



**CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA INTERCAMBIADOR DE LÍQUIDO DE FRENOS Y EMBRAGUE
AUTOMATIZADO PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE**

Riofrio Vinueza, José Francisco

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica automotriz

Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés

11 de septiembre del 2020



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

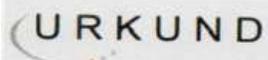
Certifico que la monografía, "**Construcción de un sistema intercambiador de líquido de frenos y embrague automatizado para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE**" fue realizado por el señor **Riofrio Vinueza, José Francisco** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, septiembre de 2020

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés

C. C.: 1715579609

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Francisco Riofrio.pdf (D78909130)
Submitted: 9/10/2020 7:49:00 PM
Submitted By: jfrio1@espe.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

submission.pdf (D62978732)
<http://www.recambiooriginal.com/blog/recambios-originales/carroceria/los-elementos-mas-danan-la-pintura-del-coche/>
<http://www.ittoluca.edu.mx/difusion/Proyectos%20Integradores%20Toluca1.pdf>

Instances where selected sources appear:

7

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Fausto Andrés Jácome Guevara".

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés

C. C.: 1715579609



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Riofrio Vinueza, José Francisco**, con cédula de ciudadanía n° 1721337077, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Construcción de un sistema intercambiador de líquido de frenos y embrague automatizado para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, septiembre de 2020

Riofrio Vinueza, José Francisco

C.C.: 1721337077



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo Riofrio Vinueza, José Francisco autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Construcción de un sistema intercambiador de líquido de frenos y embrague automatizado para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, septiembre de 2020

Riofrio Vinueza, José Francisco

C.C.: 1721337077

DEDICATORIA

A Miriam, mi madre, por apoyarme incondicionalmente en cada etapa de mi vida y demostrarme con su ejemplo que, con mucho esfuerzo y dedicación, todo se puede conseguir. A mis abuelos, que me formaron como la persona que soy hoy y gracias a su ejemplo me enseñaron a ser una persona justa.

Riofrio V. José Francisco

AGRADECIMIENTOS

A mi nona por su confianza, generosidad y ayuda en todo momento. Por creer en mi incluso cuando yo no lo hice.

Al Ing. Fausto Jácome Guevara, por ayudarme a desarrollar el presente tema de investigación, por su conocimiento, paciencia y tiempo invertido, cuyos resultados se ven reflejados en la culminación de esta tesis.

Al Ing. Oscar Chipugsi, por su apoyo académico con respecto a la programación de mi tesis, ya que sin la misma me vería limitado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTOS	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	8
INDICE DE TABLAS	11
INDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Tema	16
1.2. Antecedentes	16
1.3. Planteamiento del problema.....	18
1.4. Justificación.....	18
1.5. Objetivo general	19
1.6. Objetivos específicos.....	19
1.7. Alcance	19
1.8. Variable dependiente.....	20
1.9. Variable independiente.....	20
CAPÍTULO II	
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	

2.1.	Sistema de frenos	21
2.2.	Principios del freno hidráulico	22
2.2.1.	Mantenimiento manual	24
2.3.	Problemas del mantenimiento manual.....	25
2.4.	Mantenimiento Automático	26
2.5.	Maquinas existentes en el mercado.....	27
2.6.	ELECTRONICOS	28
2.6.1.	Arduino	28
2.6.2.	Display LCD.....	29
2.6.3.	Módulo I2C.....	30
2.6.4.	Módulo relé Arduino.....	31
2.6.5.	Capacitores	33
2.7.	ELECTROMECAÑICOS	34
2.7.1.	Probador de líquido de frenos	34
2.7.2.	Interruptor	35
2.7.3.	Fusible	37
2.7.4.	Cable de Alimentación	39
2.7.5.	Cable de alimentación SPT.....	40
2.7.6.	Bomba de vacío.....	41
2.7.7.	Bomba hidráulica	43
2.7.8.	Electroválvula.....	45
2.8.	HIDRÁULICOS	47
2.8.1.	Acoples y mangueras	47
2.8.2.	Deposito	51
2.8.3.	Filtro de línea	52

