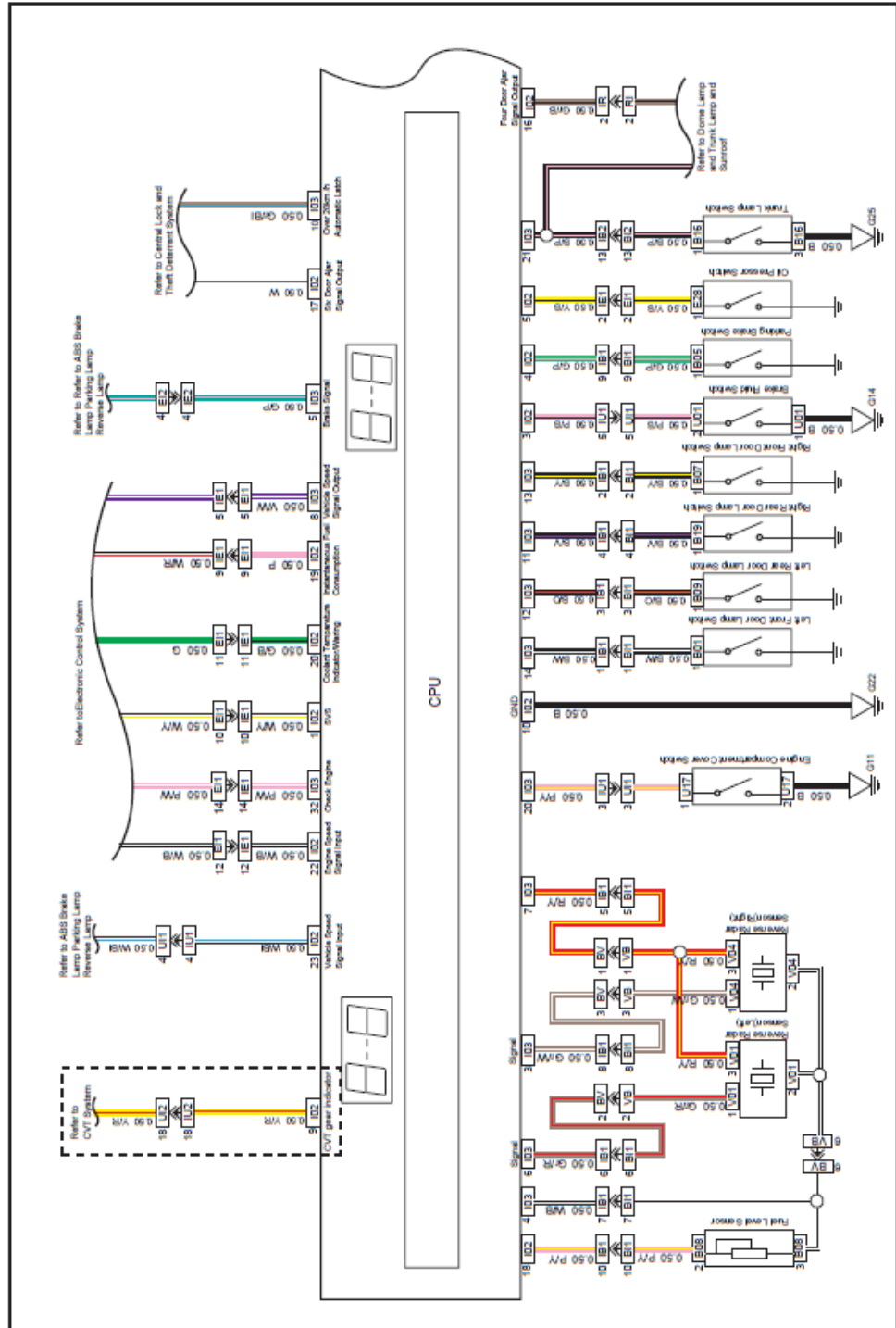
- Mecanosolvers S.A. (2013). *Manual de Procedimientos*. Quito.
- Movistar. (s.f.). *Movistar*. Recuperado el 11 de abril de 2016, de <https://www.movistar.com.ec/>
- Ortega, A., & Bernal, C. (2012). *Implementacion de un sistema de frenos ABS en un vehiculo TOYOTA RAV 4 2003 para optimizarsu frenado*. CUENCA: UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
- Redline Asesores. (01 de 06 de 2014). *Prometec*. Recuperado el 15 de 03 de 2016, de Prometec: <http://www.prometec.net/teclados-matriciales/>
- REINOSO, A. (15 de JUNIO de 2009). *Diseño e impleentacion de un sistema con GPS y control de seguridad vehicularcon comunicacion GSM*. QUITO, ECUADOR: ESPE.
- Torrente, O. (2013). *ARDUINO*. Madrid: RC Libros.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1

