



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ENERGIA Y MECANICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECANICA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
ELECTRÓNICO PARA UNA CAJA MANUAL DEL VEHÍCULO
HYUNDAI ACCENT 2001 1.5 GLS”.**

AUTOR: LAGLA CABASCANGO RICARDO JAVIER

DIRECTOR: ING. JONATHAN VELEZ

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO PARA UNA CAJA MANUAL DEL VEHÍCULO HYUNDAI ACCENT 2001 1.5 GLS**” realizado por el señor **LAGLA CABASCANGO RICARDO JAVIER**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **LAGLA CABASCANGO RICARDO JAVIER** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 12 de febrero del 2018

JONATHAN SAMUEL VELEZ SALAZAR

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGIA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **LAGLA CABASCANGO RICARDO JAVIER**, con cédula de identidad N° **1724075302**, declaro que este trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO PARA UNA CAJA MANUAL DEL VEHÍCULO HYUNDAI ACCENT 2001 1.5 GLS**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 12 de febrero del 2019

LAGLA CABASCANGO RICARGO JAVIER

C.C. 1724075302



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, **LAGLA CABASCANGO RICARDO JAVIER**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO PARA UNA CAJA MANUAL DEL VEHÍCULO HYUNDAI ACCENT 2001 1.5 GLS**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 12 de febrero del 2019

LAGLA CABASCANGO RICARDO JAVIER

C.C: 1724075302

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a las personas que desinteresadamente me apoyaron y que sobre todo estuvieron tan pendientes y que solo esperaban de mi la felicidad y el éxito; a Alexandra Cabascango mi madre, Ricardo Lagla mi padre, Jenny Lagla y Melanie Lagla mis hermanas, Jeniffer Bonilla mi enamorada, a mis sobrinos y a mi familia.

A mi Abuelita Delia Reyes que con mucho amor en mi infancia y juventud estuvo conmigo brindándome mucho amor y siendo un ejemplo de persona en mi vida.

Ricardo J Lagla

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a Dios que me ha permitido culminar mis estudios llenándome de fortaleza y valor durante esta etapa de mi vida.

Un especial y profundo agradecimiento a mis amados y adorados padres Alexandra Cabascango y Luis Lagla quienes con amor y paciencia supieron guiarme por el camino correcto, porque ellos han sido partícipes de los múltiples problemas, fracasos, frustraciones, éxitos y alegrías de que tenido a lo largo de mi vida. Además, el de alentarme cada día para culminar este peldaño más de mi vida, el obtener un título y asegurar una vida digna y clara en el futuro y no decaer en el camino, que agradecidos estoy ante Dios por la felicidad de poder compartir con ellos todavía.

A mis amadas hermanas Jenny Lagla y Melanie Lagla, quienes me apoyaron incondicionalmente con su cariño, guiándome como persona, enseñándome muchos valores como ser humano y como profesional, les agradezco inmensamente este logro va dedicado a ustedes mujeres de bien.

A mi Enamorada Jeniffer Bonilla quien con paciencia y amor estuvo conmigo para apoyarme y culminar mis proyectos, brindándome su mano en momentos muy importantes siendo un apoyo muy sólido en esta etapa estudiantil y así lograr culminar este logro más en mi vida.

A mis pequeños sobrinos Anddy Zapata y Scarleth Escobar los cuales con su alegría de una u otra forma contribuyeron en la realización de este proyecto han estado para apoyarme y brindarme una sonrisa para no decaer en ningún momento.

A mis amigos con quienes he compartido momentos inolvidables experiencias y conocimientos.

Ricardo J Lagla

RESUMEN DEL PROYECTO.

El crecimiento anual del parque automotor es sin duda uno de los factores que motivan la investigación de este proyecto. Es evidente que a mayor cantidad de vehículos en las vías va a existir mayor demanda en los usuarios que empiezan a conducir. Como referencia podemos señalar las diferentes escuelas de conducción que anualmente reciben miles de estudiantes que están próximos a obtener su licencia. Otro factor que es importante destacar los establecimientos de mantenimiento mecánico que existe en el medio, lo cual indica que en el corto y mediano plazo estos vehículos van a necesitar servicio de mantenimiento especializado. Así es como nace la necesidad de hacer un estudio de indicación de controles de conducción e indicadores para mantenimiento en un vehículo de marca Hyundai Accent donde se aprovecha de la tecnología electrónica y facilidad de conducción de este automotor. Se diseñó un indicador de control electrónico que indique eficazmente estos valores en una pantalla, realizando una adaptación de sensores en lugares donde podremos apreciar con exactitud los datos reales del vehículo. Se hizo un estudio donde se consultó la factibilidad del proyecto a varias personas y teniendo una respuesta positiva ya que ayuda en gran mayoría tener un visualizador facilita la conducción del mismo. Finalmente realizo una prueba donde se observó los valores reales de cada indicador.

The annual growth of the vehicle fleet is undoubtedly one of the factors that motivate this investigation project. It is evident that the greater number of vehicles on the roads, there will be greater demand for users who start driving. As a reference, we can point out the different driving schools that annually receive thousands of students who are close to obtain their driver license. Another factor that is important to highlight is the mechanical maintenance facilities that exist in the area, which indicates in a short and medium term, these vehicles are going to need specialized maintenance service, so the need to conduct a study to indicate driving controls and indicators for maintenance in a Hyundai Accent brand vehicle is evident, where also it is possible to take advantage of the electronic technology and ease of driving of this car. An electronic control indicator was designed to effectively indicate these values on the screen, making an adaptation of sensors in places where it is possible to accurately appreciate the real data of the vehicle. A study was done where the feasibility of the project was consulted to several people and having a positive response, since it helps that having a visualizer facilitates driving the vehicle. Finally, a test was performed where the real values of each indicator were observed.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. PORTADA	i
CAPITULO I	17
1.1. ANTECEDENTES	17
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	19
1.4. OBJETIVOS	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos	20
1.5. ALCANCE	20
2. CAPITULO II	22
2.1. PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LAS CAJAS DE CAMBIOS MANUALES	22
2.1.1. Descripción	22
2.1.2. Términos y definiciones	22
2.1.3. Potencia	22
2.1.4. Par Motor	23
2.1.5. Necesidad de la caja de cambios	23
2.1.6. Determinación de las relaciones de cambio	24
2.1.7. Relación de transmisión	25
2.1.8. Cambio mecánico	26
2.1.9. Mecanismo de cambio de sincronizado	26
2.1.10. Descripción General del vehículo	28
2.1.10.1. Motor	28
2.1.10.2. Transmisión	29
2.1.10.3. Sistema de combustible	29
2.1.10.4. Sistema de suspensión	29

2.1.10.5.	Sistema de frenos	30
2.1.10.6.	Sistema de dirección y embrague.....	30
2.1.11.	Descripción y funcionamiento de la caja de cambios.....	30
2.1.11.1.	Conjunto de engranaje.....	30
2.1.11.2.	Caja de cambios – reducciones	32
2.1.11.3.	Mando de selección	32
2.1.11.4.	Control de cambios	32
2.1.11.5.	Mecanismo interno del sistema de cambios	33
2.1.11.6.	Sistema de cambios.....	33
2.1.11.7.	Varillaje y horquillas	33
2.1.11.8.	Conjunto de sincronización	34
2.1.11.9.	Anillos sincronizados	35
2.1.11.10.	Diferencial.....	35
2.2.	ELEMENTOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS	37
2.2.1.	Arduino	37
2.2.2.	Principio de funcionamiento	37
2.2.3.	Tipos de arduino.....	38
2.2.3.1.	Duemilanove.....	38
2.2.3.2.	Mega.....	39
2.2.3.3.	Nano	39
2.2.3.4.	PRO.....	40
2.2.3.5.	Uno	40
3.	CAPITULO III	41
3.1.	Diseño y construcción del mecanismo para operación del controlador electrónico del vehículo.	41
3.1.1.	Arduino mega 2560.....	41
3.1.2.	Ficha técnica Arduino Mega	41

3.1.3.	Programación.....	43
3.1.4.	Advertencia	43
3.1.5.	Alimentación Eléctrica	43
3.1.6.	Memoria	44
3.1.7.	Entrada y Salida.....	44
3.1.7.1.	Serie	44
3.1.7.2.	Interrupciones externas	44
3.1.7.3.	PWM.....	44
3.1.7.4.	SPI.....	45
3.1.7.5.	AREF	45
3.1.7.6.	Reset	45
3.1.8.	Comunicación	45
3.1.9.	Reset (Software) automático.....	45
3.2.	Placa PCB	46
3.3.	Sensores de Efecto Hall	46
3.3.1.	Descripción	46
3.3.2.	Especificaciones Técnicas	47
3.3.3.	Funcionalidad del sensor	48
3.3.4.	Conexiones con Arduino	48
3.3.5.	Programación KY-024.....	49
3.4.	Sensores Infrarrojos encoder tipo U	50
3.4.1.	Aplicaciones	50
3.4.2.	Características	50
3.4.3.	Especificaciones Técnicas	51
3.4.4.	Pines de Conexión del Encoder tipo U.....	51
3.4.5.	Programación encoder FC-03	52
3.5.	Sensor Ultrasónico	52

3.5.1.	Características	53
3.5.2.	Pines de Conexión	54
3.5.3.	Operación.....	55
3.5.4.	Programación Sensor HC-SR04	55
3.6.	Pantalla TFT Táctil 3.2"	56
3.6.1.	Características	56
3.6.2.	Descripción de los pines de la pantalla TFT Táctil 3.2"	57
3.6.3.	Librería TFT	59
3.6.3.1.	UTFT	59
3.6.3.2.	Utouch	59
3.6.3.3.	UTFT_Buttons	59
3.6.4.	Requerimiento	60
3.6.5.	Componentes	60
3.6.6.	Librerías	60
3.6.7.	Bibliotecas Utilizadas	61
3.6.8.	Programación	61
3.6.8.1.	Designación de comandos en la pantalla	61
3.6.8.2.	Diseño de Recuadros en la pantalla	62
3.6.8.3.	Diseño de letras y números en la Pantalla	62
3.6.9.	Construcción del circuito	63
3.7.	Comprobación de distintos indicadores	64
3.7.1.	Simulación de Marchas	64
3.7.2.	Simulación de Nivel de Aceite	64
3.7.3.	Simulación de RPM.....	64
3.7.4.	Simulación estado de aceite	65
3.7.5.	Construcción de placa.....	66
3.7.6.	Soldadura de componentes	67

3.7.7.	Instalación de Indicador Electrónico.....	68
3.7.8.	Indicador de Numero de marcha.....	68
3.7.8.1.	Ubicación.....	69
3.7.9.	Indicador de Revoluciones.....	69
3.7.9.1.	Ubicación.....	69
3.7.9.2.	Calibración.....	70
3.7.10.	Indicador de estado de aceite.....	70
3.7.10.1.	Ubicación.....	70
3.7.10.2.	Cálculo.....	70
3.7.11.	Indicador de nivel de Aceite.....	71
3.7.11.1.	Ubicación.....	72
4.	CAPITULO IV.....	74
4.1.	Conclusiones.....	74
4.2.	Recomendaciones.....	75
4.3.	Referencias Bibliográficas.....	75
5.	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sistemas de transmisión.....	22
Figura 2	Gráfica de potencia.....	23
Figura 3	Par motor.....	23
Figura 4	relación de cambio.....	25
Figura 5	Relación de transmisión.....	25
Figura 6	Mecanismo de cambio de sincronizado.....	27
Figura 7	conjuntos sincronizados.....	27
Figura 8	Hyundai Accent.....	28
Figura 9	Conjunto de engrane.....	31
Figura 10	Eje primario.....	31
Figura 11	Eje secundario.....	31

Figura 12 Control de cambios	32
Figura 13 Sistema de cambios.....	33
Figura 14 Varilla y Horquillas	34
Figura 15 Conjunto de sincronización de la 1ra. y 2da. Marchas.....	34
Figura 16 Marcha con tres conos.....	35
Figura 17 Diferencial.....	36
Figura 18 Arduino	37
Figura 19 Arduino Duemilanove.....	38
Figura 20 Mega.....	39
Figura 21 Nano	39
Figura 22 Pro	40
Figura 23 Arduino Mega 2560.....	41
Figura 24 Designación de pines.....	43
Figura 25 Sensores de efecto Hall.....	46
Figura 26 Designación de pines.....	48
Figura 27 Calibración del sensor	48
Figura 28 Lenguaje de programación	49
Figura 29 Encoder tipo U	50
Figura 30 Lenguaje de programación	52
Figura 31 Sensor Ultrasónico.....	53
Figura 32 Pines de conexión	54
Figura 33 Lenguaje de programación del sensor ultrasónico	55
Figura 34 Pantalla TFT táctil 3.2.....	56
Figura 35 Descripción de pines pantalla TFT	57
Figura 36 Arduino y pantalla TFT.....	59
Figura 37 Esquema Indicador de Control Electrónico.....	60
Figura 38 Seudocódigo para programación.....	62
Figura 39 Seudocódigo para programación.....	63
Figura 40 Encendido de Pantalla TFT en Protoboard	63
Figura 41 Circuito Realizado en Protoboard	63
Figura 42 Comprobación de sensor en pantalla	64
Figura 43 Comprobación de sensor en pantalla	64

Figura 44 Comprobación Sensor Encoder tipo U	65
Figura 45 Pantalla de Indicación de Datos	65
Figura 46 Indicador de Estado de Aceite	66
Figura 47 Indicador tipo semáforo Estado de Aceite	66
Figura 48 Diseño de Placa en Software	66
Figura 49 Maquina para corte en placa mediante Software.	67
Figura 50 Soldadura en Placa	67
Figura 51 Colocación de Sensores en la placa	67
Figura 52 Armado de caja base del Indicador	68
Figura 53 Indicador de control Electrónico	68
Figura 54 Movimientos de palanca de cambios	69
Figura 55 Formula de longitud	71
Figura 56 Deposito de fluido	72
Figura 57 Sensor Ultrasónico adaptado.....	72
Figura 58 Grafico de posición de depósito	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	28
Tabla 2.....	29
Tabla 3.....	29
Tabla 4.....	29
Tabla 5.....	30
Tabla 6.....	30
Tabla 7.....	32
Tabla 8.....	42
Tabla 9.....	47
Tabla 10.....	49
Tabla 11.....	51
Tabla 12.....	51
Tabla 13.....	54
Tabla 14.....	58

CAPITULO I

1.1. ANTECEDENTES

El Accent es un auto con mucha historia, fue lanzado originalmente en 1995 para reemplazar al Excel, incluso en varios países como Australia y Holanda es llamado así. Enseguida se volvió muy popular, en el año 2000 fue rediseñado, vuelto a modificar en 2003, finalmente relanzado en 2006 con un nuevo exterior y un interior más amplio. A principios del siglo XX la mayoría de los vehículos fabricados en los Estados Unidos ofreció una transmisión manual sincronizada. La innovación principal siguiente ocurrió en 1928 cuando se presentó la transmisión manual sincronizada, lo que redujo significativamente equipo de molienda, se cambió más suave y más fácil. Las transmisiones manuales fueron la norma en la mayoría de los vehículos durante la primera mitad del siglo XX, pero las transmisiones automáticas se estaban desarrollando ya en 1904. Es un automóvil del segmento B, producido por el fabricante surcoreano Hyundai desde 1994. Se ubica dentro de la marca por encima del Hyundai Atos, por debajo del Hyundai Elantra. Tiene cinco plazas, posee motor delantero transversal con tracción delantera, está dirigido especialmente al mercado joven de EE. UU y Europa. (Mcklain, 2005).