CAPITULO III

3.	CONSTRUCCION	
3.1.	Sistema Hidráulico	53
3.1.1.	Simulación.....	53
3.1.2.	Ensamblaje.....	55
3.2.	Sistema Electrónico	56
3.2.1.	Simulación.....	57
3.2.2.	Ensamblaje.....	74
3.3.	Estructura	76
3.3.1.	Dimensionamiento.....	76
3.3.2.	Selección de material.....	77
3.3.3.	Construcción	78
CAPITULO IV		
4.1.	Pruebas de funcionamiento.....	82
4.1.1.	Lubricado del Sistema	82
4.1.2.	Intercambio de fluidos de frenos (Antiguo/Nuevo).....	83
4.1.3.	Intercambio fluido (Antiguo/nuevo Embrague).....	84
CAPÍTULO V		
5.1.	Recursos Humanos	85
5.2.	Recursos Físicos.....	85
5.3.	Recursos Logísticos.....	87
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
ANEXOS		

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Descripción fusibles</i>	38
Tabla 2. <i>Recursos Humanos</i>	85
Tabla 3. <i>Recursos materiales</i>	85
Tabla 4. <i>Recursos logísticos</i>	87
Tabla 5. <i>Recursos materiales</i>	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Sistema de frenos hidráulicos</i>	21
Figura 2. <i>Principio hidráulico de los frenos</i>	23
Figura 3. <i>Purgado tradicional</i>	25
<i>Figura 4. Maquinas del mercado</i>	27
Figura 5. <i>Placa Arduino</i>	28
Figura 6. <i>Display LCD</i>	30
Figura 7. <i>Módulo i2C</i>	31
Figura 8. <i>Relé Arduino</i>	32
Figura 9. <i>Designación de módulo</i>	33
Figura 10. <i>Capacitores</i>	34
Figura 11. <i>Lápiz Comprobador</i>	35
Figura 12. <i>Interruptores</i>	36
Figura 13. <i>Esquemas interruptores</i>	37
Figura 14. <i>Fusibles</i>	38
Figura 15. <i>Cable de alimentación</i>	39
Figura 16. <i>Cable SPT</i>	41
Figura 17. <i>Bomba de vacío</i>	42
Figura 18. <i>Bomba hidráulica</i>	44
Figura 19. <i>Bomba hidráulica</i>	44
Figura 20. <i>Electroválvula</i>	46
Figura 21. <i>Electroválvula</i>	46
Figura 22. <i>Mangueras</i>	47
Figura 23. <i>Manguera</i>	48
Figura 24. <i>Mangueras</i>	49
Figura 25. <i>Manguera</i>	50

Figura 26. <i>Manguera</i>	50
Figura 27. <i>Depósito</i>	51
Figura 28. <i>Filtro</i>	52
Figura 29. <i>Simulación</i>	54
Figura 30. <i>Simulación</i>	55
Figura 31. <i>Ensamblaje</i>	55
Figura 32. <i>Ensamblaje</i>	56
Figura 33. <i>Arduino</i>	57
Figura 34. <i>Compilación</i>	73
Figura 35. <i>Arduino</i>	74
Figura 36. <i>Pruebas</i>	74
Figura 37. <i>Pruebas</i>	75
Figura 38. <i>Pruebas</i>	75
Figura 39. <i>Diseño</i>	76
Figura 40. <i>Diseño</i>	77
Figura 41. <i>Construcción</i>	78
Figura 42. <i>Construcción</i>	79
Figura 43. <i>Construcción</i>	79
Figura 44. <i>Construcción</i>	80
Figura 45. <i>Pintura</i>	81
Figura 46. <i>Finalización</i>	81

RESUMEN

La contaminación por residuos producto de fluidos hidráulicos provenientes de automóviles es considerablemente uno de los problemas principales dentro del campo automotriz. Esto, sumado a quemaduras químicas producto de fluidos corrosivos al contacto con la piel nos deja reflejado la poca cultura de protección personal y uso de equipo adecuado para realizar ciertos tipos de procesos tales como cambios de aceite hidráulico, frenos, etc. En el Ecuador, equipos automatizados para realizar intercambios de fluidos o purgados de frenos no se encuentran disponibles en el mercado actual, es decir, si una persona estaría interesada en adquirir una maquina automatizada que cumpla esas características tiene que hacerlo importándolo del extranjero, lo cual conlleva a aumentar costos más allá del valor real de la máquina. Por este motivo, para mejorar las condiciones de trabajo y calidad del servicio, esta tesis se basó en la construcción un prototipo funcional de bajo costo de una de estas máquinas las cuales rondan en el mercado a un precio de 3000\$ fuera de costos de importación. Las pruebas funcionales dieron resultados positivos en cuestión costo/calidad mediante las cuales se concluyó que su desarrollo e implementación conlleva a la mejora en el ambiente laboral y procesos de servicios sumando un impacto positivo para el medio ambiente ya que consta con un depósito de alta capacidad.