Diagrama Tablero de Instrumentos



Anexo 2

Programación Arduino

```
#include <EEPROM.h>

#include <Keypad.h> //libreria teclado

#include <LiquidCrystal.h> //libreria de la lcd

#include <SoftwareSerial.h> //libreria del serial para la sim900

#define sound 5

SoftwareSerial SIM900(4, 2); //pines de conexion RX-TX con la SIM900

LiquidCrystal lcd(A0, A1, A2, A3, A4, A5); // pines de conexion con la lcd

long set_distancia1;
long distancia1;

long set_distancia2;
long distancia2;

long set_distancia3;
long distancia3;

long set_distancia4;
long distancia4;

long set_distancia5;
```

```
long distancia5;
```

```
long set_distancia6;
```

```
long distancia6;
```

```
long set_distancia7;
```

```
long distancia7;
```

```
int state1;
```

```
int state2;
```

```
int state3;
```

```
int state4;
```

```
int state5;
```

```
int state6;
```

```
int state7;
```

```
int pulso; // variable de comparacion de pulso
```

```
long kilometros;
```

```
long pulsos; //variable de conteo de 2146
```

```
int uno = 0;
```

```
int dos = 0;
```

```
int tres = 0;
```

```
//variables de almacenamiento de km recorridos
```

```
byte km1;
```

```
byte km2;
```

```
byte km3;
```

```
byte km4;
```

```
byte km5;
```

```
//variables de almacenamiento de pulsos entrantes 0 a 2146
```

```
byte pl1;
```

```
byte pl2;
```

```
//variables de almacenamiento de km seteado_1
```

```
byte st11;
```

```
byte st21;
```

```
byte st31;
```

```
//variables de almacenamiento de km seteado_2
```

```
byte st12;
```

```
byte st22;
```

```
byte st32;
```

```
//variables de almacenamiento de km seteado_3
```

```
byte st13;
```

```
byte st23;
```

```
byte st33;
```

```
//variables de almacenamiento de km seteado_4
```

```
byte st14;
```

```
byte st24;
```

```
byte st34;
//variables de almacenamiento de km seteado_5
byte st15;
byte st25;
byte st35;
//variables de almacenamiento de km seteado_6
byte st16;
byte st26;
byte st36;
//variables de almacenamiento de km seteado_7
byte st17;
byte st27;
byte st37;

long extra = 500;

char customKey; //cada tecla que se preciona se convierte en caracter

const byte ROWS = 4; //four rows
const byte COLS = 3; //three columns

char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3'},
  {'4', '5', '6'},
  {'7', '8', '9'},
  {'*', '0', '#'}
}
```

```
};
```

```
byte rowPins[ROWS] = {12, 11, 10, 9}; //connect to the row pinouts of the keypad
```

```
byte colPins[COLS] = {8, 7, 6}; //connect to the column pinouts of the keypad
```

```
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS); //identificar numeros en el seteo
```

```
boolean estado=0;
```

```
void setup() {
```

```
    lcd.begin(16, 2);
```

```
    SIM900.begin(19200);
```

```
    Serial.begin(9600);
```

```
    pinMode(sound, OUTPUT);
```

```
    pinMode(3, INPUT);
```

```
    digitalWrite(sound, HIGH);
```

```
    delay(100);
```

```
    digitalWrite(sound, LOW);
```

```
    delay(50);
```

```
    digitalWrite(sound, HIGH);
```

```
    delay(100);
```

```
    digitalWrite(sound, LOW);
```

```
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // set SMS mode to text
```

```
    delay(100);
```



```
SIM900.print("AT+CNMI=3,2,0,0,0\r");  
    state1 = 0;  
    EEPROM.write(28,state1);  
}
```

```
void loop() {
```

```
    pulso = digitalRead(3);
```

```
    km1 = EEPROM.read(0);
```

```
    km2 = EEPROM.read(1);
```

```
    km3 = EEPROM.read(2);
```

```
    km4 = EEPROM.read(3);
```

```
    km5 = EEPROM.read(4);
```

```
    pl1 = EEPROM.read(5);
```

```
    pl2 = EEPROM.read(6);
```

```
    st11 = EEPROM.read(7);
```

```
    st21 = EEPROM.read(8);
```

```
    st31 = EEPROM.read(9);
```

```
    st12 = EEPROM.read(10);
```

```
    st22 = EEPROM.read(11);
```

```