Según (Caiza, 2007) en su proyecto de investigación titulado “Diseño y construcción de un mecanismo para automatizar el sistema de selección de velocidades para el vehículo Corsa Evolution 1400 cc.” menciona lo siguiente “El cambio de velocidades en el vehículo Chevrolet modelo Corsa Evolution, utilizando elementos electromecánicos para la automatización del movimiento necesario para la selección de marchas controladas por un microcontrolador, en el presente proyecto se han conjugado aplicaciones eléctricas, electrónicas, mecánicas para lograr un diseño y posterior materialización de un mecanismo eficaz y efectivo. La automatización del Cambio de velocidades, ha mejorado notablemente la conducción del vehículo, permitiendo que el piloto tenga el control sobre la selección de marchas sin tener que soltar el volante, mejorando así la ergonomía al conducir.”

De acuerdo con (Flores, 2013) en su investigación titulada “Diseñar, implementar y analizar un prototipo de vehículo híbrido con la instalación de un dispositivo electromagnético para controlar las velocidades de la caja de cambios.” menciona “el trabajo realizado tanto al haber diseñado, modificado e instalado los diferentes mecanismos del prototipo híbrido en un vehículo convencional, han dado como resultado el funcionamiento adecuado de un vehículo con tecnología híbrida, lo cual permitirá instruir en forma práctica, detallada y didáctica sobre el funcionamiento de los componentes de estos sistemas.”

El adelanto electrónico mediante la aplicación de sistemas de control, es un aporte al campo automotriz, la propuesta del presente proyecto como los antiguos trabajos citados buscan analizar e implementar sistemas que ayuden a cuidar la vida útil del vehículo y sus componentes internos netamente de la caja de velocidades, existe un avance alcanzado con la aplicación de conocimientos adquiridos y uso de materiales electrónicos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE con la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz brinda a su alumnado la información teórica y práctica, formando profesionales complemente aptos para desenvolverse en cualquier tipo de situación que amerite la aplicación de conocimientos, implementando ideas de innovación y tecnología para dar solución a problemas actuales.

El problema surge a momento de adquirir un vehículo, éste presenta varios factores que influirá su vida útil, como la manera de conducir, el conocimiento básico de información de mandos principales del automotor, la falta de adquisición en teoría de mecánica rápida y el trato que al vehículo se brinde como también la manera psicotécnica, motriz al reaccionar en una situación determinada para realizar un cambio de marcha o para dicha maniobra requerida.

Al conducir, un aspecto que altera los componentes internos de la caja de marchas es el dominio del mismo, muchas veces la transmisión es el principal sistema que se deteriora por su mala manipulación.

Al no solucionar éste inconveniente pueden producirse problemas como la disminución en la vida útil del conjunto de piñones, el motor presenta un sobre esfuerzo, el aceite pierde sus propiedades originarias viéndose afectada su capacidad de lubricación, el rozamiento de dos materiales causa fricción producto de ello se forman limallas que producen rayones a partes como ejes y sincronizados, los costos de reparación y mantenimientos llegarían a ser elevados así como la presencia de averías en la manipulación de la caja de velocidades del vehículo.

El problema principal encontrado para dicha propuesta es brindar un aporte a la manipulación de la caja de transmisión teniendo ya conocimiento de cada uno de los factores que llegan a deteriorarla y presentando un método de información que nos ayude a conocer el estado del sistema mediante indicadores.

1.3. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

El proyecto buscara la manera adecuada de uso de la caja de velocidades manual dirigido aquellos usuarios que empiezan a conducir y no poseen la experiencia necesaria para evitar inconvenientes con la transmisión, como también informar el momento adecuado para su próximo control teniendo en cuenta que el mantenimiento del sistema es muy importante para cuidar el estado de componentes internos.

El aporte del presente escrito está dirigido hacia el sector automotriz, la presentación de un modelo de como manipular la caja de velocidades mediante indicadores, la aplicación de la electrónica en sistemas automotrices y el mantenimiento realizado en tiempos establecidos.

La propuesta está enfocada aquella parte de la sociedad que se encuentra iniciando en el proceso de aprendizaje de conducción, en la actualidad el usuario no posee la destreza para realizar este tipo de avance y descenso de velocidades.

Aprovechando el proyecto técnico se demostraría que el alumnado de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en especial de la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz está en condiciones de realizar este tipo implementaciones e instalación de sistemas electrónicos en vehículos, gracias al conocimiento impartido en las asignaturas por la Institución Superior.

La implementación del sistema es muy importante en los ámbitos de innovación ciencia y tecnología, la investigación realizada conseguirá cumplir con todos los requerimientos establecidos por la entidad encargada del proyecto, respaldándose en cumplir cada uno de los puntos propuestos por el alumno y respondiendo a las necesidades del problema expuesto aplicando normas de calidad y realizando un trabajo a cabalidad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Implementar un sistema de control electrónico mediante la aplicación de sensores para prevenir daños en componentes internos de la caja manual del vehículo Hyundai Accent.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer un diagnóstico, mantenimiento, sustitución y análisis para la instalación de los nuevos elementos que nos brindará la información requerida por el proyecto.
- Proponer un sistema de control electrónico que brinde información sobre el estado del sistema y verificación del correcto funcionamiento de la caja de velocidades.
- Investigar metodologías que faciliten el envío de datos la información de la caja de velocidades a nuestro tablero de instrumentos.

1.5. ALCANCE

En el actual proyecto se realizará la implementación de un indicador de control electrónico de marcha en el tablero en cual visualizará el cambio requerido a establecidas revoluciones, el número de marcha, un indicador de

nivel de aceite y un indicador de estado de aceite, el objetivo primordial es aportar positivamente la manera adecuada de manipular este tipo de caja de velocidad manual, para lo cual también investigar los beneficios que nos proporciona este tipo de sistemas electrónicos como también las excelentes prestación que nos brindan.

CAPITULO II

2.1. PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LAS CAJAS DE CAMBIOS MANUALES

2.1.1. Descripción

Parte del sistema de transmisión se encarga de obtener el par motor necesario para poner el vehículo en movimiento venciendo las resistencias al avance e intermediaria entre el cigüeñal y las ruedas, esto modifica la relación de velocidad de giro mejorando el rendimiento del motor. En un mismo vehículo podemos circular a diferente velocidad, aunque la mecánica funcione al mismo régimen de giro.



Figura 1 Sistemas de transmisión

Fuente: (Sarmieto, 2018)

2.1.2. Términos y definiciones

Para entender de mejor manera el concepto de las reducciones se explicará más detalladamente todo el principio de funcionamiento de la caja de velocidades, es necesario tener un concepto claro de potencia y par motor, siendo ellos fundamentales para el estudio de la transmisión manual.

2.1.3. Potencia

Es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo, esto es equivalente a la velocidad de cambio de energía en un sistema que puede expresarse:

$$P = \frac{n}{t}$$

Dónde:

P es la potencia

n es el trabajo

t es el tiempo

Es decir, se define como el resultado de multiplicar la fuerza por el camino recorrido de un cuerpo cuyo peso se conoce y sobre el cual se ejerce la acción de esta fuerza aplicando la física del movimiento y es esta todo aquello que produce o tiene que producir un movimiento o es capaz de modificar su velocidad o dirección (Flores, 2013).

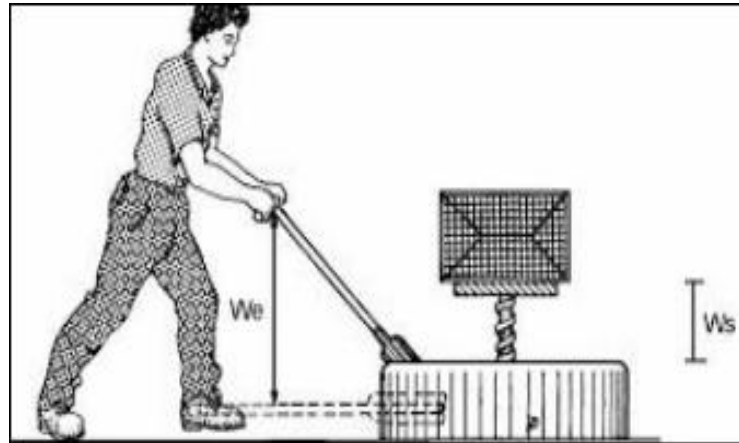


Figura 2 Gráfica de potencia

Fuente: (Flores, 2013)

2.1.4. Par Motor

En un vehículo crea la fuerza (Fuerza de impulsión de tracción) para girar las ruedas motrices cuando el vehículo es impulsado y empujado hacia adelante. El par motor es la fuerza aplicada multiplicada por la distancia desde el centro al punto donde se aplica la fuerza (Cornejo & Petit, 2016).

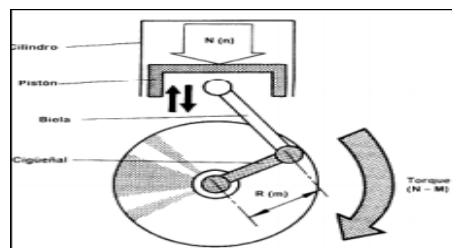


Figura 3 Par motor

Fuente: (Caiza, 2007)

2.1.5. Necesidad de la caja de cambios

La resistencia que se oponen a la marcha de un vehículo son:

- La resistencia a la rodadura, que es la que se opone al vehículo a mantener una velocidad determinada.

- La resistencia a la inercia en las aceleraciones.
- La resistencia a las pendientes y la resistencia al aire.

Estas resistencias se traducen en un esfuerzo de giro a vencer en la transmisión a través del cambio es igual al par resistente la velocidad del vehículo se mantendrá constante si el par motor es mayor el vehículo se acelera y si es menor tendera a pararse. El par que genera el motor es inferior al necesario en las ruedas para vencer las resistencias a la marcha, pero el número de revoluciones del motor es superior al necesario en las ruedas de forma que introduciendo las reducciones oportunas en la transmisión se consigue multiplicar el par a costa de reducir la velocidad de giro, equilibrando las posibilidades del motor con las necesidades en las ruedas como el margen es muy amplio se recurre a introducir una reducción parcial fija en la diferencia completando la reducción total necesaria en cada caso con varias reducciones en la caja de cambios de las cuales se selecciona la mejor que se adapte a las necesidades del momento.

El motor puede funcionar de forma eficiente entre unos límites de revoluciones a los que proporciona un par aceptable aumentando con la velocidad del vehículo y en la subida de pendientes. La misión del cambio consiste en adecuar el par motor al par resistente de manera que el motor gire dentro de los límites de par aceptable independientemente de la velocidad del vehículo.

2.1.6. Determinación de las relaciones de cambio

La caja de cambios es un transformador de velocidad y de par motor que se usa como desmultiplicador de velocidad o como multiplicador de par. La caja de cambios es un elemento imprescindible ya que la falta de elasticidad de los motores térmicos impide su utilización a bajas revoluciones con un rendimiento aceptable al presentar las relaciones de una caja de cambios de un vehículo sobre un gráfico podemos observar en el eje de abscisas las velocidades del vehículo y en el eje de ordenadas los regímenes del motor. Así obtenemos una serie de rectas que representan las distancias velocidades. Debido a las diferentes desmultiplicaciones de cada velocidad observamos que para un mismo número de revoluciones obtenemos

diferentes velocidades según la relación de la caja de cambio (Cornejo & Petit, 2016).

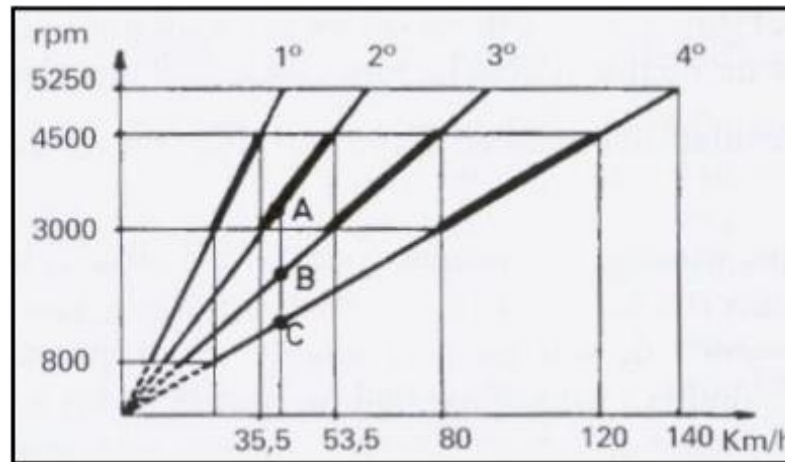


Figura 4 relación de cambio

Fuente: (Flores, 2013)

Hay que acotar que la relación más corta de una caja de velocidades es la primera la cual posee una desmultiplicación de par motor lo suficiente para que el vehículo pueda superar una pendiente del 25% así mismo ha de ser capaz de arrancar en una rampa del 15% con una aceleración de 0.5 m/s^2 .

2.1.7. Relación de transmisión

Un cambio de velocidades se detalla como una combinación de varios trenes de engranes de distinto valor de reducción como se muestra de tal manera que el movimiento pueda ser transmitido desde el eje de entrada (1) al eje de salida (4), según las necesidades de marcha del vehículo (Cornejo & Petit, 2016).

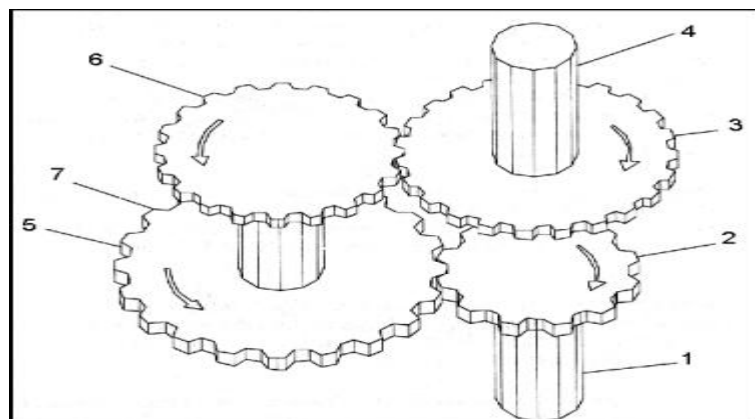


Figura 5 Relación de transmisión

Fuente: (Caiza, 2007)

El eje por el cual sale el movimiento del motor (1) recibe el nombre de eje conductor o eje primario y el eje por el que sale el movimiento de la caja de velocidades (4) para ser transmitido al diferencial recibe el nombre de eje conducido o eje secundario. El eje en que van montadas las ruedas auxiliares para la reducción de velocidad de giro recibe el nombre de eje intermediario.

2.1.8. Cambio mecánico

En nuestra actualidad las cajas de cambio en las transmisiones manuales utilizadas en vehículos de turismo son engranajes helicoidales de toma constante y sincronizada.

Se puede distinguir también entre diferentes tipos de transmisiones, según las disposiciones más habituales del motor y del eje de transmisión, se distinguen:

- Motor longitudinal delantero y tracción delantera.
- Motor longitudinal delantero y tracción trasera.
- Motor transversal delantero y tracción delantera.
- Motor trasero y tracción trasera.
- Motor delantero y tracción a los dos ejes.

Cada disposición del sistema de tracción utilizado emplea cajas de cambios.

Otro de los elementos lo podría constituir el tipo o sistema de sincronización para igualar el giro de los diferentes ejes a la hora de seleccionar una velocidad, así como el sistema de enclavamiento de la velocidad seleccionada o la propia selección.

2.1.9. Mecanismo de cambio de sincronizado

La mayor parte de los automóviles modernos están equipados con una transmisión de tipo de cambio sincronizado.

Se llama cambio sincronizado porque es fundamentalmente un dispositivo que permite que dos ruedas que van a engranar igualen sus velocidades de giro antes de que el engrane se produzca, es decir una marcha no puede conectarse fácilmente y sin ruido nada más que cuando exista sincronismo

entre la velocidad a que se quiere cambiar. Pequeños embragues de fricción, generalmente al meter una marcha establecen la necesaria sincronización entre el manguito de conexión y la correspondiente rueda. Mediante esta sincronización se facilita el cambio y no se daña el mecanismo y tampoco se necesita hacer el doble embrague.

