



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN,
CONTROL Y REGISTRO DE CRONOGRAMA
ELECTRÓNICO DIGITAL PARA CAMBIOS DE ACEITE
DE MOTOR Y MANTENIMIENTO COMPLETO
VEHICULAR”**

AMAGUA VILAÑA RONMEL LIZANDRO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRÍZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-05-09

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

RONMEL LIZANDRO AMAGUA VILAÑA

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN, CONTROL Y REGISTRO DE CRONOGRAMA ELECTRÓNICO DIGITAL PARA CAMBIOS DE ACEITE DE MOTOR Y MANTENIMIENTO COMPLETO VEHICULAR”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRÍZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Telmo Moreno Romero
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Víctor Bravo Morocho
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: RONMEL LIZANDRO AMAGUA VILAÑA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN, CONTROL Y REGISTRO DE CRONOGRAMA ELECTRÓNICO DIGITAL PARA CAMBIOS DE ACEITE DE MOTOR Y MANTENIMIENTO COMPLETO VEHICULAR”

Fecha de Examinación: 2014-04-07

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Jorge Paucar Guambo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Telmo Moreno Romero DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Víctor Bravo Morocho ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Jorge Paucar Guambo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ronmel Lizandro Amagua Vilaña

DEDICATORIA

El esfuerzo y perseverancia que dieron fruto a este trabajo está dedicado a cada una de las personas cuya influencia positiva y apoyo continuo contribuyeron a sembrar en mi experiencias fructíferas para mi desarrollo profesional, pero de manera muy especial a mi familia: a mis padres (Luis y María) quienes inculcaron en mi valores y virtudes inexorables de honestidad y trabajo siempre orientados a formarme como un ser humano correcto de sanas ambiciones en busca una sociedad más justa. A mis hermanos cuyo tiempo compartido y apoyo incondicional incentivaron mis ganas de superación ya que sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible.

Rommel Amagua Vilaña

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento innegable a Dios porque gracias a él pude formar parte de una experiencia inolvidable en la mejor universidad: la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, a mis camaradas de aula quienes se convirtieron en mi segunda familia en poco tiempo, ya que con el apoyo mutuo pudimos cumplir nuestros objetivos. A la Facultad de Mecánica que a través de la Escuela de Ingeniería Automotriz me dio la oportunidad de formarme profesionalmente. A todos los docentes quienes sirvieron de apoyo constante y compartieron su experiencia para ayudar a fortalecer mis conocimientos. Al director y asesor Ing. Telmo Moreno e Ing. Víctor Bravo que permitieron que este proyecto sea un hecho mediante sus ideas y criterios acertados. A todos aquellos que hicieron fructífera mi estancia en la ciudad de Riobamba, y, sin lugar a duda a mi familia, “la base de mis logros”.

Rommel Amagua Vilaña

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos:</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la electrónica automotriz.....	4
2.1.1 <i>Módulos de control y su ubicación en el vehículo</i>	5
2.2 Definición de sensor.....	6
2.2.1 <i>Tipos de sensor</i>	7
2.2.2 <i>Sensores medidores de nivel</i>	8
2.3 Tipos de señales generadas por los sensores.....	9
2.3.1 <i>Señales de entrada y salida</i>	10
2.3.2 <i>Señales análogas y digitales</i>	10
2.4 Módulos electrónicos de control.....	11
2.4.1 <i>Módulos de control electrónico</i>	12
2.5 Mantenimiento automotriz.....	15
2.5.1 <i>Importancia del mantenimiento</i>	15
2.5.2 <i>Programa de mantenimiento general del vehículo</i>	17
2.5.3 <i>Programa de mantenimiento general del vehículo</i>	18
2.6 Condiciones de trabajo que alteran los periodos de mantenimiento.....	20
2.7 Sistemas modernos de control de mantenimiento en el automóvil.....	21
2.7.1 <i>Sistema de mantenimiento Telligent</i>	22
2.7.2 <i>Assyst (Aktive Service-System)</i>	22
2.8 Instrumentos de medición de nivel de aceite en el vehículo.....	23
2.8.1 <i>Tipos de medidores de aceite</i>	23
2.8.2 <i>Uso de los medidores de nivel de aceite</i>	24
2.9 Programación.....	25
2.9.1 <i>Microcode Studio Picbasic Pro</i>	25
2.9.2 <i>Proteus 8 Profesional</i>	26
2.10 Adquisición de datos.....	26
2.10.1 <i>Etapa de acontecimiento de la señal</i>	29
2.11 Códigos de programación.....	31
3. DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DIGITAL PARA CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR Y MANTENIMIENTO COMPLETO VEHICULAR	
3.1 Descripción del sistema de mantenimiento.....	32
3.1.1 <i>Características diferenciadas</i>	33
3.2 Diseño de presentación del dispositivo.....	33
3.2.1 <i>Nombre del sistema</i>	33
3.2.2 <i>Logotipo del sistema</i>	33
3.3 Diseño del sistema.....	34
3.3.1 <i>Perno de purga para acople del sensor en el reservorio de aceite</i>	34
3.3.2 <i>Diseño de diagrama electrónico de circuito</i>	34
3.3.3 <i>Diseño de diagrama de conexiones en el vehículo</i>	35
3.3.4 <i>Diseño de menú de control del sistema</i>	36

3.4	Selección de elementos y materiales electrónicos	38
3.4.1	<i>Elementos y materiales utilizados</i>	38
3.5	Reconocimiento y ubicación del sistema.....	39
3.5.1	<i>Reconocimiento de áreas de influencia del sistema</i>	39
3.5.2	<i>Ubicación de pantalla de control</i>	41
3.5.3	<i>Ubicación del sensor en el reservorio de aceite</i>	42
4.	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DIGITAL PARA CAMBIOS DE ACEITE DE MOTOR Y MANTENIMIENTO COMPLETO VEHICULAR	
4.1	Construcción del sistema	44
4.1.1	<i>Construcción del acople del sensor al reservorio de aceite</i>	45
4.1.2	<i>Construcción de circuito eléctrico</i>	46
4.1.3	<i>Construcción de banco de pruebas</i>	47
4.1.4	<i>Instalación de conexiones en el vehículo</i>	52
4.2	Pruebas en el vehículo	53
4.2.1	<i>Prueba de conexiones y enlaces del sistema</i>	54
4.2.2	<i>Prueba de menú en pantalla y circuito del sistema</i>	56
4.2.3	<i>Prueba de funcionamiento del sistema acoplado al vehículo</i>	57
4.3	Instructivos del sistema de mantenimiento.....	61
4.3.1	<i>Instrucciones generales para instalación del sistema</i>	62
4.3.2	<i>Instrucciones generales de seguridad</i>	62
4.4	Guías del sistema de mantenimiento	62
4.4.1	<i>Guía de manejo e interpretación del sistema</i>	62
4.4.2	<i>Guía de mantenimiento del sistema</i>	69
5.	COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	
5.1	Evaluación de costos	72
5.1.1	<i>Introducción</i>	72
5.1.2	<i>Identificación de costos</i>	72
5.1.3	<i>Costos totales</i>	74
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones.....	75
6.2	Recomendaciones	76

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Programa de mantenimiento recomendado por el fabricante (Nissan).	19
2	Intervalos de mantenimiento condiciones especiales.....	20
3	Especificaciones técnicas vehículo de prueba	39
4	Condiciones de funcionamiento.....	58
5	Datos referenciales prueba 1	59
6	Costo de materiales utilizados	72
7	Costos de mano de obra	72
8	Costo máquinas y herramientas	73
9	Costos de transporte y logística del proyecto	73
10	Costo directo total.....	73
11	Costos indirectos.....	74
12	Costos totales	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1	Ubicación común de las unidades de control (Mitsubishi ASX)..... 6
2	Modo de trabajo del sensor..... 6
3	Ubicación de algunos sensores (Nissan Frontier NP300)..... 7
4	Señales presentes en el ECM..... 8
5	Muestreo de osciloscopio (DSO203 MINI Kit)..... 9
6	Muestreo de señales digitales y análogas (Carman Scan VG)..... 11
7	Procesamiento y salida de datos del ECM..... 13
8	Muestreo de osciloscopio (Carman Scan VG)..... 14
9	Visualización de señal análoga y digital (Carman Scan VG)..... 15
10	Ventana principal Microcode Studio PicBasic Pro..... 25
11	Vista principal Proteus 8 Profesional..... 26
12	Placa electrónica que procesa datos para el tablero..... 27
13	Ubicación de sensor de velocidad en el vehículo (vista inferior)..... 27
14	Sensor VSS (Vehículos Nissan)..... 28
15	Señal sensor VSS (Nissan Frontier-Carman Scan VG)..... 28
16	Convertor analógico digital..... 31
17	Logotipo MCAM..... 33
18	Perno sustituto de perno de purga original..... 34
19	Diagrama circuito principal del sistema..... 35
20	Diagrama circuito regulador de voltaje..... 35
21	Panel de instrumentos del vehículo..... 36
22	Pantalla principal del sistema..... 36
23	Identificación de pantallas utilizadas..... 37
24	Vehículo de prueba Nissan Frontier 2012..... 39
25	Sistema eléctrico principal del vehículo de prueba..... 40
26	Sistema eléctrico principal..... 40
27	Identificación del odómetro en el vehículo..... 40
28	Identificación conector E11..... 41
29	Ubicación de pantalla de control del sistema..... 41
30	Detalle de sistema de lubricación motor KA24DE..... 42
31	Vista de perfil motor KA24DE con acople de sensor de nivel..... 42
32	Ubicación acople del sensor de nivel en reservorio..... 43
33	Diagrama de proceso de fabricación..... 44
34	Acople de sensor de nivel en reservorio..... 45
35	Acople y sensor montados en reservorio..... 45
36	Diseño placa principal..... 46
37	Diseño placa conmutador..... 46
38	Banco para pruebas del sistema..... 47
39	Bomba de aceite..... 48
40	Sensor de nivel de aceite..... 48
41	Reservorio de aceite..... 49
42	Tanque de carga..... 49
43	Llave de paso..... 50
44	Controles externos..... 50
45	Ventilador..... 51
46	Pantalla de control..... 51
47	Desmontaje de cubierta de interruptor..... 52
48	Intervención cable de alimentación de sistema..... 52

49	Intervención cable de arranque	53
50	Sistema instalado en el vehículo	54
51	Prueba de continuidad en conexión para toma de señal.....	54
52	Prueba de continuidad entre interruptor de encendido y relé.....	55
53	Prueba de activación de menús	56
54	Prueba de activación de sensor	56
55	Sistema instalado para prueba en el vehículo	57
56	Área geográfica de prueba	58
57	Sincronización de odómetro sistema y vehículo.....	59
58	Gráfico de tiempo de visualización entre odómetros.....	60
59	Medición térmica del circuito principal.....	60
60	Gráfica de comportamiento térmico del circuito principal	61
61	Pantalla de inicio.....	63
62	Pantalla principal	63
63	Identificación de puntos de información y accesos en pantalla	64
64	Visualización mostrada en modo de servicio.....	65
65	Visualización submenú puntos de mantenimiento.....	66
66	Pantalla de características y capacidades importantes.	66
67	Pantalla de fluidos y lubricantes recomendados.	67
68	Visualización en pantalla de ayuda al usuario	67
69	Visualización en pantalla de cambio de aceite efectuado (color verde)	68
70	Pantalla de alerta para cambio de aceite (color amarillo)	68
71	Pantalla de alerta de vehículo inhabilitado (color rojo).....	69

LISTA DE ABREVIACIONES

ROM	Read-Only Memory (memoria de solo lectura)
FEPROM	Memoria flash programable solo de lectura, borrrable
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
A/D	Convertidor analógico digital
ICD	In Circuit Debugger (Depurador en circuito)
IDE	Integrated development environment (Entorno de desarrollo integrado)
BASIC	Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code (Código simbólico de instrucciones todo-propósito para principiantes en español)
ECM	Engine Control Module (Modulo de Control del Motor)
WIS	Es un sistema de información para el taller que contiene instrucciones de trabajo detalladas para los trabajos de reparación. Informa al trabajador de servicio posventa sobre acciones de montaje posterior específicas del vehículo y qué repercusiones tienen sobre el mantenimiento o reparación
ASRA	Es un catálogo electrónico para unidades de trabajo y tiempos guía que actúa mediante un ayudante activo e Informaciones sobre textos de trabajo, tiempos guía y unidades de trabajo
CAD	Computer-aided design (Diseño asistido por computadora)
VSM	Virtual System Modeling (Sistema Virtual de Modelado)
VSS	Vehicle Speed Sensor (Sensor de Velocidad del Vehículo)
ASSYST	Aktive Service-System (Sistema de servicio activo)
PIC	Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico)

LISTA DE ANEXOS

- A** Diagrama de flujo de programación
- B** Dimensiones de acople de sensor de nivel de aceite
- C** Manual de manejo y mantenimiento
- D** Estructura de banco de pruebas
- E** Diagrama de circuito eléctrico del sistema

RESUMEN

El aceite de motor en los vehículos utilizados en actividades relacionadas con la explotación del petróleo en la provincia de Sucumbíos se deteriora prematuramente a consecuencia de los largos periodos de trabajo en ambientes hostiles. En el país no existe un sistema que alerte, controle y registre el cambio de aceite de motor de forma oportuna. El objetivo del trabajo es desarrollar un dispositivo para controlar mediante alertas y bloqueo el cambio de aceite basado en el kilometraje. Integrando principios de diseño, electrónica y programación se sintetizó un dispositivo formado por: una pantalla táctil y un sensor de nivel gobernados por un circuito electrónico. En la evaluación y validación del funcionamiento se realizaron una serie de pruebas de campo en 5400 km, para éstas se seleccionó aleatoriamente un vehículo de alquiler en buen estado y con aceite fresco del parque automotor oriental, tomando el registro en el dispositivo de las variables como el kilometraje en el odómetro y temperatura del circuito principal. En paralelo se realizaron pruebas de laboratorio de partículas contaminantes en el aceite tomando muestras dentro y sobre el rango de kilómetros para cambio de aceite. La evaluación demostró que el dispositivo está apto para su uso.

ABSTRACT

The oil engine in the vehicles used in activities related with petroleum drilling in the province of Sucumbíos is deteriorated prematurely to consequence of long periods of effort in hostile environments. In the country, there is no a system that alerts, controls and registers the changing of oil engine in an opportune way. The objective of the work is to develop a device control by using alerts and blockings the changing of oil based on the mileage. By integrating principles of design, electronics, and programming is synthesized a device formed by: a touch screen, and a sensor of level governed by an electronic circuit. In the evaluation and validity of functioning were made a series of field tests in 5400 km, for these were randomly selected a rented vehicle in good state and with cool oil from the Amazonic automotive park, taking the register in the device from the variables such as the mileage in the odometer and temperature from the main circuit. In parallel, lab tests were made of the contaminating particles in the oil taking into account samples within and above the range of miles for oil change. The evaluation showed that the device is apt for its usage.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La industria automotriz, ha despegado hace algún tiempo siguiendo un sendero de transformación definido respecto a la funcionalidad de las instalaciones eléctricas en el automóvil. Manejando una óptica no solo enfocada en mejorar la eficiencia y la potencia del motor, aparecen nuevos horizontes tecnológicos orientados hacia aspectos elementales como: el confort de los pasajeros, la seguridad, el ahorro energético y el control de las emisiones con el fin de reducir su contribución a la contaminación ambiental.

Esto ha dado paso a la introducción de nuevos dispositivos de servicio, la sustitución de sistemas de comando mecánico con sistemas eléctricos o electrónicos, el uso de tecnologías con microprocesador y la aparición de técnicas sofisticadas de diagnóstico de fallas de funcionamiento.

En la actualidad los visualizadores o displays no solo permiten conocer algunos parámetros de funcionamiento sino también permiten controlar ciertas acciones esenciales en el vehículo mediante caracteres numéricos o imágenes, entre los tipos de visualizadores y medidores pueden estar incluidos: el velocímetro, el odómetro, el cuenta revoluciones, el nivel y presión de aceite entre otros y en ciertos casos pueden incluir también un centro de mensajes.

En los vehículos de gama media no se logra evidenciar la implementación de sistemas de control del mantenimiento del vehículo que lleve un control riguroso de éste. Lo que permite definir un campo bastante amplio para la introducción de nuevas alternativas tecnológicas en cuanto a mantenimiento se refiere.

1.2 Justificación

Es imprescindible entender el funcionamiento sistematizado del vehículo y cómo se comporta en base al deterioro del aceite de motor. De este argumento nace la idea de desarrollar un sistema que permita mejorar el proceso de cambio y registro del aceite de motor a través de procesos automatizados haciendo que el plan de mantenimiento sea efectivo.

Debido al trabajo ininterrumpido a que son sometidos los vehículos dedicados a prestar servicios en actividades petroleras, es necesario crear un sistema que cuente con una base de datos y alertas tempranas de cambio de aceite de motor permitiendo controlar esta tarea en cada periodo.

El implantar un sistema de éstos es de gran importancia, ya que la mayoría de los vehículos que trabajan en zonas cuyos ambientes son hostiles para el motor, necesitan un plan de mantenimiento programado. Las características de este sistema permiten variar los tiempos de mantenimiento según lo requiera el ambiente de trabajo.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Implementar un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor y mantenimiento completo vehicular.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Diseñar un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor y mantenimiento completo vehicular.

Construir un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor y mantenimiento completo vehicular.

Implementar un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor y mantenimiento completo vehicular.

Realizar las pruebas de funcionamiento y acondicionamiento de un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor y mantenimiento completo vehicular.

Dotar a la Escuela de Ingeniería Automotriz de un sistema de detección, control y registro digital para cambio de aceite, con programa de mantenimientos del vehículo, el cual servirá como complemento para la orientación pedagógica de los estudiantes de la carrera.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la electrónica automotriz

La electrónica automotriz surge al incorporarse las primeras radios en los vehículos. Para luego utilizar el primer componente micro electrónico que fue un transistor de germanio.

La incorporación al automóvil de la tecnología utilizada en los frenos antibloqueo (ABS) abrió las puertas a la llegada de la electrónica digital, y a la aparición de nuevos sistemas de alimentación y encendido como el Motronic¹. En este tipo de sistemas se acoplaron por primera vez microprocesadores y software, permitiendo la aplicabilidad de las computadoras en el área automotriz.

Los componentes micro electrónicos, han creado la necesidad de que los conjuntos mecánicos en el vehículo se conviertan en sistemas de tamaño reducido. El acople de los elementos sensoriales micro mecánicos en los sistemas convencionales se presentó inicialmente en el medidor de la depresión del aire de entrada al motor.

Cada día la necesidad de elementos electrónicos en el automóvil va en aumento, lo que vaticina que combinar la microelectrónica y la micromecánica será cada vez más frecuente. Así se persigue impetuosamente mejorar las prestaciones del automóvil en general, apuntando a disminuir el costo de la tecnología avanzada, permitiendo que no solo los vehículos de gama alta cuenten con este tipo de tecnología incorporada.

El alto costo que representa el desarrollo de nueva tecnología es determinante para incorporar a la electrónica en los vehículos. Al construirse en serie la producción se eleva, produciendo que el costo real de nuevas tecnologías disminuya.

¹Motronic: Sistema de inyección de gasolina desarrollado por BOSCH.

Con el aporte tecnológico se logró grandes avances en las ventajas de confort, seguridad y control del automóvil. Mediante utilización de circuitos impresos superpuestos, se logró reducir la superficie necesaria para el montaje de los componentes electrónicos. El emplear chips permitió integrar mayor número de funciones en los circuitos con menor tamaño y peso, y en la actualidad los sensores son: ligeros, exactos y resistentes.

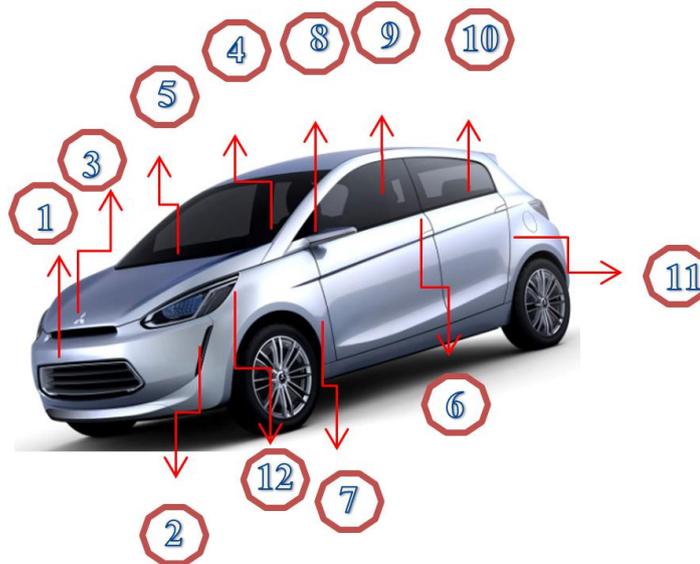
2.1.1 Módulos de control y su ubicación en el vehículo. Los lugares para ubicar el módulo de control por las características e importancia de éstos son restringidos en el vehículo. Esto determina su posicionamiento en lugares poco convencionales respecto a otros elementos.

Siendo condicionada su ubicación por múltiples razones, los podemos encontrar en sitios donde existe alto riesgo de verse afectados por un impacto. Por lo general no se logra obtener una buena ubicación debido al nivel de accesibilidad que debe tener el lugar donde se encuentra. El acceso rápido y sencillo del ECM permite su fácil desconexión y desmontaje al momento de realizar reparaciones en el vehículo, pero lo hace vulnerable a manipulaciones indebidas. (ZAPATERÍA, 2002)

Las ubicaciones más comunes de las unidades de control se indican a continuación:

1. En la zona de la punta del larguero delantero derecho.
2. En la zona de la punta del larguero delantero izquierdo.
3. En la parte posterior de la torreta de amortiguación delantera derecha.
4. En el interior del habitáculo, junto al pilar derecho.
5. En la caja de aguas.
6. En la parte inferior del salpicadero.
7. En el interior del habitáculo junto al pilar izquierdo.
8. En el interior del habitáculo, debajo de los asientos y en el túnel central.
9. En la zona de la aleta posterior derecha.
10. En el piso del maletero.
11. En la zona de la aleta posterior izquierda.
12. En la zona de la aleta delantera izquierda.

Figura 1. Ubicación común de las unidades de control (Mitsubishi ASX)

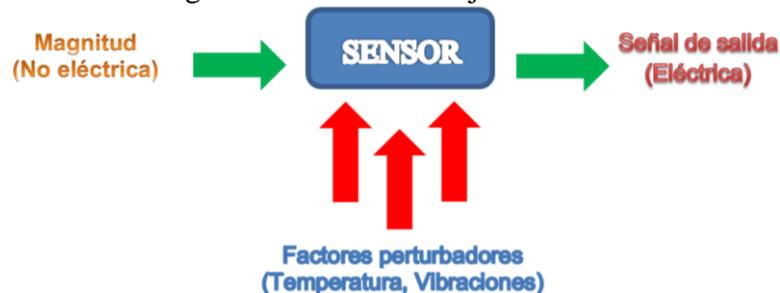


Fuente: www.mitsubishi-motors.com

2.2 Definición de sensor

Al dispositivo que es capaz de detectar acciones o estímulos externos y responder a éstos le damos el nombre de sensor. La principal función del sensor reside en obtener señales eléctricas como respuesta a las magnitudes de entrada no eléctricas. (PALLÁS, 1993)

Figura 2. Modo de trabajo del sensor



Fuente: www.mecánicavirtual.com

Cuando el sensor está constituido por una parte encargada de procesar la señal para que pueda ser tomada por el ECM, éste se denomina un “sensor integrado”, esta característica lo diferencia de ser un “sensor elemental” los cuales envían la señal generada a un circuito de adaptación para que ésta sea generalizada y pueda ser interpretada por la unidad de control.

Los circuitos de adaptación son diversos, y cumplen la misma función. Su diferencia es el tipo de señal que deben adaptar, ya que los sensores entregan la señal eléctrica en función de la magnitud que miden. Existen un gran número de circuitos integrados de adaptación, a la medida de los sensores y ajustados a los vehículos respectivos.

Figura 3. Ubicación de algunos sensores (Nissan Frontier NP300)



Fuente: Autor

1. Sensor de posición del distribuidor.
2. Sensor de posición del cigüeñal.
3. Sensor de temperatura del refrigerante.
4. Sensor de detonación.
5. Sensor de flujo de masa de aire.
6. Sensor de posición de la mariposa.

2.2.1 Tipos de sensor

2.2.1.1 Clasificación. Por sus características los sensores de los vehículos se clasifican tomando en cuenta:

2.2.1.2 Su función y aplicación. Estos sensores se dividen en:

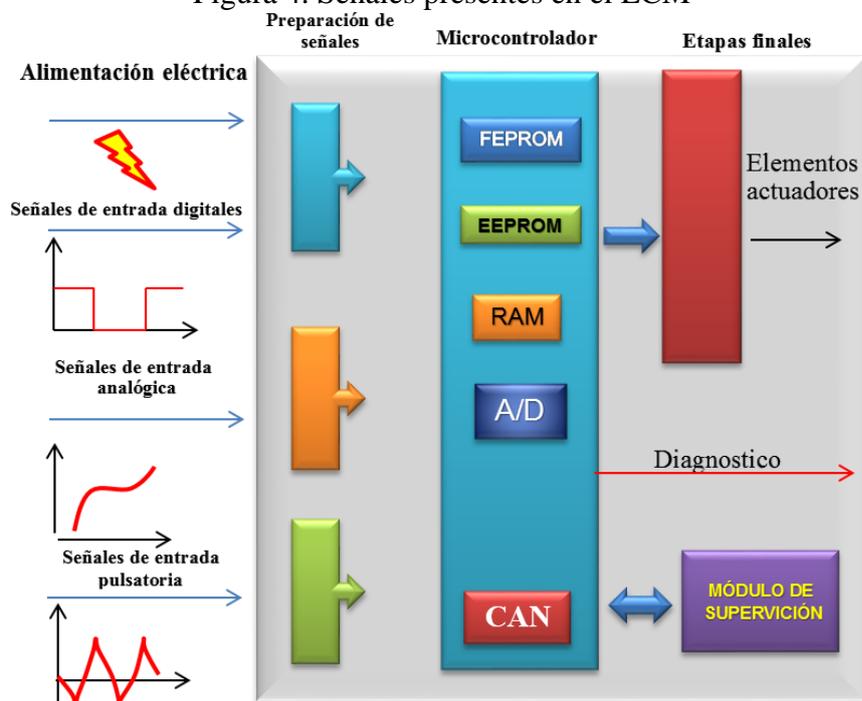
- Los destinados a tareas de mando y regulación llamados sensores funcionales.
- Los que interviene en seguridad (protección antirrobo).