Palabras Clave:

PRINCIPIOS HIDRAULICOS

MODULO I2C

FESTO FLUIDSIM – HYDRAULIC

ASIGNACIÓN DE ENTRADAS

ACERO ASTM-A

ABSTRACT

Pollution by residues from hydraulic fluids from automobiles is one of the main problems in the automotive field. This, added to chemical burns caused by corrosive fluids to the skin, reflects the low EPP culture and the use of adequate equipment to carry out the types of story processes such as hydraulic oil changes, brakes, etc. In Ecuador, automated equipment for fluid exchange or brake bleeding is not available in the current market, that is, if a person is interested in acquiring an automated machine that meets these characteristics, they must do so by importing it from abroad. Which entails an increase in costs beyond the real value of the machine. For this reason, in order to improve working conditions and service quality, this thesis carried out a low-cost functional prototype of one of these machines, which is around \$ 3,000 outside the import cost. The functional tests obtained positive results in terms of cost / quality through which it was concluded that their development and implementation will lead to improvement in the work environment and service processes.

Keywords

HYDRAULIC PRINCIPLES

MODULE I2C

FESTO FLUIDSIM – HYDRAULIC

ALLOCATION OF TICKETS

ASTM-A36 STEEL

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Tema

Construcción de un sistema intercambiador de líquido de frenos y embrague automatizado para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad De Gestión De Tecnologías - ESPE.

1.2. Antecedentes

“Una de las principales cualidades del líquido de frenos es que trabaja a altas temperaturas pero no debe llegar a temperatura de ebullición, ya que sería imposible comprimir las burbujas generadas y, por tanto, el vehículo se quedaría sin frenos. Por otra parte, también absorbe humedad, por lo que con el tiempo el líquido de frenos se mezclará con agua e irá perdiendo efectividad.

Además de las altas temperaturas y la humedad, el líquido de frenos también está sometido a un constante uso y expuesto a partículas de suciedad. Todas estas razones, unido a la importancia del sistema de frenado para la seguridad del conductor, hace que sustituir el líquido de frenos a tiempo sea imprescindible”. (Henkel, 2011)

“El sangrado por presión ha demostrado ser el método más eficaz para lavar y purgar los sistemas de frenos hidráulicos. El lavado del sistema de frenos y el reemplazo del líquido de frenos sucio y contaminado con líquido de frenos nuevo a menudo pueden evitar reparaciones costosas”. (MOTORVAC, 2017)

“El proceso único de empujar / tirar asegura un intercambio óptimo de fluidos, elimina la contaminación del sistema y purga el aire dañino simultáneamente Aísla cada extremo de la rueda y realiza las secuencias de sangrado recomendadas por la OEM”. (BOSCH, 2011)

“El BRAKE PRO extrae el líquido de frenos del cilindro maestro, permite la recarga del cilindro maestro con el nuevo líquido de frenos y presuriza el cilindro maestro en coordinación con la apertura / cierre de los sangrados de los frenos para permitir la eliminación del líquido de frenos viejo. Este proceso acelera de manera efectiva la eliminación del líquido de frenos viejo al tiempo que minimiza la posibilidad de que el aire entregue el sistema de frenos”. (ENGINEERING, 2009)

“El diseño patentado del intercambiador Pure Brake® de MOC® ofrece muchas funciones que ahorran tiempo, brindan un servicio más completo y ayudan a evitar el uso indebido o las limpiezas sucias asociadas con los equipos tradicionales.” (MOC, 2018)

“El control del sistema EBS y la contención del líquido de frenos de desecho reduce la exposición del técnico a los desechos peligrosos. Una vez que el contenedor de desechos está lleno, el sistema de control por computadora del equipo le permite al técnico transferir el fluido de desechos a un contenedor de desechos a granel aprobado más grande para su recolección y eliminación adecuadas”. (PRODUCT, 2013)

1.3. Planteamiento del problema

En nuestro país el proceso de purga y cambio del líquido de frenos en su gran mayoría se lo sigue realizando de manera manual dando así paso a posibles derramamientos de fluido en el taller u ocasionar accidentes o daños tanto como para el operador como para vehículo tales como el deterioro de la pintura, afecciones en elementos a base de polímeros debido a que este tipo de fluidos contiene elementos con propiedades diluyentes.