    st32 = EEPROM.read(12);
```

```
st13 = EEPROM.read(13);
```

```
st23 = EEPROM.read(14);
```

```
st33 = EEPROM.read(15);
```

```
st14 = EEPROM.read(16);
```

```
st24 = EEPROM.read(17);
```

```
st34 = EEPROM.read(18);
```

```
st15 = EEPROM.read(19);
```

```
st25 = EEPROM.read(20);
```

```
st35 = EEPROM.read(21);
```

```
st16 = EEPROM.read(22);
```

```
st26 = EEPROM.read(23);
```

```
st36 = EEPROM.read(24);
```

```
st17 = EEPROM.read(25);
```

```
st27 = EEPROM.read(26);
```

```
st37 = EEPROM.read(27);
```

```
state1 = EEPROM.read(28);
```

```
state2 = EEPROM.read(29);
```

```
state3 = EEPROM.read(30);
```

```
state4 = EEPROM.read(31);
```

```
state5 = EEPROM.read(32);
```

```
state6 = EEPROM.read(33);
```

```
state7 = EEPROM.read(34);
```

```
//maximo 1.000.000.00
```

```
kilometros = (long)km1 * 100000000;
```

```
kilometros = kilometros + ((long)km2 * 1000000);
```

```
kilometros = kilometros + ((long)km3 * 10000);
```

```
kilometros = kilometros + ((long)km4 * 100);
```

```
kilometros = kilometros + km5;
```

```
distancia1 = (long)st11 * 10000;
```

```
distancia1 = distancia1 + ((long)st21 * 100);
```

```
distancia1 = distancia1 + st31;
```

```
distancia2 = (long)st12 * 10000;
```

```
distancia2 = distancia2 + ((long)st22 * 100);
```

```
distancia2 = distancia2 + st32;
```

```
distancia3 = (long)st13 * 10000;
```

```
distancia3 = distancia3 + ((long)st23 * 100);
```

```
distancia3 = distancia3 + st33;
```

```
distancia4 = (long)st14 * 10000;
```

```
distancia4 = distancia4 + ((long)st24 * 100);
```

```
distancia4 = distancia4 + st34;
```

```
distancia5 = (long)st15 * 10000;  
distancia5 = distancia5 + ((long)st25 * 100);  
distancia5 = distancia5 + st35;
```

```
distancia6 = (long)st16 * 10000;  
distancia6 = distancia6 + ((long)st26 * 100);  
distancia6 = distancia6 + st36;
```

```
distancia7 = (long)st17 * 10000;  
distancia7 = distancia7 + ((long)st27 * 100);  
distancia7 = distancia7 + st37;
```

```
pulsos = pl1 * 100;  
pulsos = pulsos + pl2;
```

```
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("DISTA. RECORRIDA");  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print(kilometros);  
lcd.print(" Km.");
```

```
customKey = customKeypad.getKey();
```

```
switch (customKey)  
{
```

```
case '*':  
    uno = 1;  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("CONFIGURACION DE");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print(" MANTENIMIENTO ");  
    set_distancia1 = 0;  
    digitalWrite(sound, HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(sound, LOW);  
    delay(1500);  
    lcd.clear();  
    configuracion1();  
    break;
```

```
case '0':  
    digitalWrite(sound, HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(sound, LOW);  
    tres = 1;  
    resetear();  
    break;
```

```
}
```

```
//envio distancia_1
```

```
if((kilometros == distancia1) && (pulsos == 0) && (state1 == 0)){
```

```

state1 = 1;

EEPROM.write(28,state1);

SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
command to send SMS message

delay(100);

SIM900.println("AT + CMGS = \"0983029983\""); //
recipient's mobile number, in international format

delay(100);

SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

SIM900.print(distancia1);

SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

delay(100);

SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

delay(100);

SIM900.println();

delay(1000);

}

if((kilometros == distancia1) && (pulsos == extra) && (state1 == 1)){

state1 = 0;

EEPROM.write(28,state1);

SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
command to send SMS message

delay(100);

SIM900.println("AT + CMGS = \"0979333475\""); //
recipient's mobile number, in international format

delay(100);