- Los encargados de medir magnitudes de desgaste y consumo al igual que la información de los ocupantes del vehículo.

2.2.1.3 Según la señal de salida. Éstos se pueden dividir en:

- Los que producen una señal analógica.
- Los que brindan una señal digital.
- Los que proporcionan señales pulsatorias.

Figura 4. Señales presentes en el ECM



Interfaz que comunica con otros sistemas (ABS, inmovilizador, etc.)

Fuente: www.scribd.com

En la figura 4 se puede visualizar el tipo de señales que puede recibir la unidad de control, mediante qué elementos la procesa y a donde se dirige la señal de salida.

2.2.2 Sensores medidores de nivel

2.2.2.1 Medidores de nivel de líquido. Al referirse a los medidores de nivel de líquido se habla de aquellos que miden; la altura del líquido mediante una referencia, el

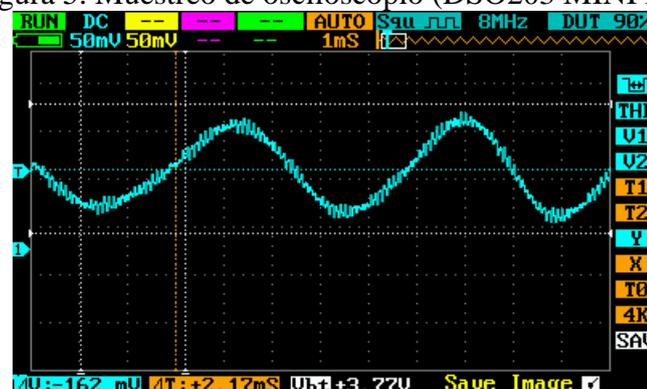
desplazamiento de un flotador o a su vez miden el nivel relacionándolo con la presión hidrostática. Éstos son algunos de los métodos utilizados para obtener la medida del nivel del líquido contenido en un reservorio.

Entre los medidores de nivel podemos encontrar; los denominados de “medida directa”, en este grupo están: los instrumentos flotadores, las sondas y cintas entre otros. Estos medidores utilizan la transmisión del movimiento a través de su contacto directo con el líquido, de esta forma muestran el nivel de manera simple. Son de gran utilidad siempre y cuando las condiciones sobre las cuales toman la medida permitan su correcta operación.

2.3 Tipos de señales generadas por los sensores

El trabajo en los vehículos tras la introducción de la electrónica, se basa en la utilización de “señales” para localizar las fallas de funcionamiento en los sistemas electrónicos. Éstas pueden ser identificadas gráficamente mediante la utilización de un instrumento denominado osciloscopio.

Figura 5. Muestreo de osciloscopio (DSO203 MINI Kit)



Fuente: Autor

En la figura 5 se puede ver un tipo de señal mostrada a través del osciloscopio y algunos de los parámetros medibles mediante este instrumento.

2.3.1 *Señales de entrada y salida.* Con el avance tecnológico creciente se vendrán incorporando nuevos sistemas en el vehículo, pero estos circuitos sin importar su modo de trabajo siempre utilizarán estas de señales:

- Señal de entrada.
- Señal de salida.

Señal de entrada. Proveen información sobre las condiciones de operación (interruptores, sensores).

Señal de salida. Causa que un dispositivo eléctrico o electrónico funcione (lámparas, LED, relés, motores).

Este tipo de señales se las puede encontrar de forma digital o análoga según la proporcione el dispositivo que la genere. Los encargados de procesar las señales son los ECM (Engine Control Module).

2.3.2 *Señales análogas y digitales*

Señal análoga. Cuando el voltaje de una señal es variable constantemente a lo largo del tiempo, el tipo de señal que recogeremos será una señal “análoga”.

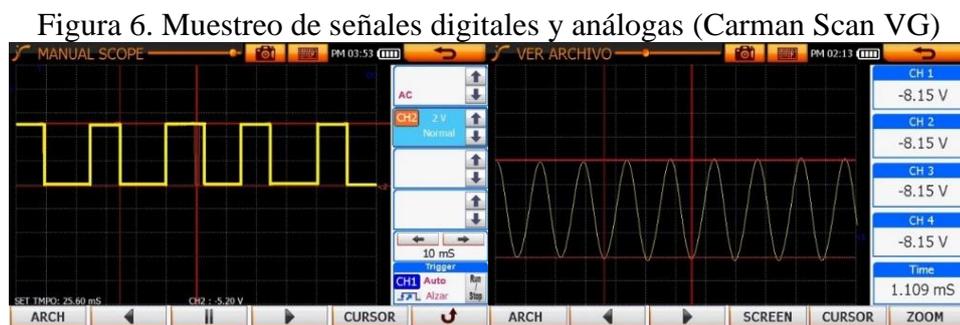
Señal digital. Este tipo de señal difiere de la análoga; en que únicamente tiene dos estados o dos niveles de voltaje y se los puede representar así:

- ON/OFF (Activado / Desactivado)
- Alto/Bajo (High/Low)
- 1/0

Señal de onda cuadrada. Puede ser positiva o negativa, es continua sin cambio de polaridad y con tensión variable, en el automóvil por lo general se maneja con valores comprendidos entre 0 V y 12 V dependiendo el sistema. (Utilización del osciloscopio en el automóvil, 2009)

Señales análogas y digitales en pantalla. Las señales que podemos encontrar en el ECM ya sean de salida o entrada estarán definidas como analógicas o digitales.

Señales en la pantalla de control. Para el efecto se utiliza una pantalla táctil resistiva que actúa mediante dos capas, una que conduce electricidad continuamente y otra que permite generar un cambio de resistencia al entrar en contacto con la primera, la medida del punto en donde varía la resistencia es utilizada para determinar el eje de posición. (Touch screens: a pressing technology, 2010)



Fuente: Autor

2.4 Módulos electrónicos de control

Las características de la señal digital son las más prácticas para ser utilizadas por el ECM y procesar la información necesaria de todos los sistemas del vehículo.

Algunas de las características que utiliza el ECM para brindar la señal digital son:

1. *Estado.* Puede ser (ON u OFF).
2. *Duración de la señal.* El tiempo en estado ON o en OFF.
3. *Frecuencia.* El cambio de estado por segundo de la señal en relación al voltaje de 0 V a 5 V o de "alto" a "bajo" según se tome la lectura.
4. *Ciclo de Trabajo.* El valor porcentual determinado por el tiempo en estado ON en relación con el tiempo en estado OFF.

2.4.1 Módulos de control electrónico. Los ECM son encargados de monitorear las señales de entrada, procesarlas y generar señales de salida para ser aprovechadas por otros sistemas en el automóvil.

Señal de entrada. Los encargados de enviar este tipo de señal al ECM son los sensores e interruptores.

Esta señal se encarga de:

- Comunicar qué ocurre en el sistema del cual proporciona información.
- Informar las condiciones de operación.

Señal de salida. Esta señal es utilizada por el ECM para controlar los principales sistemas del vehículo.

Entre estos sistemas podemos nombrar algunos como:

- Transmisión
- Climatizador
- Sistema ABS
- Accesorios
- Motor

El ECM es el módulo de control encargado de procesar la información de todos los sensores a gran velocidad, genera comandos que son interpretados por los dispositivos que controlan el motor, y de esta manera regulan su operación.

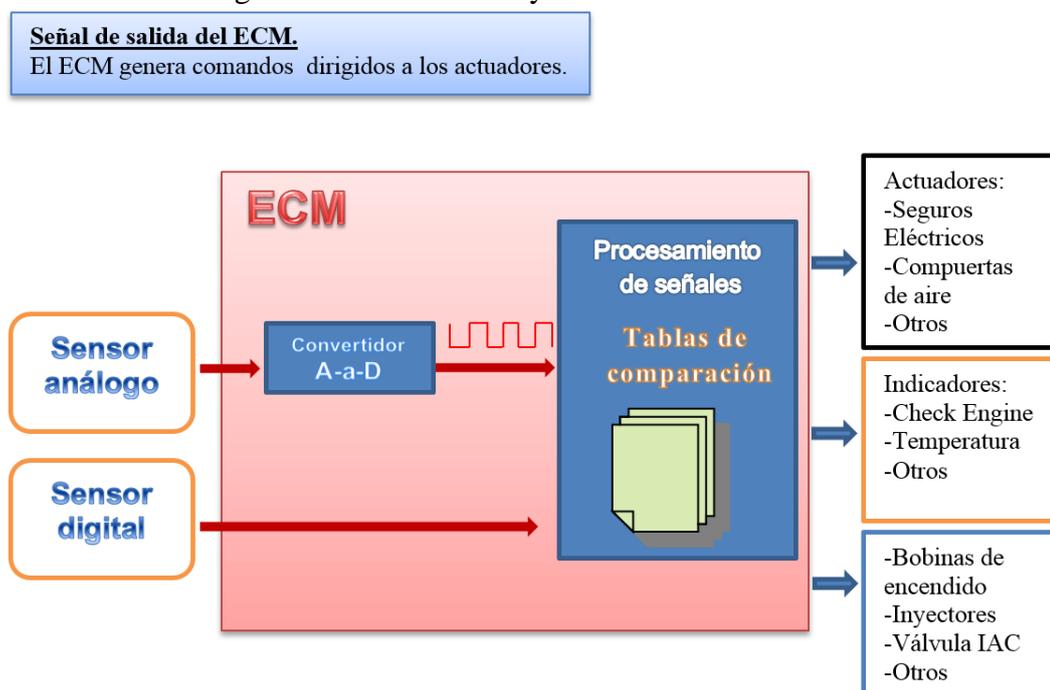
2.4.1.1 Señales procesadas por el ECM. El tipo de señal es al factor más importante para que el ECM pueda procesar una señal.

Señal digital. Es procesada de manera directa por el ECM.

Señal análoga. Es necesario realizar una conversión antes de ser procesada por el ECM. Por lo general se la transforma en una señal digital para ser interpretada fácilmente por el módulo de control.

Como ejemplo práctico de este proyecto se puede citar la señal análoga del sensor de velocidad, medida en la salida del sensor en la caja de cambios cuya onda generada corresponde a una de tipo sinusoidal que luego es convertida en cuadrada por el convertidor A/D interno del módulo de control del vehículo.

Figura 7. Procesamiento y salida de datos del ECM



Fuente: www.mecánicaenacción.com

Existen tres puntos importantes en el intercambio de información en una unidad de control electrónico.

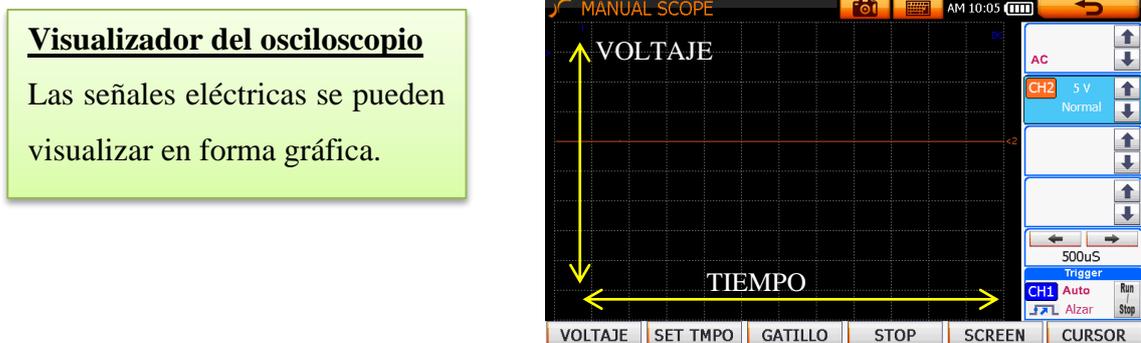
1. La existencia de señal en el momento preciso para ser tomada por el ECM.
2. La generación de la señal de salida debe ser en el momento necesario.
3. La respuesta de los dispositivos de salida, como los inyectores debe estar sincronizada con el ECM.

El desarrollo correcto de esta secuencia de trabajo es primordial para el buen funcionamiento del motor.

Gracias a la ayuda del osciloscopio se puede establecer una visual de las señales de salida y entrada. En la pantalla del osciloscopio se puede identificar con claridad los valores medidos en forma gráfica. Existen dos variables fundamentales sobre las que trabaja para mostrar dicha gráfica.

En la figura 8 se muestra en qué sentido se distribuyen los valores de voltaje y tiempo de la señal del sensor.

Figura 8. Muestreo de osciloscopio (Carman Scan VG)



Fuente: Autor

El osciloscopio ayuda a determinar la variabilidad de la señal con distintos parámetros de funcionamiento, la forma de la señal que presenta cada ciclo es determinante al momento de diagnosticar fallos en un sensor o actuador.

2.4.1.2 La señal digital y sus características. Las características más importantes de una señal digital pueden ser representadas con facilidad en el visualizador del osciloscopio.

Ahí se puede apreciar las siguientes características:

- Frecuencia.
- Ciclo de Trabajo.
- Voltaje.

A continuación en la figura 9 se muestra algunas señales encontradas en el vehículo.

Figura 9. Visualización de señal analógica y digital (Carman Scan VG)



Fuente: Autor

2.5 Mantenimiento automotriz

A toda acción de prevención y corrección encaminada a disminuir el deterioro progresivo del vehículo la podemos denominar “mantenimiento automotriz”.

No es difícil darse cuenta que el mantenimiento de vehículos es un campo en constante crecimiento que trasciende fronteras. Convirtiéndose hoy en un factor relevante para los fabricantes de vehículos a nivel mundial. “En el vehículo este término, se refiere a: la lubricación, ajuste y remplazo de las piezas para mantenerlo en funcionamiento de manera eficiente y no se produzca un desgaste prematuro”. (BRAND, 2009)

2.5.1 Importancia del mantenimiento. La importancia del mantenimiento se enfoca de manera general en prolongar la vida útil de los elementos que constituyen un vehículo. Éstos permiten el mejor desempeño y aprovechamiento de la máquina, sin dejar de lado el compromiso medioambiental que esta tarea representa.

El contar con periodos de mantenimiento prolongados del vehículo genera mayor confianza en el consumidor. En la actualidad el diseño y la construcción van muy ligados al servicio técnico, para lograr que las tareas de: desmontaje, reparación, instalación y mantenimiento de los elementos del vehículo sea cada vez más fácil.

Los determinantes para escoger donde realizar el correcto mantenimiento del vehículo son:

- Equipos, herramienta y procesos de calidad.
- Técnicas de reparación aplicadas.
- Tipo de repuestos utilizados.
- Tiempo de permanencia.
- Costo de mantenimiento.

La seguridad de los vehículos en cuanto a prestaciones mecánicas y físicas, y la exigencia cada vez mayor de los clientes, promueve que se realice los mantenimientos en talleres capaces de acondicionar técnicamente al vehículo.

En el campo automotriz este plan contiene a tres grandes áreas que son: la mecánica, la lubricación, la electricidad y la electrónica.

El punto de mayor interés para este proyecto se describe a continuación:

Lubricación. Es necesario conocer las características y aplicaciones de los lubricantes utilizados para asegurar un buen desempeño del motor. Esta parte es importantísima en el vehículo, ya que alrededor del 60% de las fallas son a causa de una lubricación deficiente.

Para cumplir con el plan de mantenimiento se debe aplicar la cantidad y tipo de lubricante necesario en la fecha correspondiente a cada cambio.

Mediante un análisis minucioso de lubricantes en laboratorio, se puede determinar partículas de desgaste y contaminantes. El realizar este tipo de análisis, ayuda a tener conocimiento de cómo actúa el aceite en el motor y otros puntos de lubricación, y, permite seleccionar el lubricante que mejor se ajuste a las condiciones de trabajo.

2.5.2 Programa de mantenimiento general del vehículo. Cada fabricante tiene estructurado su programa de mantenimiento basado en los parámetros óptimos de funcionamiento de cada elemento utilizado en el vehículo, los cuales han sido sometidos a rigurosas pruebas de funcionamiento para establecer los valores de trabajo bajo condiciones de trabajo variables.

2.5.2.1 Procedimientos de mantenimiento. El hacer un análisis detallado al momento de dar solución a los problemas de mantenimiento, permite afrontarlos de manera sencilla.

El procedimiento de mantenimiento de cada vehículo viene determinado por sus características individuales. Cada fabricante cuenta con manuales de servicio detallados, con los procedimientos recomendados. Dependiendo de la zona de trabajo los periodos de mantenimiento pueden sufrir cambios para ajustarse a ella.

Definir un programa de mantenimiento efectivo es importante para registrar todos los costos y lograr que las tareas de mantenimiento garanticen un funcionamiento continuo del vehículo.

El buen funcionamiento del motor está íntimamente ligado con los siguientes aspectos:

2.5.2.2 La lubricación. El cumplir con el periodo de cambio y mediante la selección de un buen lubricante asegura ejecutar a cabalidad el mantenimiento preventivo del vehículo.

Los factores más importantes que debemos conocer para lograrlo son:

- La calidad y clase de aceite que se debe usar.
- El tipo de vehículo que recibirá los cambios de lubricante.
- El tipo de combustible que usa el vehículo.

Todos estos factores deben adoptarse como una norma de mantenimiento en el vehículo. Además el desgaste en el motor se produce al aparecer partículas de suciedad en el aceite, éstas son producto del grado de fricción anormal que existe entre los

componentes mecánicos en constante movimiento. Por la constitución química de los distintos tipos de aceite, no es recomendable mezclarlos.

Las funciones que desempeñan los lubricantes en el motor son:

- Lubricar
- Refrigerar
- Sellar
- Limpiar
- Actuar como anticorrosivo
- Disminuir el desgaste

2.5.3 *Programa de mantenimiento general del vehículo*

2.5.3.1 *Periodos de mantenimiento.* En la siguiente tabla se puede apreciar un ejemplo de cómo viene estructurado el cronograma de mantenimiento vehicular. (Nissan Motor Co., Ltd., 2011)

Para interpretar la tabla 1 se toma en cuenta las siguientes definiciones:

- A. Conducción en áreas de mucho polvo.
- B. Conducción repetida en distancias cortas.
- C. Arrastre de un semirremolque o una caravana.
- D. Marcha mínima del motor excesiva.
- E. Conducción en zonas con sustancias corrosivas.
- F. Conducción en carreteras irregulares y/o con barro.
- G. Conducción con uso frecuente del freno o en zonas montañosas.
- H. Conducción frecuente en el agua.

Estas definiciones se basan en las condiciones generadas por el medio ambiente, la geografía del terreno y actividades netamente relacionadas con el uso habitual del vehículo. Por lo general los fabricantes de vehículos muestran en sus manuales de mantenimiento breves acotaciones en cuanto a los agentes que modifican el cambio de

mantenimiento y las recomendaciones para las distintas circunstancias de funcionamiento no se especifican de manera puntual en el vehículo.

Algunos de factores que varían estas apreciaciones pueden ser:

- La calidad de los lubricantes utilizados.
- La calidad de los elementos de recambio utilizados en cada mantenimiento.
- Los hábitos de conducción.
- Las fallas existentes en el vehículo.
- La selección adecuada del tipo de vehículo para el trabajo a realizar.

Tabla 1. Programa de mantenimiento recomendado por el fabricante (Nissan).

Programa de mantenimiento a los 10000 km / 6 meses		
	Condiciones de manejo	
	Normal	Severas
Mantenimiento del motor.		
Limpia el purificador de aire (tipo papel seco).		A
Revisa el filtro purificador previo de aire ciclón.	✓	A
Cambia el aceite (usa el aceite recomendado).	✓	A,B,C,D
Cambia filtro de aceite (usa el filtro recomendado).	✓	A,B,C,D
Revisa el líquido del ventilador de enfriamiento y tuberías.	✓	✓
Revisa bujías de encendido.	✓	✓
Mantenimiento del chasis y la carrocería.		
Revisa líquido de frenos, embrague y transmisión (nivel y fugas).	✓	✓
Revisa tuberías y líquido de dirección hidráulica (nivel y fugas).	✓	✓
Revisa sistema de frenos, embrague y escape.	✓	✓
Revisa pastillas de freno, los discos rotores y demás componentes del freno.	✓	A,C,E,F,G
Revisa balatas del freno, tambores y demás componentes del freno.	✓	A,C,E,F,G
Revisa grasa del cubo de la rueda libre.	✓	H
Lubrica cerraduras, bisagras y cerrojos.	✓	E
Revisa pedal de freno, el freno de estacionamiento y el embrague.	✓	✓

Fuente: Información de garantía y programa de mantenimiento Nissan

2.5.3.2 Condiciones de trabajo especiales que alteran el periodo de mantenimiento

A continuación se determina las definiciones para la interpretación de la tabla 2:

- A. Viajes cortos repetidos.
- B. Conducción en caminos escabrosos.
- C. Conducción en caminos polvorientos.
- D. Conducción en clima extremadamente frío y/o caminos salinos.

Estas condiciones especiales originan fallos prematuros en los componentes del vehículo y es necesario actuar de la misma manera para evitar que se susciten o solucionarlos de manera efectiva.

Tabla 2. Intervalos de mantenimiento condiciones especiales

Ítem	Intervalo	Condición				
		A	B	C	D	A+D
Aceite de motor.	Reemplazar cada 4500 km					
Filtro de aceite principal.	Reemplazar con cada cambio de aceite.			.		.
Tubos de escape y soportes.	Inspeccionar cada 4500 km			.		.
Elemento de filtro de aire.	Reemplazar cada 1000km	.	.		.	
Juego o posibles daños en sistema de dirección.	Inspeccionar cada 4500 km			.		
Desgaste de juntas universales y deslizantes.	Inspeccionar cada 9000 km		.			
Aceite de diferencial y transmisión.	Inspeccionar cada 9000 km		.			
Bandas y campanas de freno.	Inspeccionar cada 4500 km	.	.	.		

Fuente: Manual del conductor Isuzu camiones serie N

2.6 Condiciones de trabajo que alteran los periodos de mantenimiento

El mantenimiento automotriz se desarrolla según las exigencias de las condiciones de trabajo. Estas condiciones influyen directamente en el desgaste variable de los componentes del vehículo.

Se puede categorizar al mantenimiento según las condiciones de trabajo de la siguiente manera:

Condiciones difíciles de funcionamiento:

- Operación del vehículo a máxima carga.
- Operación en carretera con cargas pesadas.
- Operación en caminos sin asfalto.
- Operación de grandes periodos de tiempo a baja rpm.
- Operación en pendiente o regiones montañosas.

Movilización en áreas cercanas:

- Operación en ciudades y vías con intenso tráfico.
- Operación regional con vías limitadas.
- Operación con arranques y paradas seguidas.
- Operación en carreteras en mal estado.

Movilización en áreas lejanas. Operación con pocas paradas a velocidad elevada por caminos en buen estado.

Cuando se opera en estas condiciones se debe tomar en cuenta:

- Comprobar y restituir niveles de líquido refrigerante una vez al año mínimo.
- Cambiar el líquido refrigerante cada tres años.
- Cambiar líquido de freno y embrague cada año.

2.7 Sistemas modernos de control de mantenimiento en el automóvil

Al hablar de sistemas de mantenimiento modernos en el vehículo, se destacan de manera diferenciada los vehículos de marcas de prestigio como Mercedes Benz. Estos vehículos tienen incorporado un sistema de mantenimiento abordo denominado como: Sistema de Mantenimiento Telligent².

A continuación se describe cómo actúa este sistema en los vehículos que lo tienen incorporado y bajo qué variables trabaja.

² Telligent: Mantenimiento en función de la indicación del visualizador.

2.7.1 *Sistema de mantenimiento Telligent.* A través de un control electrónico, el sistema Telligent mantiene el registro y supervisión de los síntomas de desgaste del motor. Entre la información que recolecta está: estado del aceite, nivel de refrigerante, número de arranques en frío, etc.

Por medio de un visualizador en el panel de instrumentos, se informa al usuario las actividades de mantenimiento a realizarse en el vehículo. Algunas de las actividades hacen referencia al desgaste de las pastillas de freno o al cambio de aceite del motor entre otras más.

Este sistema tiene la capacidad de guardar en su memoria las irregularidades producidas al momento del servicio técnico e informar al conductor de ser necesario. En el mantenimiento general del vehículo se puede visualizar las fallas pasajeras de menor importancia que no se dan a conocer al conductor en forma de advertencia en el panel de control.

Funciones del sistema de mantenimiento Telligent:

- Indica problemas específicos como el cambio de aceite.
- Informa sobre trabajos de mantenimientos general a realizarse en el periodo de mantenimiento.

Para maquinaria de trabajo pesado se establece el Mantenimiento Telligent por horas de servicio.

2.7.2 *Assyst (Aktive Service-System).* En el año de 1997 se empieza montar el denominado sistema de mantenimiento activo, Aktive Service-System (ASSYST), en los vehículos fabricados por Mercedes Benz.

El Assyst utiliza la información de los esfuerzos a los que está sometido el vehículo, para determinar los parámetros de mantenimiento. De esta manera sustituye los intervalos de mantenimiento fijo, por un tipo de mantenimiento activo.

Basado en la información de aplicaciones como WIS/ASRA determina que acciones de mantenimiento y en qué puntos ejecutarlas. Los vehículos equipados con este sistema pueden diferenciar entre dos tipos de mantenimiento: Mantenimiento A y Mantenimiento B, denominados como mantenimiento pequeño y grande respectivamente.

Sistema de mantenimiento "Assyst Plus". La evolución del sistema Assyst se denomina "Assyst Plus", que consiste en el perfeccionamiento del modo de aplicar el mantenimiento en el vehículo. Este sistema se lo puede encontrar en los nuevos modelos de Mercedes Benz a partir del 2011. El "Assyst Plus" adquiere la información más importante del vehículo y mediante una evaluación de los datos obtenidos determina el mantenimiento según el cronograma.

Este sistema cuenta con un código cifrado que puede visualizarse en el panel de instrumentos. Al igual que su antecesor utiliza herramientas como WIS/ASRA para determinar de forma automática los trabajos a realizarse.

2.8 Instrumentos de medición de nivel de aceite en el vehículo

Para el control del funcionamiento del motor es necesario contar con instrumentos útiles como los medidores de presión y nivel de aceite. El aceite es parte vital en todo motor, y de su estado de conservación depende el buen funcionamiento de éste.