Esto se realiza por medio de rozamiento, uniendo el collar (d) y el anillo (b) los cuales están unidos respectivamente al manguito de acoplamiento (h) y al piñón de engrane (a), como se indica en la figura 6.

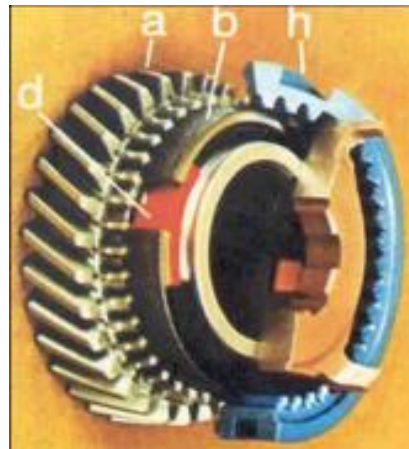


Figura 6 Mecanismo de cambio de sincronizado

Fuente: (Flores, 2013)

Todos los dispositivos de bloqueo hacen que sea imposible introducir una velocidad antes de haberse obtenido el sincronismo entre el manguito de conexión y la rueda correspondiente. Una vez obtenido el sincronismo cesa el bloqueo y la velocidad entra sin ruido alguno.

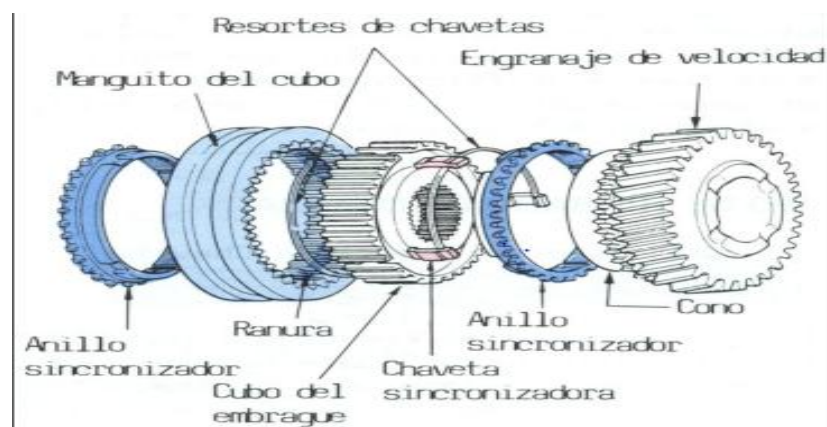


Figura 7 conjuntos sincronizados

Fuente: (Caiza, 2007)

2.1.10. Descripción General del vehículo

Se trata de un vehículo Hyundai modelos Accent Gls 1500 cc 2001 como se muestra en la figura 8.



Figura 8 Hyundai Accent

Fuente: (Mcklain, 2005)

2.1.10.1. Motor

La tabla 1 muestra la descripción técnica del motor.

Tabla 1
Ficha técnica del motor

Tipo	Delantero transversal
Numero de cilindros	4
Orden de encendido	1-3-4-2
Diámetro interior de cilindro[mm]	75.5
Recorrido del cilindro [mm]	83.3
Relación de compresión	9,5 a 1
Cilindrada[cc]	1495
Revolución par máximo[rpm]	5.500
Potencia máxima neta	99 cv / 73 kW
Combustible	Gasolina

Fuente: (Pérez, 2005)

2.1.10.2. Transmisión

La tabla 2 muestra la descripción técnica de la transmisión.

Tabla 2
Ficha técnica de la transmisión

Numero de marchas de avance	5
Tipo de dientes de engrane	Helicoidales
Capacidad de lubricante [lts]	1.6
Clase de lubricante	SAE 75 W 90

Fuente: (Cornejo & Petit, 2016)

2.1.10.3. Sistema de combustible

La tabla 3 muestra la descripción técnica del sistema de combustible.

Tabla 3
Ficha técnica del sistema de combustible

Tipo	Inyección Directa
Capacidad [litros]	45
Revolución de corte	5.500

Fuente: (ICOOS, 2008)

2.1.10.4. Sistema de suspensión

La tabla 4 muestra la descripción técnica del sistema de suspensión.

Tabla 4
Ficha técnica de la suspensión

Delantero	McPherson
Trasero	Multi- link

Fuente: (Cornejo & Petit, 2016)

2.1.10.5. Sistema de frenos

La tabla 5 muestra la descripción técnica del sistema de frenos.

Tabla 5
Ficha técnica de los frenos

Tipo	Disco ventilado
Delantero	Disco ventilado
Trasero	Tambor
Freno de estacionamiento	Mecánico
Fluido utilizado	DOT 4

Fuente: (Mcklain, 2005)

2.1.10.6. Sistema de dirección y embrague

La tabla 6 muestra la descripción técnica del sistema de dirección y embrague.

Tabla 6
Ficha Técnica de Dirección y Embrague

Dirección	Cremallera
Embrague	Accionamiento Hidráulico

Fuente: (Mcklain, 2005)

2.1.11. Descripción y funcionamiento de la caja de cambios.

El sistema de transmisión, por medio de las diferentes relaciones de sus engranajes, permite que una misma velocidad de giro del cigüeñal se convierta en distintas velocidades de giro en las ruedas de tracción (Caiza, 2007).

2.1.11.1. Conjunto de engranaje

La caja está formada por cinco parejas de engranes cilíndricos helicoidales exteriores una para cada una de las relaciones de cambio. Además, cuenta

con marcha atrás que dispone de un par de engranajes cilíndricos adicionales para el cambio de giro. Son de toma constante y con sincronizadores (Cornejo & Petit, 2016).

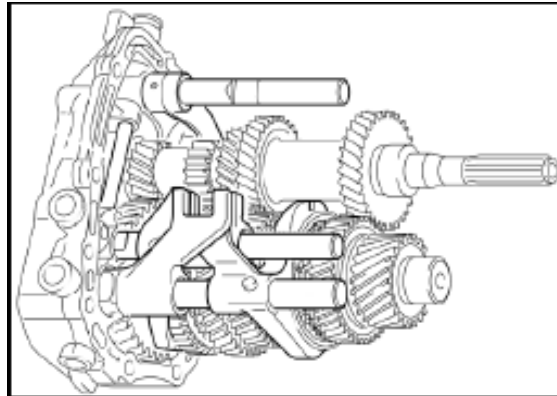


Figura 9 Conjunto de engrane

Fuente: (Flores, 2013)

Dispone de dos ejes: Eje primario o impulsor: es donde llega la fuerza del motor. En él se sitúa los piñones.

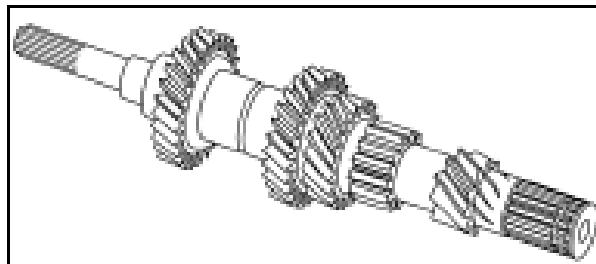


Figura 10 Eje primario

Fuente: (Caiza, 2007)

Eje secundario: es la salida del cambio donde se encuentran los diferentes engranajes para las marchas y sus respectivos conjuntos sincronizadores.

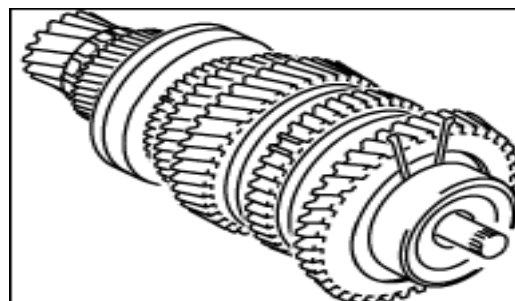


Figura 11 Eje secundario

Fuente: (Caiza, 2007)

Se muestran las diferentes reducciones, la relación se hace mediante los dos piñones que intervienen en cada marcha, y la relación del diferencial mediante el piñón de ataque y la corona.

2.1.11.2. Caja de cambios – reducciones

La tabla 7 muestra la descripción de las reducciones de la caja de cambios

Tabla 7
Caja de cambios reducción Hyundai Accent

1º	3,62:1
2º	2,05:1
3º	1,37:1
4º	0,97:1
5º	0,83:1
Marcha atrás	3,25:1

Fuente: (Mcklain, 2005)

2.1.11.3. Mando de selección

Dentro de la tapa de control de cambios se encuentra varios elementos móviles para transmitir movimientos para realizar el cambio de cada marcha.

2.1.11.4. Control de cambios

Cuando la palanca de cambios es operada, este mecanismo mueve el resorte del cubo guía la horquilla interior de la transmisión y cambia la combinación de engranes que son conectados, como se muestra en la figura 12.



Figura 12 Control de cambios

Fuente: (Flores, 2013)

2.1.11.5. Mecanismo interno del sistema de cambios

Este mecanismo recibe el movimiento transmitido por la palanca intermediaria (17) y dirige el desplazamiento a cada una de las horquillas, según la elección de la marcha; las cuales empujan un conjunto de sincronización para que engrane fácilmente la marcha. Como se muestra en la figura 13.

2.1.11.6. Sistema de cambios

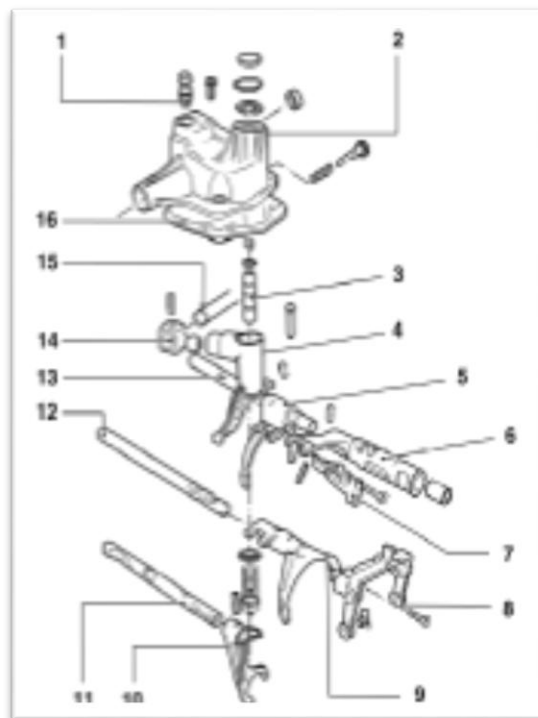


Figura 13 Sistema de cambios

Fuente: (Flores, 2013)

2.1.11.7. Varillaje y horquillas

Este mecanismo utiliza el varillaje donde se instalan las horquillas que van a desplazar los sincronizadores mientras que las horquillas se encargan de desplazar al conjunto mecánico para elegir una velocidad determinada. Como se muestra en la figura 14.

- A. Varilla de mando del engranaje de la 3ra / 4ta.
- B. Horquilla de cambio del engranaje de la 3ra / 4ta.
- C. Horquilla de cambio del engranaje de la 5ta.

- D. Varilla de mando del engranaje de la 1ra / 3ra.
- E. Horquilla de cambios del engranaje de la 1ra / 2da.
- F. Pasador de retención (bloqueador de la marcha atrás)
- G. Horquilla de cambios del engranaje de la marcha atrás.
- H. Varilla de mando del engranaje de la marcha atrás.

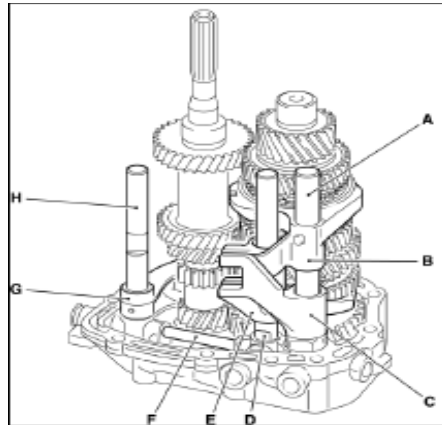


Figura 14 Varilla y Horquillas

Fuente: (Flores, 2013)

2.1.11.8. Conjunto de sincronización

Este mecanismo se desplaza sobre el piñón móvil para enganchar silenciosamente las velocidades. Mediante unos bronce de forma cónica igualan las velocidades de los piñones para evitar que los dientes se estrellen y se rompan. Como se muestra en la figura 15.

- A. Resorte de retención (anterior) del conjunto de sincronización.
- B. Manguito de encastre
- C. Cuerpo de sincronización
- D. Anillos de retención
- E. Resorte de retención (posterior)

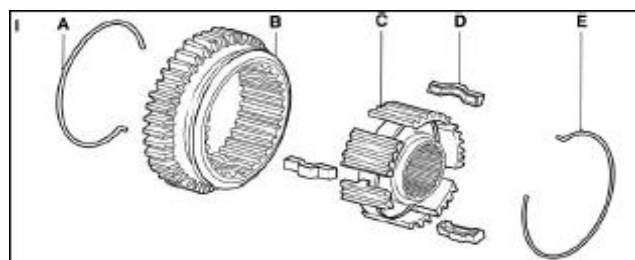


Figura 15 Conjunto de sincronización de la 1ra. y 2da. Marchas

Fuente: (Caiza, 2007)

2.1.11.9. Anillos sincronizados

Este mecanismo de pieza cónica con dientes en su base cuya función es igualar las velocidades de los piñones. Como se muestra en la figura 16.

- A. Anillo de sincronización anterior
- B. Anillo separador (cono de acero)
- C. Anillo de sincronización posterior
- D. Engranaje

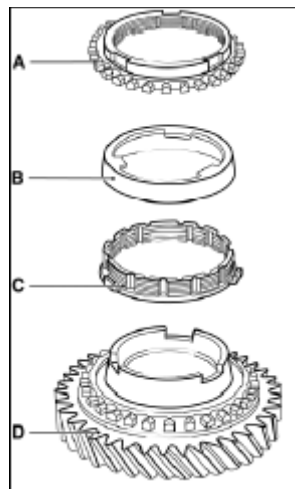


Figura 16 Marcha con tres conos

Fuente: (Caiza, 2007)

2.1.11.10. Diferencial

Es el elemento mecánico que permite que las ruedas derecha e izquierda de un vehículo giren a distinta velocidad, según éste se encuentre tomando una curva hacia un lado o hacia el otro (Caiza, 2007).

Sus componentes son los siguientes:

1. Engranaje satélite
2. Engranaje planetario
3. Sello lateral de la transmisión (lado izquierdo)
4. Anillo de sello del manguito de ajuste de los cojinetes
5. Manguito de ajuste de los cojinetes
6. Pista exterior del cojinete de la caja del diferencial
7. Cojinete de la caja de diferencial
8. Caja de la transmisión

9. Sensor de velocímetro
10. Tornillo de fijación del velocímetro
11. Sello lateral de la transmisión (lado derecho)
12. Empaquetadura de la tapa del diferencial
13. Tapa del diferencial
14. Tornillo de fijación de la tapa
15. Bloqueo del manguito de ajuste
16. Tornillo de fijación del bloqueo del manguito de ajuste
17. Pista exterior del cojinete de la caja del diferencial
18. Cojinete de la caja del diferencial
19. Anillo impulsor del sensor de velocidad
20. Tornillo de fijación de la corona
21. Corona
22. Caja del diferencial
23. Bloqueo del eje de los engranajes satélites
24. Capa de poliamida
25. Engranaje planetario
26. Engranaje satélite
27. Eje de los engranajes satélites
28. Bloqueo del eje de los engranajes satélites.