```

```

    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de ");    // message to send

    SIM900.print(distancia1);

    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

    delay(100);

    SIM900.println((char)26);                // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

    delay(100);

    SIM900.println();

    delay(100);

}

//envio distancia_2

if((kilometros == distancia2) && (pulsos == 0) && (state2 == 0)){

    state2 = 1;

    EEPROM.write(29,state2);

    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");                // AT
command to send SMS message

    delay(100);

    SIM900.println("AT + CMGS = \"0983029983\"");                //
recipient's mobile number, in international format

    delay(100);

    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de ");    // message to send

    SIM900.print(distancia2);

    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

    delay(100);

    SIM900.println((char)26);                // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

```

```

    delay(100);
    SIM900.println();
    delay(100);
}

if((kilometros == distancia2) && (pulsos == extra) && (state2 == 1)){
    state2 = 0;

    EEPROM.write(29,state2);

    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
    command to send SMS message

    delay(100);

    SIM900.println("AT + CMGS = \"0979333475\""); //
    recipient's mobile number, in international format

    delay(100);

    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
    realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

    SIM900.print(distancia2);

    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

    delay(100);

    SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z,
    ASCII code 26

    delay(100);

    SIM900.println();

    delay(100);
}

//envio distancia_3

if((kilometros == distancia3) && (pulsos == 0) && (state3 == 0)){
    state3 = 1;

```



```

EEPROM.write(30,state3);

SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
command to send SMS message

delay(100);

SIM900.println("AT + CMGS = \"0983029983\""); //
recipient's mobile number, in international format

delay(100);

SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

SIM900.print(distancia3);

SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

delay(100);

SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

delay(100);

SIM900.println();

delay(100);

}

if((kilometros == distancia3) && (pulsos == extra) && (state3 == 1)){

state3 = 0;

EEPROM.write(30,state3);

SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
command to send SMS message

delay(100);

SIM900.println("AT + CMGS = \"0992831363\""); //
recipient's mobile number, in international format

delay(100);

SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

```

```

SIM900.print(distancia3);

SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

delay(100);

SIM900.println((char)26);          // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

delay(100);

SIM900.println();

delay(100);

}

//envio distancia_4

if((kilometros == distancia4) && (pulsos == 0) && (state4 == 0)){

state4 = 1;

EEPROM.write(31,state4);

SIM900.print("AT+CMGF=1\r");          // AT
command to send SMS message

delay(100);

SIM900.println("AT + CMGS = \"0983029983\"");          //
recipient's mobile number, in international format

delay(100);

SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de ");    // message to send

SIM900.print(distancia4);

SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

delay(100);

SIM900.println((char)26);          // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

delay(100);

SIM900.println();

```

```

    delay(100);
}

if((kilometros == distancia4) && (pulsos == extra) && (state4 == 1)){
    state4 = 0;
    EEPROM.write(31,state4);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
    command to send SMS message
    delay(100);
    SIM900.println("AT + CMGS = \"0992831363\""); //
    recipient's mobile number, in international format
    delay(100);
    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
    realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send
    SIM900.print(distancia4);
    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");
    delay(100);
    SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z,
    ASCII code 26
    delay(100);
    SIM900.println();
    delay(100);
}

//envio distancia_5

if((kilometros == distancia5) && (pulsos == 0) && (state5 == 0)){
    state5 = 1;
    EEPROM.write(32,state5);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
    command to send SMS message

```

```

    delay(100);

    SIM900.println("AT + CMGS = \"0983029983\""); //
recipient's mobile number, in international format

    delay(100);

    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

    SIM900.print(distancia5);

    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

    delay(100);

    SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

    delay(100);

    SIM900.println();

    delay(100);

}

if((kilometros == distancia5) && (pulsos == extra) && (state5 == 1)){

    state5 = 0;

    EEPROM.write(32,state5);

    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
command to send SMS message

    delay(100);

    SIM900.println("AT + CMGS = \"0992831363\""); //
recipient's mobile number, in international format

    delay(100);

    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

    SIM900.print(distancia5);

    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