1.4. Justificación

Con la realización de un intercambiador de líquido de frenos y embrague hidráulico automatizado se procura disminuir en un alto porcentaje el problema de derramamientos del fluido ya que el mismo es un potencial contaminante el cual puede afectar la salud de las personas y ocasionar irritaciones cutáneas o afecciones más graves si entra en contacto con los ojos o producir accidentes al no darle un correcto almacenamiento hasta su posterior desecho. De esta manera se pretende realizar esta

máquina la cual almacenara los fluidos sucios hasta que se puedan procesar de una manera adecuada y así mantener un ambiente de trabajo limpio.

1.5. Objetivo general

Elaborar un intercambiador de líquido de frenos para mejorar la eficiencia de este proceso.

1.6. Objetivos específicos

- Investigar los temas relacionados con el sistema intercambiador de fluidos.
- Realizar los esquemas de conexión para los componentes del intercambiador.
- Elaborar guía de prueba y/o practica que se pueden realizar en el equipo.

1.7. Alcance

Este proyecto tiene como alcance la elaboración de un intercambiador de líquido de frenos y embrague hidráulico automatizado, el mismo que tiene la finalidad de disminuir los riesgos medioambientales que provoca el derramamiento de este tipo de fluidos. Al ser automatizado se logra agilizar los procesos de purga y cambio de fluido de frenos y el purgado de embrague hidráulico, de tal manera que además de ser eco-amigable es un elemento de gran ayuda al momento de realizar el cambio respectivo de fluidos.

1.8. Variable dependiente

- a. Construcción de un intercambiador de líquido de frenos para mejorar la eficiencia de este proceso.

1.9. Variable independiente

- b. Selección de depósito del líquido de frenos y la implementación de los acoples para lograr un trabajo óptimo del intercambiador.

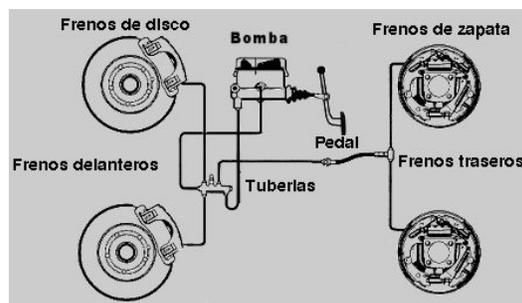
CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Sistema de frenos

El sistema de freno hidráulico está constituido por un cuerpo de bomba principal que lleva el pistón unido al pedal de freno. Su cilindro de mando está sumergido en un líquido especial que contiene un depósito al efecto. Del cilindro sale una tubería que se ramifica a cada una de las ruedas. En los platos del freno de cada rueda hay unos cuerpos de bomba de embolo doble, unidos a cada uno de los extremos libres de las zapatas. Las partes más importantes son pues: depósito de líquido, bomba de émbolos y cilindro de mando. (Buesaquillo, 2009)

Figura 1.
Sistema de frenos hidráulicos



Nota. Se indica el sistema convencional de frenos. Tomado de (Bruzos, 2010)

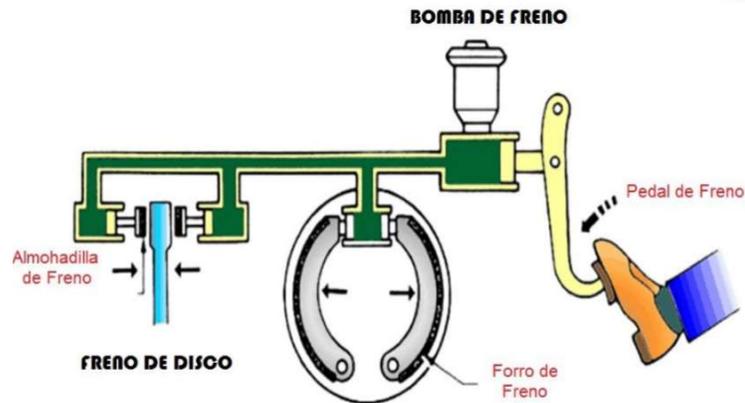
El funcionamiento de los frenos de disco consiste en transformar la energía cinética del vehículo en calor mediante la fricción entre el disco y las pastillas. Los

discos de freno se encuentran fijados a las ruedas, girando de manera solidaria a estas mientras que las pastillas están dispuestas en las pinzas de freno, mecánicamente fijadas a la mangueta o puente del vehículo. Cuando se acciona el pedal de freno, la presión hidráulica generada por la bomba de freno se transmite hasta las pinzas de freno por las tuberías. En el interior de la pinza, la superficie plana de los pistones transforma la presión hidráulica en fuerza que provoca su desplazamiento, empujando las pastillas contra el disco y provocando la fricción entre ambos para reducir la velocidad de giro. (Kashima, 2013)