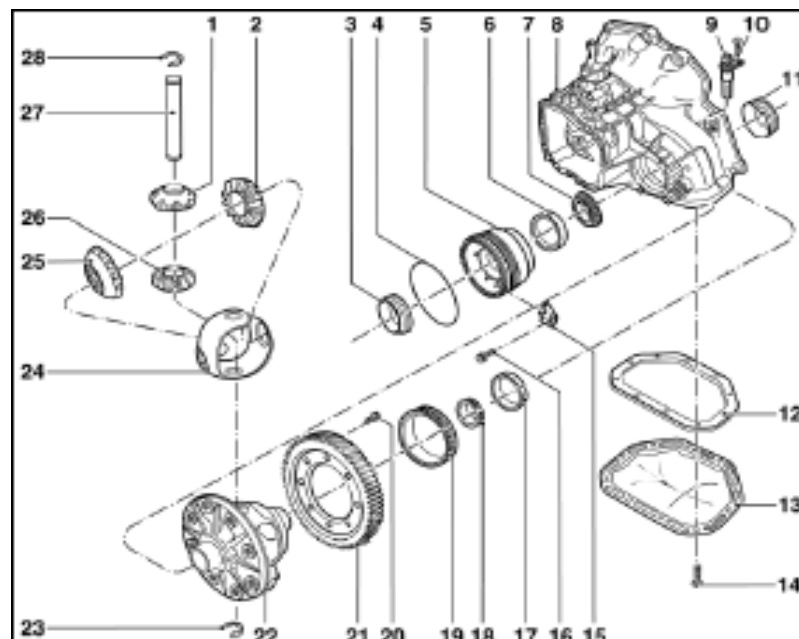


Figura 17 Diferencial

Fuente: (Flores, 2013)

Las explicaciones e ilustraciones ofrecidas sobre el cambio de marchas han servido para profundizar en el funcionamiento de todos sus órganos y conocer sus inconvenientes.

2.2. ELEMENTOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS

2.2.1. Arduino

Es un microcontrolador de código abierto una sencilla placa con entradas y salidas analógicas o digitales en un entorno de desarrollo en el lenguaje de programación Processing basado en Java con una fácil curva de aprendizaje (Dominguez, 2014).

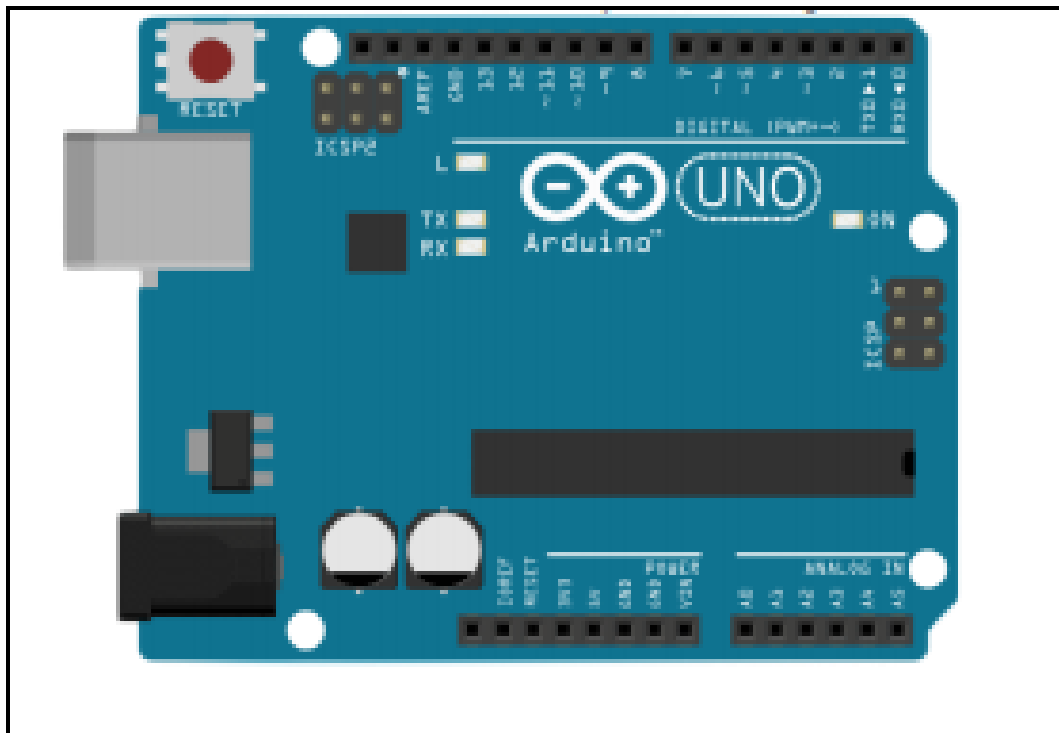


Figura 18 Arduino

Fuente: (Proserquisa, 2016)

2.2.2. Principio de funcionamiento

Generalmente el hardware consiste en un microcontrolador conectado bajo la configuración de sistema mínimo sobre una placa de circuito impreso a la que se puede conectar placas de expansión a través de la descomposición de los puertos de entrada y salida presentes en la placa seleccionada. El software de arduino consiste en dos elementos un entorno de desarrollo basado en el entorno de Processing, en la estructura del lenguaje de

programación y en el cargador de arranque que es ejecutado de forma automática en cuanto este se enciende. La placa Arduino se programa mediante un computador usando comunicación serial.

2.2.3. Tipos de arduino

Arduino cuenta con varios prototipos, modelos de placas a elegir dependiendo de qué tan grande es el uso que le demos. Cada una con características particulares y que distinguen de los demás.

2.2.3.1. Duemilanove

Es una placa microcontroladora energizada vía conexión USB o con una fuente de alimentación externa.

Facilita en varios aspectos la comunicación con el ordenador. El software incluye un monitor de puerto serie que permite enviar y recibir información textual de la placa arduino, los leds RX y TX de la placa parpadean cuando se detecta comunicación transmitida a través del chip y la conexión USB.

Posee una memoria de 32KB para almacenar códigos el cual será útil para leer o escribir en la librería EEPROM (Electrónica, 2018).

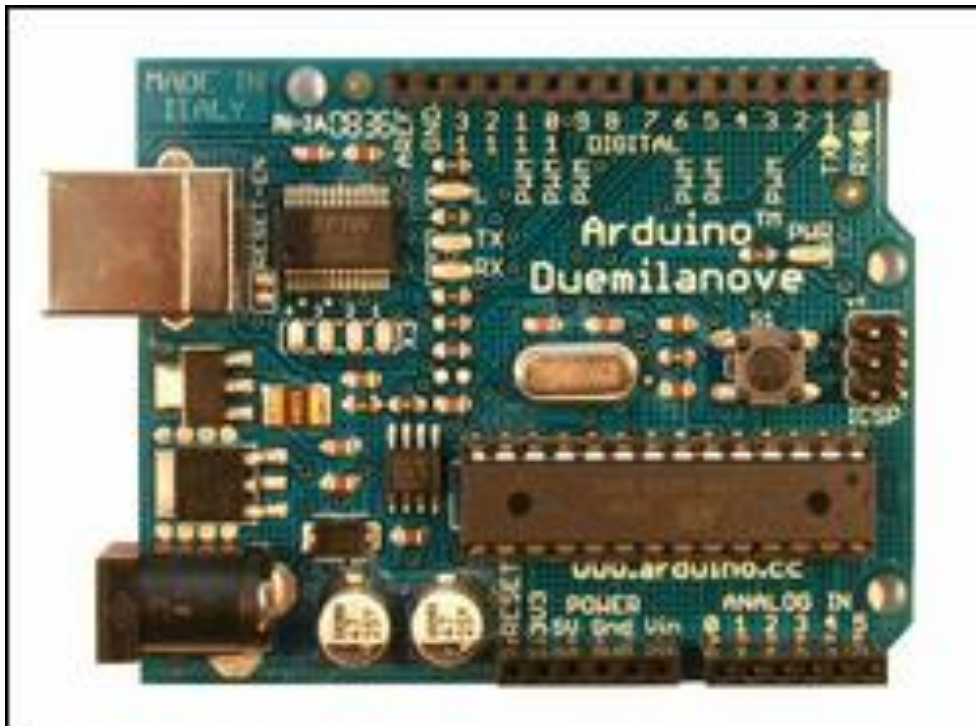


Figura 19 Arduino Duemilanove

Fuente: (Proserquisa, 2016)

2.2.3.2. Mega

Es alimentado vía USB o con una fuente de alimentación externa el origen de la alimentación se selecciona automáticamente. Viene precargado con un gestor de arranque que permite cargar un nuevo código sin necesidad de un programador por hardware externo, también puede saltarse el gestor de arranque y programar directamente el microcontrolador a través del puerto.

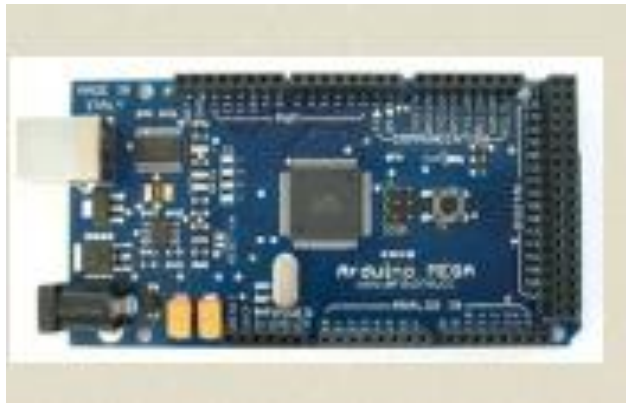


Figura 20 Mega

Fuente: (Proserquisa, 2016)

2.2.3.3. Nano

Es un componente pequeño que se usa conectándolo a un protoboard y tiene una funcionalidad similar que el arduino Duemilanove. No posee alimentación externa y funciona con un cable USB mini-B en lugar del cable estándar.

Posee algunos métodos de comunicación con un PC, otro con arduino u otros microcontroladores y tiene memoria de 16 KB para almacenar código.



Figura 21 Nano

Fuente: (Proserquisa, 2016)

2.2.3.4. PRO

Es una placa microcontroladora está destinada a instalaciones permanentes en objetos o demostraciones. La placa viene sin conectores montados permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldados directo de cables según la necesidad de cada proyecto.

Se energiza por medio de conexión USB, por baterías o mediante una fuente de alimentación. Su capacidad de memoria es de 1KB y 512 bytes de EPROM en los cuales puede leer y escribir mediante librería (Electrónica, 2018).



Figura 22 Pro

Fuente: (Proserquisa, 2016)

2.2.3.5. Uno

Es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328, cuenta con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se puede utilizar como salidas PWM (modulación por ancho de pulsos) y otras 6 son entradas analógicas. Además, incluye un resonador cerámico de 16MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reset. La placa incluye todo lo necesario para que el microcontrolador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador (Electrónica, 2018).

CAPITULO III

3.1. Diseño y construcción del mecanismo para operación del controlador electrónico del vehículo.

Para la aplicación del presente proyecto se propuso el uso de elementos electrónicos para los cuales se han utilizado los siguientes.

3.1.1. Arduino mega 2560

Es una placa electrónica basada en el Atmega 2560, cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida, 16 entradas analógicas, 4 UARTS (puertos serie de hardware), un oscilador de 16Mhz, una conexión USB, un conector de alimentación, y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para apoyar al microcontrolador basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o a la corriente con un adaptador de CA a CC o a una batería. La placa mega 2560 es compatible con la mayor cantidad de placas anteriores Duemilanove o Diecimila (Electrónica, 2018).

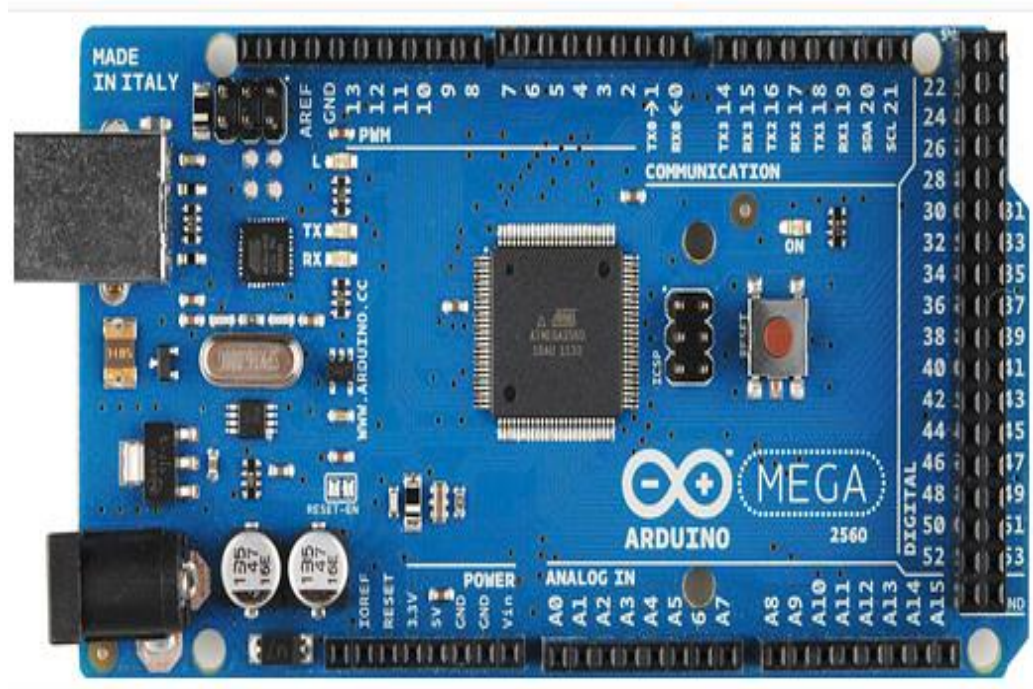


Figura 23 Arduino Mega 2560

Fuente: (Proserquisa, 2016)

3.1.2. Ficha técnica Arduino Mega

La tabla 8 muestra la descripción técnica del Arduino Mega 2560.

Tabla 8
Ficha Técnica Arduino Mega 2560

Especificaciones Técnicas.	
Microcontrolador	ATmega2560
Tensión de trabajo	5V
Tensión de entrada (recomendada)	7-12V
Tensión de entrada (limite)	6-20V
Pines digitales I/O	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
DC Corriente por Pin I/O	20mA
DC Corriente por Pin 3.3V	50mA
Memoria Flash	256KB de los cuales 8KB se usan por el bootloader
Sram (Memoria rápida)	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad del reloj	16MHz
Ancho	53.3mm
Peso	37g
Largo	101.52mm

Fuente: (Patho, 2000)

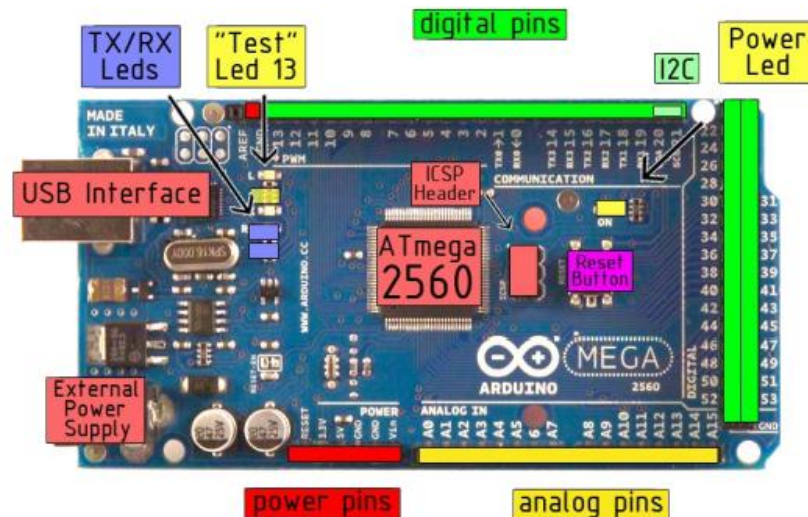


Figura 24 Designación de pines

Fuente: (Proserquisa, 2016)

3.1.3. Programación

Están programados con un cargador de arranque (bootloader) que le permite cargar el nuevo código en ella sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo original.

También puede pasar por alto el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través de un conector ICSP (programación serial en circuito).