```

```

    delay(100);
    SIM900.println((char)26);          // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26
    delay(100);
    SIM900.println();
    delay(100);
}

//envio distancia_6
if((kilometros == distancia6) && (pulsos == 0) && (state6 == 0)){
    state6 = 1;
    EEPROM.write(33,state6);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");      // AT
command to send SMS message
    delay(100);
    SIM900.println("AT + CMGS = \"0983029983\""); //
recipient's mobile number, in international format
    delay(100);
    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send
    SIM900.print(distancia6);
    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");
    delay(100);
    SIM900.println((char)26);        // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26
    delay(100);
    SIM900.println();
    delay(100);
}

```

```

    if((kilometros == distancia6) && (pulsos == extra) && (state6 == 1)){
        state6 = 0;

        EEPROM.write(33,state6);

        SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
        command to send SMS message

        delay(100);

        SIM900.println("AT + CMGS = \"0992831363\""); //
        recipient's mobile number, in international format

        delay(100);

        SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
        realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

        SIM900.print(distancia6);

        SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

        delay(100);

        SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z,
        ASCII code 26

        delay(100);

        SIM900.println();

        delay(100);

    }

//envio distancia_7

    if((kilometros == distancia7) && (pulsos == 0) && (state7 == 0)){

        state7 = 1;

        EEPROM.write(34,state7);

        SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
        command to send SMS message

        delay(100);

```

```

    SIM900.println("AT + CMGS = \"0983029983\""); //
recipient's mobile number, in international format

    delay(100);

    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

    SIM900.print(distancia7);

    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

    delay(100);

    SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z,
ASCII code 26

    delay(100);

    SIM900.println();

    delay(100);

}

if((kilometros == distancia7) && (pulsos == extra) && (state7 == 1)){

    state7 = 0;

    EEPROM.write(34,state7);

    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT
command to send SMS message

    delay(100);

    SIM900.println("AT + CMGS = \"0992831363\""); //
recipient's mobile number, in international format

    delay(100);

    SIM900.print("Estimado cliente: Mecanosolvers le informa que debe
realizar su mantenimiento vehicular de "); // message to send

    SIM900.print(distancia7);

    SIM900.println("Km. Tfno: 0979333475 Posventa");

    delay(100);

```

```
    SIM900.println((char)26);           // End AT command with a ^Z,  
ASCII code 26  
    delay(100);  
    SIM900.println();  
    delay(100);  
}
```

```
if(pulsos >= 2146){ //2146  
    pl1 = 0;  
    pl2 = 0;  
    pulsos = 0;  
    EEPROM.write(5,pl1);  
    EEPROM.write(6,pl2);  
    km5++;  
    EEPROM.write(4,km5);  
    lcd.clear(); // opcion de vision  
}
```

```
if (km5 >= 100) {  
    km5 = 0;  
    km4++;  
    EEPROM.write(3, km4);  
    EEPROM.write(4, km5);  
}
```

```
if (km4 >= 100) {
```



```
km4 = 0;
km3++;
EEPROM.write(2, km3);
EEPROM.write(3, km4);
}
```

```
if (km3 >= 100) {
  km3 = 0;
  km2++;
  EEPROM.write(1, km2);
  EEPROM.write(2, km3);
}
```

```
if (km2 >= 100) {
  km2 = 0;
  km1++;
  EEPROM.write(0, km1);
  EEPROM.write(1, km2);
}
```

```
if (km1 >= 100) {
  km1 = 0;
  EEPROM.write(0, km1);
}
```

```
if(pulso == LOW){
```

```

    pl2++;
    if(pl2 >= 100){
        pl2 = 0;
        pl1++;
    }
    EEPROM.write(5,pl1);
    EEPROM.write(6,pl2);
    dos = 1;
    espera();
}

}

void espera() {
    while (dos == 1) {

        pulso = digitalRead(3);

        if (pulso == HIGH) {
            dos = 0;
        }

        customKey = customKeypad.getKey();

        switch (customKey)
        {

```

```

    case '*':
        uno = 1;

        lcd.setCursor(0, 0);

        lcd.print("CONFIGURACION DE"); //espera para que el modem
arranque

        lcd.setCursor(0, 1);

        lcd.print(" MANTENIMIENTO ");

        set_distancia1 = 0;

        digitalWrite(sound, HIGH);

        delay(500);

        digitalWrite(sound, LOW);

        delay(1500);

        lcd.clear();

        configuracion1();

        break;

    }

}

}

//*****configuracion_1*****

void configuracion1() {

    while (uno == 1) {

        pulso = digitalRead(3);

        digitalWrite(sound, LOW);