2.2. Principios del freno hidráulico

Los frenos hidráulicos de los automóviles están compuestos por tres principios básicos que son: la ley de Pascal, el sistema de palanca y el principio de vacío. La presión que se ejerce sobre el pedal del freno se transmite a través de todo el líquido a los pistones los cuales actúan sobre los discos de frenado en cada rueda multiplicando la fuerza que ejercemos con los pies. Si aumentamos la presión externa, por ejemplo, aplicando una fuerza sobre la superficie exterior, el aumento de presión es el mismo en todo el seno del líquido, lo cual se conoce como principio de Pascal: “El incremento de presión en la superficie de un fluido incompresible, contenido en un recipiente indeformable, se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo”. Estos mismos fundamentos subyacen tras el sistema hidráulico de frenado: al pisar el pedal de freno se ejerce una fuerza sobre un émbolo de pequeñas dimensiones y se produce un aumento de presión en el líquido que se transmite a los émbolos grandes que actúan sobre las pastillas de frenos con una fuerza mayor. (Castaños, 2020)

Figura 2.
Principio hidráulico de los frenos



Nota. Principio de Pascal en el sistema de frenos. Tomada de (Castaños, 2020)

El pedal de freno tiene como función transmitir una fuerza y un desplazamiento el cual consiste en una barra rígida que gira alrededor de un punto fijo, llamado punto de apoyo. Se emplea para vencer una resistencia; por ejemplo, para levantar una carga, aplicando una cierta fuerza. (Barboza, 2014)

El servofreno de vacío, el cual ayudado por el motor crea una diferencia de presiones, vacío en un lado y presión atmosférica al otro; al accionar el freno colabora con el esfuerzo del conductor. Entre mayor sea el diámetro mayor será la amplificación. (TusFrenos.mx, 2013)

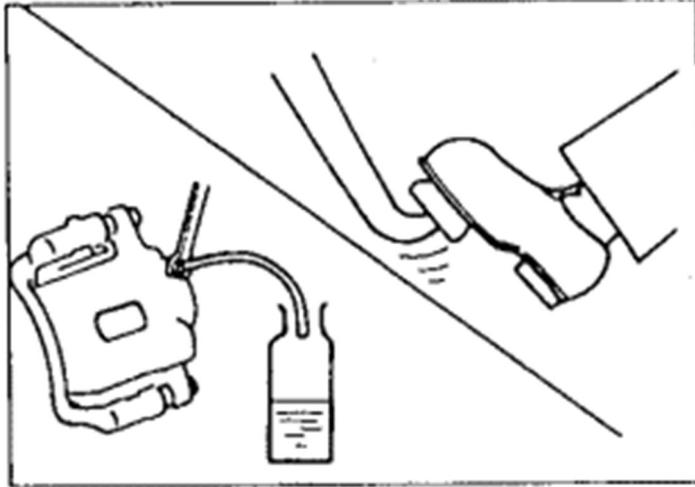
2.2.1. Mantenimiento manual

El mantenimiento del sistema de frenos consiste en la verificación de fugas, reemplazo de líquido de frenos y completar el nivel del mismo en caso de que este sea menor al límite del depósito. La acción de purgado consiste en provocar el desplazamiento del aire en el interior del circuito hacia los purgadores mediante la generación de presión en un extremo y su liberación por el opuesto. (Kashima, 2014)

El purgado de frenos requiere de dos personas. Durante el purgado de frenos el pedal se acciona de manera rápida al pisarlo y de manera lenta al soltarlo. Con esto evitamos que se pueda dar vuelta una junta especial que hay en la bomba de frenos que provocaría una falla importante. (Parabrisas, 2019)