Mediante el flujo de alta presión generado por una bomba de aceite, se llega a lubricar los cojinetes, barras y demás puntos críticos del motor. El indicador en el panel de instrumentos del vehículo permite monitorear el estado del sistema de aceite para evitar un sobrecalentamiento, y que esto ocasione un efecto destructivo para el motor.

2.8.1 Tipos de medidores de aceite. Los medidores de aceite se clasifican en dos grupos que son: Los electrónicos y los mecánicos. Los dos tipos de medidores toman información de sensores montados en el motor.

El medidor electrónico recibe una señal eléctrica del sensor que es interpretada por el medidor, dándola a conocer mediante el desplazamiento de una aguja.

El medidor mecánico interpreta la presión en un tubo de aceite conectado de forma directa al indicador y desplaza la aguja a la medida correspondiente.

En los últimos años se ha venido utilizando medidores que eliminan la aguja para determinar la medida del nivel o presión. Este tipo de medidor permite la visualización de los valores en forma digital a través de un LCD en el panel de instrumentos. Las tres variantes expuestas tienen un alto grado de eficiencia y precisión.

Interpretación del medidor. Al conducir un vehículo es conveniente mirar brevemente el medidor de presión o nivel de aceite cada cierto tiempo para controlar irregularidades inesperadas. De esta manera se podrá advertir si los valores de funcionamiento están fuera de lo normal. Dependiendo del tipo de medidor, se podrá diferenciar en algunos casos una zona de color rojo que indica una alerta de mal funcionamiento. Lo más probable en esas circunstancias es comprobar que el nivel de aceite sea el correcto.

2.8.2 *Uso de los medidores de nivel de aceite.* Existe más de una forma en que un sistema encargado de lubricar motor puede controlar e interpretar el nivel de aceite. Desde motores de bajo cilindraje hasta grandes motores industriales dependen del buen estado del aceite para prolongar su longevidad.

Los medidores de nivel en el automóvil son utilizados para entregar una medida de la cantidad de aceite que se encuentra en el reservorio, y en algunos casos se convierte en un elemento electrónico que no solo controla el nivel, ya que tiene incorporado un conjunto que mide la temperatura, densidad y otros valores característicos del fluido.

Este tipo de dispositivos envía una señal de tipo eléctrica al ECM, y de esta manera establece el tiempo de utilidad que el aceite aún conserva y bajo qué condiciones se encuentra trabajando.

En los motores industriales modernos, debemos identificar dos elementos importantes: el medidor y el módulo de auto lubricación, este último da paso al aceite de recambio y así mantiene al motor permanentemente lubricado. Con este tipo de sistema se conserva las mejores condiciones de funcionamiento del motor.

Este sistema es el más conveniente para motores cuyo modo de operación no permiten detenerlos para realizar el cambio de aceite y hace propicia la actividad de un cambio en cortos periodos de trabajo.

2.9 Programación

Para desarrollar el sistema de mantenimiento se utiliza herramientas de programación que permiten ajustar los dispositivos electrónicos a nuestra necesidad.

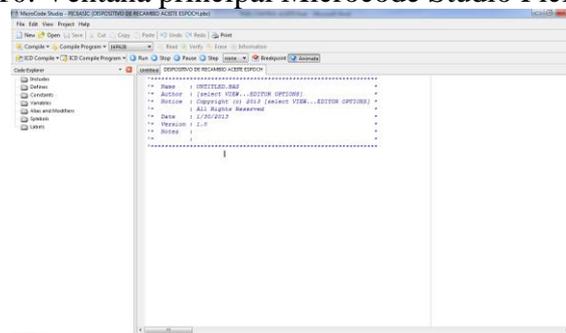
Entre el grupo de software utilizados están:

- Microcode Studio PicBasic Pro.
- Proteus 8 Profesional.

2.9.1 Microcode Studio Picbasic Pro. El software Microcode Studio Picbasic Pro es una interface desarrollada para la programación de microcontroladores utilizando un lenguaje denominado Basic³. Este programa trabaja en un entorno de desarrollo integrado de gran alcance visual denominado (IDE). Además logra depurar errores surgidos durante la programación mediante un circuito (ICD), capacidad característica del compilador PICBASIC.

Mediante esta herramienta se escribe el código del programa para controlar el sistema de cambio de aceite. El archivo compilado permitirá almacenar los datos en el microcontrolador.

Figura 10. Ventana principal Microcode Studio PicBasic Pro



Fuente: MicroCode Studio PicBasic Pro software

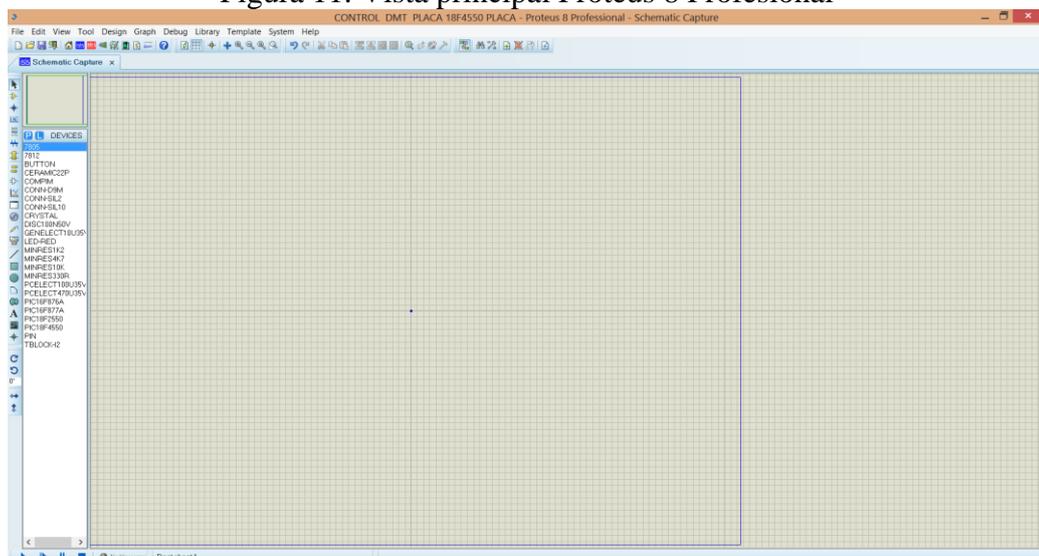
³ **Basic:** Familia de lenguajes de programación de alto nivel.

El diseño de los circuitos y la selección previa de cada uno de los componentes para lograr que éstos se ajusten a nuestra necesidad y permitan obtener un óptimo funcionamiento del sistema de mantenimiento en el vehículo hace necesario utilizar un software que cuente con características especiales como el descrito a continuación:

2.9.2 *Proteus 8 Profesional.* El software Proteus es una aplicación CAD. El diseño de los circuitos que controlan el sistema principal del proyecto de cambio de aceite es el ISIS (Sistema esquemático inteligente de entrada). Este programa permite realizar el diseño del plano eléctrico de los circuitos a partir de una variedad de componentes como: resistencias, microcontroladores, fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos.

Una vez realizados los diseños, el programa permite visualizar el funcionamiento de los circuitos de manera real.

Figura 11. Vista principal Proteus 8 Profesional



Fuente: Adaptación de pantalla software Isis Proteus

2.10 Adquisición de datos

Los parámetros de funcionamiento del sistema se basan en el muestreo de la información enviada por el ECM al odómetro.

Figura 12. Placa electrónica que procesa datos para el tablero

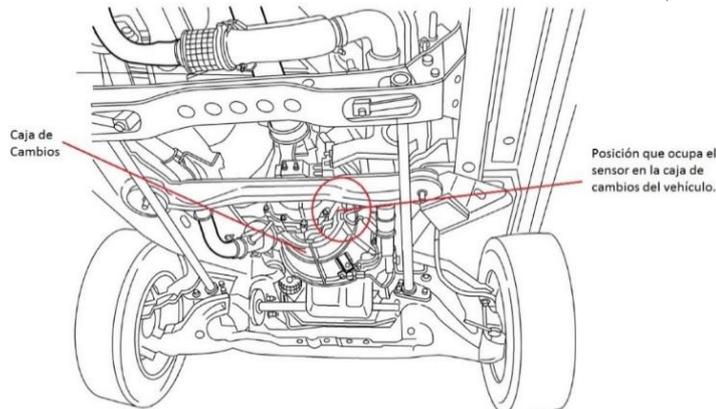


Fuente: Autor

Estos datos tienen origen en la señal emitida por el sensor de velocidad VSS ((Vehicle Speed Sensor), el cual proporciona una señal de voltaje producida por el mecanismo que lo constituye, siendo éste de tipo inductivo, y estando sincronizado con el sistema de transmisión del vehículo.

El módulo de control recibe la señal de la velocidad a la que se desplaza el vehículo mediante el sensor de velocidad (VSS). Por lo general los sensores de velocidad tienen un funcionamiento similar a los sensores de cigüeñal o árbol de levas. Los de tipo imán permanente, son los sensores de velocidad más comunes en los de vehículos actuales. Estos sensores pueden venir acoplados al diferencial trasero o a la caja de la transmisión. Los primeros trabajan mediante una rueda de gatillo montada en la corona, y el otro utilizan un engranaje (engranaje loco), pero ambos realizan la misma función.

Figura 13. Ubicación de sensor de velocidad en el vehículo (vista inferior)



Fuente: Manual de taller Nissan Frontier

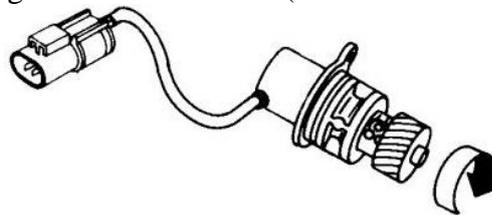
El sensor de velocidad propio del vehículo de prueba mide la rotación de la transmisión y el ECM determina la velocidad del vehículo correspondiente. A pesar de que el

funcionamiento del sensor no involucra elementos complejos, se pueden presentar fallas ocasionadas por: conexiones sueltas, alta resistencia en el circuito o una discontinuidad en el circuito.

Éstos son algunos de los síntomas que se pueden presentar por falla del sensor:

- Sobrecalentamiento de la transmisión.
- Aumentan las emisiones de gases de escape.
- Consumo anormal de combustible.
- Desaceleración ocasiona tirones.
- En vehículos con transmisión automática se producen puntos de cambio inadecuados.
- No opera el control de velocidad crucero.
- Temperatura anormal en transmisión.
- Registro erróneo del recorrido en el odómetro.

Figura 14. Sensor VSS (Vehículos Nissan)



Fuente: www.2carpros.com

En la siguiente figura se presenta el oscilograma del sensor VSS una vez procesada la señal por el ECM.

Figura 15. Señal Sensor VSS (Nissan Frontier-Carman Scan VG)



Fuente: Autor

La variación de los datos mostrados está directamente relacionada con el diámetro de los neumáticos y la relación de transmisión de movimiento entre el sensor y el eje de transmisión. El punto fundamental para la obtención de los datos, es identificar el tipo de señal que emite el sensor al ECM y qué tipo es la señal que éste envía al tablero electrónico para su posterior visualización.

2.10.1 *Etapas de acondicionamiento de la señal.* Para realizar una conexión directa de los dispositivos que interactúan con las magnitudes físicas involucradas en el funcionamiento del motor, es necesario contar con un procesador digital. Esta función en el vehículo es realizada por el ECM, que conecta a sensores y actuadores con cada uno de los sistemas electrónicos del vehículo.

La compatibilidad de las conexiones de cada uno de los sensores y actuadores con el ECM depende en gran medida de las etapas de acondicionamiento de la señal que éstos emitan o recepten. Los procesos de filtrado y amplificación de la señal antes de su conversión A/D son los más fáciles de identificar al momento del acondicionamiento de la señal.

El proceso de acondicionamiento hace necesaria una clara visión y entendimiento de los siguientes puntos:

- La forma física en que se presenta la magnitud medida.
- Las operaciones matemáticas utilizadas en el acondicionamiento.
- El número de conversiones que realizará el circuito.

El proceso de acondicionamiento de la señal para este proyecto, empieza con la transformación de señal mecánica a eléctrica por parte del sensor de velocidad. El tipo de señal que emite el sensor es analógica de onda sinusoidal, la cual es receptada por el ECM en donde se produce el cambio A/D.

El convertidor analógico digital interno del ECM es el encargado de cambiar la señal para que ésta pueda ser receptada de manera correcta por el circuito electrónico en el tablero de instrumentos. El circuito electrónico en el tablero procesa y transforma la

información en una señal de tipo visual, que corresponde a un número cuyos dígitos son mostrados en el odómetro y ayudan al conductor a registrar el recorrido del vehículo.

El acondicionamiento es diferenciado según el tipo de vehículo al igual que las características del sensor que mide la magnitud que determina el recorrido.

2.10.1.1 Conversión analógica-digital de la señal. El proceso para lograr que una señal eléctrica adquiera características de inmunidad a interferencias como el ruido, se denomina conversión A/D (Analógica/Digital). Este proceso tiene como objetivo hacer más fácil el procesamiento, codificación, compresión y otras tareas importantes que se dificultan al trabajar con señales analógicas. Este proceso convierte las señales continuas en números.

Los procesos que se deben realizar para ejecutar una conversión (A/D) son:

- Muestreo
- Retención
- Cuantización
- Codificación

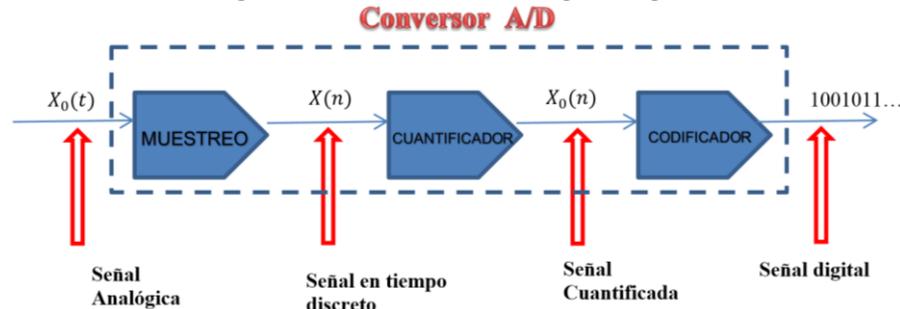
2.10.1.2 Conversores de señal Analógica y Digital

Convertidor analógico-digital A/D. Este tipo de dispositivos son indispensables para innumerables aplicaciones, ya que permiten convertir las señales analógicas en digitales para poderlas procesar. Mediante un multiplexor⁴ incorporado al microcontrolador, es posible aplicar en la entrada del convertidor diversas señales digitales provenientes del PIC.

Las señales de tipo analógico arrojan valores variables que al intentar obtenerlos de forma directamente conllevan una tarea compleja y poco precisa, por lo cual es importante obtener una señal convertida a digital que muestre valores estables para una medición eficaz.

⁴ **Multiplexor:** Circuito combinatorial con varias entradas y una única salida de datos.

Figura 16. Conversor analógico digital



Fuente: Adaptación audio digital práctico. Ed. Anaya Multimedia

2.11 Códigos de programación

La programación del sistema de cambio de aceite se realiza a través de lenguaje Basic, en el desarrollo del programa que controla el sistema, se establece una base de comandos referenciales que progresivamente se editan con la finalidad de utilizar eficientemente la capacidad de la memoria EPROM, así, se estableció métodos de programación que permiten hacer un programa simplificado y eficaz.

En cada una de las etapas de programación se realiza una inspección visual exhaustiva de los apartados de programación, para lograr que las tareas programadas no generen errores en determinadas condiciones de trabajo.

Resulta muy conveniente analizar cada uno de los comandos de programación utilizados, ya que a partir de este análisis se puede identificar si existe alguno que ayude a disminuir el número de líneas de programación. Gracias a la utilización de comandos más eficientes se logra mayor rapidez de ejecución y mejora el rendimiento del sistema.

El sistema de control y registro de cambio de aceite se ejecuta en base a una programación con gran número de caracteres. Esto se debe a utilización de diversos comandos que detallan cada una de las presentaciones y además permiten controlar la pantalla LCD táctil. La programación de este tipo de pantalla, requiere incorporar comandos de control determinados específicamente por el fabricante. El proceso de programación se detalla en el diagrama de flujo del anexo A.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DIGITAL PARA CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR Y MANTENIMIENTO COMPLETO VEHICULAR

3.1 Descripción del sistema de mantenimiento

El sistema es instalado en el vehículo para registrar y controlar los periodos de cambio de aceite que se realiza al motor de combustión interna.

Este dispositivo de control trabaja de tal manera que el usuario es informado del próximo periodo de cambio a través de una pantalla LCD táctil ubicada sobre el tablero de instrumentos, los datos mostrados en esta pantalla provienen de la información procesada por un circuito que recibe la señal digital del ECM y ésta a su vez del sensor de velocidad VSS del vehículo. El resultado de los datos procesados muestra en la pantalla el número de kilómetros que ha recorrido el vehículo, y los kilómetros que le restan por recorrer antes de próximo cambio de aceite.

El sistema tiene establecido el parámetro de control de cambio de aceite en kilómetros para determinar cuándo se inhabilita el arranque del vehículo lo que provocará que éste no encienda.

Para evitar contratiempos del usuario el dispositivo emite alertas tempranas al conductor avisándole que está próximo el cambio de aceite.

La configuración del dispositivo reconoce que se realizó el cambio de aceite mediante la tarea que realiza un sensor de nivel ubicado en el reservorio de aceite del motor, el mismo que proporciona los datos de cambios de nivel al circuito principal del sistema de mantenimiento. El circuito toma estos datos y resetea el valor de bloqueo y calcula el valor de kilómetros para el próximo cambio de aceite.

Las características funcionales del sistema de mantenimiento desarrollado son compatible con los sistemas eléctricos y electrónicos encontrados en los vehículos actuales en el mercado.

3.1.1 *Características diferenciadas.* Los parámetros de diseño y fabricación otorgan al sistema de mantenimiento características únicas.

Para diferenciar al producto se toma en cuenta lo siguiente:

- Características físicas.
- Rendimiento técnico.
- Garantía.
- Ergonomía y facilidad de manejo.
- Compatibilidad con otros productos o sistemas.

3.2 **Diseño de presentación del dispositivo**

3.2.1 *Nombre del sistema.* El nombre del sistema debe permitir identificarlo de manera clara para ello se designa el nombre de MCAM (Monitoreo para cambio de aceite de motor).

“MCAM”

3.2.2 *Logotipo del sistema.* Será la figura que identifica al producto. De esta manera se plasmará en la mente de los consumidores la imagen del producto con el diseño de logotipo de producto.

Figura 17. Logotipo MCAM



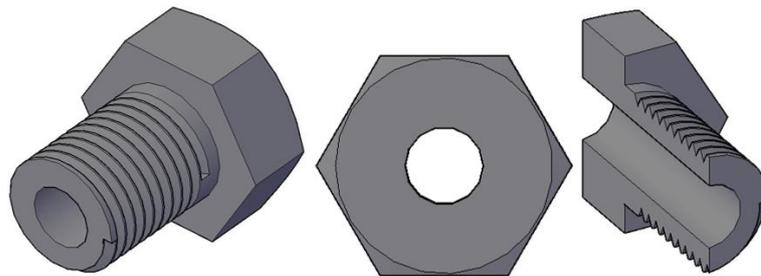
Fuente: Autor

3.3 Diseño del sistema

3.3.1 *Perno de purga para acople del sensor en el reservorio de aceite.* De manera general el sistema de lubricación de los motores consta de un perno ubicado en la parte más baja del reservorio de aceite para su vaciado, este perno realiza la función de tapón, y, en cada periodo de vaciado del reservorio se afloja para drenar el aceite contenido en el motor.

Para este proyecto se optó por reemplazar el perno de purga original por el acople que incorpora el sensor medidor de nivel de aceite, éste tiene incorporado en uno de sus extremos un perno de las mismas características técnicas al reemplazado, siendo la única variante de éste, una perforación en toda su longitud la cual sirve de enlace entre el reservorio de aceite y el acople del sensor.

Figura 18. Perno sustituto de perno de purga original



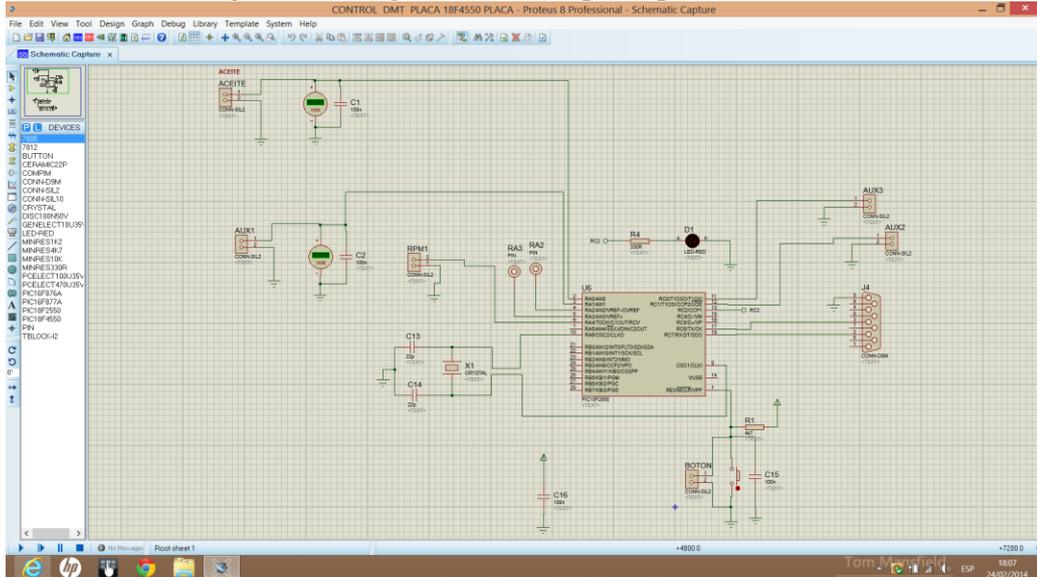
Fuente: Autor

Este nuevo perno cuenta con las mismas dimensiones y tipo de rosca, y es característico de cada modelo de vehículo. Las especificaciones de medida se encuentran detalladas en el anexo B del proyecto.

3.3.2 *Diseño de diagrama electrónico de circuito.* El diseño del diagrama del circuito está determinado por los componentes electrónicos utilizados, partiendo de ahí se puede establecer las dimensiones del mismo.

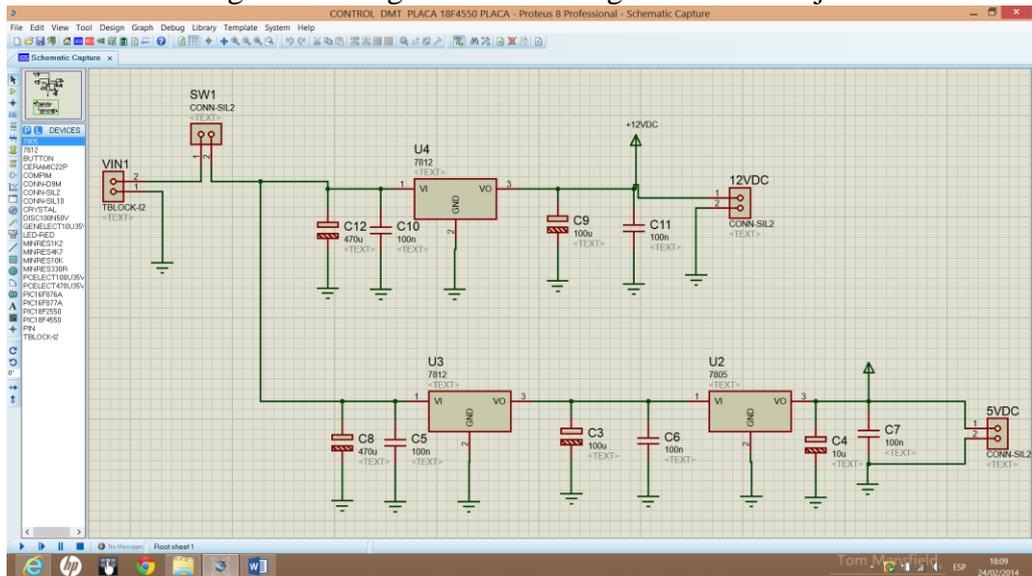
En la figura 19 se muestra como el diagrama del circuito que gobierna al sistema mediante el software de diseño y simulación de circuitos electrónicos.

Figura 19. Diagrama circuito principal del sistema



Fuente: Autor

Figura 20. Diagrama circuito regulador de voltaje



Fuente: Autor

3.3.3 *Diseño de diagrama de conexiones en el vehículo.* Antes de diagramar las conexiones en el vehículo se debe identificar muy bien cual es mejor lugar para ubicar los puntos de conexión del dispositivo y que elementos intervienen.

A continuación en la figura 21 se muestra el panel de instrumentos que se interviene. Este elemento del vehículo de prueba se desmonta para tener acceso a sus conectores donde se obtiene la señal de recorrido proveniente del módulo de control que la acondiciona convirtiéndola en una señal digital.

Figura 21. Panel de instrumentos del vehículo



Fuente: Panel de instrumentos Nissan Frontier 2012

3.3.4 *Diseño de menú de control del sistema.* El menú ha sido diseñado en función a los parámetros principales que el sistema será encargado de mostrar, para esto se mostrara en cada menú contextual los ítems correspondientes a: cambios de aceite, tipos de lubricante a utilizarse, modos de configuración entre otros.

Además en pantalla se podrá tener acceso a submenús que permitirán una mejor administración del mantenimiento, mejor entendimiento y control del sistema.

3.3.4.1 *Modo de visualización*

Figura 22. Pantalla principal del sistema



Fuente: Autor

El diseño de la pantalla principal del sistema basa su interpretación en imágenes y botones digitales que activan los comandos programados y permiten el acceso a cada

submenú. Además los datos informativos en pantalla permiten verificar el estado de servicio del sistema y las características de los aceites utilizados.

3.3.4.2 Disposición de pantallas

Figura 23. Identificación de pantallas utilizadas



Fuente: Autor

El diseño previo a la presentación final es realizado mediante Microsoft Office Power Point, luego de revisada la funcionalidad y distribución de cada elemento de los menús en la pantalla táctil se procede a establecer los comandos de control a través de la herramienta de programación.

Las pantallas vienen dispuestas para que cada una de ellas se muestre de manera oportuna al activar el ícono correspondiente a su enlace. Las alertas de servicio se presentarán de manera sincronizada con los valores predeterminados en la programación del sistema de mantenimiento.