```

```
st31 = set_distancia1 % 100;  
st21 = ((set_distancia1 % 10000) - st31) / 100;  
st11 = ((set_distancia1 % 1000000) - ((st21 * 100) + st31)) / 10000;
```

```
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print(" SETEO DE Km1 ");
```

```
customKey = customKeypad.getKey();
```

```
if (set_distancia1 > 100000) {  
    lcd.clear();  
    set_distancia1 = 0;  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print(" DISTANCIA MAX. ");  
    lcd.setCursor(3, 1);  
    lcd.print("100000 Km.");  
    digitalWrite(sound, HIGH);  
    delay(1000);  
    digitalWrite(sound, LOW);  
    delay(1000);  
    lcd.clear();  
}
```

```
switch (customKey)  
{
```

```

case '0' ... '9':
    lcd.setCursor(0, 1);
    set_distancia1 = set_distancia1 * 10 + (customKey - '0');
    lcd.print(set_distancia1);
    digitalWrite(sound, HIGH);
    EEPROM.write(7, st11);
    EEPROM.write(8, st21);
    EEPROM.write(9, st31);
    delay(200);
    break;

case '#':
    digitalWrite(sound, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(sound, LOW);
    EEPROM.write(7, st11);
    EEPROM.write(8, st21);
    EEPROM.write(9, st31);
    lcd.clear();
    state1 = 0;
    EEPROM.write(28, state1);
    set_distancia2 = 0;
    configuracion2();
    break;
}

```

```

    }
}
//*****configuracion_2*****
void configuracion2() {
    while (uno == 1) {

        pulso = digitalRead(3);

        digitalWrite(sound, LOW);

        st32 = set_distancia2 % 100;
        st22 = ((set_distancia2 % 10000) - st32) / 100;
        st12 = ((set_distancia2 % 1000000) - ((st22 * 100) + st32)) / 10000;

        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print(" SETEO DE Km2 ");

        customKey = customKeypad.getKey();

        if (set_distancia2 > 100000) {
            lcd.clear();
            set_distancia2 = 0;
            lcd.setCursor(0, 0);
            lcd.print(" DISTANCIA MAX. ");
            lcd.setCursor(3, 1);

```

```
lcd.print("100000 Km.");  
digitalWrite(sound, HIGH);  
delay(1000);  
digitalWrite(sound, LOW);  
delay(1000);  
lcd.clear();  
}
```

```
switch (customKey)  
{  
  case '0' ... '9':  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    set_distancia2 = set_distancia2 * 10 + (customKey - '0');  
    lcd.print(set_distancia2);  
    digitalWrite(sound, HIGH);  
    EEPROM.write(10, st12);  
    EEPROM.write(11, st22);  
    EEPROM.write(12, st32);  
    delay(200);  
    break;  
  
  case '#':  
    digitalWrite(sound, HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(sound, LOW);  
    EEPROM.write(10, st12);
```

```

EEPROM.write(11, st22);
EEPROM.write(12, st32);
lcd.clear();
state2 = 0;
EEPROM.write(29, state2);
set_distancia3 = 0;
configuracion3();
break;
}

}

}

//*****configuracion_3*****
void configuracion3() {
  while (uno == 1) {

    pulso = digitalRead(3);

    digitalWrite(sound, LOW);

    st33 = set_distancia3 % 100;
    st23 = ((set_distancia3 % 10000) - st33) / 100;
    st13 = ((set_distancia3 % 1000000) - ((st23 * 100) + st33)) / 10000;

    lcd.setCursor(0, 0);

```



```

lcd.print(" SETEO DE Km3 ");

customKey = customKeypad.getKey();

if (set_distancia3 > 100000) {
  lcd.clear();
  set_distancia3 = 0;
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" DISTANCIA MAX. ");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("100000 Km.");
  digitalWrite(sound, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(sound, LOW);
  delay(1000);
  lcd.clear();
}

switch (customKey)
{
  case '0' ... '9':
    lcd.setCursor(0, 1);
    set_distancia3 = set_distancia3 * 10 + (customKey - '0');
    lcd.print(set_distancia3);
    digitalWrite(sound, HIGH);
    EEPROM.write(13, st13);