Es importante saber que si se deja de presionar mientras la válvula se mantiene abierta entrará aire, y si esto ocurre, se debe empezar de nuevo. Cuando se observe que el líquido fluye sin burbujas, se procede a cerrar las válvulas. En este caso, es esencial que la segunda persona mantenga el pie sobre el pedal hasta que se logre subir el freno a su posición inicial. Cabe recalcar que este procedimiento se debe repetir en el resto de los frenos de los neumáticos. Para cambiar el líquido de frenos, lo ideal es que se vacíe el depósito con el método de succión o una jeringa. Luego, se coloca el líquido nuevo y se abre los tornillos para dejar salir el anterior hasta que se comience a ver el que se acaba de vaciar. Finalmente, se cierra las válvulas con el pedal del freno pisado para realizar el purgado. (DercoCenter, 2018)

Figura 3.
Purgado tradicional



Nota. Proceso de purgado de frenos convencional. Tomado de (Netvisa, 2011)

2.3. Problemas del mantenimiento manual

Para el purgado de frenos manual es necesario la intervención de dos personas. La primera persona se sentará en el asiento del conductor y realizará una serie de presiones de forma continuada con todo el recorrido del pedal. Una vez realizado dichas presiones el conductor debe mantener constante la presión del pedal, y con dicha presión, la segunda persona encargada de purgar el circuito abrirá y cerrará el purgador varias veces hasta que el líquido sea homogéneo. Se cerrará el purgador, y si es necesario se solicitará a la primera persona que vuelva a presionar varias veces el pedal. (Sierra, 2017)

Por sus características químicas, el líquido de frenos del coche es altamente corrosivo con las lacas, barnices y pinturas, además de actuar extremadamente rápido y

sin posibilidad de remediar el daño una vez la pintura se ha manchado. También es habitual el derrame de líquido al reponer o rellenar el depósito del líquido de frenos, por lo que si no se limpia inmediatamente con productos adecuados que disuelvan el líquido, en muy poco tiempo la pintura manchada saltará a tiras, dejando a la vista la chapa de la carrocería y proporcionando un punto de corrosión por óxido. (Central Recambio Original CRO, 2017)

2.4. Mantenimiento Automático

El Purgado de frenos automático consiste en colocar sobre el depósito una fuente de presión que empujará el líquido hacia los elementos de bombeo. Con este sistema el único trabajo a realizar es abrir cada purgador de los elementos de bombeo hasta verificar que el líquido sale libre de burbujas, y en caso de cambio de líquido, apreciamos la diferencia entre el nuevo y el usado. (Sierra, 2017)

Este sistema puede completar una descarga completa del sistema de frenos en 10 minutos con un solo operador, lo que reduce los costos de mano de obra y maximiza las ganancias. La operación de un solo hombre garantiza la máxima rentabilidad para el taller al permitir que otros técnicos den servicio a otros vehículos. (MotorVac BRAKEVAC II, 2019)

2.5. Maquinas existentes en el mercado

Las máquinas que se encuentran en el mercado de importaciones son las siguientes:

- BFX 200 Brake Flush System comercializado por Bosch
- FluidPRO® BFX-3. Brake Fluid Flush System comercializado por Mahle
- Brake Fluid Exchange Machine comercializado por Wynn's
- Brake System Fluid Exchange System comercializado por BG Xpress

Figura 4.
Maquinas del mercado



Nota. Estas son dos de las maquinas mas utilizadas actualmente en el mercado.

A continuacion se detallan los elementos que intervinieron en la composicion de este proyecto los cuales son:

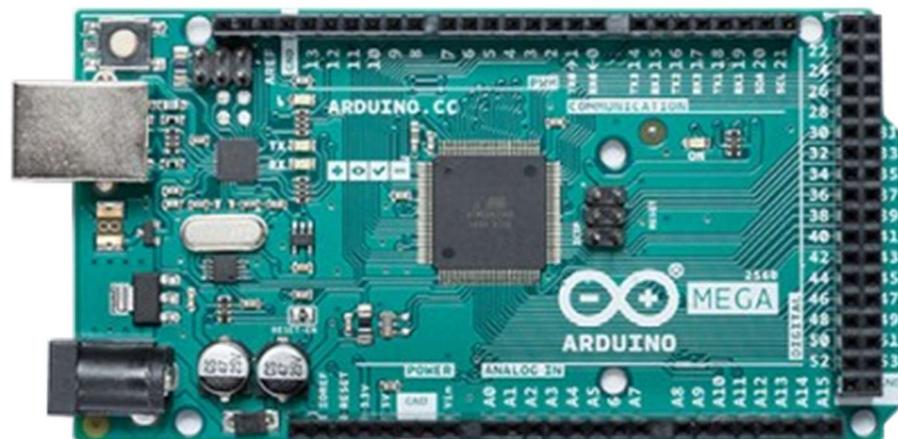
2.6. ELECTRONICOS

2.6.1. Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino pueden leer entradas como la luz en un sensor óptico y convertirlo en una salida para así activar un motor, encender un LED, etc. Puede decirle a su placa qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador de la placa. (Arduino, 2010)

Figura 5.