3.1.4. Advertencia

El 2560 mega tiene un fusible reajutable que protege a los puertos USB de su ordenador desde cortocircuitos y sobre corriente. Aunque la mayoría de ordenadores establecen su propia protección interna, el fusible interrumpirá automáticamente la conexión hasta que se repara el cortocircuito o se elimina la sobrecarga.

3.1.5. Alimentación Eléctrica

Esta puede ser alimentada a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa, la fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

La alimentación externa (no USB) puede venir de un adaptador de CA a CC de una batería. El adaptador se puede conectar al enchufe de 2.1 mm de

centro positivo en la clavija de alimentación de la placa. La tarjeta puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se alimenta con menos de 7v el pin de 5v puede suministrar menos de cinco voltios y la placa se puede volver inestable.

3.1.6. Memoria

Tiene 256KB de memoria flash para almacenar el código, 8 KB de SRAM y 4KB de EEPROM.

3.1.7. Entrada y Salida

Cada uno de los 54 pines digitales de la Mega se puede utilizar como una entrada o como una salida, utilizando las funciones `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, `digitalRead ()`, operan a 5V. Cada pin puede recibir 20 mA como condición de funcionamiento recomendada y tiene una resistencia de pull-up (desconectada por defecto) de 20-50 k ohmios. Un máximo de 40 mA es el valor que no debe superarse para evitar daños permanentes en el microcontrolador (Electrónica, 2018).

3.1.7.1. Serie

Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos serie (TX). Los pines 0 y 1 también están conectados a los pines correspondientes del chip serie ATmega16U2 USB, los pines 0 (RX) y 1 (TX); Serie 1:19(RX) y 18 (TX); Serie 2 17 (RX) y 16(TX); Serie 3 15(RX) y 14(TX).

3.1.7.2. Interrupciones externas

Estos pines pueden configurarse para activar una interrupción en un nivel bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el nivel. Como se muestra en la Figura 24, los pines 2 (interrupción 0), 3(interrupcion1), 18(interrupción 5), 19(interrupcion4), 20 (interrupcion3), y 21(interrupcion2).

3.1.7.3. PWM

Proporcionar una salida PWM de 8bits con la función `analogWrite ()`, los pines son del (2) al (13) y (44) al (46). Como se muestra en la figura 23

3.1.7.4. SPI

Estos pines soportan la comunicación SPI utilizando la biblioteca Wire, se debe tener en cuenta que estos pines no están en la misma ubicación que los pines TWI de las antiguas placas Duemilanove o Diecimila Arduino, los pines son (50), (51), (52) y (53).

3.1.7.5. AREF

Tensión de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con `analogReference()`.

3.1.7.6. Reset

Llevar esta línea a nivel LOW para reiniciar el microcontrolador. Normalmente se utiliza para añadir un botón de reinicio para escudos que bloquean la placa.

3.1.8. Comunicación

Tiene una serie de facilidades para la comunicación con el ordenador, otra placa, u otros microcontroladores. Ofrece cuatro UART hardware para TTL(5V) para la comunicación serie. Tiene canales que uno de ellos a través del USB proporciona un puerto COM virtual para el software en el equipo.

3.1.9. Reset (Software) automático

En lugar de necesitar una activación del pulsador de reset antes de un proceso de carga, está diseñada de manera que permita ser reseteada por el software que se ejecuta con un ordenador conectado. Una de las líneas de control de flujo por hardware de la ATmega 8U2 está conectada a la línea de reset a través de un condensador de 1000 nanos faradios. El software Arduino (IDE) utiliza esta capacidad que le permite subir el código con solo pulsar el botón subida en el entorno Arduino. Esto significa que el gestor de arranque puede tener un tiempo de espera más corto, ya que el descenso de DTR puede ser bien coordinado con el inicio de la carga del programa (Electrónica, 2018).

3.2. Placa PCB

Es la superficie construida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base conductora. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras y sostener mecánicamente por medio de la base, un conjunto de componentes en electrónicos. Las pistas son generalmente de cobre mientras que la base se fabrica generalmente de resinas de fibra de vidrio reforzada.

3.3. Sensores de Efecto Hall

Los sensores Hall son ampliamente utilizados en la industria automotriz se usan para funciones tan dispares como para el accionamiento de los cinturones de seguridad o la medición de la posición del árbol de levas. También se usan para medir velocidades de flujos, detección de metales, factores de inducción, entre otras muchas aplicaciones.

Una ventaja importante de los sensores hall es que realizan la medición a distancia sin necesidad de contacto físico. Aunque su alcance es limitado (típicamente pocos centímetros) esto supone que apenas presentan desgaste mecánico, son inmunes a ruidos y polvo. Esto los convierte en sensores fiables y duraderos.

3.3.1. Descripción

Está basado en el sensor M44, y cuenta con un LED indicador de voltaje de alimentación y otro LED indicador de sensado. Dispone de una salida digital para ser utilizado como interruptor, contabilizador o simplemente como una señal digital, además de contar con una salida analógica que puede ser utilizada como medida de la fuerza del campo magnético.



Figura 25 Sensores de efecto Hall

Fuente: (Proserquisa, 2016)

3.3.2. Especificaciones Técnicas

El módulo KY-024 consta de un sensor de efecto Hall lineal 49E, un comparador diferencial dual LM393, un potenciómetro, dos leds y seis resistencias. Es compatible con plataformas electrónicas populares como Arduino, Raspberry Pi, Esp8266 y Teensy.

El sensor detecta un campo magnético y se imprimirá como un valor de voltaje analógico. Puede controlar la sensibilidad del sensor con el potenciómetro.

Tabla 9
Ficha Técnica Sensor de Efecto Hall

Salida digital	Si el sensor detecta un campo magnético, se imprimirá una señal aquí.
Salida analógica	Medición directa de la unidad de sensor.
Led 1	Muestra que el sensor recibe tensión.
Led 2	Muestra que el sensor detecta un campo magnético
Tensión de funcionamiento	2.7V a 6.5V
Sensibilidad	1,0 mV / Gmin, 1,4 mV / Gtip , 1,75 mV / Gmax
Dimensiones del Tablero	1.5 cm x 3.6 cm [0.6 in x 1.4 in]

Fuente: (Dominguez, 2014)

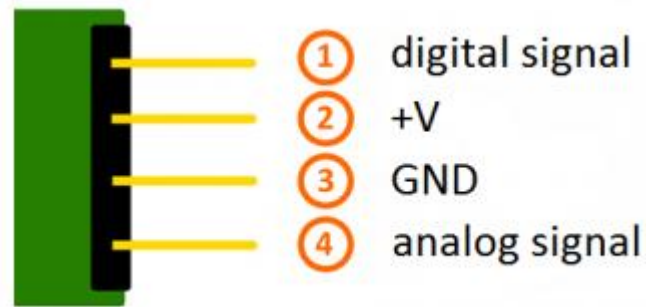


Figura 26 Designación de pines

Fuente: (Proserquisa, 2016)

3.3.3. Funcionalidad del sensor

El sensor tiene 3 componentes principales en su placa de circuito.

- **La unidad** que mide el área físicamente y envía una señal analógica.
- **El amplificador** encargado de transmitir el valor de la resistencia del potenciómetro y envía la señal a un LED, se puede controlar la sensibilidad ajustando el potenciómetro.
- **La señal** será invertida obteniendo un valor alto de voltaje en la salida analógica.



Figura 27 Calibración del sensor

Fuente: (Proserquisa, 2016)

3.3.4. Conexiones con Arduino

La tabla 10 muestra la descripción de conexión con arduino.

Tabla 10
Conexiones con Arduino

Señal Digital	Pin 3
+ V	Pin 5V
GND	Pin GND
Señal Análoga	Pin 0

Fuente: (Dominguez, 2014)

3.3.5. Programación KY-024

El siguiente boceto de Arduino leerá los valores de las interfaces digitales y analógicas en el KY-024. La Interfaz digital encenderá el led de arduino cuando se detecte un campo magnético. La interfaz analógica comienza en un valor inicial determinado por el voltaje de entrada y el potenciómetro, este valor aumentará o disminuirá según la intensidad del campo magnético según la figura 28.

```

1  int led = 13 ; // LED on arduino
2  int digitalPin = 3; // linear Hall magnetic sensor digital interface
3  int analogPin = A0; // linear Hall magnetic sensor analog interface
4  int digitalVal ; // digital readings
5  int analogVal; // analog readings
6
7  void setup ()
8  {
9      pinMode (led, OUTPUT);
10     pinMode (digitalPin, INPUT);
11     //pinMode(analogPin, INPUT);
12     Serial.begin(9600);
13 }
14
15 void loop ()
16 {
17     // Read the digital interface
18     digitalVal = digitalRead(digitalPin) ;
19     if (digitalVal == HIGH) // When magnetic field is present, Arduino
20     {
21         digitalWrite (led, HIGH);
22     }
23     else
24     {
25         digitalWrite (led, LOW);
26     }
27
28     // Read the analog interface
29     analogVal = analogRead(analogPin);
30     Serial.println(analogVal); // print analog value
31
32     delay(100);
33 }

```

Figura 28 Lenguaje de programación

Figura: (Electrónica, 2018)

3.4. Sensores Infrarrojos encoder tipo U

Es un sensor con forma de U que permite detectar un objeto que atraviesa el dispositivo por la ranura interior no de los extremos, contiene un diodo emisor de infrarrojos mientras que el otro contiene un fototransistor que recibe la señal, cuando un objeto pasa por la ranura, este interrumpe el rayo de luz infrarroja lo que es detectado por el fototransistor.

Son muy empleados como encoder para detectar velocidad de giro y posición del eje de un motor, además de como encoder puede ser empleado para detectar cualquier tipo de objeto que interrumpa el rayo para detectar el cierre de una puerta o como fin de carrera óptico en el desplazamiento de una máquina.



Figura 29 Encoder tipo U

Fuente: (Electrónica, 2018)

3.4.1. Aplicaciones

- Control de velocidad / posición del motor DC.
- Servomecanismos de posición y velocidad.
- Robots de automatización de fábricas.
- Maquinaria de control numérico.
- Impresoras y plotters informáticos.

3.4.2. Características

- Pequeño y fácil de usar el modulo.
- Ofrece la respuesta rápida con una muy buena precisión.
- Dos líneas de señal, una amarilla, un azul.
- Amarillo y azul son dos señales de nivel TTL.
- La medición reversible se basa en estos dos niveles para distinguir entre avance y retroceso.
- La ranura de lectura del sensor tiene un ancho de 5mm.

3.4.3. Especificaciones Técnicas

La tabla 11 muestra la descripción técnica del sensor encoder tipo u.

Tabla 11
Datos técnicos

Voltaje de alimentación (V)	5V
Número de líneas	100 líneas
Proceso de producción	Corte por laser
Diámetro Exterior OD	22mm
Diámetro interno ID	35mm
Espesor	0.3
Peso del envío	0.01 kg

Fuente: (Dominguez, 2014)

3.4.4. Pines de Conexión del Encoder tipo U

La tabla 12 muestra la descripción técnica del módulo de velocidad

Tabla 12
Pines de Conexión del módulo de velocidad (encoder FC-03)

VCC	Alimentación del módulo de 3.3V a 12V
GND	Tierra
DO	Señal digital de los pulsos de salida
AO	Señal analógica de los pulsos de salida. Señal de salida en tiempo real

Fuente: (Dominguez, 2014)

3.4.5. Programación encoder FC-03

Cuando el sensor se dispara se ejecuta las acciones necesarias como incrementar un contador o medir el tiempo.

```

1  const int sensorPin = 9;
2
3  void setup() {
4      Serial.begin(9600); //iniciar puerto serie
5      pinMode(sensorPin , INPUT); //definir pin como entrada
6  }
7
8  void loop(){
9      int value = 0;
10     value = digitalRead(sensorPin ); //lectura digital de pin
11
12     if (value == LOW) {
13         Serial.println("Optointerruptor activado");
14     }
15     delay(1000);
16 }

```

Figura 30 Lenguaje de programación

Fuente: (Electrónica, 2018)

Sin embargo, en el caso de usar el encoder lo normal es utilizar las interrupciones de arduino, lo que nos simplificará considerablemente el código. El punto negativo es que tendremos que hacer supresión a las entradas y que Arduino UNO y nano solo tenemos dos interrupciones externas, lo cual en algunos vehículos se nos quedara corto.

3.5. Sensor Ultrasónico

Son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y detectan objetos a distancias de hasta 8m. El sensor emite pulsos ultrasónicos, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señal eléctrica las cuales son elaboradas en el aparato de valoración estos sensores trabajan solamente en el aire y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, han de ser deflectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, este valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco (Electrónica, 2018).

Los sensores ultrasónicos usan un sonar para determinar la distancia de un objeto como lo hacen los murciélagos o delfines, ofrecen un excelente rango de detección sin contacto y su operación no es afectada por la luz del sol o materiales oscuros, aunque materiales acústicamente blandos son difíciles de detectar.



Figura 31 Sensor Ultrasónico

Fuente: (Electrónica, 2018)

3.5.1. Características

La frecuencia del sonido que está por encima del límite audible humano se conoce con el nombre de ultrasónico. el limite más bajo esta aproximadamente en los 20 KHz, las particulares características de los ultrasonidos aplicada a los sensores de proximidad, son el resultado de la propagación de largas ondas mecánicas que se manifiestan por una variación periódica de la densidad del medio portador que conduce a compresiones y dilataciones. la propagación de las ondas de sonido depende del medio transmisor con lo que no es posible que se propague en el vacío.

La velocidad de los sensores de proximidad ultrasónicos está limitada por la máxima frecuencia de repetición de pulsos, dependiendo del diseño puede oscilar entre 1Hz y 25 Hz.

La principal ventaja de los sensores de proximidad ultrasónicos que pueden detectar una amplia gama de diferentes materiales. La detección es independiente de la forma, color y material, mientras que el material puede ser sólido, fluido o en forma de polvo. La verificación no se ve afectada por la suciedad ni por las atmosferas con vapores o humos (Electrónica, 2018).

Tabla 13
Ficha técnica del sensor ultrasónico

Voltaje de alimentación	+5vdc
Corriente en espera	<2mA
Corriente de trabajo	15mA
Angulo de Eficaz	<15°
Rangos de distancia	2cm a 400cm o 1" a 13 ft
Resolución	0.3 cm
Angulo de medida	30°
Ancho de pulso de disparo	10us se aplica pulso de (10us en trig)
Eco (ECHO)	Salida de sensor
Frecuencia de ultrasonido	40KHz

Fuente: (Electrónica, 2018)

3.5.2. Pines de Conexión



Figura 32 Pines de conexión

Fuente: (Electrónica, 2018)

VCC: +5VDC>

Trig: Entrada del pulso de disparo para iniciar la medición.

Echo: Pin de eco, que retorna un pulso proporcional a la distancia que rebota el sonido.

GND: Es la toma de tierra.

3.5.3. Operación

Para iniciar la medición el pin Trig, emite la señal de disparo donde recibe un pulso de cinco voltios por al menos diez micro segundos, esto indicará al sensor que transmita una ráfaga de ocho ciclos ultrasónico a 40KHz y determinara por la ráfaga reflejada, cuando el sensor detecta la señal del receptor el mismo enviará una señal en alto (5v) por el pin Echo, esta señal tendrá un retardo (ancho) proporcional a la distancia así que para obtener la distancia se debe medir el Ton (Tiempo en alto en el pin Echo) tiempo que tarda la señal en volver es igual al ancho del pulso del pin Echo en microsegundos.

Para calcular las distancias se utilizar las siguientes formulas:

1. Distancia en centímetros= Tiempo / 58

2. Distancia en Pulgadas= Tiempo /148

O se puede utilizar la velocidad del sonido, la cual es 343 m/s.