```

```

EEPROM.write(14, st23);
EEPROM.write(15, st33);
delay(200);
break;

case '#':
    digitalWrite(sound, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(sound, LOW);
    EEPROM.write(13, st13);
    EEPROM.write(14, st23);
    EEPROM.write(15, st33);
    lcd.clear();
    state3 = 0;
    EEPROM.write(30, state3);
    set_distancia4 = 0;
    configuracion4();
    break;
}

}

}

//*****configuracion_4*****
void configuracion4() {
    while (uno == 1) {

```

```

pulso = digitalRead(3);

digitalWrite(sound, LOW);

st34 = set_distancia4 % 100;
st24 = ((set_distancia4 % 10000) - st34) / 100;
st14 = ((set_distancia4 % 1000000) - ((st24 * 100) + st34)) / 10000;

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" SETEO DE Km4 ");

customKey = customKeypad.getKey();

if (set_distancia4 > 100000) {
    lcd.clear();
    set_distancia4 = 0;
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" DISTANCIA MAX. ");
    lcd.setCursor(3, 1);
    lcd.print("100000 Km.");
    digitalWrite(sound, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(sound, LOW);
    delay(1000);
    lcd.clear();
}

```

```
}
```

```
switch (customKey)
```

```
{
```

```
case '0' ... '9':
```

```
    lcd.setCursor(0, 1);
```

```
    set_distancia4 = set_distancia4 * 10 + (customKey - '0');
```

```
    lcd.print(set_distancia4);
```

```
    digitalWrite(sound, HIGH);
```

```
    EEPROM.write(16, st14);
```

```
    EEPROM.write(17, st24);
```

```
    EEPROM.write(18, st34);
```

```
    delay(200);
```

```
    break;
```

```
case '#':
```

```
    digitalWrite(sound, HIGH);
```

```
    delay(500);
```

```
    digitalWrite(sound, LOW);
```

```
    EEPROM.write(16, st14);
```

```
    EEPROM.write(17, st24);
```

```
    EEPROM.write(18, st34);
```

```
    lcd.clear();
```

```
    state4 = 0;
```

```
    EEPROM.write(31, state4);
```

```
    set_distancia5 = 0;
```

```

        configuracion5();
        break;
    }

}

}

}

//*****configuracion_5*****
void configuracion5() {
    while (uno == 1) {

        pulso = digitalRead(3);

        digitalWrite(sound, LOW);

        st35 = set_distancia5 % 100;
        st25 = ((set_distancia5 % 10000) - st35) / 100;
        st15 = ((set_distancia5 % 1000000) - ((st25 * 100) + st35)) / 10000;

        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print(" SETEO DE Km5 ");

        customKey = customKeypad.getKey();

        if (set_distancia5 > 100000) {
            lcd.clear();

```

```

set_distancia5 = 0;
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" DISTANCIA MAX. ");
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print("100000 Km.");
digitalWrite(sound, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(sound, LOW);
delay(1000);
lcd.clear();
}

switch (customKey)
{
case '0' ... '9':
    lcd.setCursor(0, 1);
    set_distancia5 = set_distancia5 * 10 + (customKey - '0');
    lcd.print(set_distancia5);
    digitalWrite(sound, HIGH);
    EEPROM.write(19, st15);
    EEPROM.write(20, st25);
    EEPROM.write(21, st35);
    delay(200);
    break;

case '#':

```

```

digitalWrite(sound, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(sound, LOW);
EEPROM.write(19, st15);
EEPROM.write(20, st25);
EEPROM.write(21, st35);
lcd.clear();
state5 = 0;
EEPROM.write(32, state5);
set_distancia6 = 0;
configuracion6();
break;
}

}

}

//*****configuracion_6*****
void configuracion6() {
while (uno == 1) {

pulso = digitalRead(3);

digitalWrite(sound, LOW);

st36 = set_distancia6 % 100;
st26 = ((set_distancia6 % 10000) - st36) / 100;