Cada presentación de los submenús detalla la información mediante tablas e imágenes diseñadas de modo simplificado y de fácil interpretación para una mejor comprensión del usuario.

3.4 Selección de elementos y materiales electrónicos

La selección de cada material y elementos utilizados se hizo en base a las condiciones de trabajo y disposición de los elementos en el vehículo, de esta manera se logra la mejor ergonomía para satisfacer el confort del usuario.

3.4.1 Elementos y materiales utilizados. Entre los elementos más importantes utilizados en la implementación del dispositivo están:

- Soporte de pantalla
- Carcasas protectoras
- Sensor de nivel de aceite
- Acople de sensor de nivel
- Conectores
- Cables
- Relé

Materiales electrónicos utilizados para el desarrollo del sistema:

- Pantalla táctil 7"
- Capacitores
- Borneras
- Conector DB9 male de placa
- Regulador 7812 y 7805
- Cristal 20 MHz
- Resistencias
- Transistor 2N3909
- Integrado 4N25
- Diodos 1N4007
- Micro 16F628A
- Pulsadores
- Disipador de calor

3.5 Reconocimiento y ubicación del sistema

3.5.1 Reconocimiento de áreas de influencia del sistema. El vehículo de prueba sobre el cual va ir montado el sistema para las pruebas de funcionamiento y fidelidad es el siguiente:

Figura 24. Vehículo de prueba Nissan Frontier 2012



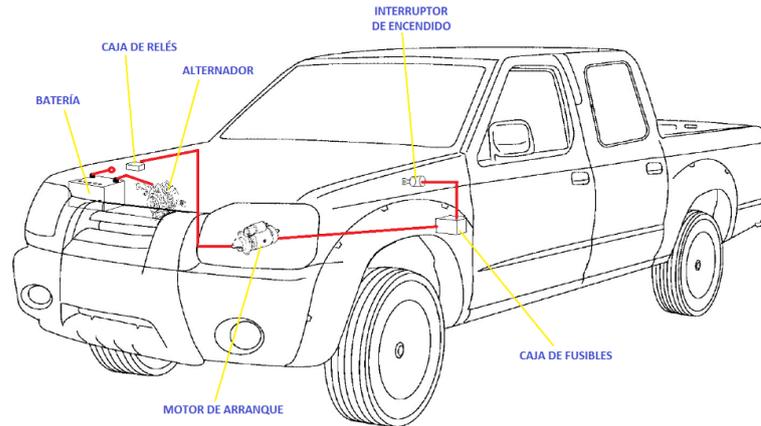
Fuente: Autor

Tabla 3. Especificaciones técnicas vehículo de prueba

Especificaciones técnicas	
Motor	
Tipo	NISSAN KA24DE
Inyección	ECCS, control de inyección de combustión electrónico
Posición	Longitudinal delantero
Número de Cilindros	4 en línea
Potencia neta (hp / rpm) ISO	150 / 5600
Combustible	Gasolina
Transmisión	
Tipo	Manual de 5 velocidades + retro
Sistema eléctrico	
Batería	12V 70 A
Alternador	12V 60 A

Fuente: Manual del conductor Nissan

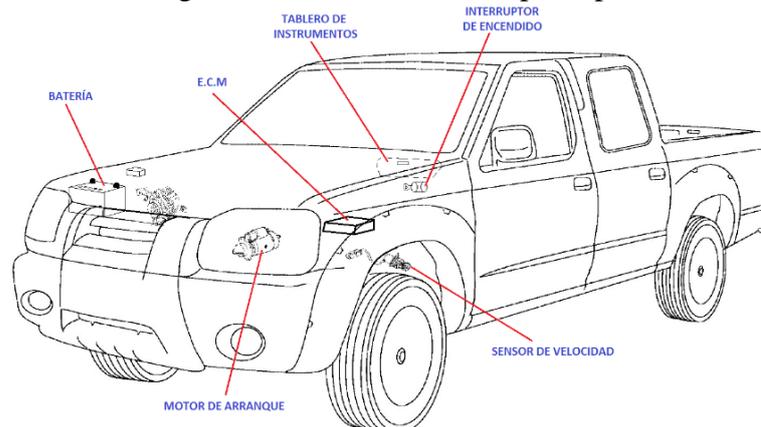
Figura 25. Sistema eléctrico principal del vehículo de prueba



Fuente: Manual de taller Nissan Frontier

A continuación se señalará los puntos eléctricos que se involucran en el funcionamiento e incorporación del sistema en el vehículo.

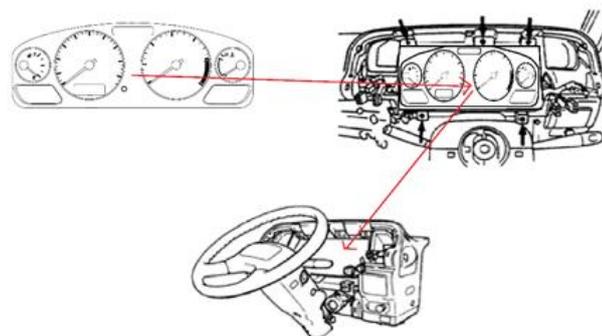
Figura 26. Sistema eléctrico principal



Fuente: Manual de taller Nissan Frontier

Ubicación e identificación del tablero de instrumentos.

Figura 27. Identificación del odómetro en el vehículo



Fuente: Manual de taller Nissan Frontier

Figura 28. Identificación conector E11



Fuente: Autor

3.5.2 Ubicación de pantalla de control. La pantalla de control está destinada a ocupar un área que no influya en el normal desempeño del usuario al momento de conducir el vehículo.

Para esto se tomó en cuenta aspectos importantes como:

- Un fácil acceso y manejo.
- No interferir con los demás sistemas de control del vehículo.
- Invulnerabilidad a golpes.
- Protección contra a los agentes ambientales.
- Correcta visibilidad para el usuario.

A continuación se muestra en la figura 29 el lugar idóneo para la ubicación de la pantalla de control del sistema.

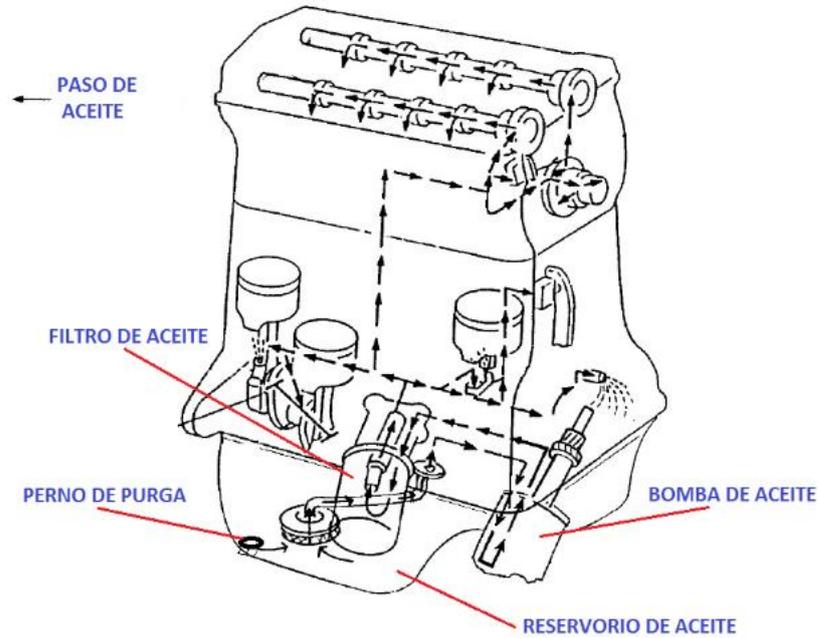
Figura 29. Ubicación de pantalla de control del sistema



Fuente: Autor

3.5.3 Ubicación del sensor en el reservorio de aceite

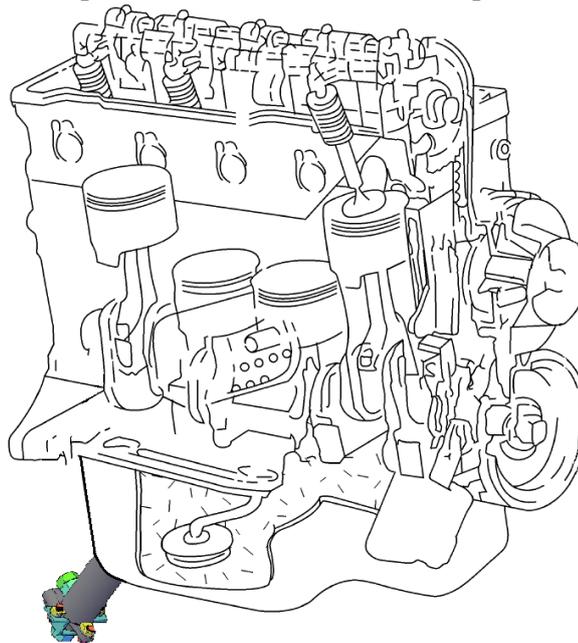
Figura 30. Detalle de sistema de lubricación Motor KA24DE



Fuente: Manual de taller Nissan

Es imprescindible identificar los componentes relacionados con el sistema de lubricación en el motor al cual se van adaptar los nuevos componentes de control, con la finalidad de conservar intacta la funcionalidad de cada uno de ellos.

Figura 31. Vista de perfil motor KA24DE con acople de sensor de nivel



Fuente: Manual de taller Nissan Frontier

Figura 32. Ubicación acople del sensor de nivel en reservorio



Fuente: Autor

Una vez determinada el área de influencia y la posición óptima para el funcionamiento normal del sensor de nivel de aceite, se identifica el lugar correcto para la instalación del acople al motor como se puede ver en la figura 32.

CAPÍTULO IV

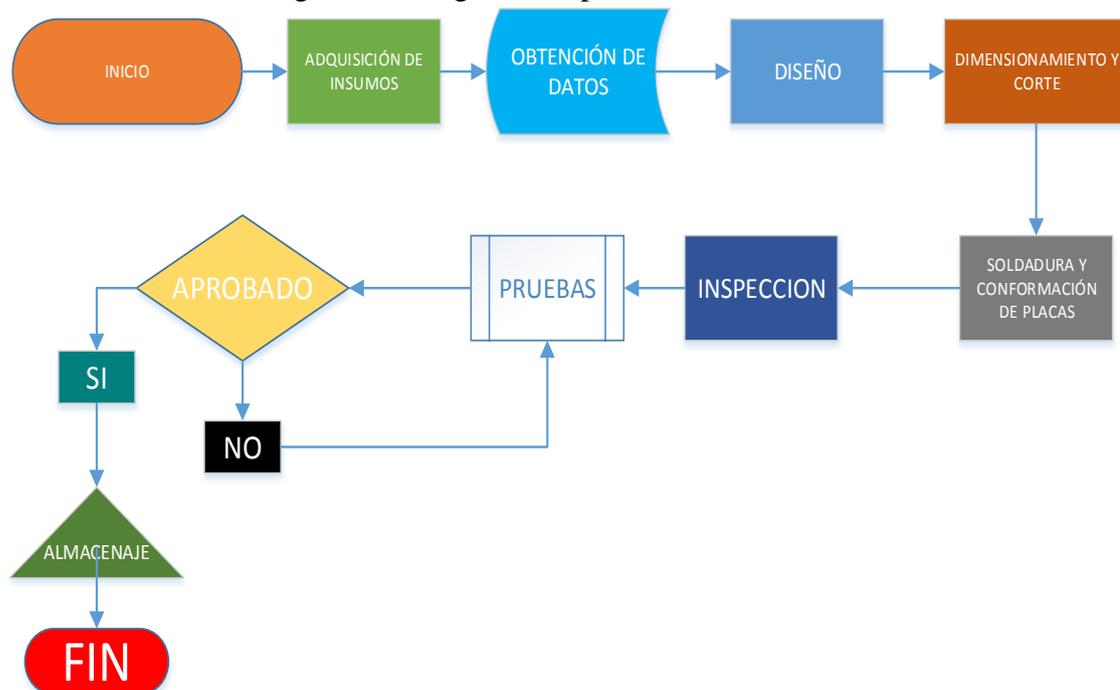
4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DIGITAL PARA CAMBIOS DE ACEITE DE MOTOR Y MANTENIMIENTO COMPLETO VEHICULAR

4.1 Construcción del sistema

La construcción del sistema comprende la elaboración de los circuitos correspondientes al control y manejo de los dispositivos que componen el sistema de mantenimiento vehicular.

La primera etapa del proceso comprende los procesos mecánicos que comprenden el diseño y fabricación de los elementos que servirán para incorporar en el vehículo el sensor que se encargara de medir y enviar la señal del nivel de aceite y así el sistema electrónico pueda establecer los parámetros correspondientes de comprobación de cada cambio de aceite.

Figura 33. Diagrama de proceso de fabricación

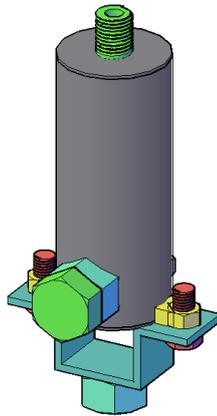


Fuente: Autor

4.1.1 *Construcción del acople del sensor al reservorio de aceite.* Para iniciar con la construcción del elemento que servirá de acople del sensor al reservorio de aceite tomamos en consideración los siguientes aspectos:

- Que no interfiera con el funcionamiento normal del sistema de lubricación.
- Que no esté expuesto a daños prematuros por golpes o falla mecánica.
- Que sea de fácil instalación y mantenimiento.

Figura 34. Acople de sensor de nivel en reservorio



Fuente: Autor

Cada una de las partes del acople del sensor de nivel de aceite forma un conjunto capaz de albergarlo, protegerlo y da paso para que desarrolle su principal función que es proporcionar un señal de medida del nivel de lubricante en el reservorio del motor.

Figura 35. Acople y sensor montados en reservorio



Fuente: Autor

4.1.2 Construcción de circuito eléctrico. En lo que se refiere al circuito eléctrico se considera necesario desarrollar un circuito que tenga incorporado en su diseño componentes resistentes a las condiciones de trabajo que va a estar expuesto el sistema, y tiene que prestar las garantías necesarias para que el usuario quede satisfecho con su adquisición, y la marca vaya ganando el prestigio deseado en el mercado.

El primer paso es tener en claro cuál va a ser la función que deberá cumplir el circuito para así seleccionar cada uno de los componentes que se ajusten a nuestra necesidad.

Luego se procede al desarrollo de las placas electrónicas:

Figura 36. Diseño placa principal



Fuente: Autor

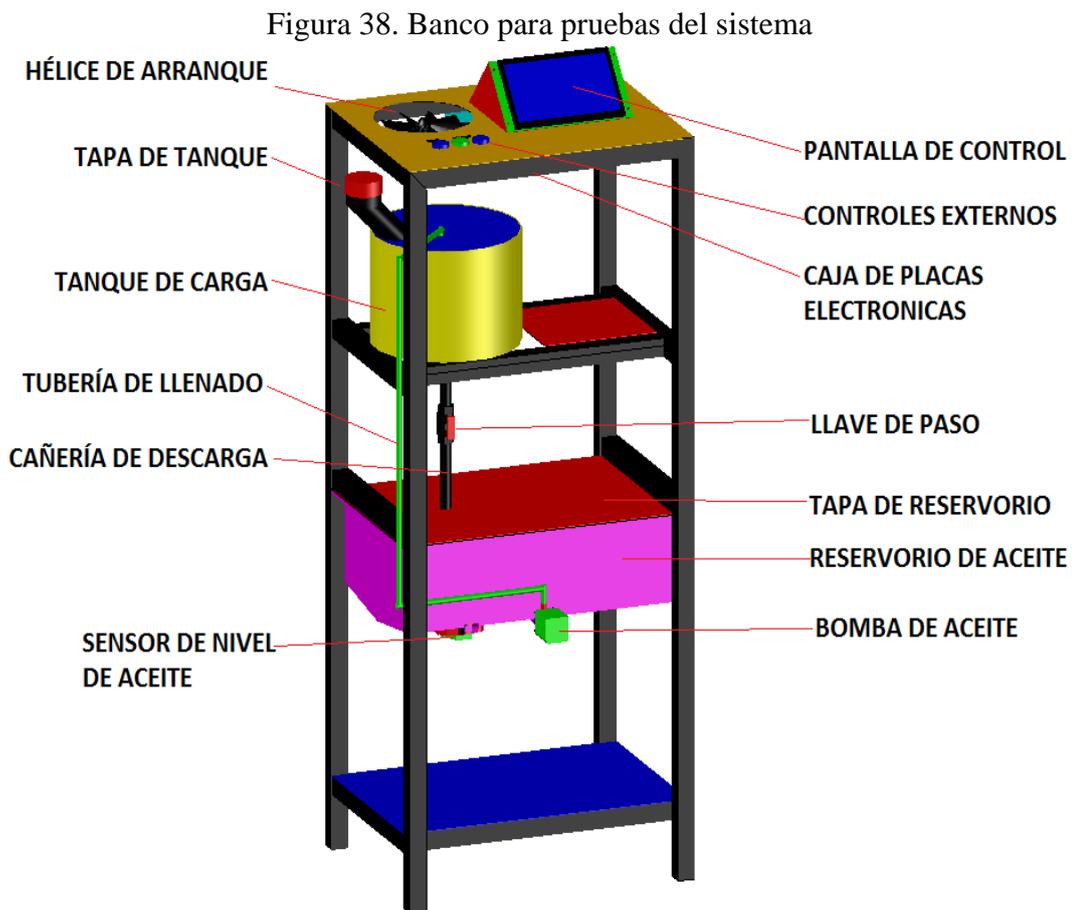
Figura 37. Diseño placa conmutador



Fuente: Autor

4.1.3 Construcción de banco de pruebas. Con el fin poder demostrar el funcionamiento del sistema de mantenimiento de manera didáctica, es necesario desarrollar un conjunto de elementos que permitan poner en ejecución cada una de las características del sistema sin estar instalado en el vehículo. Para ello se define el diseño y fabricación de un banco de pruebas que se ajusta perfectamente a esta necesidad.

El banco para pruebas se describe a continuación con cada una de sus partes:



Fuente: Autor

En la figura 38 se muestra el nombre y ubicación de cada una de las partes que componen el banco de pruebas del sistema de mantenimiento, estos elementos están estratégicamente ubicados para dotar al banco de un manejo rápido y sencillo de todas sus funciones.

Los elementos más importantes del conjunto son los siguientes:

Bomba de aceite:

Figura 39. Bomba de aceite



Fuente: www.lightobject.com

Es la encargada de realizar el vaciado del reservorio para permitir el cambio de nivel de aceite. Ésta a su vez envía el lubricante vaciado al tanque de recarga donde es almacenado.

Sensor de nivel de aceite

Figura 40. Sensor de nivel de aceite



Fuente: www.amazon.com

Es el encargado de enviar la señal de cambio de nivel de aceite al sistema de control y va acoplado directamente en el reservorio de aceite. Este sensor es de tipo on/off y emite una señal eléctrica según la posición del flotador.

Reservorio de aceite

Figura 41. Reservorio de aceite

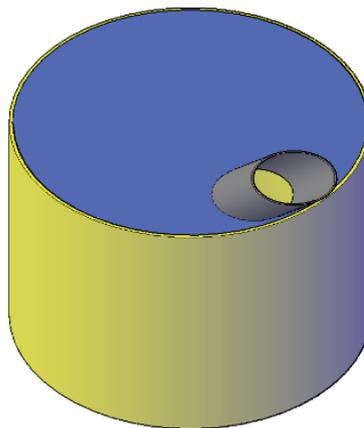


Autor: www.amazon.com

Se encarga de recoger y contener el aceite que se utiliza para poner en funcionamiento el sistema. A través del reservorio y el sensor de nivel se puede establecer al momento del llenado y vaciado el nivel del fluido.

Tanque de carga

Figura 42. Tanque de carga

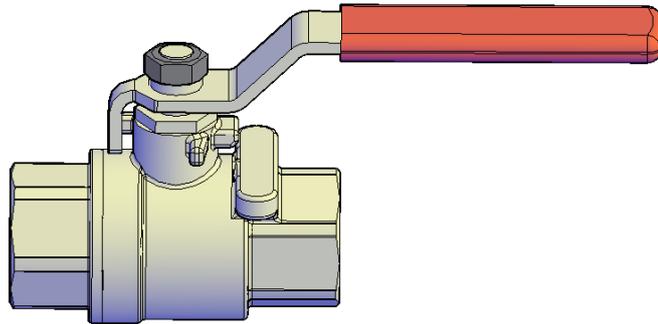


Fuente: Autor

Permite almacenar en su interior el aceite proveniente del reservorio, haciendo posible que una vez vaciado el reservorio y enviada la señal pueda ser completada la tarea de registro de cambio de aceite. Tiene una capacidad alrededor de 1.5 galones.

Llave de paso

Figura 43. Llave de paso



Fuente: Autor

Permite dar paso al aceite contenido en el tanque de carga hacia el reservorio de aceite. Esta acción se realiza para cerrar el ciclo de cambio y así el sensor puede registrar y enviar la señal que confirma que el reservorio ha sido llenado en el nivel correcto. Es de metal y de tipo palanca con un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

Controles externos

Figura 44. Controles externos



Fuente: www.amazon.com

Este tipo de mando externo, permite al usuario activar o desactivar la bomba de aceite, y, de la misma manera activar o desactivar el generador de señal que produce el avance en el recorrido del odómetro del sistema de mantenimiento. Uno de los mandos regula la frecuencia de la señal de recorrido pudiendo ser ésta alta o baja. Para evidenciar que se produce el desbloqueo del vehículo uno de los pulsadores da el paso de corriente a un ventilador que se activa según sea la condición determinada por sistema de mantenimiento.

Ventilador

Figura 45. Ventilador



Autor: www.amazon.com

Este elemento es utilizado como un dispositivo netamente didáctico para poder simular y evidenciar el bloqueo y desbloqueo del arranque del vehículo. Para ello se utiliza el movimiento de este ventilador quedando establecido qué; cuando presionemos el pulsador de arranque y el sistema esté desbloqueado el ventilador procederá a moverse, y, cuando el sistema esté bloqueado al presionar el pulsador de arranque éste no se moverá.

Pantalla

Figura 46. Pantalla de control



Autor: Beijing Dwin Technology Co., Ltda

Se tiene incorporada en el banco de pruebas la pantalla táctil y va dispuesta para cumplir la misma función que realiza en el vehículo. Para ello se debe tomar en consideración la descripción de cada una de las características de funcionamiento que descritas con antelación. El dimensionamiento del Banco de pruebas se detalla en el anexo D de este proyecto.

4.1.4 *Instalación de conexiones en el vehículo.* Cada una de las intervenciones que se realiza en el interruptor del vehículo, no debe interferir con su funcionamiento normal. Para ello los procedimientos utilizados deben garantizar su correcta ejecución.

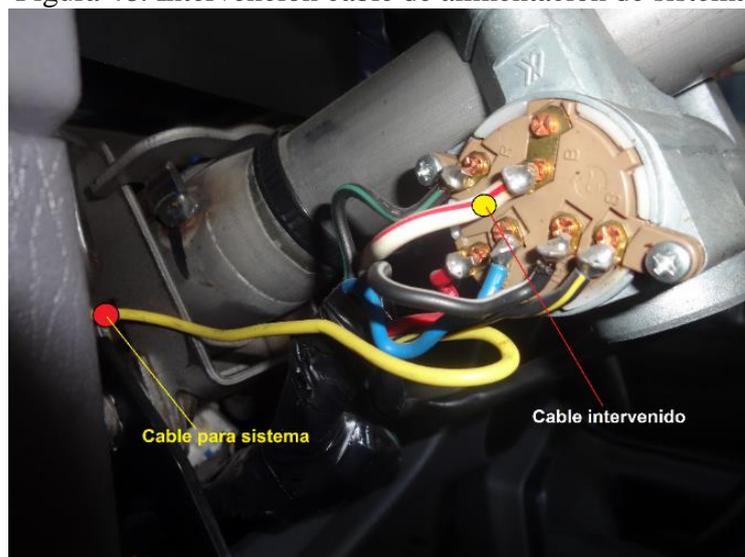
Figura 47. Desmontaje de cubierta de interruptor



Fuente: Autor

En este caso se intervienen dos uno de entrada y otro de salida del interruptor, tomando uno a partir de la línea del positivo de color blanco con franja roja para alimentar al sistema de mantenimiento.

Figura 48. Intervención cable de alimentación de sistema



Fuente: Autor

El segundo cable a intervenir es el de salida del interruptor al arranque de color negro con franja amarilla que trabaja cuando la llave se encuentra en la posición “Start”. En este enlace se introduce el relé que hace posible la conmutación del circuito y por consiguiente deshabilita el motor de arranque.

Figura 49. Intervención cable de arranque



Fuente: Autor

4.2 Pruebas en el vehículo

La fiabilidad del sistema en todo tipo de circunstancia de trabajo es esencial. Cada uno de los componentes que lo integran debe realizar de manera eficiente su función. Es responsabilidad del fabricante, proporcionar al consumidor un producto de calidad que se ajuste a sus necesidades.

Para entregar al consumidor un buen producto, éste debe ser sometido a una serie de pruebas, las cuales servirán para ajustar sus parámetros de funcionamiento.

Esta etapa es primordial para detectar de manera oportuna errores de funcionamiento y su origen. Así se puede establecer el comportamiento del sistema en condiciones reales de funcionamiento.

4.2.1 Prueba de conexiones y enlaces del sistema. El proceso que involucra la comprobación de cada una de las conexiones que se establece entre el sistema de mantenimiento y el vehículo, se realiza mediante un multímetro.