3.5.4. Programación Sensor HC-SR04

Imprimir el resultado en mm por el monitor del IDE arduino. Este código utiliza una función longDistance (longtime) para calcular la distancia, con este código utilizaremos un delayMicroseconds de 2.

```

1 //Ejemplo de código para utilizarlo con NodeMCU o Arduino Uno
2 const int TriggerPin = 12; //Trig pin
3 const int EchoPin = 13; //Echo pin
4 long Duration = 0; //Echo pin
5
6 void setup(){
7   pinMode(TriggerPin,OUTPUT); // Trigger es una salida
8   pinMode(EchoPin,INPUT); // Echo es un pin de entrada
9   Serial.begin(115200); // salida por el puerto serial
10 }
11
12 void loop(){
13   digitalWrite(TriggerPin, LOW);
14   delayMicroseconds(2);
15   digitalWrite(TriggerPin, HIGH); // Activamos el pin Trigger (pin 12)
16   delayMicroseconds(10); // esperamos 10 microsegundos
17   digitalWrite(TriggerPin, LOW); // Desactivamos el pin Trigger
18   Duration = pulseIn(EchoPin,HIGH); // Activamos el pin Echo (pin 13)
19   // La función pulseIn nos devuelve
20   // la duración del pulso en microsegundos
21   long Distance_mm = Distance(Duration); // Mediante la duración calculamos
22   Serial.print("Distance = ");
23   Serial.print(Distance_mm); // Escribimos por monitor
24   Serial.println(" mm");
25   delay(1000); // Esperamos un segundo
26 }
27
28 long Distance(long time)
29 {
30   // Calculo de la distancia en mm
31   // ((time)*(Velocidad del sonido))/ ida y vuelta al objeto) * 10
32   long DistanceCalc;
33   // Calculation variable
34   DistanceCalc = ((time / 2.9) / 2); // Calculo en mm
35   // Calculo en pulgadas
36   // Calculo en pulgadas
37   // La función devuelve el valor
38   return DistanceCalc;
39 }

```

Figura 33 Lenguaje de programación del sensor ultrasónico

Fuente: (Electrónica, 2018)

3.6. Pantalla TFT Táctil 3.2”

El TFT (Thin Film Transistor – transistor de Película fina) es un transistor cuya capa activa transmisora de corriente es una fina película en contraste a los transistores de efecto de campo metal óxido semiconductor (MOSFET) que están hechos de obleas de silicio y utilizan silicio de granel como capa activa, esto significa que la capa activa (que mueve la electricidad desde la parte superior de la pantalla táctil a la placa madre) de TFT es más liviana y permite una pantalla más delgada, sin comprometer su desempeño.

En esta ocasión se trabaja con la pantalla táctil TFT.

Está diseñada específicamente para funcionar con el Arduino Mega, de forma que encaja directamente sobre él y nos libra de tener que usar cualquier otro tipo de hardware adicional. Hay muchos tipos de pantallas como esta, por lo que es muy importante estar seguro de cual estamos usando y sobre todo del controlador que usa. En el caso del presente proyecto utiliza el controlador ILI9486 (Henning, 2016).

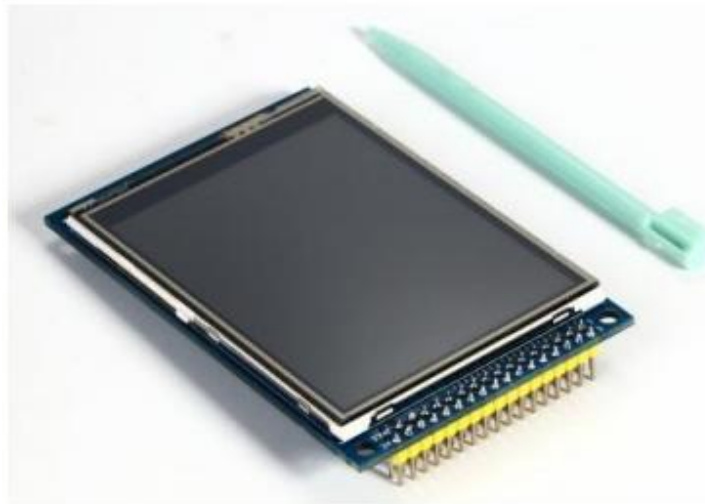


Figura 34 Pantalla TFT táctil 3.2

Fuente: (Henning, 2016)

3.6.1. Características

Este tipo de pantalla posee una gama de 262.000 colores ideal para visualizar información, imágenes, gráficas y animaciones en un área de 3.2” con una resolución de 320x240 pixeles, cada pixel es respaldado por un

pequeño transistor, que es mucho más eficiente que los monitores antiguos, limitado únicamente por la memoria Arduino. Esta tecnología de transistores múltiples también permite un rápido re-trazado de la pantalla de manera que la imagen no parpadee ni haga bandas.

Sobresale por características muy sofisticadas como:

- Ángulo de visión amplio.
- Permite control total para crear formas gráficas, texto y números.
- Controlador ILI9341 en placa.
- Conector para tarjetas de memoria SD.
- Interface en modo de 16 bits.
- Voltaje de alimentación: 3.3V.
- Dimensiones: 94x65x16mm.

3.6.2. Descripción de los pines de la pantalla TFT Táctil 3.2"



Figura 35 Descripción de pines pantalla TFT

Fuente: (Henning, 2016)

Para poder describir los pines que se visualizan en la figura 35 se utilizara la tabla 14.

Tabla 14
Descripción de los pines de la pantalla TFT Táctil 3.2”

PIN	Descripción	PIN	Descripción
T_CS	Chip select del panel táctil	CLK	Reloj touch/SD
PEN	Interrupción del panel táctil	F_CS	No conectado
MISO	Salida de datos del touch/SD	MOSI	Entrada de datos de touch/SD
GND	Tierra	NC	No conectado
VDD	Alimentación 3.3V	GND	Tierra
BL	Luz de fondo(back light)	VDD	Alimentación 3.3V
DB15	Data 15	SDCS	Chip Select de la memoria SD
DB13	Data 13	DB14	Data 14
DB11	Data 11	DB12	Data 12
DB9	Data 9	DB10	Data 10
DB7	Data 7	DB8	Data 8
DB5	Data 5	DB6	Data 6
DB3	Data 3	DB4	Data 4
DB1	Data 1	DB2	Data 2
RST	Reset de la pantalla	DB0	Data 0
WR	Señal de selección de escritura	RD	Señal de selección de lectura

CONTINUA

CS	Chip select de la pantalla	de la RS	Selección de comando	de data /
----	----------------------------	----------	----------------------	-----------

Fuente: (Henning, 2016)

3.6.3. Librería TFT

Aquella no sirve para poder ingresar una gran variedad de utilidades que vamos a mostrar en nuestra pantalla como texto, figuras, funciones, imágenes etc. Para utilizar vamos a observar gráficos muy básicos que muestra algunos caracteres en el display en diferentes tamaños, colores y direcciones.

La conexión entre la pantalla TFT y la plataforma Arduino Mega a través del shield se puede apreciar en la figura 36.



Figura 36 Arduino y pantalla TFT

Fuente: (Henning, 2016)

Para implementar el uso de la pantalla TFT existen muchas librerías las cuales difieren desde su propia complejidad hasta la plataforma para la cual son escritas.

3.6.3.1. UTFT

Permite utilizar los comandos básicos. (Configuración de la pantalla, letras, líneas, posiciones, color, tamaño).

3.6.3.2. Utouch

Permite trabajar con la detección del Touch de la pantalla.

3.6.3.3. UTFT_Buttons

Permite graficar botones con detección del touch.

La auditoría de las librerías pertenece a su autor.

3.6.4. Requerimiento

Se diseñó un dispositivo que brindará información sobre el número de marcha, nivel de aceite, revoluciones por minuto e indicador de estado de aceite, este dispositivo contará con la siguiente estructura.

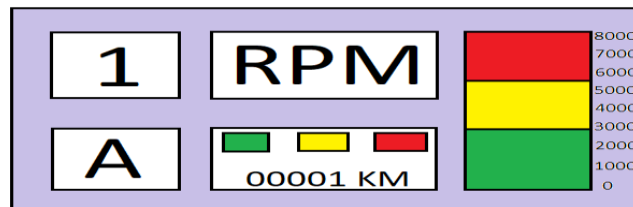


Figura 37 Esquema Indicador de Control Electrónico

De acuerdo a la estructura planteada del sistema de control representa los siguientes datos como se muestra en la figura 37.

3.6.5. Componentes

Para la preparación del proyecto se tomó en cuenta los siguientes elementos electrónicos:

- Pantalla UTFT 3.2"
- Arduino Mega 2560
- Placa de PCB
- Sensor de efecto hall
- Sensor Infrarrojo encoder tipo U
- Sensor ultrasónico

Estos componentes cumplen con los requerimientos para la construcción y programación del indicador de control.

3.6.6. Librerías

Arduino puede extenderse mediante el uso de bibliotecas, al igual que la mayoría de las plataformas de programación, estas proporcionan funcionalidad adicional para su uso, por ejemplo, trabajar con hardware o manipulación de datos. Varias bibliotecas vienen instaladas con el IDE.

3.6.7. Bibliotecas Utilizadas

- **EEPROM:** Lectura y escritura almacenamiento permanente
- **Firmata:** Para comunicarse con aplicaciones en la computadora usando un protocolo serial estándar
- **SoftwareSerial:** Para la comunicación en serie en cualquier pin digital.
- **TFT:** Para dibujar texto, imágenes y formas en la pantalla TFT de Arduino
- **Ultrasonic:** Para detectar la distancia de un objeto más cercano frente al sensor de 3cm a 3m.
- **FreqCount:** Para medir frecuencia de una señal contando el número de pulsos durante un tiempo fijo.

3.6.8. Programación

Una vez obtenidas las librerías a utilizarse se procede con la aplicación de los comandos en cada sensor. El mecanismo de las librerías fue realizado dependiente a los requerimientos del sistema ya que cada uno de los elementos cumplían diferentes funciones, por lo cual fue necesario aplicar diferentes comandos.

3.6.8.1. Designación de comandos en la pantalla

Utilizamos la librería de UTFT en esta se tendrá acceso a crear tipos de texto, imágenes y formas en la pantalla TFT de Arduino. Aquí se realizó la construcción del diseño de la pantalla para que permita mostrar la información del indicador, tener en cuenta los siguientes comandos

- **BigFont:** Sirve para diseñar el tamaño de letra Grande
- **Smallfont:** Sirve para diseñar el tamaño de letra Pequeña
- **SevenSegNumFont:** Sirve para diseñar números con estilo
- **Grotesk32x64:** Sirve para diseñar un tipo de letra clara y moderna
- **DotMatrix_XL_Num:** Sirve para diseñar numeración con matriz de puntos extra grandes.

- **DotMatrix_M_Num:** Sirve para diseñar numeración con matriz de puntos

3.6.8.2. Diseño de Recuadros en la pantalla

Para diseñar los recuadros se define por coordenadas (x, y), donde la información exacta se encuentra en el manual de la pantalla TFT donde se tiene la facilidad de ir creando la figura requerida todo esto mediante valores numéricos. En un plano se ubican los datos que nos da el primer punto de acuerdo a la ubicación del recuadro que se necesite.

Para el diseño de un cuadro se ingresarán números obtenidos en el plano para tener como dato e ingresar a la programación:

- **Rectángulo 1**
lcd.drawRect (15, 30, 115,130)
- **Rectángulo 2**
lcd.drawRect (160, 80, 320,120)
- **Rectángulo 3**
lcd.drawRect (380, 10, 440,310)
- **Rectángulo 4**
lcd.drawRect (110, 200, 100,310)
- **Rectángulo 5**
lcd.drawRect (10,200,100,310)

3.6.8.3. Diseño de letras y números en la Pantalla

Una vez tomado el dato del recuadro se utilizó coordenadas similares para realizar la fijación de palabras en la pantalla, de igual manera se procedió a la simulación de espacio y ubicación donde se va a situar la letra de información. Los valores obtenidos son ingresados de la siguiente forma.

```

1 | tft.setCursor(16, 0);
2 | tft.setTextColor(BLUE);
3 | tft.setTextSize(1);
4 | tft.println("RinconIngenieril");

```

Figura 38 Seudocódigo para programación

Fuente: (Henning, 2016)

Primero se coloca el cursor donde se desea empezar a escribir el valor del plano (16,0), luego configuramos el color con el que vamos a escribir, posteriormente el tamaño de letra y por último el texto que se mostrará.

```
153 | lcd.setColor(VGA_WHITE);  
154 | lcd.setFont(BigFont);  
155 | lcd.print("MARCHA", 20, 10, 0);
```

Figura 39 Seudocódigo para programación

3.6.9. Construcción del circuito

El desarrollo del circuito se lo realizó experimentalmente en un protoboard y aplicando los datos técnicos de conexión de cada sensor para ir conectando cada componente electrónico de acuerdo a la necesidad como se muestra en la tabla 14.

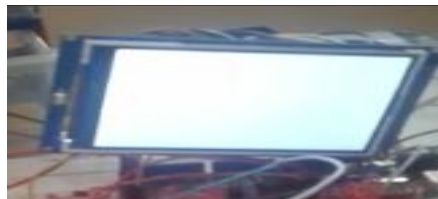


Figura 40 Encendido de Pantalla TFT en Protoboard

Se conectó la pantalla TFT en el protoboard, así como a las entradas de los respectivos pines que se muestra en la tabla 14, con el Arduino, el ingreso de acuerdo a los pines y a los sensores que vamos a utilizar conectaremos los sensores de efecto hall, ultrasónico e infrarrojo. Ingresamos la conexión de los pines de acuerdo a la tabla 13 ya que la misma nos especifica cómo es su conexión.



Figura 41 Circuito Realizado en Protoboard

3.7. Comprobación de distintos indicadores

3.7.1. Simulación de Marchas

Para la comprobación de este sensor utilizamos un imán circular este se acercará al sensor y nos mostrará en la pantalla la simulación de la marcha del vehículo, indicando el número de marcha que va a ser mostrado en la pantalla como se muestra en la figura 42.

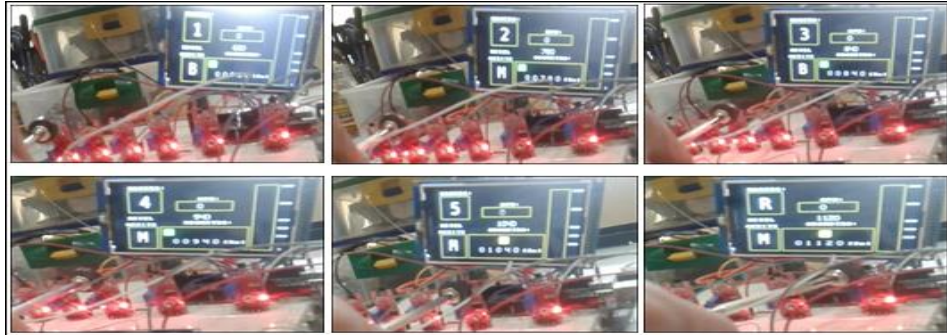


Figura 42 Comprobación de sensor en pantalla

3.7.2. Simulación de Nivel de Aceite

Se realiza la comprobación del sensor utilizando valores de acuerdo a las dimensiones del depósito, para esto medimos solo con un componente de superficie plana acercándolo al sensor .

Como observamos en el grafico 43, simulado el nivel de aceite con el sensor de proximidad que nos mostrará el nivel bajo y alto.