```

```
st16 = ((set_distancia6 % 1000000) - ((st26 * 100) + st36)) / 10000;
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
```

```
lcd.print(" SETEO DE Km6 ");
```

```
customKey = customKeypad.getKey();
```

```
if (set_distancia6 > 100000) {
```

```
    lcd.clear();
```

```
    set_distancia6 = 0;
```

```
    lcd.setCursor(0, 0);
```

```
    lcd.print(" DISTANCIA MAX. ");
```

```
    lcd.setCursor(3, 1);
```

```
    lcd.print("100000 Km.");
```

```
    digitalWrite(sound, HIGH);
```

```
    delay(1000);
```

```
    digitalWrite(sound, LOW);
```

```
    delay(1000);
```

```
    lcd.clear();
```

```
}
```

```
switch (customKey)
```

```
{
```

```
    case '0' ... '9':
```

```
        lcd.setCursor(0, 1);
```



```

    set_distancia6 = set_distancia6 * 10 + (customKey - '0');
    lcd.print(set_distancia6);
    digitalWrite(sound, HIGH);
    EEPROM.write(22, st16);
    EEPROM.write(23, st26);
    EEPROM.write(24, st36);
    delay(200);
    break;

case '#':
    digitalWrite(sound, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(sound, LOW);
    EEPROM.write(22, st16);
    EEPROM.write(23, st26);
    EEPROM.write(24, st36);
    lcd.clear();
    state6 = 0;
    EEPROM.write(33, state6);
    set_distancia7 = 0;
    configuracion7();
    break;
}

}

}

```

```

//*****configuracion_7*****
void configuracion7() {
  while (uno == 1) {

    pulso = digitalRead(3);

    digitalWrite(sound, LOW);

    st37 = set_distancia7 % 100;
    st27 = ((set_distancia7 % 10000) - st37) / 100;
    st17 = ((set_distancia7 % 1000000) - ((st27 * 100) + st37)) / 10000;

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" SETEO DE Km7 ");

    customKey = customKeypad.getKey();

    if (set_distancia7 > 100000) {
      lcd.clear();
      set_distancia7 = 0;
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print(" DISTANCIA MAX. ");
      lcd.setCursor(3, 1);
      lcd.print("100000 Km.");
      digitalWrite(sound, HIGH);
    }
  }
}

```

```

delay(1000);
digitalWrite(sound, LOW);
delay(1000);
lcd.clear();
}

switch (customKey)
{
case '0' ... '9':
    lcd.setCursor(0, 1);
    set_distancia7 = set_distancia7 * 10 + (customKey - '0');
    lcd.print(set_distancia7);
    digitalWrite(sound, HIGH);
    EEPROM.write(25, st17);
    EEPROM.write(26, st27);
    EEPROM.write(27, st37);
    delay(200);
    break;

case '#':
    lcd.clear();
    delay(1);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" CONFIGURACION ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("  EXITOSA.  ");

```

```

digitalWrite(sound, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(sound, LOW);
//delay(500);
EEPROM.write(25, st17);
EEPROM.write(26, st27);
EEPROM.write(27, st37);
lcd.clear();
state7 = 0;
EEPROM.write(34, state7);
if(pulso == HIGH){
  uno = 0;
}
else
if(pulso == LOW){
  uno = 0;
  dos = 1;
  espera();
}
break;
}
}
}

void resetear() {
  while (tres == 1) {

```

```
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("RST Km RECORRIDO");  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("*:SALIR   #:SI");  
  
customKey = customKeypad.getKey();  
  
switch (customKey)  
{  
  case '#':  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("SISTEMA Km. REC."); //sistema de km recorrido reseteado  
    lcd.setCursor(4, 1);  
    lcd.print("RESETEADO");  
    km1 = 0;  
    km2 = 0;  
    km3 = 0;  
    km4 = 0;  
    km5 = 0;  
    pl1 = 0;  
    pl2 = 0;  
    state1 = 0;  
    state2 = 0;  
    state3 = 0;
```

```
state4 = 0;
state5 = 0;
state6 = 0;
state7 = 0;
EEPROM.write(0,km1);
EEPROM.write(1,km2);
EEPROM.write(2,km3);
EEPROM.write(3,km4);
EEPROM.write(4,km5);
EEPROM.write(5,p11);
EEPROM.write(6,p12);
EEPROM.write(28,state1);
EEPROM.write(29,state2);
EEPROM.write(30,state3);
EEPROM.write(31,state4);
EEPROM.write(32,state5);
EEPROM.write(33,state6);
EEPROM.write(34,state7);
digitalWrite(sound, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(sound, LOW);
delay(1500);
lcd.clear();
tres = 0;
break;
```

```
case '*':  
    digitalWrite(sound, HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(sound, LOW);  
    lcd.clear();  
    tres = 0;  
    break;  
}  
}  
}
```