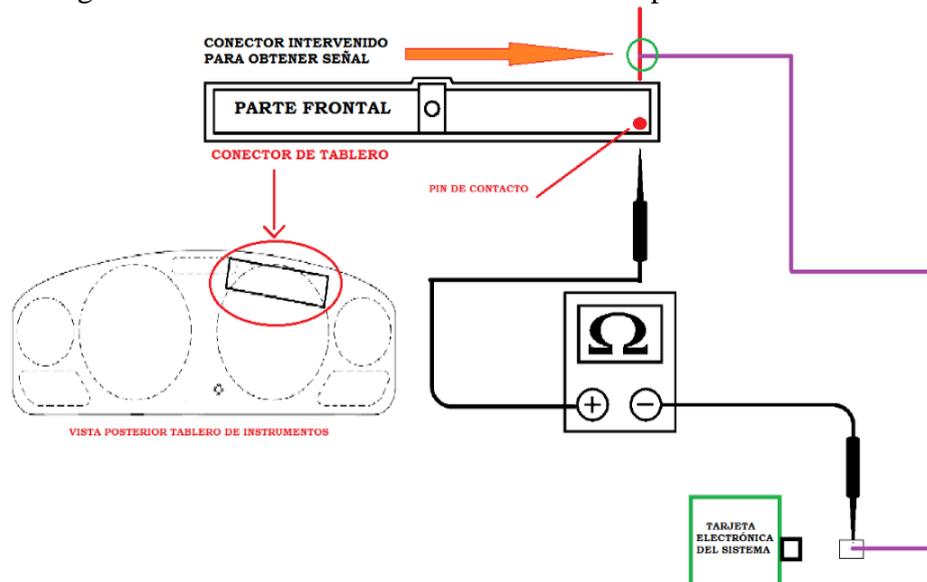
Figura 50. Sistema instalado en el vehículo



Fuente: Autor

Una vez instalado el sistema en el vehículo, se procede a realizar en primera instancia la prueba de continuidad, esta prueba tiene como finalidad corroborar que exista una conexión sin cortes o interferencia por falsos contactos.

Figura 51. Prueba de continuidad en conexión para toma de señal



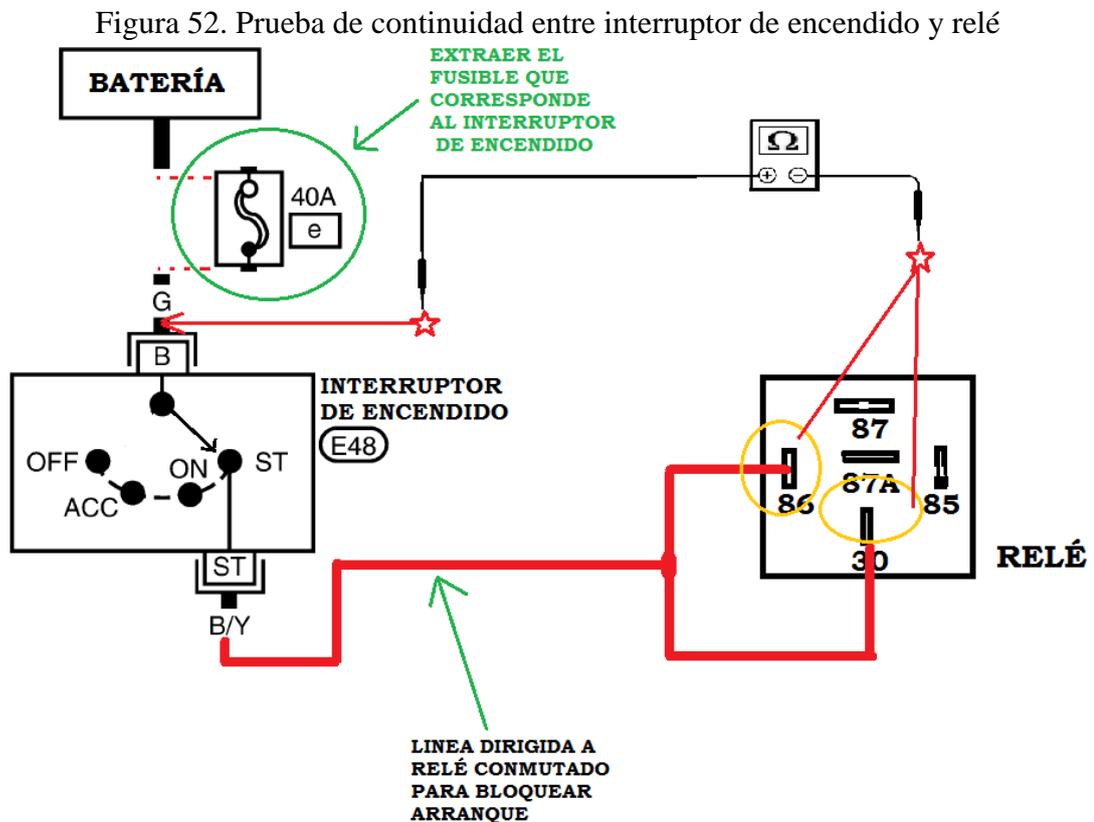
Fuente: Autor

El enlace con el punto donde se toma la señal para determinar los kilómetros recorridos, es la conexión más importante en la instalación del dispositivo de mantenimiento. En base a estos datos se puede determinar los parámetros de trabajo y ejecución de las acciones programadas.

A lo largo de toda la unión no deben surgir interferencias en la señal enviada, una sola variación daría paso a la aparición de errores en la medida del recorrido del vehículo que debe ser una medida exacta.

El procedimiento mostrado en la figura anterior, muestra la manera de realizar la prueba de continuidad antes de poner en funcionamiento el sistema.

Otra de las pruebas que se realiza, es la prueba de conexión entre el interruptor de encendido y el relé conmutado que da paso al bloqueo del encendido del vehículo. Una de las maneras de realizar la prueba se muestra a continuación.



Fuente: Autor

4.2.2 Prueba de menú en pantalla y circuito del sistema. El control del sistema de mantenimiento está estructurado en base a menús que se muestran a través de la pantalla LCD táctil. Para verificar que los parámetros establecidos en la programación del sistema funcionen acorde a las acciones desarrolladas en pantalla, se realiza pruebas del tiempo de reacción en el ingreso y presentación de los datos en las pantallas emergentes.

Figura 53. Prueba de activación de menús



Fuente: Autor

De igual manera en la pantalla que corresponde a la activación del sensor para verificar el cambio de aceite, se realiza la prueba de activación y respuesta del sensor mediante el enlace táctil del menú de la pantalla.

Figura 54. Prueba de activación de sensor



Fuente: Autor

4.2.3 Prueba de funcionamiento del sistema acoplado al vehículo. Una vez instalado por completo el sistema de mantenimiento, se procede a realizar las pruebas con el vehículo en funcionamiento en distintas condiciones de trabajo. De esta forma se determina la capacidad para soportar variaciones físicas que aparecen con el vehículo en marcha. Los resultados permiten evaluar el comportamiento del sistema y de esta manera optimizar su diseño y construcción.

Debido a que la toma de datos de la pantalla debe ser registrada por una persona diferente al conductor se adopta una ubicación distinta a la normal para efecto de las pruebas.

Figura 55. Sistema instalado para prueba en el vehículo



Fuente: Autor

A continuación se presentan los resultados relevantes obtenidos en las pruebas de campo.

4.2.3.1 Prueba con vehículo en movimiento

Total kilómetros recorridos: 460 km (General Farfán - Riobamba).

Tipo de vía: Rural, urbana y autopista.

Figura 56. Área geográfica de prueba



Fuente: Autor

En la tabla 4 se muestra los resultados de la temperatura medida en el circuito principal del sistema de mantenimiento, estos valores son obtenidos con una velocidad variable y diferente número de kilómetros recorridos.

Tabla 4. Condiciones de funcionamiento

Recorrido (km)	Temperatura ambiente °C	Velocidad km/h	Temperatura circuito eléctrico °C
50	18	50	24
100	20	50	24
150	20	80	26
200	18	100	27
250	15	80	27
300	20	120	28
350	20	130	28
400	16	80	28
450	22	50	28

Fuente: Autor

Para establecer la relación de presentación de los datos del odómetro del vehículo y el del sistema de mantenimiento se pone en cero tanto el odómetro del vehículo como el del sistema. Luego de esta prueba se sincroniza los odómetros con el número total de kilómetros acumulado del vehículo.

Figura 57. Sincronización de odómetro sistema y vehículo



Fuente: Autor

Para efecto de las pruebas de campo se realiza la sincronización mediante la función “Trip” en el tablero de instrumentos del vehículo poniendo en cero esta opción y encerrando el valor de recorrido del sistema de mantenimiento. Al momento de ingresar el valor acumulado actual de los kilómetros recorridos por el vehículo al sistema, se debe actuar directamente sobre la programación para establecer un punto de partida en kilómetros.

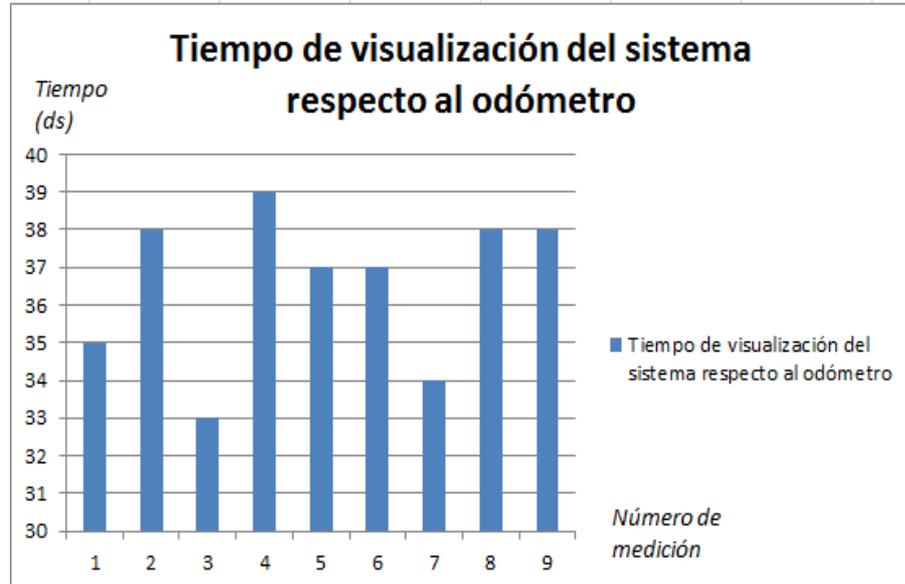
En la tabla 5 se muestra el tiempo de visualización entre odómetros, esta medida es tomada con la ayuda de un cronómetro digital manipulado por una persona, los valores son obtenidos empíricamente debido a que una prueba de mayor precisión involucra procedimientos más complejos.

Tabla 5. Datos referenciales prueba 1

Número de prueba	Kilometraje del odómetro	Kilometraje del sistema	Diferencia de tiempo de visualización (Décimas de segundo)
0	34474	34474	0:00:42
1	34526	34526	0:00:35
2	34578	34578	0:00:38
3	34523	34523	0:00:33
4	34677	34677	0:00:39
5	34725	34725	0:00:37
6	34773	34773	0:00:37
7	34820	34820	0:00:34
8	34868	34868	0:00:38
9	34924	34924	0:00:38

Fuente: Autor

Figura 58. Gráfico de tiempo de visualización entre odómetros

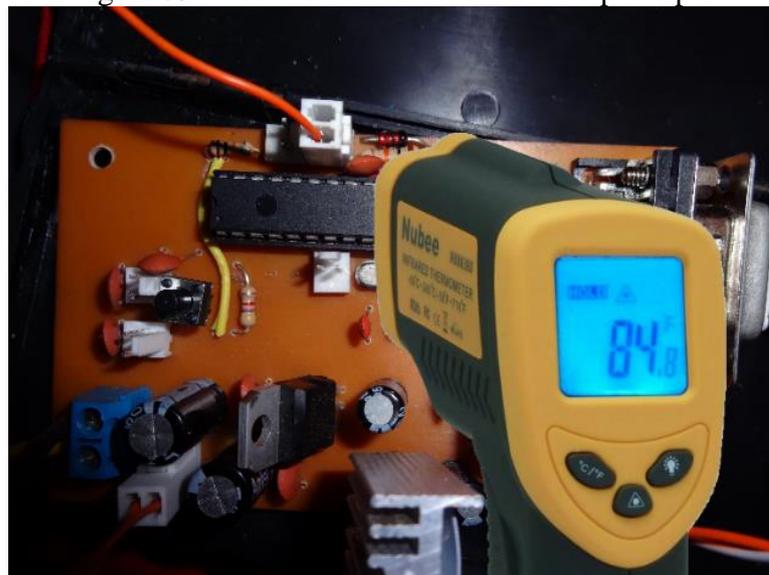


Fuente: Autor

Otro procedimiento importante es la medición de la temperatura del circuito principal del sistema, al ser éste un sistema que presenta variaciones térmicas se debe conocer los valores que se presenten al momento de estar en funcionamiento y expuesto a condiciones externas variables.

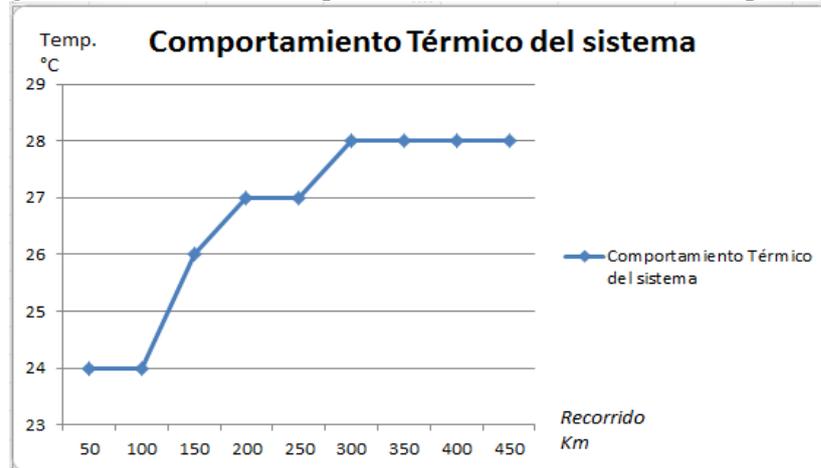
Esta prueba se la realiza mediante la utilización de un termómetro digital infrarrojo direccionado al circuito principal del sistema.

Figura 59. Medición térmica del circuito principal



Fuente: Autor

Figura 60. Gráfica de comportamiento térmico del circuito principal



Fuente: Autor

Existe una variación normal de la temperatura de la placa del circuito electrónico regularizándose luego de algunas horas de trabajo. Esta prueba permite conocer valores mediante los cuales se puede ratificar la ejecución del sistema con total normalidad en distintos lugares. Hay que tomar muy en cuenta que la temperatura del habitáculo del vehículo influye directamente en la toma de datos.

Los resultados arrojados permiten comprobar que los procedimientos de medida y métodos de calibración son los idóneos para que el sistema de mantenimiento trabaje de manera eficaz.

4.3 Instructivos del sistema de mantenimiento

Cada una de las instrucciones descritas a continuación, tienen como objetivo fundamental, permitir al usuario o comprador del sistema de mantenimiento, conservar el producto en las mejores condiciones para garantizar su correcto funcionamiento.

El usuario debe tener de igual manera el respaldo de seguridad por parte de la empresa, para ello el producto cuenta con las indicaciones precisas de los puntos y acciones que pueden presentar algún riesgo para el usuario al momento de la utilización o instalación del producto.

4.3.1 Instrucciones generales para instalación del sistema. Para lograr que el producto cumpla a cabalidad su función, el usuario deberá considerar algunos puntos importantes al momento de la instalación del sistema en el vehículo, para ello en el instructivo de instalación describe cada de los pasos necesarios para esta tarea. El manual de instalación se encuentra descrito en el “Anexo C” de este proyecto.

4.3.2 Instrucciones generales de seguridad. La incorporación del sistema de mantenimiento al vehículo, no debe interferir con ningún otro sistema al momento de garantizar la seguridad íntegra de las personas. Para que esto no ocurra es necesario definir ciertas pautas a seguir para garantizar su correcta instalación y manipulación por parte del usuario.

Los aspectos que podrían generar condiciones inseguras para el usuario al momento de utilizar el sistema, son puestas a consideración en la sección de seguridad del “anexo C” del presente proyecto.

4.4 Guías del sistema de mantenimiento

El usuario necesita conocer a cabalidad las funciones y bondades del producto que adquiere, así como todas las acciones y tareas que los mandos y controles le permiten realizar. Esta información llegará a él a través del manual de instrucciones y manejo del sistema. De esta manera el usuario será capaz de controlar el sistema mediante el menú digital que incorpora la pantalla táctil. Es responsabilidad del usuario adquirir dichos conocimientos para lograr la destreza suficiente en el uso y manejo del sistema de mantenimiento vehicular.

4.4.1 Guía de manejo e interpretación del sistema. Esta guía involucra los pasos que el usuario debe seguir para familiarizarse con la simbología y menús de la pantalla de control. A través de esta pantalla el usuario podrá establecer los parámetros de funcionamiento del sistema, así como informarse de puntos importantes para el correcto mantenimiento de su vehículo en cada periodo.

A continuación se describirá paso a paso el manejo del sistema de mantenimiento:

4.4.1.1 Pantalla de inicio

Figura 61. Pantalla de inicio



Fuente: Autor

Esta pantalla se muestra al momento de posicionar la llave en la posición que corresponde en el interruptor. La imagen que se muestra en ella está dispuesta para dar a conocer el logotipo y las siglas que identifican al dispositivo.

4.4.1.2 Pantalla principal

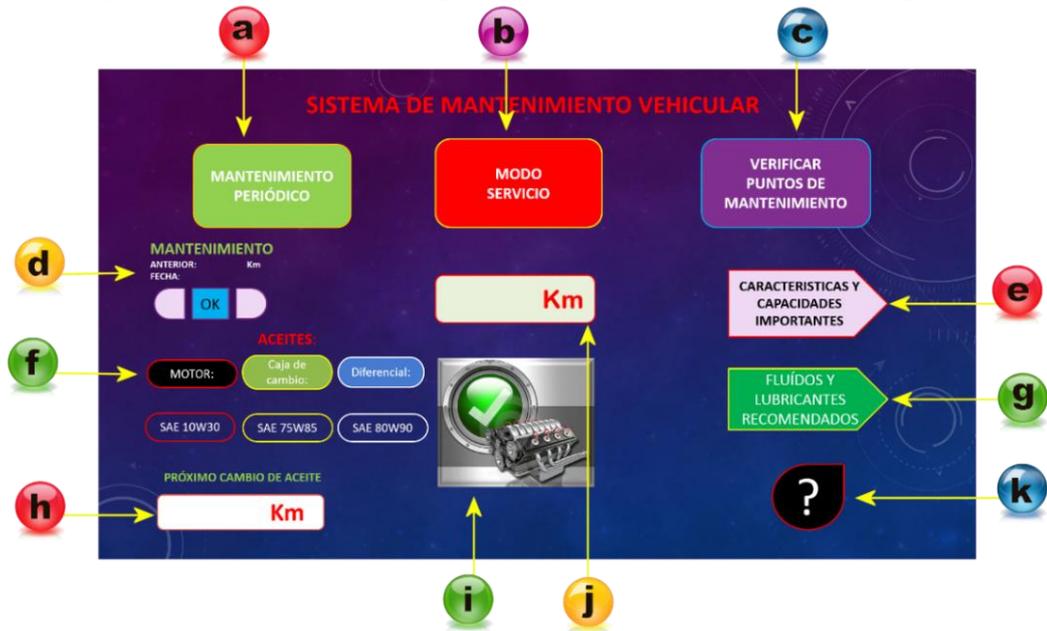
Figura 62. Pantalla principal



Fuente: Autor

La presentación de la pantalla principal permite apreciar los enlaces a submenús y datos importantes sobre el mantenimiento del aceite en el vehículo.

Figura 63. Identificación de puntos de información y accesos en pantalla



Fuente: Autor

- a) **Mantenimiento periódico.** Da el acceso a la lista completa de información de los puntos a revisar periódicamente.
- b) **Modo Servicio.** Ícono que permite el acceso a la pantalla de modo servicio.
- c) **Verificar puntos de mantenimiento.** Ícono que permite el acceso a la pantalla verificar recambios.
- d) **Información de mantenimiento anterior.** Información de mantenimiento para el usuario acerca del último cambio de aceite que se realizó en el motor. En esta sección se permite mediante los botones digitales ingresar datos correspondientes a la fecha del último cambio de aceite del motor.
- e) **Características y capacidades importantes.** Ícono que permite el acceso a la pantalla informativa de los parámetros más importantes del vehículo.
- f) **Aceites.** Botones digitales que permiten establecer mediante una selección de datos el tipo correspondiente al lubricante utilizado en cada sistema.
- g) **Fluidos recomendados.** Ícono que permite el acceso a la pantalla que contiene datos referenciales de los fluidos utilizados en el vehículo.
- h) **Visualizador de próximo cambio de aceite.** Este muestra el dato informativo acerca del próximo cambio de aceite del motor en kilómetros.
- i) **Imagen de estado.** Imagen que muestra mediante un código de color, el estado del motor respecto al cambio de aceite.

- j) **Visualizador de kilómetros recorridos.** Está sincronizado con el odómetro del vehículo y cumple la misma función. Muestra los datos en tiempo real.
- k) **Ayuda.** Este ícono permite el acceso a la pantalla de ayuda para el usuario, ahí se muestra datos informativos que permiten identificar aspectos generales del menú de control del sistema de mantenimiento.

4.4.1.3 Submenú “modo de servicio”

Figura 64. Visualización mostrada en modo de servicio



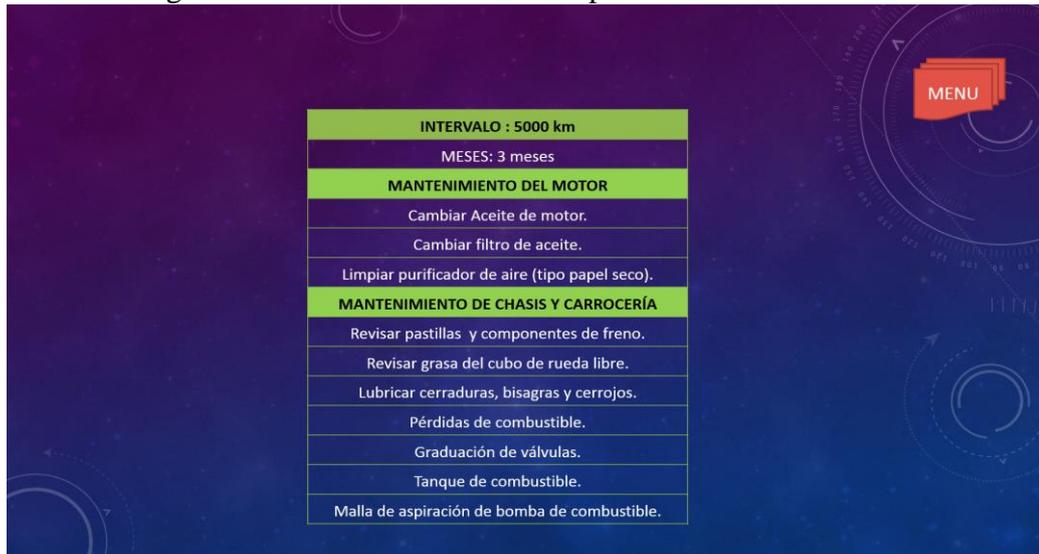
Fuente: Autor

Al ingresar a este submenú preparamos al sistema para recibir la información proveniente del sensor de nivel de aceite. El sensor proporciona en esos momentos datos fundamentales acerca del cambio de nivel de aceite en el motor, al iniciar el proceso de cambio de aceite en esta pantalla se muestra una leyenda con las palabras “Cambio de aceite” y a continuación del proceso aparecerán las palabras “Aceite normal” que determina que el cambio de aceite se ha realizado correctamente. El ingreso a esta pantalla está previsto solo cuando se va a realizar el cambio de aceite de motor.

4.4.1.4 Submenú “Verificar puntos de mantenimientos”

Todos los fabricantes tienen determinado un programa de mantenimiento que se ajusta a cada tipo de vehículo. Tomando en cuenta la información proporcionada en el manual de fabricante del vehículo de prueba se presenta los datos en esta pantalla.

Figura 65. Visualización submenú puntos de mantenimiento



Fuente: Autor

Al realizar esta selección se muestra en pantalla los puntos de control y mantenimiento a realizar en el vehículo en cada periodo de mantenimiento.

4.4.1.5 Submenú “Características y capacidades importantes”

Figura 66. Pantalla de Características y capacidades importantes



Fuente: Autor

Mediante los datos mostrados en esta pantalla el usuario podrá identificar los valores bajo los cuales el vehículo deberá trabajar. Esta información servirá de referencia para calibrar algunos sistemas del vehículo para obtener un mejor rendimiento del mismo.

4.4.1.6 Submenú de “Fluidos y lubricantes recomendados”

Figura 67. Pantalla de fluidos y lubricantes recomendados.

MOTOR : KA24DE			Capacidad (Aproximada)	Fluidos / Lubricantes recomendados
			Litros	
Aceite de motor	Drenaje y relleno	Con filtro de aceite	3,5	* API Certificación Mark*1 * Grados API SG / SH, Energy Conserving I & II o grado API SL, Energy Conserving*1 * ILSAC GF-grado I & GF-II * 1
		Sin filtro de aceite	3,3	
	Motor en seco (Reacondicionamiento del motor)	4,1		
Sistema de refrigeración (con depósito)			7,3	Refrigerante Original NISSAN o equivalente
Aceite para engranajes de transmisión manual (SSW71C)			2,00	API GL-4, viscosidad SAE 75W-85
Aceite del diferencial	C200	MT	7,1	Diferencial de engranaje estándar: API GL-5, viscosidad SAE 80W-90 * 3 diferencial de engranajes de deslizamiento limitado (LSD): Utilice únicamente aceite para engranajes LSD API GL-5, viscosidad SAE 80W90 * 3 aprobado por NISSAN LSD * 4. * Original NISSAN PSF II o equivalente * 5
		AT	7,1	
Líquido de dirección asistida			0,9 - 1,0	Líquido Original de frenos NISSAN * 2 o equivalente DOT 3 (EE.UU. FMVSS N 116)
Líquido de frenos y embrague				Líquido Original de frenos NISSAN * 2 o equivalente DOT 3 (EE.UU. FMVSS N 116)
Grasa multiuso				NLGI No. 2 (Base de jabón de litio)

* 1: Para obtener más detalles, consulte "Número de viscosidad SAE".
 * 2: Disponible a través de su distribuidor NISSAN.
 * 3: Para climas calientes, viscosidad SAE 90 es adecuado para temperaturas ambiente por encima de 0 ° C (32 ° F).
 * 4: Póngase en contacto con un distribuidor NISSAN para obtener una lista de aceites autorizados.
 * 5: Original NISSAN PSF, DEXRON III™, MERCON™ o equivalente ATF también se pueden usar.

Fuente: Autor

Aquí se muestra los nombres de los tipos de fluidos idóneos para cada vehículo y se da pautas importantes a considerar para lograr eficiencia en su funcionamiento.