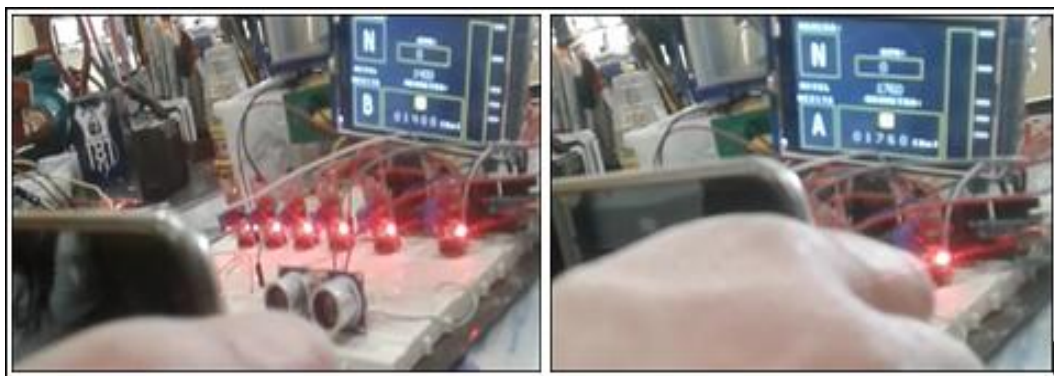


Figura 43 Comprobación de sensor en pantalla

3.7.3. Simulación de RPM

Para la comprobación de este indicador se utilizó un motor pequeño de 12v y una fuente para poder variar las revoluciones que pueda generar el motor.

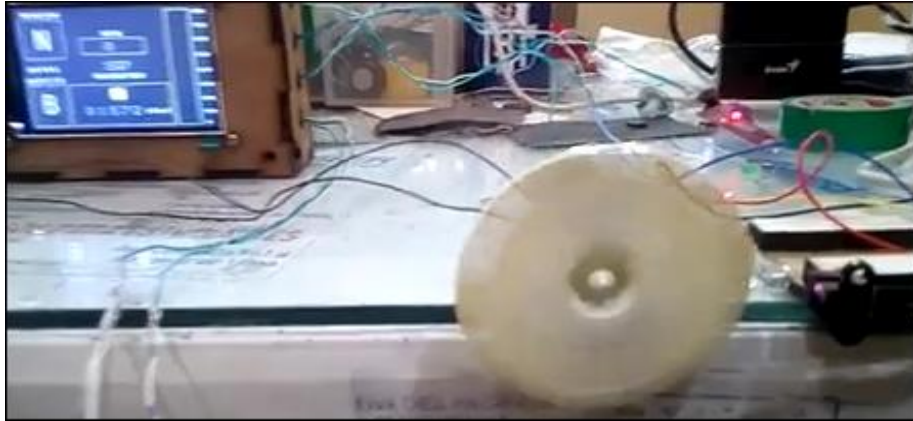


Figura 44 Comprobación Sensor Encoder tipo U

Las revoluciones reflejadas en el indicador estarán contituidas como se observa en el grafico 45.



Figura 45 Pantalla de Indicación de Datos

3.7.4. Simulación estado de aceite

Se utilizó el principio antes mencionado de un motor pequeño de 12 V para la simulación de este comprobador, la condición de esta será que una pestaña pasará por el sensor, esta contará el numero de veces que pase la misma por el encoder para así mostrar un valor específico.



Figura 46 Indicador de Estado de Aceite

Se observó el número de vueltas por el motor de comprobación y transformados a km que sería nuestro valor experimental, este posee un controlador tipo semáforo que nos muestra el estado del aceite en colores como podemos observar en el gráfico 46.



Figura 47 Indicador tipo semáforo Estado de Aceite

Para la calibración del vehículo se posee rangos establecidos para la apreciación de los diferentes colores.

3.7.5. Construcción de placa

El diseño de la placa se lo realizó en un programa de dibujo para impresión en CNC llamado ArtCam un programa muy completo que permite el diseño para estos proyectos electrónicos.

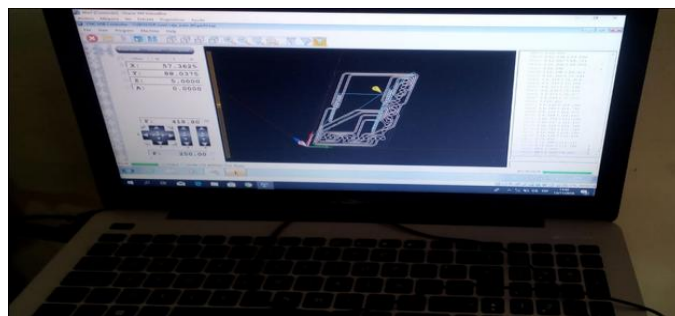


Figura 48 Diseño de Placa en Software

Para el diseño final de la placa se lo colocó en la máquina de prototipo para PCB.



Figura 49 Máquina para corte en placa mediante Software.

Este se lo contruyó para la adaptacion final de la placa, arduino y pantalla.

3.7.6. Soldadura de componentes

Finalizada la placa se realizó la soldadura, teniendo en cuenta las normas y posición de cada uno de los elementos.



Figura 50 Soldadura en Placa

Soldados los pines para la inserción del arduino continuamos colocando los cables de salida donde estará ubicado cada sensor.



Figura 51 Colocación de Sensores en la placa

Colocados los componentes electrónicos los adherimos a un portabase realizado para el indicador de control electrónico y así mejorar su estética.



Figura 52 Armado de caja base del Indicador

3.7.7. Instalación de Indicador Electrónico

Se tomó en cuenta varios parámetros para la instalación, como que componentes nos brindará la información necesaria y real del vehículo previo a la calibración y puesta a punto del indicador, se detalló la ubicación, procedimiento que se realizó para su instalación.

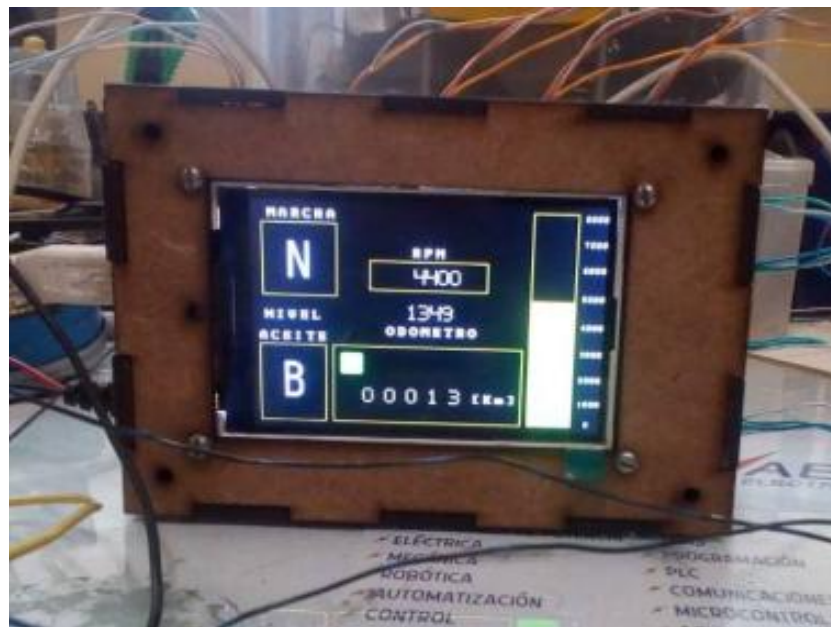


Figura 53 Indicador de control Electrónico

3.7.8. Indicador de Numero de marcha

Para satisfacer el proyecto se utilizó un dispositivo electrónico que mediante la presencia de ondas magnéticas nos indica el número de marcha que se

encuentra el automotor, para aquello hemos implementado este componente de efecto hall.

3.7.8.1. Ubicación

El dispositivo se fijó en la parte inferior de la palanca de cambios con el movimiento en cada marcha esta accionará el sensor.

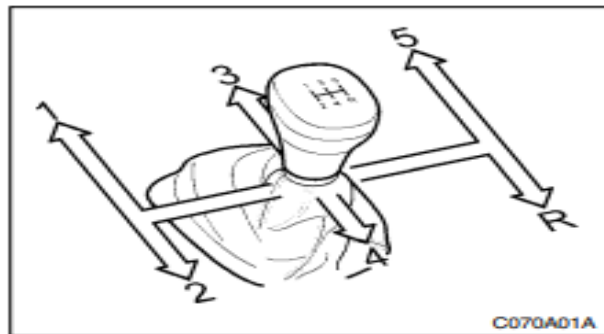


Figura 54 Movimientos de palanca de cambios

Fuente: (Mcklain, 2005)

Para aquello se realizó las mediciones de la palanca en el punto final de cada marcha y con el sensor en la parte inferior de igual manera para las demás marchas, hay que tener en cuenta que el sensor tiene un potenciómetro que nos permite calibrar la sensibilidad de lectura, para aquello se calibró en todas las posiciones hasta que la medida sea exacta.

3.7.9. Indicador de Revoluciones

3.7.9.1. Ubicación

Para calibrar este sensor fue necesario encontrar un lugar apropiado donde nos marque las revoluciones exactas y se lo ubicó en la parte inferior del volante motor que es un lugar donde se puede hallar el valor real de las revoluciones. Diseñando unas pequeñas bases de 4cm de largo por 3 de ancho para luego hacer una perforación para la adaptación del sensor de acuerdo a las comprobaciones realizadas, este sería ubicado de la siguiente manera como se aprecia en la figura 51, teniendo una pestaña en el volante que pasará por medio del sensor permitiendo leer los valores obtenidos por el motor.

3.7.9.2. Calibración

Para su respectiva calibración se tuvo en cuenta la siguiente formula:

$$Rpm = \text{frecuencia} \times \text{Constante}$$

Para esto se realizó primero pruebas con un motor eléctrico de 12v donde midiendo el valor de la frecuencia del voltaje ya mencionado se buscó calibrar para asumir que ralenti es a 800 revoluciones para eso obtuvimos un valor de 40 de constante donde así se calibró, una vez fijado el sensor se obtuvo los valores de frecuencia a 800 revoluciones y se llegó al resultado de la constante que sería 64 para así quedar bien calibrado de acuerdo al velocímetro del tablero.

3.7.10. Indicador de estado de aceite

Para lograr tomar los valores requeridos se buscó un lugar donde sea posible realizar el cálculo de cuenta kilómetros donde se aplicó la condición planteada: que a determinados kilómetros el medidor posea un semáforo de estado.

3.7.10.1. Ubicación

Se colocó el sensor en la rueda derecha en la parte inferior de la mordaza donde se realizó una base de 3cm x 2cm de largo, también se efectuó la perforación para poder fijarlo, en el neumático se colocó una pestaña en la parte plana interna del aro donde esta se atravesará por el sensor y mostrará el número de veces que paso la pestaña por dicho sensor.

3.7.10.2. Cálculo

En el neumático derecho se realizó el siguiente procedimiento:

La medición del diámetro del neumático obtenido es 55 cm es decir 27.5 cm de radio. Sabemos que la distancia recorrida en una vuelta por la rueda es $2\pi R$ siendo R el radio de la circunferencia.

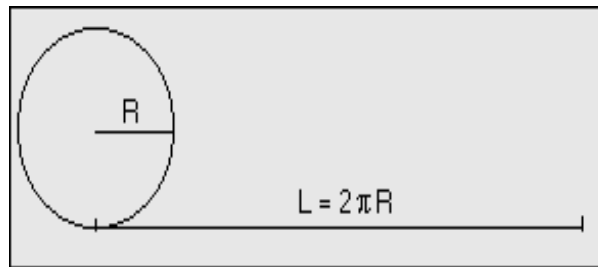


Figura 55 Formula de longitud

Fuente: (Pérez, 2005)

Así nuestra rueda recorrerá en una vuelta:

$$L = 2 \pi R$$

$$L = 2(3.1416 \times 0.275m)$$

$$L = 1.7279m$$

Realizando la respectiva regla de tres

$$1.7279m \quad \text{_____} \quad 1v$$

$$1000m \quad \text{_____} \quad x$$

$$x = 578.74 v$$

Como el programa requiere un valor entero entonces se colocó el dato de 579 v que es nuestro equivalente a 1 Km.

3.7.11. Indicador de nivel de Aceite

Se utilizó un depósito de fluido de dirección aproximadamente de dimensiones de 11cm de altura y 7cm de ancho, teniendo en cuenta que este soportará temperaturas altas debido a que el fluido se calienta con el comportamiento interno de la caja de cambios y no sufrirá ningún cambio físico en el depósito.



Figura 56 Deposito de fluido

Fuente: (Cornejo & Petit, 2016)

Se utilizó el sensor ultrasónico ya que este nos indica el nivel presente en el interior del depósito, para la adaptación del componente se fijó en la tapa como podemos observar en el gráfico 57.

3.7.11.1. Ubicación



**Figura 57 Sensor Ultrasónico adaptado
En tapa de depósito**

Una vez fijo el sensor, el depósito se ubicó a la altura del nivel de la salida del tapón de ingreso de aceite para poder obtener nuestra medida referencial como se observa en la figura 58.

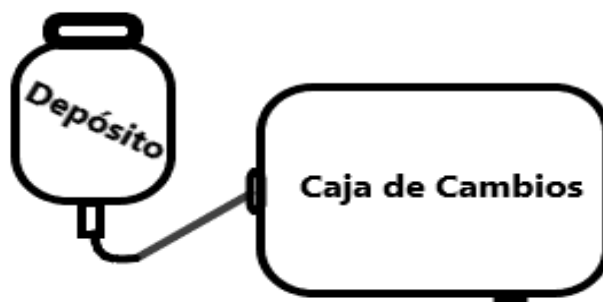


Figura 58 Grafico de posición de depósito

Para la comprobación de estos valores fueron experimentales en el depósito hasta tener la medida referencial en estado lleno, se obtuvo una medida de 3cm como medida alta y hasta 1 centímetro de presencia de fluido en estado vacío.

CAPITULO IV

4.1. Conclusiones

La implementación del indicador de control electrónico en el vehículo Hyundai modelo Accent, utilizando elementos electrónicos para la visualización de la información en la pantalla mediante plataformas de programación, es una aplicación práctica de los conocimientos recibidos a lo largo de la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz pues en el presente proyecto se han conjugado aplicaciones electrónicas, mecánicas y de lenguajes de programación para lograr un diseño y posterior materialización de un mecanismo eficaz y efectivo.

El indicador de control electrónico, ha mejorado notablemente la conducción del vehículo, permitiendo al conductor tener el control sobre la selección de marchas sin tener que, sobre revolucionar el motor, mejorando así el cuidado del motor y su tiempo de mantenimiento.

La selección de componentes electrónicos: Pantalla TFT, arduino, sensores como elementos principales, fue la más acertada debido a que una vez finalizado el proyecto, todos los componentes cumplieron lo que debían realizar, asegurando así que sus prestaciones satisfacen con las expectativas requeridas y responden de manera eficiente.

Los dispositivos de control dentro de la programación, que sirven de respaldo para el funcionamiento del mecanismo de información, al momento de ser requeridos han trabajado de manera correcta impidiendo que se produzcan daños en el sistema de indicación y por ende en la seguridad del usuario.

Las ubicaciones de los sensores para realizar la toma de valores son ubicadas apropiadamente, a más de dar una apariencia estética y asegurar su funcionamiento, lo cual es un factor fundamental en el campo automotriz.

4.2. Recomendaciones

Impartición de más información referente a las aplicaciones de programación en estas plataformas que tienen amplia variedad en el campo de la industria Automotriz.

Propuesta para el mejoramiento del dispositivo para la indicación de más indicadores que se pueda proteger más componentes.

Se promoció el presente proyecto por parte de la Carrea de Tecnología Automotriz, en las diferentes ferias en las que participa el desarrollo de nuevas tecnologías de innovación.

4.3. Referencias Bibliográficas

Caiza, P. P. (01 de 03 de 2007). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN . *Automatizar el vehiculo*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador: repositorioESPE.

Cornejo, M. L., & Petit, N. (3 de Abril de 2016). *Materiales y procesos IV*. Obtenido de Caja de cambios: file:///E:/TESIS/BIBLIOGRAFIAS/CAJA%20DE%20VELOCIDADES.pdf

Dominguez, A. M. (2 de 12 de 2014). *Conferencia electronica Virtual*. Obtenido de Conferencia electronica virtual: http://www.Presentacion_sensores_Hall%20automotriz.pdf

Electrónica. (12 de Febrero de 2018). *Microkits*. Obtenido de SENSOR ULTRASONIDO: <http://hcsr04.pdf>

Flores, D. G. (01 de 04 de 2013). "DISEÑAR, IMPLEMENTAR Y ANALIZAR . *Controlor de velocidad de un vehiculo*. Ibarra, Imbabura, Ecuador: repositorioUTN.

Henning, K. (7 de Enero de 2016). *UTFT_Buttons*. Obtenido de Rinky Dink Electronics: <http://www.rinkydinkelectronics.com>

ICOOS. (11 de Febrero de 2008). *Modelos para Montaje Externo*. Obtenido de Sensores de nivel: file:///E:/TESIS/BIBLIOGRAFIAS/es-manual-sensores-de-nivel-externo-icos.pdf

Mcklain, H. (05 de 01 de 2005). Historia Hyundai. *Características y Generalidades*. California, Sacramento, EEUU: Autosdelujo.

Patho, J. (4 de 10 de 2000). *ImpattoZero*. Obtenido de ImpattoZero: <http://www.arduino%20560%20MEGA%20ingles..pdf>

Pérez, B. (26 de Enero de 2005). *Universidad de Cádiz*. Obtenido de Edificio Centro Tecnológico Cádiz: file:///E:/TESIS/BIBLIOGRAFIAS/22232441_310201212102.pdf

Proserquisa. (26 de Abril de 2016). *Equipo de Laboratorio Didáctico*. Obtenido de Curso de Arduino: <http://www.Tutorial-1-Introduccion-a-Arduino.com>

Sarmieto, D. (4 de Octubre de 2018). *Automotores* . Obtenido de Caja de velocidades : <http://escueladeltrabajo.com>

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

Librerías

```
*****
*           LIBRERIAS           *
*****
#include <Ultrasonic.h>
#include <UTFT.h>
# include <FreqCount.h>
# include <EEPROM.h>
```

Sensor ultrasónico declaración

```
*****
*           SENSOR ULTRASONICO DECLARACION *
*****
Ultrasonic ultrasonic (10,11); //Trigger, Echo
```

Pantalla Controlador Pines

```
*****
*           PANTALLA CONTROLADOR - PINES *
*****
UTFTlcd(ILI9486,38,39,40,41);
```

Definir colores Utilizados

```
*****
*           DEFINIR COLORES UTILIZADOS *
*****
#define NEGRO    0x0000
#define AZUL     0x001F
#define ROJO     0xF800
#define VERDE    0x07E0
#define CIAN     0x07FF
#define MAGENTA  0xF81F
#define AMARILLO 0xFFE0
#define BLANCO   0xFFFF

*****
*           TIPO DE FUENTE *
*****
extern uint8_t BigFont[];
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t SevenSegNumFont[];
extern uint8_t Grotesk32x64[];
extern uint8_t DotMatrix_XL_Num[];
extern uint8_t DotMatrix_M_Num[];

int eepromcajal = 1;

long frecuencia;
long frecuencia_anterior;
```

Variable ultrasonido

```
*****
*           VARIABLE ULTRASONIDO           *
*****
int sonar= 0;
```

Sensor Hall marchas

```
*****
*           SENSOR HALL MARCHAS           *
*****
const int s1 = 4;const int s2 = 5;const int s3 = 6;
const int s4 = 7;const int s5 = 8;const int s6 = 9;
```

Estado del sensor hall marchas

```
*****
*           ESTADO DEL SENSOR HALL MARCHAS *
*****
int e_s1 = 0;int e_s2 = 0;int e_s3 = 0;
int e_s4 = 0;int e_s5 = 0;int e_s6 = 0;
```

Variable para RPM

```
*****
*           VARIABLE PARA RPM           *
*****
volatile int contador1 = 0;
volatile int rpm = 0;

*****
*           VARIABLES ODOMETRO           *
*****
volatile int contador2 = 1;
unsigned int distancia = 1;
unsigned int distancia_unida = 1;
```

Variable Marchas

```
*****
*           VARIABLE MARCHAS           *
*****
int marcha = 0;

int variable = 0;

String variable_marcha = "N";
String variable_aceite = "X";
```

Variable indicadora de colores odómetro

```
*****
*           VARIABLE INDICADOR DE COLORES- ODOMETRO *
*****
int variable_verde = 0;
int variable_amarillo = 0;
int variable_rojo = 0;
```

Variable espacio de numeración odómetro

```
*****
*           VARIABLES ESPACIO DE NUMERACION- ODOMETRO*
*****
int U = 0;int D = 0;int C = 0;int UM = 0;int DM = 0;
.....
```

VARIABLES DE MULTIPLICACIÓN

```
*****
*           VARIABLES DE MULTIPLICACION           *
*****
int valor_multiplicador = 0;
int marca = 0;

void setup()
{

  Serial.begin(9600);
  FreqCount.begin(999);
.....
```

```
*****
*           DEFINICION LECTURA SENSOR ULTRASONICO *
*****
  sonar= ultrasonic.Ranging(CM);
.....
```

Entrada de Valores del Sensor Ind. Marchas

```
*****
*           ENTRADA DE VALORES DEL SENSOR IND. MARCHAS*
*****
  pinMode(s1, INPUT);pinMode(s2, INPUT);pinMode(s3, INPUT);
  pinMode(s4, INPUT);pinMode(s5, INPUT);pinMode(s6, INPUT);

attachInterrupt(1,odometro,FALLING);
```

Designación color de fondo pantalla

```
*****
*           DESIGNACION COLOR DE FONDO PANTALLA *
*****
  lcd.InitLCD();
  lcd.clrScr();
  lcd.fillScr(VGA_BLACK);
  lcd.setBackColor(VGA_BLACK);
```

Designación de memoria EEPROM

```
*****
*           DESIGNACION DE MEMORIA EEPROM *
*****
  valor_multiplicador = EEPROM.read(eepromcajal);
  EEPROM.write(eepromcajal,valor_multiplicador);

// distancia = EEPROM.read(eepromcajal);
// EEPROM.write(eepromcajal,distancia);
//EEPROM.write(eepromcajal,0);
}

void loop()
{
```


Designación de librería para frecuencia

```
*****
*           DESIGNACION DE LIBRERIA PARA FRECUENCIA           *
*****
if(FreqCount.available()){
  frecuencia = FreqCount.read();
  Serial.println(frecuencia);
}

*****
*           LECTURA DE SENSOR ULTRASONICO EN CM           *
*****

sonar= ultrasonic.Ranging(CM);
```

Lectura digital de las marchas

```
*****
*           LECTURA DIGITAL DE LAS MARCHAS           *
*****
// VALORES EN CENTIMETROS DEL ULTRASONICO sonar= (Ultrasonic.begin (CM));
//LECTURA DIGITAL DE LAS MARCHAS
e_s1 = digitalRead(s1);e_s2 = digitalRead(s2);e_s3 = digitalRead(s3);
e_s4 = digitalRead(s4);e_s5 = digitalRead(s5);e_s6 = digitalRead(s6);

if (e_s1 == HIGH) {variable_marcha = "1";}if (e_s2 == HIGH) {variable_marcha =
"2";}
if (e_s3 == HIGH) {variable_marcha = "3";}if (e_s4 == HIGH) {variable_marcha =
"4";}
if (e_s5 == HIGH) {variable_marcha = "5";}if (e_s6 == HIGH) {variable_marcha =
"R";}

if(e_s1 == LOW && e_s2 == LOW && e_s3 == LOW && e_s4 == LOW && e_s5 == LOW &&
e_s6 == LOW){
  variable_marcha = "N";
}
```

Condición cálculo de frecuencia

```
*****
*           CONDICION CALCULO DE FRECUENCIA           *
*****

if(frecuencia > frecuencia_anterior){
  frecuencia = (frecuencia + frecuencia_anterior) / 2;
}
```

Condición para calibrar RPM

```
*****
*           CONDICION PARA CALIBRACION  RPM           *
*****

rpm = frecuencia * 64;
frecuencia_anterior = frecuencia;

distancia_unida = contador2;

distancia = valor_multiplicador;

EEPROM.write(eepromcajal,valor_multiplicador);

*****
*           SEPARACION DE UNIDADES DEL NUMERO ODOMETRO*
*****

U = distancia % 10;
if(distancia <= 99){
  D = distancia / 10;
}
if(distancia >= 100 && distancia <= 999){
  D = distancia / 10;
  D = D % 10;
  C = distancia / 100;
}
if(distancia >= 1000 && distancia <= 9999){
  D = distancia / 10;
  D = D % 10;
  C = distancia / 100;
  C = C %10;
  UM = distancia / 1000;
}
if(distancia >= 10000){

D = distancia / 10;
D = D % 10;
C = distancia / 100;
C = C %10;
UM = distancia / 1000;
UM = UM % 10;
DM = distancia / 10000;
}
}
```

Diseño de indicadores en la pantalla

```
*****
*           DISEÑO DE INDICADORES EN LA PANTALLA           *
*****

lcd.setColor(VGA_WHITE);
lcd.setFont(BigFont);
lcd.print("MARCHA", 20, 10, 0);
lcd.print("RPM", 215, 60, 0);
lcd.print("NIVEL", 15, 150, 0);
lcd.print("ACEITE", 7, 180, 0);
lcd.print("ODOMETRO", 180, 170, 0);
lcd.print("[Km]", 300, 265, 0);
lcd.setColor(VGA_YELLOW);
lcd.drawRect(15, 30, 115, 130); // RECTANGULO 1
lcd.drawRect(160, 80, 320, 120); // RECTANGULO 2
lcd.drawRect(380, 10, 440, 310); // RECTANGULO 3
lcd.drawRect(110, 200, 370, 310); // RECTANGULO 4
lcd.drawRect(10, 200, 100, 310); // RECTANGULO 5

*****
*           INDICADOR DE RPM BARRA DE NUMEROS           *
*****

lcd.setFont(SmallFont);
lcd.setColor(VGA_WHITE);
lcd.printNumI(0, 460, 300);
lcd.printNumI(1000, 450, 270);
lcd.printNumI(2000, 450, 235);
lcd.printNumI(3000, 450, 198);
lcd.printNumI(4000, 450, 160);
lcd.printNumI(5000, 450, 120);
lcd.printNumI(6000, 450, 80);
lcd.printNumI(7000, 450, 45);
lcd.printNumI(8000, 450, 10);
```

Color y Diseño de letras

```
*****
*           COLOR Y DISEÑO DE LETRAS           *
*****

lcd.setColor(VGA_WHITE); // COLOR Y DISEÑO DE LETRAS
lcd.setFont(Grotesk32x64); // MARCHA
lcd.print(variable_marcha, 50, 50);
lcd.setFont(BigFont);
lcd.print("      ", 180, 90);
lcd.print("      ", 180, 95);
lcd.setFont(DotMatrix_M_Num); // RPM

lcd.printNumI(rpm, 220, 90);
lcd.setFont(Grotesk32x64); // NIVEL DE ACITE
lcd.print(variable_aceite, 40, 220);
lcd.setFont(DotMatrix_M_Num); // DISTANCIA = ODOMETRO
//lcd.printNumI(distancia_unida, 210, 140);
//lcd.printNumI(valor_multiplicador, 280, 140);
lcd.printNumI(DM, 150, 260);
lcd.printNumI(UM, 180, 260);
lcd.printNumI(C, 210, 260);
lcd.printNumI(D, 240, 260);
lcd.printNumI(U, 270, 260);
```

```

*****
*           DISEÑO PARA BARRA INDICADORA DE RPM           *
*****
  lcd.setColor (VGA_BLACK); (255,255,255); // COLOR NEGRO // BARRA DE RPM
  lcd.fillRect(381, 11, 439, 309);
  lcd.fillRect(379, 0, 440, 8);

  if(rpm <= 3000){ // BARRA DE COLORES DE LOS RPM
  lcd.setColor (VGA_LIME); (255,0,255); //COLOR VERDE
  variable_verde = map(rpm,0,3000,310,198);
  lcd.fillRect(381,310,439,variable_verde);
  }

  if(rpm >= 3001 && rpm <= 5500){
  lcd.setColor (VGA_LIME); (255,0,255); //COLOR VERDE
  lcd.fillRect(381,310,439,200);

  lcd.setColor (VGA_YELLOW); (0,0,255); //COLOR AMARILLO
  variable_amarillo = map(rpm,3001,5500,199,110);
  lcd.fillRect(381,199,439,variable_amarillo);
  }

  if(rpm >= 5501 && rpm <= 8000){

  lcd.setColor(VGA_LIME); (255,0,255); //COLOR VERDE
  lcd.fillRect(381,310,439,200);
  lcd.setColor(VGA_YELLOW); (0,0,255); //COLOR AMARILLO
  lcd.fillRect(381,199,439,110);

  lcd.setColor(VGA_RED); (0,255,255); //COLOR ROJO
  variable_rojo = map(rpm,5501,8000,99,11);
  lcd.fillRect(381,109,439,variable_rojo);
  }

  if(distancia <=20000){ // RECUADROS DE COLORES
  lcd.setColor(VGA_LIME); (255,0,255); //COLOR VERDE
  lcd.fillRoundRect(120,210,150,240); //CUADRADO VERDE

  lcd.setColor(VGA_BLACK); (255,255,255); //COLOR NEGRO
  lcd.fillRoundRect(220,210,250,240); //CUADRADO NERO

  lcd.setColor(VGA_BLACK); (255,255,255); //COLOR NEGRO
  lcd.fillRoundRect(320,210,350,240); //CUADRADO NEGRO
  }
  if(distancia >= 20001 && distancia <= 22500){
  lcd.setColor(VGA_BLACK); (255,255,255); //COLOR NNGRO
  lcd.fillRoundRect(120,210,150,240); //CUADRADO NEGRO

  lcd.setColor(VGA_YELLOW); (0,0,255); //COLOR AMARILLO
  lcd.fillRoundRect(220,210,250,240); //CUADRADO AMARILLO

  lcd.setColor(VGA_BLACK); (255,255,255); //COLOR NEGRO
  lcd.fillRoundRect(320,210,350,240); //CUADRADO NGRO
  }

  if(distancia >= 22501){
  lcd.setColor(VGA_BLACK); (255,255,255); //COLOR NEGRO
  lcd.fillRoundRect(120,210,150,240); //CUADRADO NEGRO

  lcd.setColor(VGA_BLACK); (255,255,255); //COLOR NEGRO
  lcd.fillRoundRect(220,210,250,240); //CUADRADO NEGRO

  lcd.setColor(VGA_RED); (0,255,255); //COLOR ROJO
  lcd.fillRoundRect(320,210,350,240); //CUADRADO ROJO
  }
}

```

```

*****
*           CONDICION DEL SENSOR ULTRASONICO           *
*****
if(sonar >= 11.1 ){
  variable_aceite = "B";
}
if(sonar >=9  && sonar <= 11 ){
  variable_aceite = "A";
}
}

```

Función para la Interrupción Externa

```

*****
*           FUNCION PARA LA INTERRUPCION EXTERNA       *
*****
//FUNCION PARA LA INTERRUPCION EXTERNA 1
void odometro()
{
.....

```

Condición para calibración Odómetro

```

*****
*           CONDICION PARA CALIBRACION ODOMETRO       *
*****
//INCREMENTO DEL CONTADOR CADA VEZ QUE HAYA UNA INTERRUPCION EN EL PIN 3
contador2++;

distancia_unida = contador2;
if(distancia_unida % 579 == 0 && marca == 0){ // RELACION DE LA RUEDA
  valor_multiplicador = valor_multiplicador + 1;
  marca = 9;
}
if(distancia_unida % 10 != 0){
  marca = 0;
}
Serial.println(contador2);
delay(25);
}

```

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR

LAGLA CABASCANGO RICARDO JAVIER
C.C. 1724075302

DIRECTOR DE CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ING. JONATHAN SAMUEL VELEZ SALAZAR

DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACION

ING. JONATHAN SAMUEL VELEZ SALAZAR

Latacunga, febrero del 2019