4.4.1.7 Submenú de ayuda al usuario

Figura 68. Visualización en pantalla de ayuda al usuario



Fuente: Autor

Al visualizar esta pantalla se podrá tener acceso a información importante acerca del funcionamiento del sistema de mantenimiento, esta información hace referencia a cada ítem en la pantalla de inicio para su mejor comprensión.

4.4.1.8 Visualización pantalla principal 1a

Figura 69. Visualización en pantalla de cambio de aceite efectuado (color verde)



Fuente: Autor

En este estado se podrá visualizar en la imagen principal un círculo de color verde que informa que se ha realizado el cambio de aceite del motor.

4.4.1.9 Visualización pantalla principal 1b

Figura 70. Pantalla de alerta para cambio de aceite (color amarillo)



Fuente: Autor

Cuando el usuario visualice esta imagen de color amarillo en pantalla, sabrá que es síntoma de que se debe realizar el cambio de aceite en los próximos kilómetros, antes de llegar al límite máximo establecido. El usuario es advertido durante este periodo, y, de hacer caso omiso a las advertencias se inhabilitará el vehículo.

4.4.1.10 Visualización pantalla principal 1c

Figura 71. Pantalla de alerta de vehículo inhabilitado (color rojo)



Fuente: Autor

Esta imagen en pantalla es señal que el vehículo ha sido inhabilitado a consecuencia de no haber realizado el cambio de aceite de motor.

4.4.2 *Guía de mantenimiento del sistema.* La guía de mantenimiento permitirá al usuario conocer las acciones y procedimientos necesarios para mantener el buen estado del producto y garantizar su buen rendimiento.

Una vez que se haya revisado el mantenimiento básico destinado a la pantalla de control del sistema, es imprescindible tomar en cuenta que; en el sistema viene incorporado un sensor de nivel el cual se une al motor mediante un acople metálico. Este acople necesita ser revisado periódicamente y de igual manera los conectores y cables que permite el enlace del sensor con el módulo de control.

El conjunto de actividades a realizar comprende un accionar que debe ser ejecutado una vez que el usuario o el técnico se han capacitado y entienden a cabalidad el proceso de revisión del dispositivo.

El procedimiento de revisión toma en consideración los siguientes puntos:

- Revisar que el conector del sensor no tenga acumulada suciedad a su alrededor.
- Revisar posibles golpes en el sensor y en el acople.

- Revisar que se conserve el cierre hermético entre el acople del sensor y el reservorio de aceite.
- Revisar posibles fugas o pérdida de hermeticidad entre sensor de nivel de aceite y acople de sensor.
- Revisar cables deteriorados.

4.4.2.1 Mantenimiento periódico del sistema. El mantenimiento periódico está establecido tomando en cuenta el tiempo en el cual se puede producir acumulación de residuos ocasionados por la combustión en la base del reservorio y el acople.

Se recomienda extraer el acople del sensor cada tres cambios de aceite del motor, esto con la finalidad de realizar una limpieza profunda en su interior. La extracción del acople debe realizarse una vez que el sistema de mantenimiento a registrado la acción de drenado completo del aceite del motor debido a que el sistema debe registrar el cambio de nivel para realizar el cálculo respectivo del próximo cambio de aceite.

La extracción segura del acople del sensor se la realiza de la siguiente manera:

- Ubicar un recipiente lo suficientemente grande para recoger el aceite usado que saldrá del motor.
- Ingresar al panel de control de la pantalla y seleccionar el icono de “modo servicio”.
- Una vez seleccionado el modo servicio se procede a extraer el perno de purga del acople del sensor de nivel ubicado en la parte baja del mismo.
- Cuando se haya vaciado todo el contenido del reservorio de aceite del motor, se procede a desconectar el conector del sensor de nivel, para evitar lecturas erróneas.
- Luego de vaciado todo el aceite, con ayuda de una llave se extrae el acople del sensor.
- Con el acople fuera se realiza la extracción del sensor de nivel.
- Las acciones de limpieza de los elementos se realizarán por separado; el sensor y el acople.

- Para limpiar el acople se utilizará diésel o gasolina pulverizada, para remover cualquier residuo de suciedad.
- La limpieza del sensor se realizará con ayuda de un líquido removedor de grasas o aceite y un trapo ligeramente humedecido de éste, luego de esto se utilizará aire comprimido para remover cualquier residuo de polvo.
- Una vez realizada la limpieza de todos los elementos se procede al montaje del conjunto y a su incorporación al reservorio del motor.
- El par de apriete a utilizar para el acople del sensor está determinado en 29.4 N.m considerado en función al designado para el perno de purga del reservorio de aceite del motor.
- A continuación se realizará el ajuste del perno de purga del acople del sensor considerando el valor de apriete antes mencionado.
- Con el acople y el sensor ajustados el siguiente paso es conectar el sensor para registrar el llenado del reservorio.

El módulo de control está exento mantenimientos constantes, y todo tipo de revisión amerita la intervención del servicio técnico autorizado.

En lo referente a la pantalla de control se realizara las tareas de limpieza necesarias para conservar su buen estado, éstas vienen definidas con detalle en el manual de usuario (anexo C).

CAPÍTULO V

5. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

5.1 Evaluación de costos

5.1.1 *Introducción.* El desarrollo de este sistema de mantenimiento involucra gastos tanto de investigación como de construcción. Para ello es vital establecer los gastos generados en cada una de las actividades que conlleva su desarrollo e implementación tanto en el vehículo como en el banco de pruebas.

El análisis de los costos permite establecer las condiciones de diseño y fabricación encaminadas siempre a obtener un producto final de calidad y asequible a los usuarios.

5.1.2 *Identificación de costos.* Para determinar el estado de resultados de la implementación del sistema de mantenimiento se evalúan y describen los diferentes costos.

Para ello a continuación se define los costos directos e indirectos para el proyecto de implementación del sistema de mantenimiento.

5.1.2.1 *Costos directos.* Aquí se agrupan todos aquellos relacionados con la construcción del sistema a si podemos agruparlos en:

- Materiales
- Mano de obra
- Máquinas y herramientas
- Transporte

En la tabla 6 se encuentra el listado de todos los implementos necesarios para la fabricación del sistema de mantenimiento, aquí se distingue su valor en dólares y el total de gastos hechos para su adquisición.

Tabla 6. Costo de materiales utilizados

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Arkon SM517 soporte de pantalla 7"	12,80	12,80
1	Bomba de aceite 12V	12,00	12,00
1	Cintas agrupadoras de cable	0,01975	0,02
1	Cinta aislante 3M	1,00	1,00
1	Caja protectora plástica	3,00	3,00
1	Sensor de nivel de aceite ACDelco	15,00	15,00
1	GLDC 7" DWIN	125,00	125,00
1	Acabados stickers y embalajes	5,00	5,00
1	Reservorio de aceite URO	41,00	41,00
1	Enfriador 12V	3,50	3,50
1	Conector de sensor de nivel	10,00	10,00
1	Conjunto conector H-M	0,17	0,17
3	Pulsadores control	2,50	7,50
1	Cañería acerada 1m	2,80	2,80
1	Uniones de bronce	0,65	0,65
1	Pasta térmica para soldar	1,00	1,00
4	Cable solido 3m	0,75	3,00
1	Papel Victoria 1 metro cuadrado	2,00	2,00
16	Pernos 1/4" x 2"	0,15	2,40
1	Regulador de corriente 12V	12,00	12,00
1	Alambre de estaño 0.50m	0,50	0,50
		TOTAL	260,34

Fuente: Autor

En la tabla 7 se distingue cada uno de las actividades que involucra el desarrollo de este proyecto definiéndose su costo de ejecución.

Tabla 7. Costos de mano de obra

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Fabricación tarjeta electrónica principal	40,00	40,00
1	Fabricación tarjeta electrónica bloqueo	15,00	15,00
1	Fabricación tarjeta electrónica para señal	25,00	25,00
1	Fabricación acople del sensor	20,00	20,00
1	Fabricación carcaza de pantalla	10,00	10,00
1	Fabricación de banco de pruebas	85,00	85,00
		Total	195,00

Fuente: Autor

Para ejecutar el proceso de fabricación del sistema de mantenimiento es necesario utilizar varios implementos útiles en esta tarea. En la tabla 8 se muestra el listado de los equipos y herramientas utilizados y su costo de adquisición para el desarrollo del proyecto.

Tabla 8. Costo máquinas y herramientas

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Caja de herramientas varias piezas	70,00	70,00
1	Multímetro digital	15,00	15,00
1	Juego de desatornilladores	20,00	20,00
1	Pulsera antiestática	3,00	3,00
1	DSO203 mini kit osciloscopio	200,00	200,00
1	Punta de soldar	3,50	3,50
1	Programador universal de pics tipo usb	30,00	30,00
1	Elenco 9438 breadboard	25,00	25,00
		Total	366,50

Fuente: Autor

Existen costos adicionales de logística del proyecto que involucran actividades de vital importancia como la movilización para adquisición de datos y para las pruebas del sistema de igual forma se presentan gastos de transporte de materiales e insumos. A continuación se muestra estos gastos en la tabla 9.

Tabla 9. Costos de transporte y logística del proyecto

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Movilización en pruebas de sistema	50,00	50,00
1	Transporte de insumos y materiales	15,00	15,00
1	Movilización para recolección de datos	25,00	25,00
		Total	90,00

Fuente: Autor

Tabla 10. Costo directo total

Descripción	Valor
Costo de materiales	260,34
Costo de mano de obra	195,00
Costo máquinas y herramientas	366,50
Costo de transporte y logística	90,00
Costo total	911,84

Fuente: Autor

5.1.2.2 Costos Indirectos. En estos costos están incluidos los gastos que generan la aplicación de conocimientos en el ámbito profesional que sirven para el desarrollo y control del proceso de fabricación e implementación del sistema de mantenimiento.

Para evaluar estos costos se tomará en cuenta lo siguiente:

- Ingeniería
- Tecnología de diseño
- Investigación

Tabla 11. Costos indirectos

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Ingeniería de programación (48 horas)	5,00	240,00
1	Ingeniería de diseño (10horas)	2,00	20,00
2	Software y hardware	10,00	20,00
1	Investigación (Internet, Suministros, etc.)	80,00	80,00
		Total	360,00

Fuente: Autor

5.1.3 Costos totales. Los costos totales están determinados en función de los costos directos e indirectos generados en el desarrollo e implementación del sistema de mantenimiento.

Tabla 12. Costos totales

Tipo	Valor total
Costos directos	911.84
Costos indirectos	360,00
Total costos	1271,84

Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se diseñó un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor y se logró acoplar de manera eficaz el dispositivo sin que éste afecte la estructura funcional del resto de sistemas en el vehículo.

Se construyó un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor analizando las mejores alternativas en cuanto a materiales e insumos utilizados agrupando un conjunto de procesos secuenciales importantes.

Se implementó un sistema de detección, control y registro digital para cambios de aceite de motor mediante la aplicación correcta de técnicas en construcción y programación desarrollando un producto eficiente y de calidad.

Se probó un sistema de control y registro digital para cambios de aceite de motor y se logró establecer los parámetros de funcionamiento y su comportamiento en condiciones variables de trabajo permitiendo calibrar y acondicionar el dispositivo de forma correcta en el vehículo de prueba.

Se construyó un banco de prueba funcional para la Escuela de Ingeniería Automotriz de un sistema de detección, control y registro digital para cambio de aceite del motor, haciendo posible comprobar completamente las funciones de éste mediante su manejo controlado.

6.2 Recomendaciones

Hacer un completo estudio de la estructura y elementos que se pueden ver afectados en el vehículo al momento de instalar un sistema nuevo para garantizar y salvaguardar la integridad del usuario evitando a toda costa la aparición de fallas de funcionamiento a consecuencia de su instalación.

Tomar las precauciones necesarias al momento de intervenir las conexiones con la finalidad de no afectar los elementos involucrados en nuestra investigación. Una manipulación indebida de los elementos puede acarrear graves daños en el funcionamiento del vehículo.

Ejecutar pruebas de campo para la implementación de un sistema como el desarrollado. De esta manera se puede evaluar su accionar y establecer las condiciones idóneas para su funcionamiento basadas en su comportamiento en las pruebas.

Utilizar materiales e insumos de alta calidad y garantía o de similares características a los encontrados en el vehículo.

Utilizar las bases de esta investigación para implementar nuevas características y mejorar el rendimiento del sistema y de esta manera desarrollar sistemas complementarios más avanzados.

BIBLIOGRAFÍA

ANGULO, José, CUENCA, Martín y ANGULO, Ignacio. 2001. *Microcontroladores PIC: La Solución en un Chip*. Décima. México DF : Paraninfo, 2001. ISBN 9788428323710.

BOOSTER, Beto. 2010. Encendidoelectronico. [En línea] 18 de Febrero de 2010. [Citado el: 4 de Junio de 2013.] <http://www.automecanico.com/auto2027/bbooster14.pdf>.

BOTERO, Camilo. 1991. *Manual de Mantenimiento*. Bogota : Sena Fedemetal, 1991.

BRAND, Paul. 2009. *Manual de reparación y mantenimiento automotriz: Motor books workshop*. Primera. México DF : Limusa, 2009. ISBN 9786075000336.

CASTAÑÓN, Marcos. 2013. Scribd. [En línea] 23 de Marzo de 2013. [Citado el: 5 de Mayo de 2014.] <http://es.scribd.com/doc/132912793/Mecanica-Virtual-Curso-de-Sensores>.

CREUS, Antonio. 2011. *Instrumentación Industrial*. Madrid : Maracombo S.A, 2011.

DAILY, James y HARLEMAN, Donald. 1981. *Dinámica de los fluidos: Con aplicaciones en la ingeniería*. México DF : Trillas, 1981.

General Motors Colmotores. 2008. *Chevrolet NKR Camión*. Medellín : Lito Muvifasa Ltda, 2008. Conjunto Manual 95624355-0B.

GUTIERREZ, Carmelo. 2009. Carmelo Gutierrez's Blog: WordPress. *WordPress*. [En línea] Automattic Ruckus, 31 de Marzo de 2009. [Citado el: 05 de Mayo de 2013.] <http://carmelogutierrez.wordpress.com/2009/03/31/comparativa-entre-senales-analogica-y-digital-ventajas-e-inconvenientes/>.

LÓPEZ, Juan. 2013. ecallejon. [En línea] Edificación & Project Management , 17 de Abril de 2013. [Citado el: 2013 de Agosto de 2013.] <http://ecallejon.com/2013/04/17/consideracion-de-los-costes-en-la-ejecucion-de-un-proyecto/>.

MONTIEL, Yolanda. 1987. *Industria Automotriz y automatización: al caso de VW de México*. Primera. México DF : Cuadernos de la casa chata, 1987. ISBN 968-496-112-X.

Nissan Motor Co., Ltd. 2011. *Información de garantía y programa de mantenimiento*. México DF : Improsa, 2011. WB2S-PT36N-0.

OPPENHEIM, Alan, WILLSKY, Alan y NAWAD, Hamid. 1998. *Señales y sistemas*. Naucalpan de Juárez : Pearson, 1998. ISBN 970-17-0116-X.

PALLÁS, Ramón. 1993. *Adquisición y distribución de señales*. Madrid : Marcombo S.A, 1993. ISBN 84-267-0918-4.

TECNODIGITAL. 2004. Guía automotriz de Costa Rica . [En línea] 1 de Enero de 2004. [Citado el: 4 de Junio de 2014.] http://www.guiiaautomotrizcr.com/Articulos/articulos_automotriz_mantenimiento.php.

Touch screens: a pressing technology. **HOYE, Timothy y KOZAK, Joseph . 2010.** Pittsburgh : University of Pittsburgh, 2010.

Utilización del osciloscopio en el automóvil. **FONSECA, Jesús. 2009.** 20, Sevilla : Innovación y experiencias educativas, 2009, Vol. 1. 1988-6047.

Wikipedia. 2007. Wikipedia. [En línea] Fundación Wikimedia, Inc., , 13 de Septiembre de 2007. [Citado el: 10 de Octubre de 2013.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_\(electr%C3%B3nica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_(electr%C3%B3nica)).

ZAPATERÍA, Oscar. 2002. Centro-zaragoza. [En línea] 1 de Enero de 2002. [Citado el: 15 de Agosto de 2013.] http://www.centro-.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R2_A3.pdf

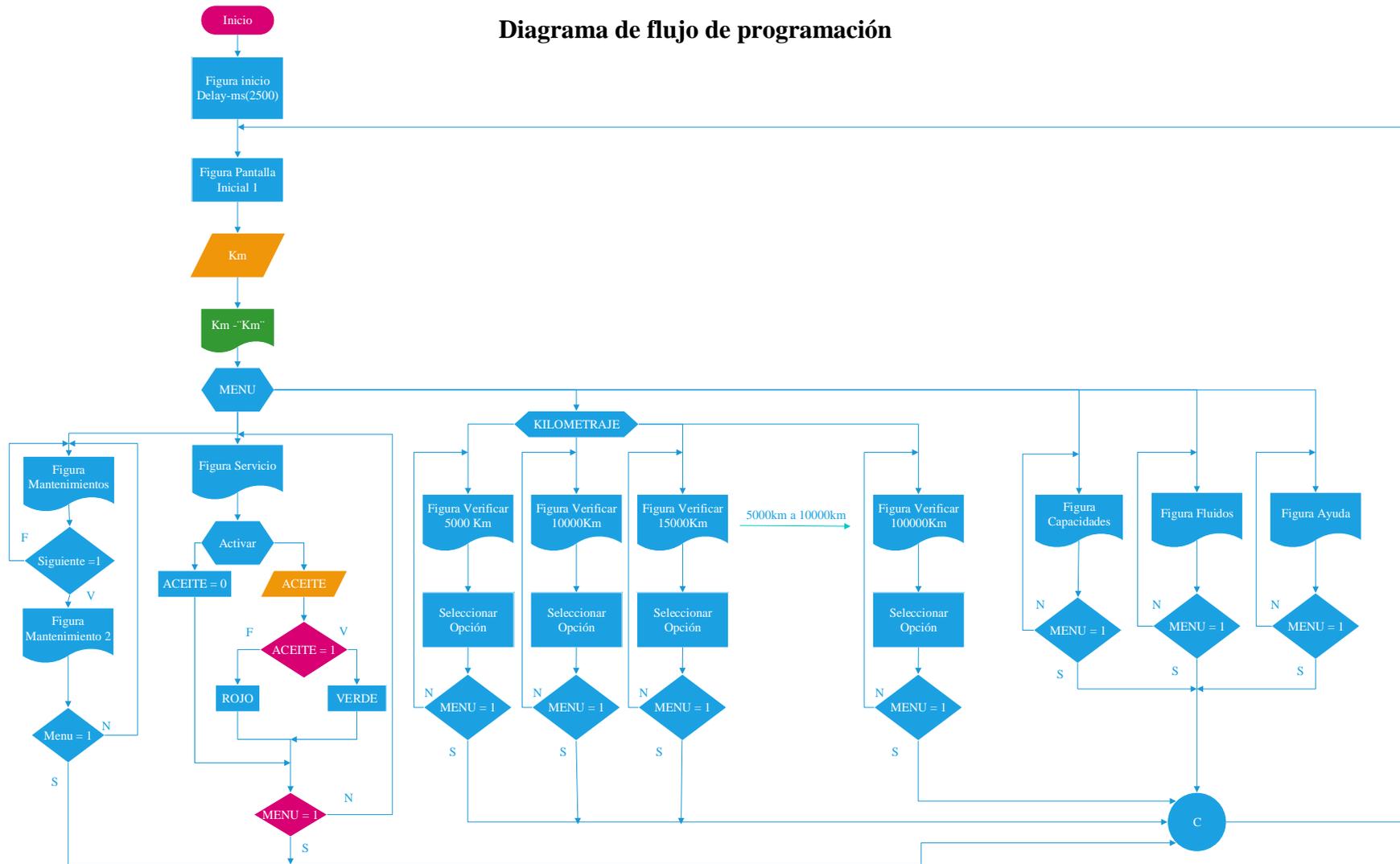
ZELEDÓN, Paola. 2004. Gestipolis. [En línea] WebProfit Ltda., 1 de Noviembre de 2004. [Citado el: 25 de Julio de 2013.] <http://www.gestipolis.com/recursos3/docs/fin/macospvz.htm>.

ANEXOS

ANEXO A

Diagrama de flujo de programación

Diagrama de flujo de programación



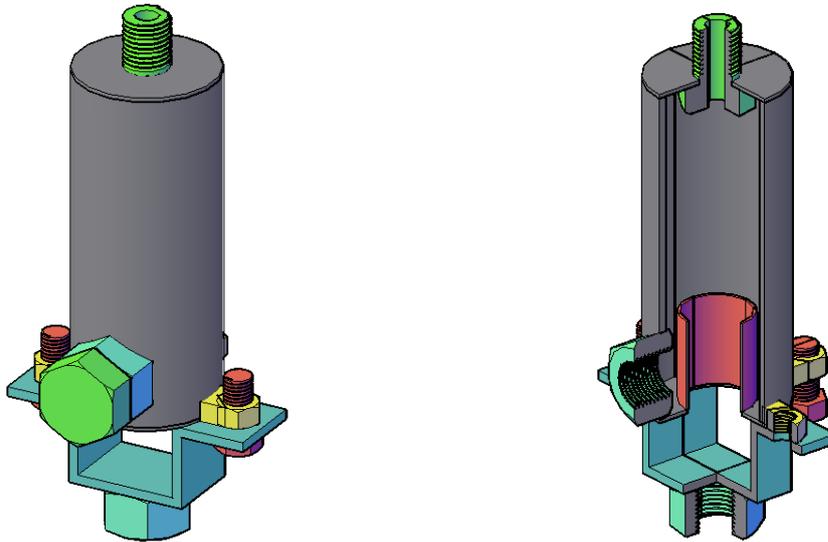
Fuente: Autor

ANEXO B

Dimensiones de acople de sensor de nivel de aceite

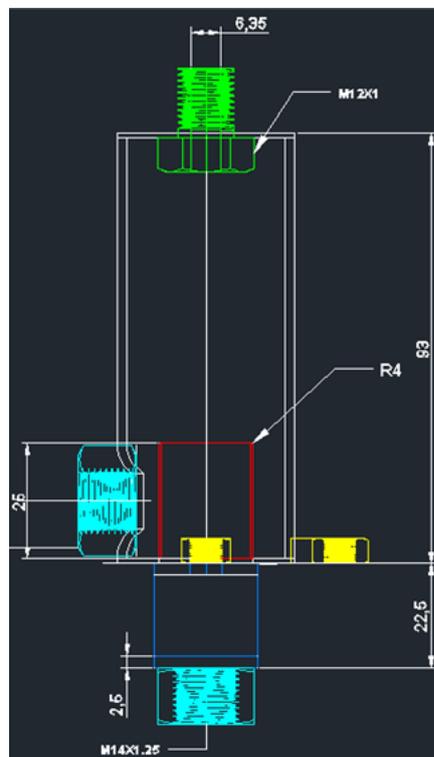
Dimensiones de acople de sensor de nivel de aceite

Vista frontal modelado conceptual normal y corte parcial



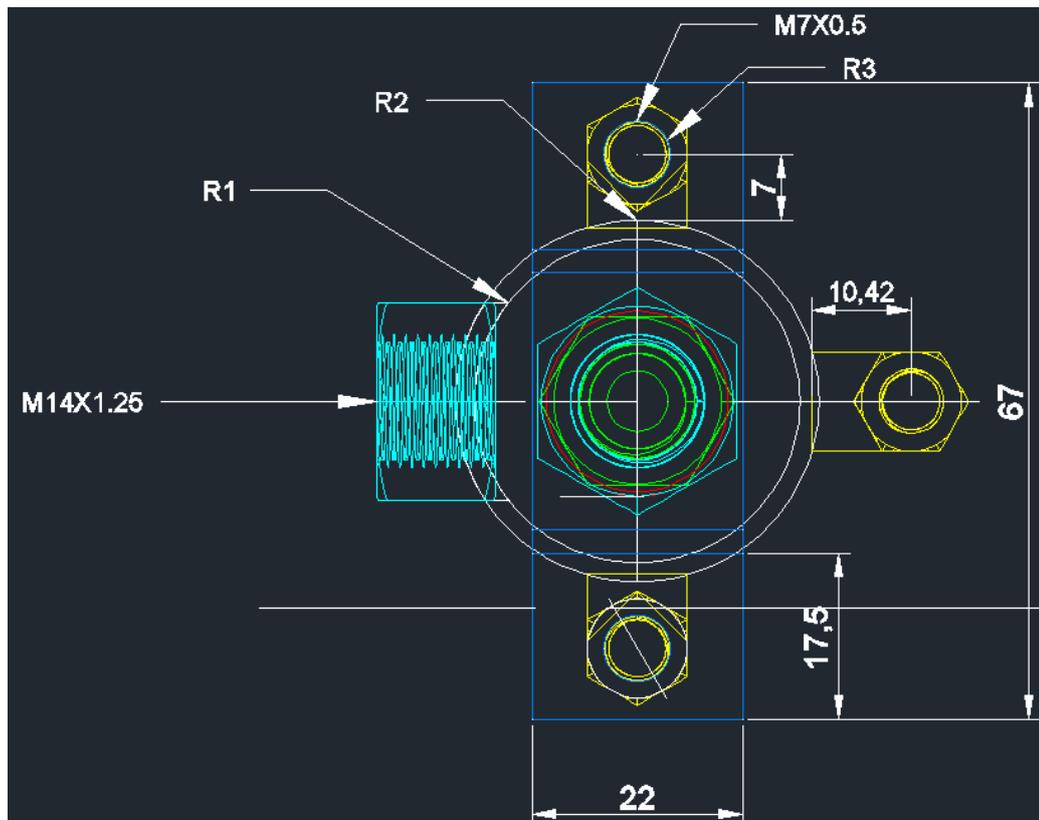
Fuente: Autor

Vista frontal acople de sensor de nivel de aceite



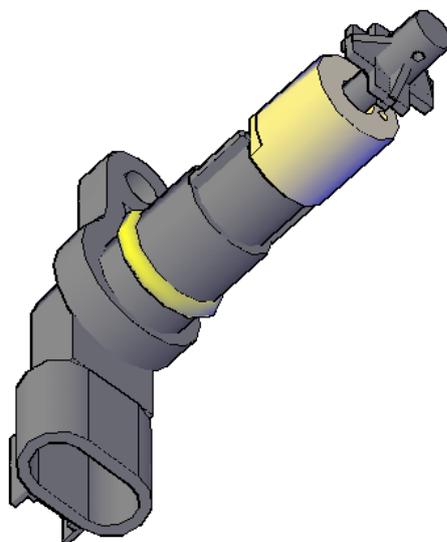
Fuente: Autor

Vista superior acople sensor de nivel



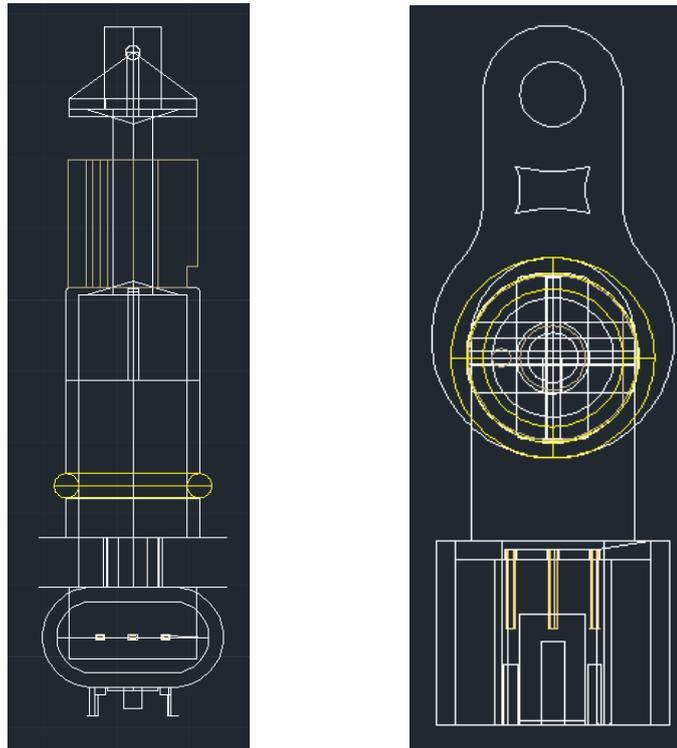
Fuente: Autor

Modelado sensor de nivel de aceite



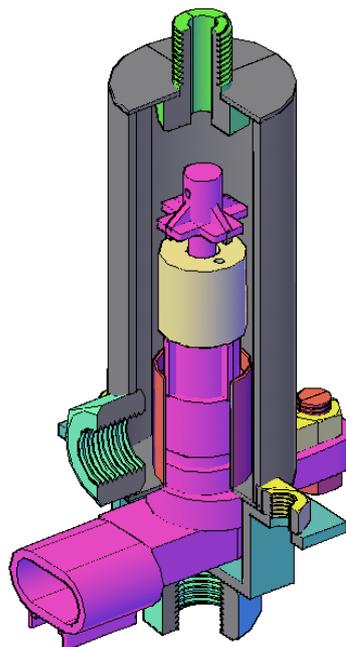
Fuente: Autor

Vista frontal y superior sensor de nivel de aceite



Fuente: Autor

Modelado de sensor de nivel y acople corte parcial



Fuente: Autor

ANEXO C

Manual de manejo y mantenimiento

Manual de manejo y mantenimiento

Manual de usuario

Esta publicación no puede ser transcrita o reproducida sin la autorización previa del autor.

Descargo de responsabilidad

Este documento está sujeto a cambios imprevistos y se rechaza por el autor toda garantía implícita.

Como fabricante se reserva el derecho a revisar la publicación y hacer cambios periódicos en su contenido y no está obligado a notificar tales revisiones o modificaciones de este documento.

Reconocimiento de marcas comerciales

Algunos de los elementos utilizados en el desarrollo y producción de este sistema de mantenimiento tienen registro y derechos por parte de sus marcas comerciales. Por lo cual el autor no se hace responsable de las opiniones vertidas por parte de los consumidores, ya que han sido utilizados de acuerdo a las características comerciales de cada uno de ellos. El desarrollador del sistema no muestra interés alguno en otra marca que no sea la desarrollada por éste.

Contenido de este manual

Capítulo 1: Introducción	2
Capítulo 2: Desembalaje	3
Capítulo 3: Instalación de pantalla táctil	5
Capítulo 4: Instalación del Módulo de Control	9
Capítulo 5: Funcionamiento	10
Capítulo 6: Soporte técnico	11
Capítulo 7: Seguridad y mantenimiento	13
Capítulo 8: Garantía	14

Capítulo 1: Introducción

Descripción del producto

Este sistema de mantenimiento de control de cambio de aceite, en manejo mediante una pantalla del tipo LCD táctil digital interactiva y cuenta con todas las bondades que este tipo de dispositivo proporciona al sistema en cuanto a los avances en tecnología táctil y diseño. Cada una de las características de la pantalla permite que la interacción entre el usuario y el mando táctil del sistema de control se natural.

La pantalla es un LCD táctil de 7 pulgadas de color verdadero de alta fiabilidad y comando eficaz de 16.7M Colores 8R8G8B, proporcionando un alto rendimiento. Cuenta con una resolución de 800xRGBx480 indispensable para la correcta visualización de gráficos e imágenes.

Cada uno de los elementos electrónicos que conforman el sistema de mantenimiento están diseñados para conectarse de manera eficiente y no requieren ningún cableado adicional al suministrado, la pantalla incorporada al vehículo convierte al sistema de control en un elemento de control digital interactivo muy eficiente gracias a su modo de señalización.

Precauciones

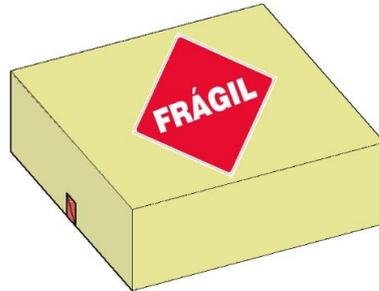
Las acciones de precaución y mantenimiento descritas en este manual tienen como objetivo extender la vida útil de los componentes del sistema de mantenimiento impidiendo cualquier riesgo para el usuario. El detalle de los procedimientos de seguridad a seguir se describirá más adelante en la sección de seguridad.

La información de configuración y mantenimiento adecuado del control táctil digital es responsabilidad exclusiva del usuario, éste deberá aplicarlos de la manera más conveniente siguiendo los parámetros recomendados por el fabricante. Para empezar a utilizar el sistema de mantenimiento, el usuario debe leer completamente este manual para enterarse a cabalidad de las acciones de montaje, instalación, mantenimiento y funcionamiento del sistema.

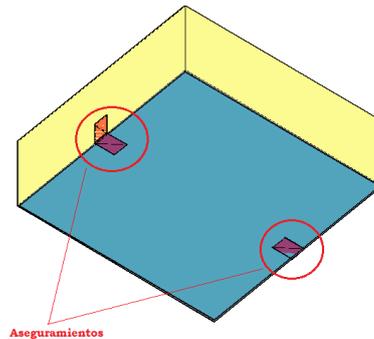
Capítulo 2: Desembalaje

Desembalaje de la pantalla táctil

1. Al desembalar la pantalla LCD táctil, tome en cuenta los siguientes pasos a seguir:
2. Oriente la caja según su etiquetado con el lado frágil hacia arriba. Esto evitara realizar presión sobre la pantalla.



3. Retire los aseguramientos de la caja.



4. Cuando los aseguramientos estén retirados, proceda a levantar la parte superior de la caja con respecto a la base.
5. Una vez retirada la tapa, podrá acceder a la pantalla táctil, a las tarjetas electrónicas y a los accesorios incluidos en el paquete.

Una vez que se ha tenido acceso al producto, el usuario debe comprobar las condiciones de cada uno de los elementos que componen el sistema:

- Pantalla táctil
- Soporte de pantalla
- Placas de circuitos electrónicos
- Cables
- Manual del usuario



a.



b.



c.



d.

Desembalaje de placas electrónicas de señalización digital

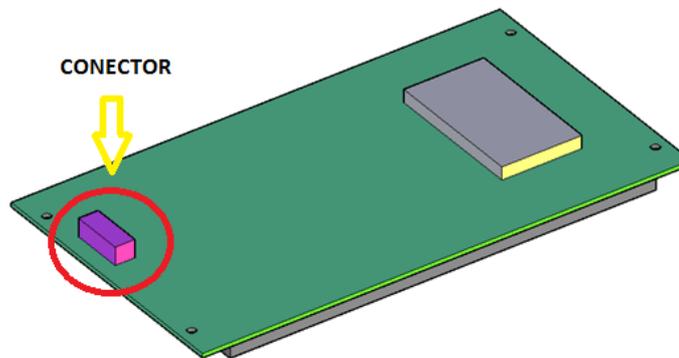
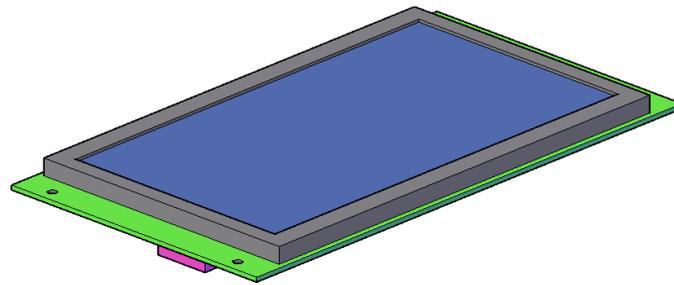
Una vez extraídos los elementos de la caja se debe comprobar el estado de cada uno de ellos:

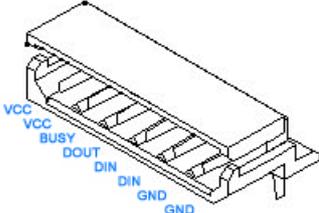
- Carcazas protectoras de circuitos electrónicos del sistema
- Componentes electrónicos del sistema de mantenimiento

Capítulo 3: Instalación de LCD táctil en el vehículo

Panel de conectores e interfaces.

Extraiga los protectores plásticos de la pantalla y posicione los conectores en posición para su instalación (cable de señal y de alimentación).



MODO SERIAL				
 <p>CONECTOR</p>	NOMBRE PIN	NUMERO	TIPO	ILUSTRACION
	VCC	1.2	P	Entrada de energía
	OCUPADO	3	O	Señal completa de la memoria intermedia
	DOUT	4	O	Salida serial
	DIN	5.6	I	Entrada serial
	TIERRA	7.8	P	Tierra

I: ENTRADA, O: SALIDA, P: POWER

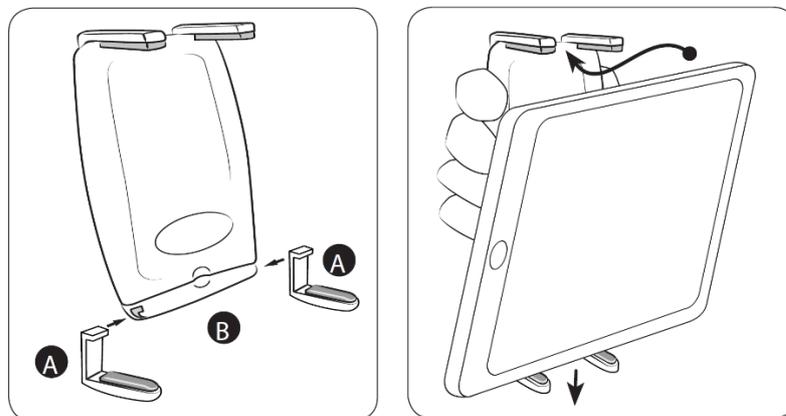
Conexiones del monitor táctil

1. Posicione los cables de señal y alimentación de manera firme y segura en el lugar más idóneo para lograr un funcionamiento óptimo y evitar pérdida de enlace.
2. Seleccione el cable de alimentación y conéctelo entre la fuente de alimentación del sistema y el conector de ENTRADA DE ALIMENTACIÓN del monitor táctil.
3. Colocar una cubierta protectora para los cables, si cree conveniente.
4. El monitor táctil permanece en estado APAGADO mientras no se ubique la llave del vehículo en la posición correcta para su activación. Esta posición es determinada al momento de la instalación y puede ser: Accesorios o encendido.

Instalación de Elementos en el vehículo

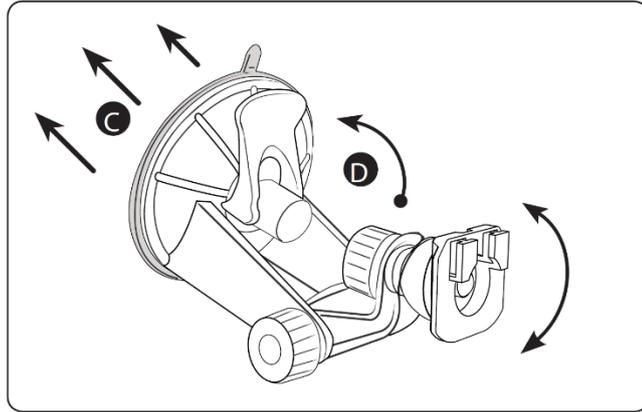
Instalación de apoyos en el soporte principal

Paso 1. Inserte las patas de apoyo extra largas (A) por deslizamiento en la ranura para los apoyos (B) en la parte inferior del soporte.



Instalación de soporte en el parabrisas

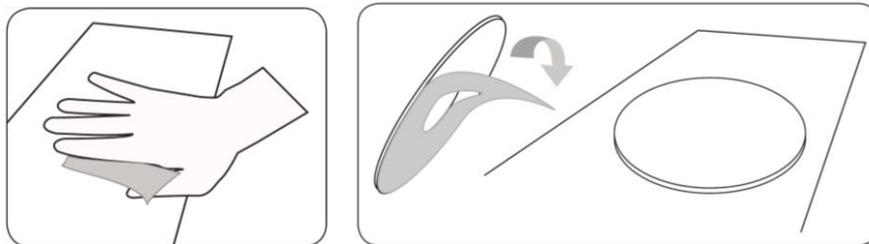
Paso 1. Encontrar un lugar seguro en el interior del parabrisas del vehículo para montar el pedestal. Empuje firmemente la base de aspiración con ventosa (C) contra el parabrisas y voltear la palanca de base hacia abajo (D) a la posición de bloqueo.



Ubicación del soporte en el tablero de instrumentos.

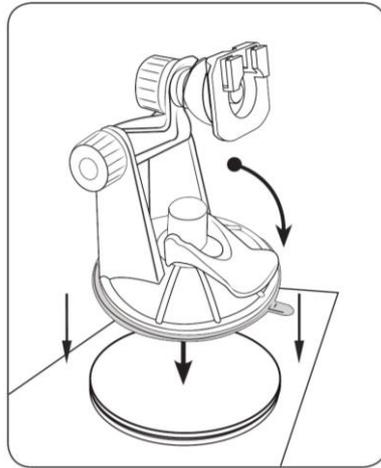
Paso 1. Elija un lugar adecuado para la instalación del disco y pedestal. No coloque el soporte en o cerca de una zona de despliegue del airbag o donde pueda obstruir la visión de la carretera o dificultar vehículo operación.

Paso 2. Limpie la superficie de tablero de instrumentos o consola completamente con algodón y alcohol. Deje que el área seque antes de aplicar el disco de montaje.



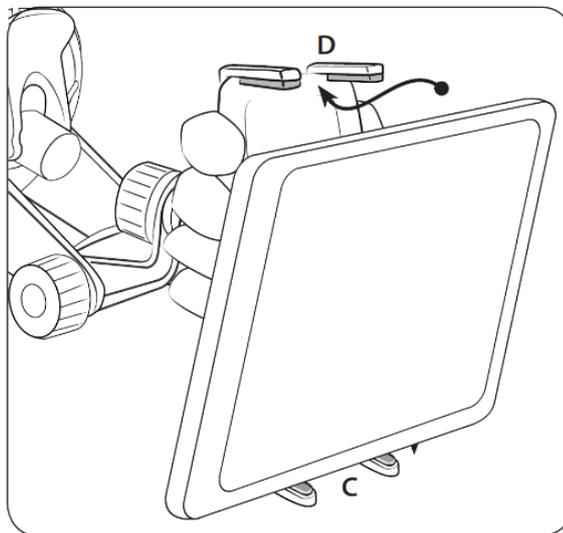
Paso 3. Retire el papel protector del disco y colocarlo sobre la superficie limpiada. Pulse la parte superior del disco hacia abajo con firmeza para permitir que el adhesivo se pegue a la superficie. Deje pasar 24 horas para que el adhesivo se adhiera perfectamente a la superficie antes de aplicar cualquier presión.

Paso 4. Coloque la ventosa del pedestal firmemente hacia abajo el centro del disco de montaje y bajar la palanca de sujeción.

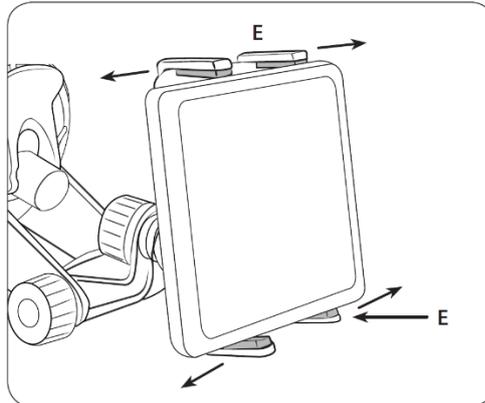


Introducción de pantalla en el soporte

Paso 1. Sostenga de manera segura con las manos el apoyo, el mecanismo de requiere fuerza significativa para operar. Apoye la pantalla sobre las patas fijas e introduzca la pantalla en el soporte universal, empuje hacia abajo las patas inferiores desplazables del soporte con fuerza moderada (C). Deslice la parte superior de la pantalla en las patas superiores del soporte (D) hasta que encaje cómodamente en él.



Ajuste de soporte y pantalla



Paso 1. Si es necesario, ajuste las patas de apoyo (E) en la parte superior e inferior deslizándolas lateralmente para evitar que interfiera con algún elemento de la pantalla.

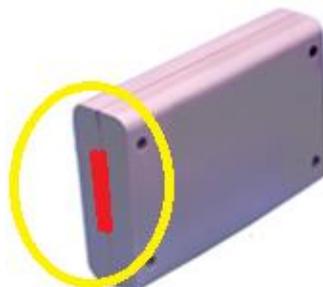
Capítulo 4: Instalación del Módulo de Control

Instalación

Importante:

Antes de instalar el Módulo que controla el sistema de mantenimiento y la pantalla, se debe tomar en cuenta de no hacerlo con la alimentación conectada a éstos ya que pueden resultar dañados.

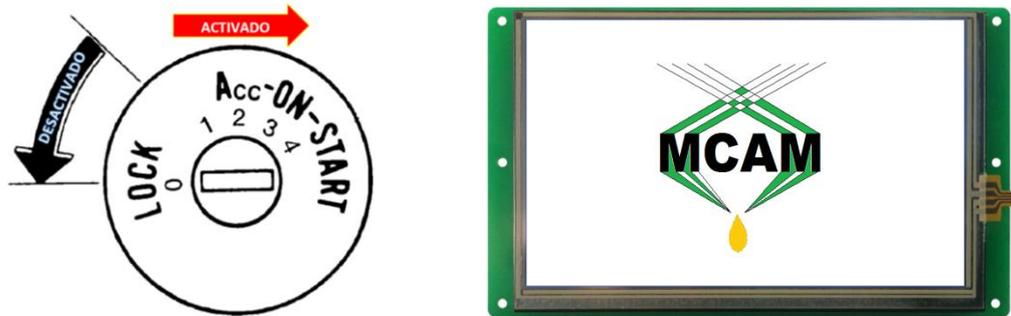
1. Desconecte o deshabilite mediante el interruptor de encendido la alimentación de corriente de la pantalla táctil y el módulo de control.
2. Ubique y posicione de manera correcta los puntos de conexión en cada circuito. Una vez conectado cada punto proceda a ubicar los circuitos en su posición final.



4. Limpie el conector de acoplamiento del Módulo para extraer cualquier residuo que se haya podido acumular durante el envío, si es necesario.

Capítulo 5: Funcionamiento

Encendido/Apagado



Las acciones de encender o apagar la pantalla táctil se realizan a través del interruptor de encendido del vehículo, la posición que adopte éste determinará la activación o desactivación del sistema.

Para mejorar la fiabilidad y reducir el consumo innecesario de energía, la pantalla solo se encenderá con la llave en posición encendido.

La pantalla táctil viene calibrada de fábrica y nunca precisará de calibración manual.



Cada uno de los botones digitales está activado para ser accionados con un ligero toque de la pantalla.

Vídeo

La resolución nativa de la pantalla es su anchura y su altura medidas en número de píxeles.

La imagen que se muestra en la pantalla tendrá el mejor aspecto soportado que coincide con la resolución nativa de la pantalla LCD.



Para información sobre el manejo de cada botón digital dirigirse a la sección “Ayuda” en el menú del sistema de mantenimiento.

Capítulo 6: Soporte técnico

Si experimenta algún problema con su sistema de mantenimiento, consulte las siguientes sugerencias.

Si el problema persiste, póngase en contacto con el fabricante.

Soluciones para problemas comunes

PROBLEMA	SOLUCION SUGERIDA
La pantalla táctil no responde al ubicar la llave en posición “encendido”.	Compruebe que el cable de alimentación está conectado correctamente. Verifique conectores para ubicar falsos contactos.
El Módulo electrónico no envía señal a la pantalla.	Desconecte el cable de alimentación y verifique que el Módulo está instalado correctamente. Vuelva a conectar el cable de alimentación.
La función táctil no funciona.	Compruebe que no exista un cable flojo o suelto en el conector del módulo y la pantalla.
Odómetro del sistema no avanza.	Verificar cable de entrada de señal proveniente del tablero de instrumentos.
No se detecta el cambio de nivel de aceite.	Verificar conexión entre sensor y módulo de control. Comprobar conectores y cables.

Los problemas netamente técnicos y de programación solo podrán ser asistidos por un técnico autorizado. Al tratarse de un sistema de control y bloqueo, existen parámetros de programación e instalación que demanda niveles de seguridad que solo el fabricante puede establecer al momento de la instalación.

El acople del sensor de nivel de aceite varía en función al modelo y marca del vehículo, para ajustarse perfectamente a su diseño. Éste será instalado de manera simultánea con el sistema electrónico de control y viene incluido en el paquete de instalación.

Asistencia técnica

Consulte la parte final de este manual del usuario para ver información de soporte técnico.

Capítulo 7: Seguridad y mantenimiento

Seguridad

Para evitar el riesgo de descargas o fallas eléctricas, siga todas las indicaciones de seguridad y no intente manipular los componentes internos de la pantalla táctil ni el Módulo de control. No son susceptibles de mantenimiento por parte del usuario, estos equipos requieren que su verificación por desperfecto sea realizada por personas capacitadas para esta tarea. Su manipulación incorrecta anula completamente la garantía de fábrica.

Las ranuras ubicadas a los lados y en la parte superior de la carcasa del monitor táctil sirven para ventilación. No bloquee las ranuras de ventilación ni inserte nada en ellas.

La pantalla táctil cuenta con un cable de alimentación con conexión a tierra. El conector del cable de alimentación sólo encaja en la toma que le corresponde y su acople no debe ser forzado.

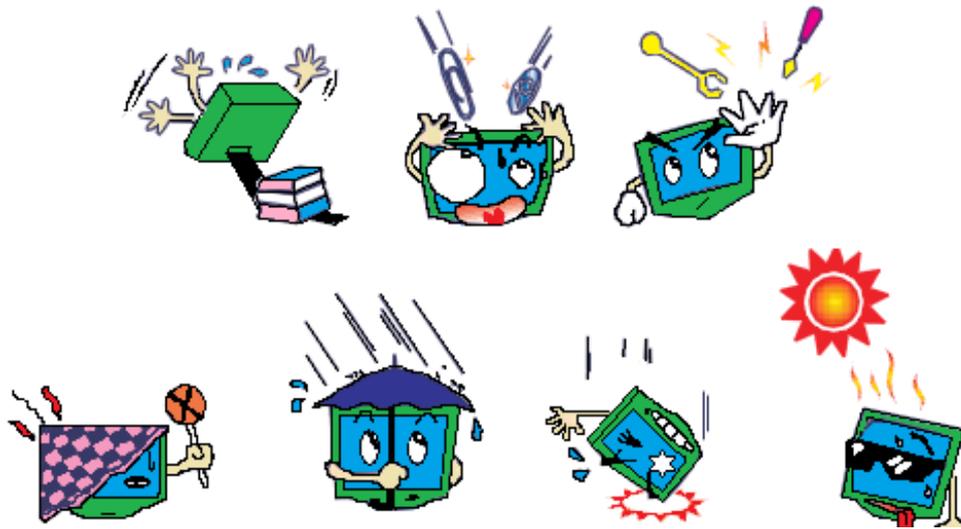
No modifique el conector para que encaje una toma de alimentación ya que éste no está configurado para este fin. Evite utilizar cables defectuosos. Utilice sólo el cable de alimentación que se suministra con la pantalla. El uso de un cable no autorizado puede anular la garantía.

Cuidado y manejo

A continuación se describe algunos consejos que le ayudarán a mantener el buen funcionamiento del sistema de mantenimiento:

- Asegúrese que el sistema no está encendido antes de limpiarlo.
- Utilizar un paño húmedo para limpiar la carcasa de la pantalla.
- Mantener la unidad seca. Por ningún motivo vierta líquido en o sobre ella. Si le entra líquido solo una persona calificada debe revisarla antes de volverla a encender.

- Evite en todo momento limpiar la pantalla con un paño o esponja que pueda rayar la superficie de ésta.
- La tarea de limpieza de la pantalla táctil, debe hacerse con la ayuda de un paño limpio. No se debe aplicar algún tipo de limpiador directamente sobre la pantalla. No usar alcohol, diluyente, benceno ni otro tipo de limpiador abrasivo.



Sobre residuos



El producto entregado no debe ser desechado mediante la basura doméstica. Se debe depositar en los medios adecuados para permitir su recuperación y reciclaje.

Capítulo 8: Garantía

Como fabricante se garantiza al usuario que el producto está libre de defectos en los materiales y en la mano de obra. La garantía para la pantalla táctil de control, el módulo electrónico y sus componentes es de un (1) año.

El fabricante se reserva el derecho de en cualquier momento y ocasionalmente, hacer cambios en los componentes. Una vez recibido e instalado el sistema en su vehículo, notificará fabricante lo antes posible la existencia de algún desperfecto en algún producto que esté cubierto por la garantía.

Mediante dicha notificación se deberá describir, en detalle los síntomas asociados con tales defectos; y proporcionará al fabricante la oportunidad de inspeccionar tales productos ya instalados.

Contacto soporte técnico

Encuentre soluciones a sus inquietudes y problemas llamando a nuestros contactos:

Tel.: 06 - 2358169

Cel.: 0998235590

Mcam@gmail.com

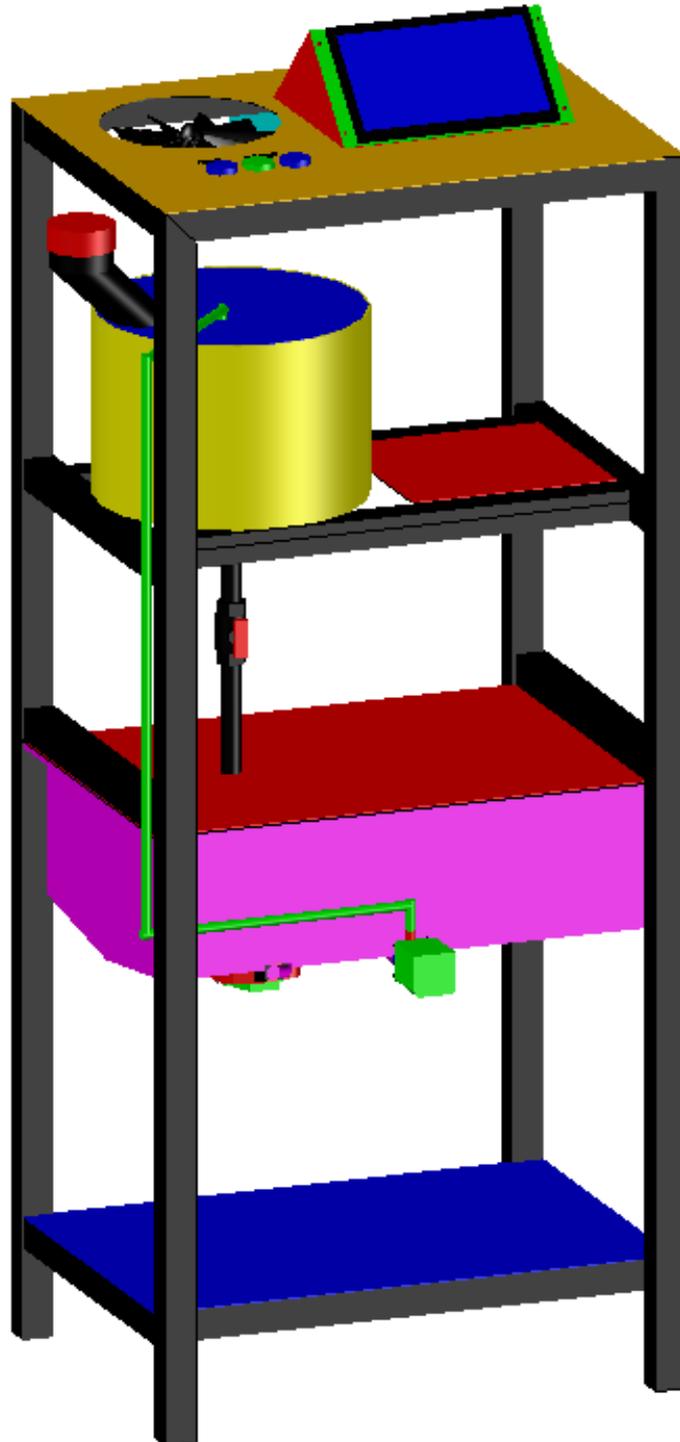
Nota: El presente manual es una adaptación cuya estructura informativa está basada en la información proporcionada en los manuales para pantallas táctiles de Tyco Electronics y soportes de pantalla Arkon sms1517.

ANEXO D

Estructura de banco de pruebas

Estructura de banco de pruebas

Banco de pruebas

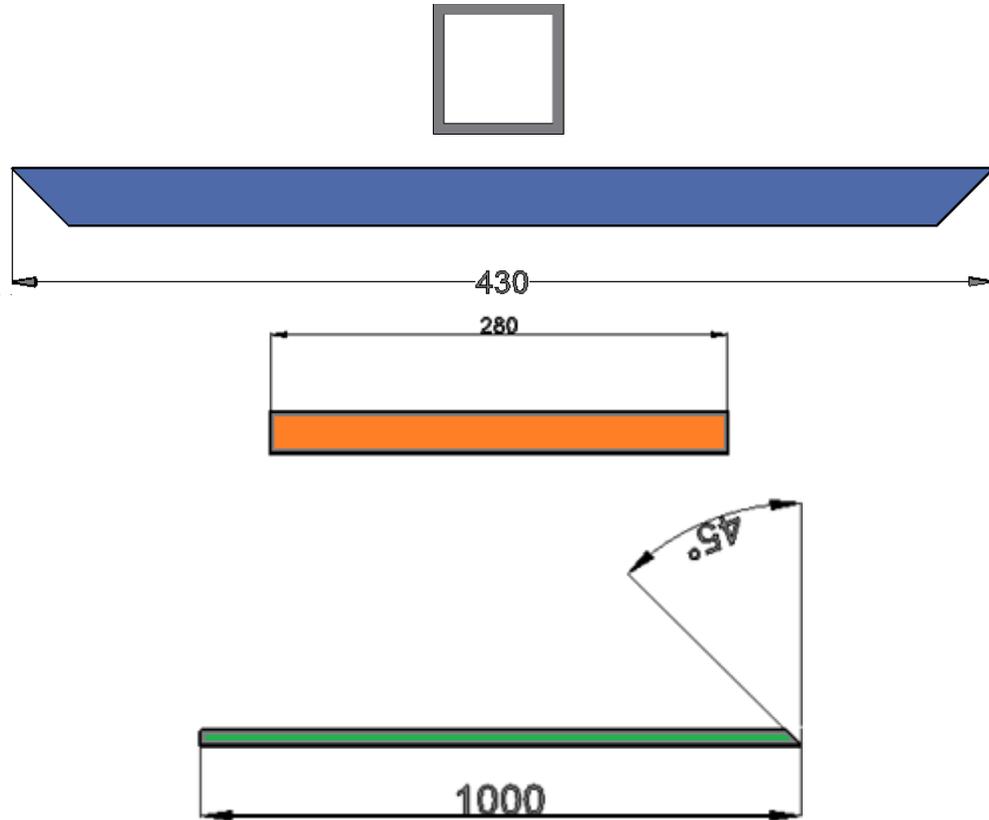


Fuente: Autor

Despiece de banco de pruebas

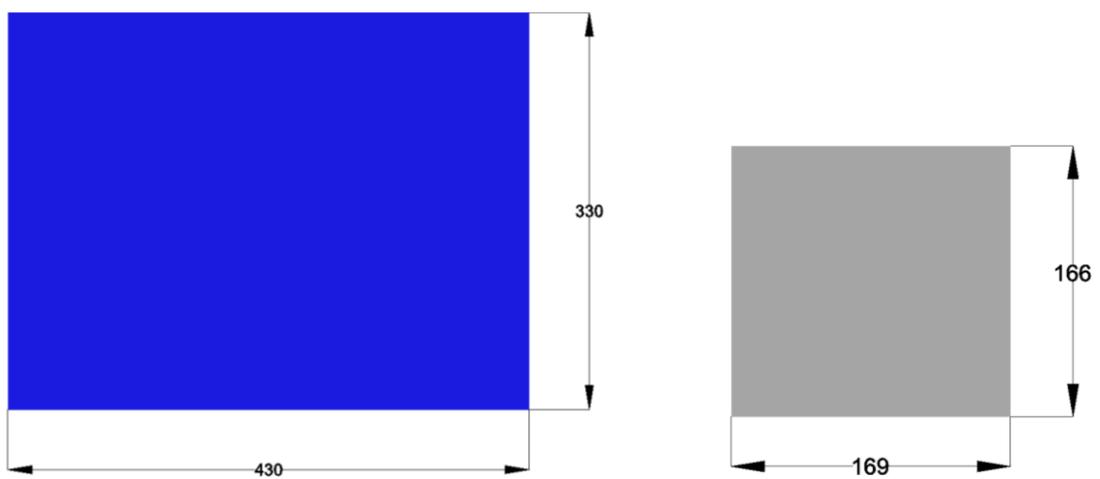
Estructura:

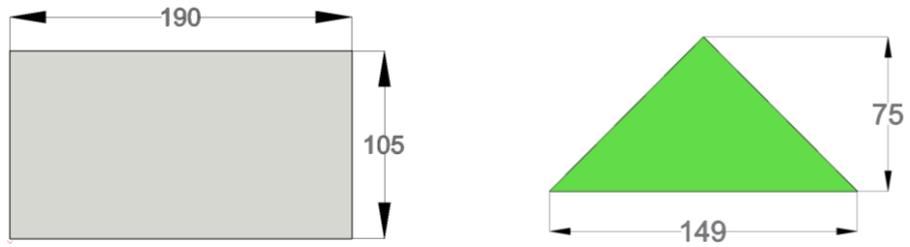
Tubo Cuadrado de 25.4mm x 1.5mm



Fuente: Autor

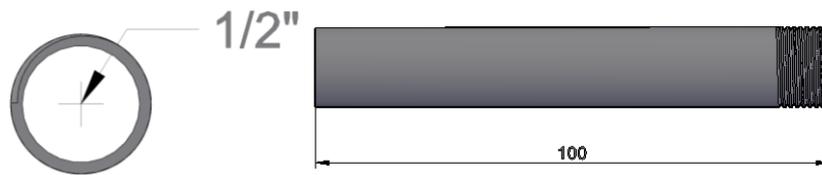
Planchas de Tol 2mm de espesor





Fuente: Autor

Tubo Galvanizado de 1/2 pulgada



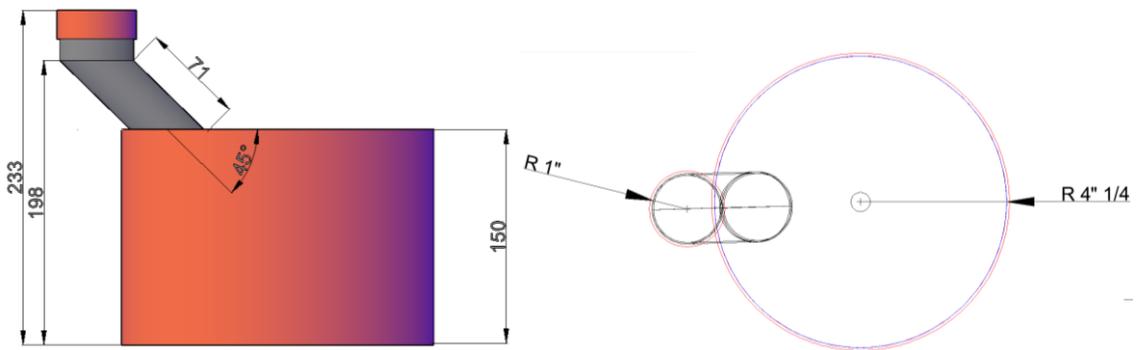
Fuente: Autor

Cañería de bronce de 6mm



Fuente: Autor

Tanque de reserva



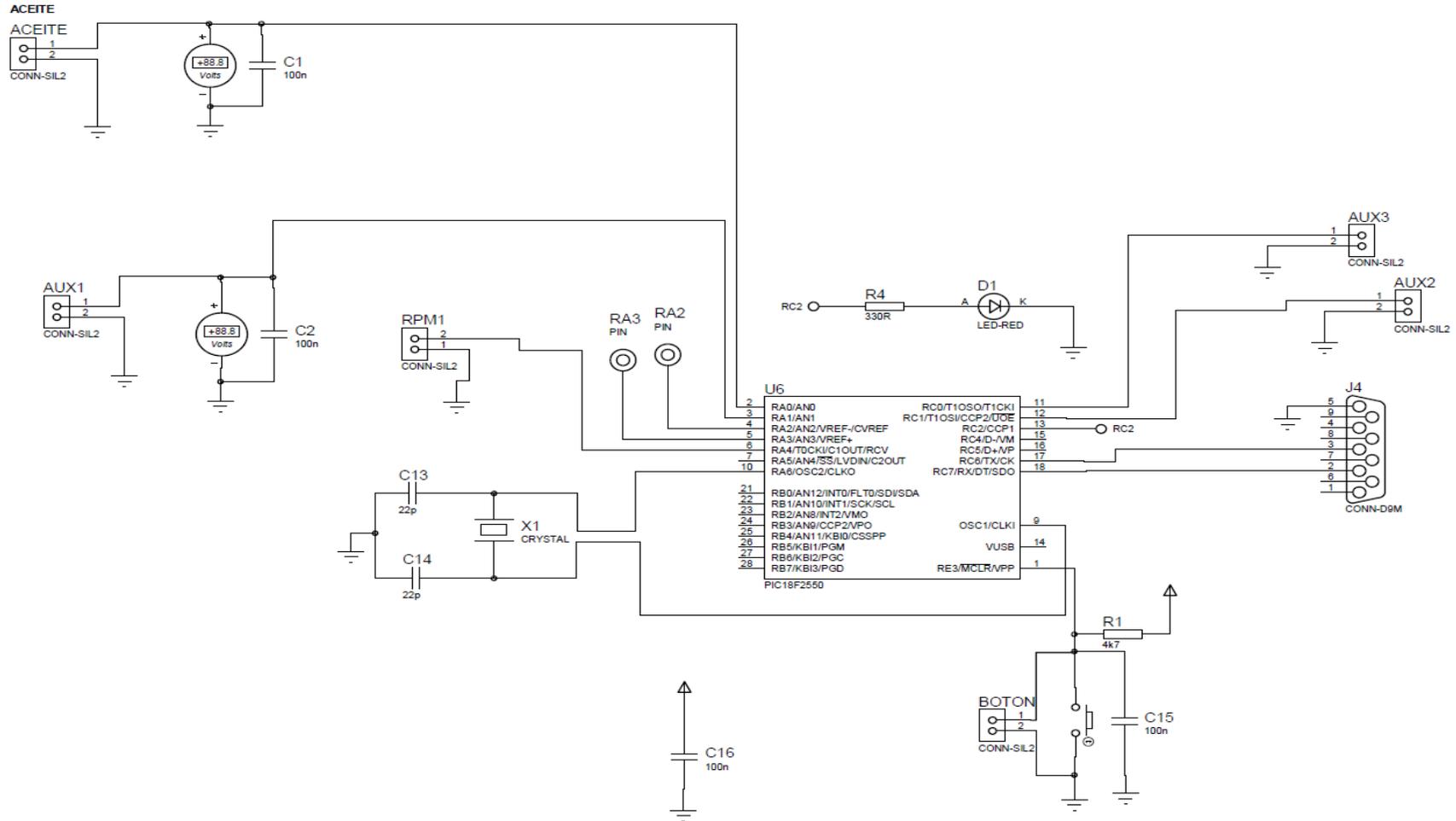
Fuente: Autor

ANEXO E

Diagrama de circuito eléctrico del sistema

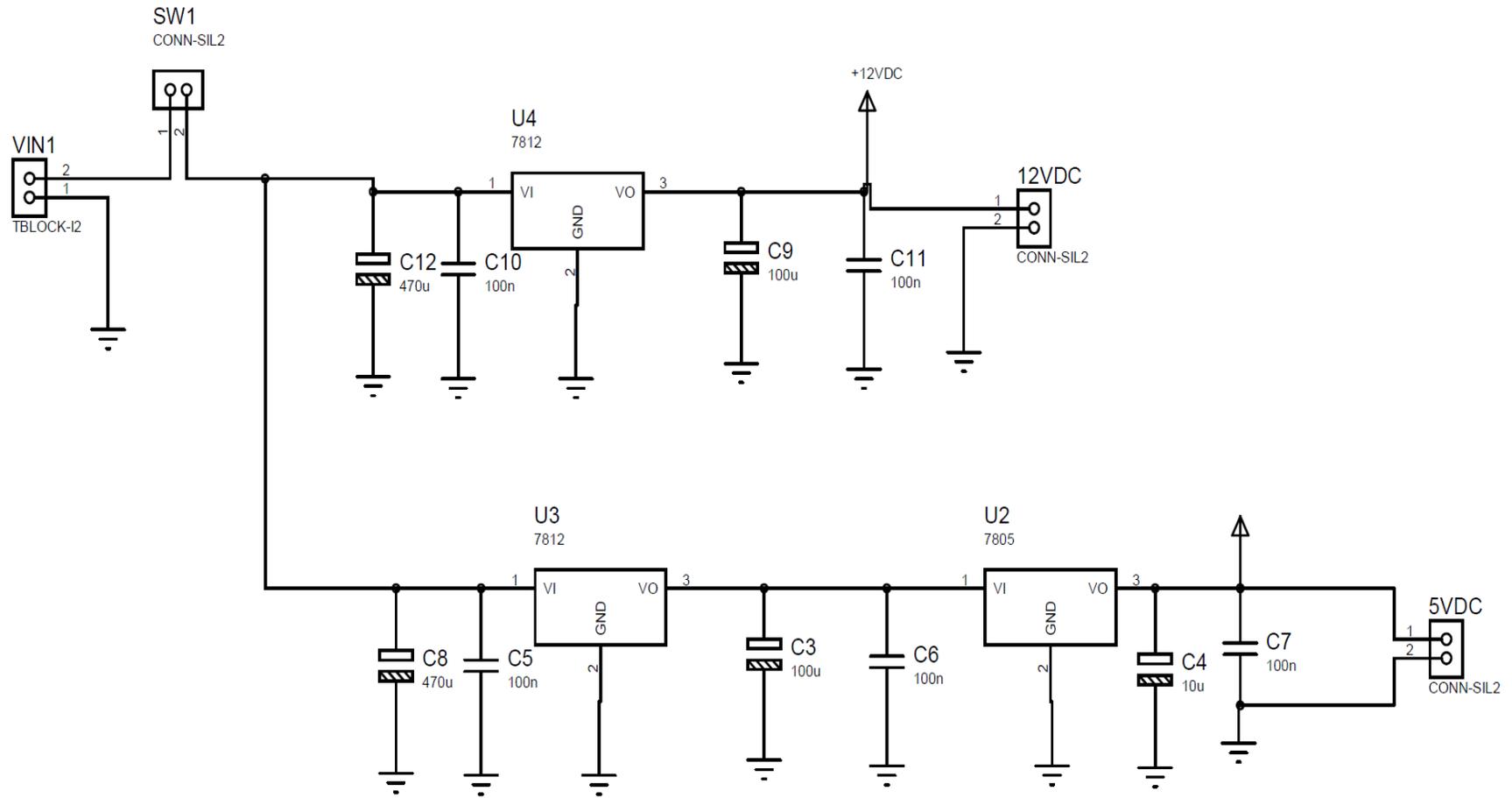
Diagrama de circuito eléctrico del sistema

Circuito Principal



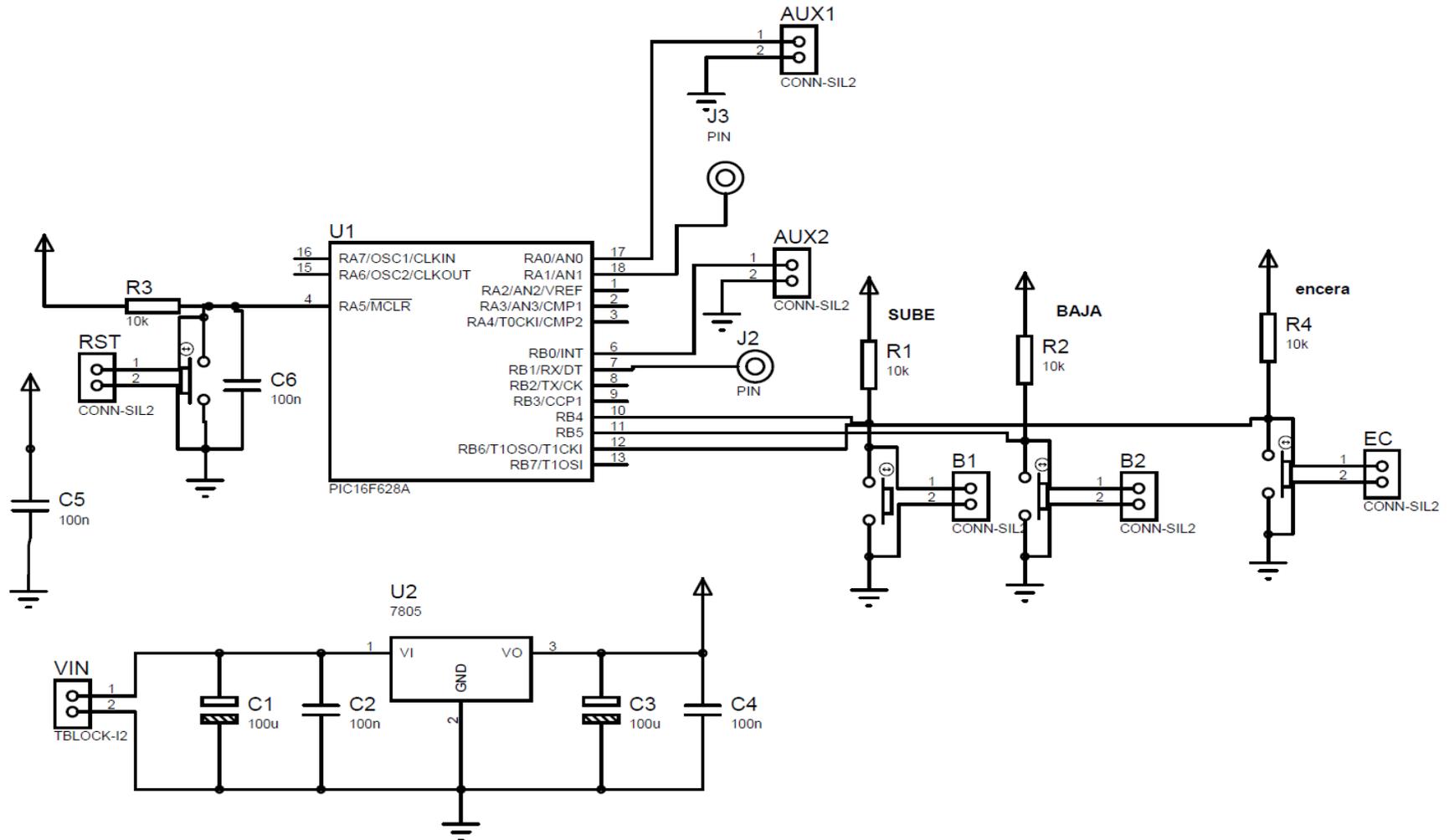
Fuente: Autor

Circuito regulador



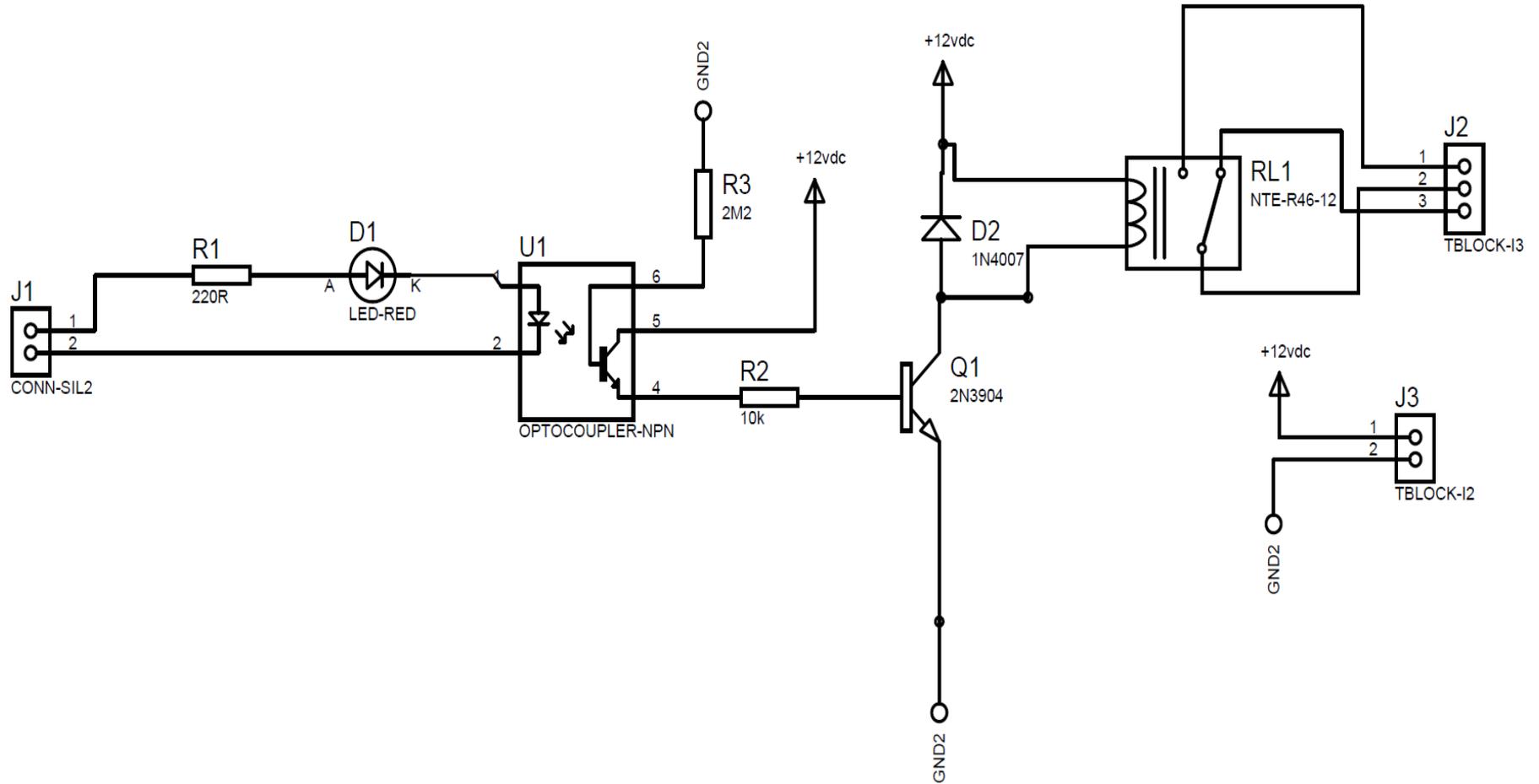
Fuente: Autor

Circuito generador de pulsos



Fuente: Autor

Circuito conmutador (deshabilita motor de arranque)



Fuente: Autor