Placa Arduino



Nota. Placa Arduino mega usada en el presente proyecto. Tomado de (Arduino, 2010)

El Arduino es una placa basada en un micro-controlador ATMELE. Los micro-controladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación. El micro-controlador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al micro controlador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos. El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al micro-controlador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores además que cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. (Yúbal, 2018)

2.6.2. Display LCD

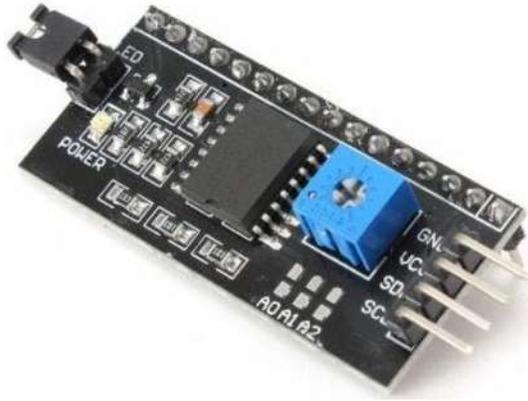
Los Display LCD son visualizadores pasivos, esto significa que no emiten luz como el visualizador o Display alfanumérico hecho a base de un arreglo de LED's. El Display LCD tiene muy bajo consumo de energía si se lo compara con el visualizador alfanumérico y son compatibles con la tecnología CMOS, característica que permite que se utilice en equipos portátiles (ejemplos: los relojes de pulsera, calculadoras, etc.). Tiene una vida aproximada de 50,000 horas. Hay diferentes tipos de presentaciones y son muy fáciles de configurar. Hay desde visualizadores comunes de 7 segmentos, hasta una matriz de puntos, todos ellos muy delgados. (Electrónica Unicrom, 2016)

Figura 6.*Display LCD*

Nota. Display utilizado en el presente proyecto. Tomado de (Electrónica Unicrom, 2016)

2.6.3. Módulo I2C

El módulo I2C para LCD permite la comunicación entre un Arduino o micro-controlador y un LCD por medio de I2C, lo cual facilita las conexiones a la hora de llevar a cabo cualquier tipo de aplicación. Este adaptador permite administrar de una manera mucho más óptima la distribución de puertos ya que se pueden llevar a cabo la presentación de datos a través de solamente dos cables. El control se hará mediante el protocolo de comunicación I2C, este permite además conectar 2 o más módulos I2C en paralelo sin que estos interfieran entre si, de esta manera con un Arduino podría controlar 2 o más Pantallas LCD y que estas muestren información distinta. (Geekbot Electronics, 2020)

Figura 7.*Módulo i2C*

Nota. Módulo i2C utilizado en el LCD del presente proyecto. Fuente: (Geekbot Electronics, 2020)

2.6.4. Módulo relé Arduino

El módulo de relevadores o relés es un dispositivo que se usa por lo general para el control de cargas de potencia. Los contactos de los relés están diseñados para conmutar cargas de hasta 10A y 250VAC, aunque se recomienda usar niveles de tensión por debajo de estos límites. Las entradas de control se encuentran aisladas con opto-acopladores para minimizar el ruido percibido por el circuito de control mientras se realiza la conmutación de la carga. Este módulo es ideal para conmutar cargas de corriente alterna conectadas a la red eléctrica. Soporta todos los micro-controladores, aplicaciones en zonas industriales, control del PLC, entre otros. Este módulo es capaz de controlar varios equipamientos de alta corriente durante un tiempo prolongado.

(Dinastia Tecnológica, 2016)

Figura 8.
Relé Arduino



Nota. Módulo Relé de 4 Canales utilizado para el control de equipos a 110V. Tomado de (Dinastia Tecnológica, 2016)

Para montar relés en primer lugar alimentamos la electrónica del módulo Vcc y GND a Vcc y GND de Arduino mediante los terminales existentes. Por otro lado conectamos la carga a la bornera de tres conexiones. Siempre debemos conectar uno de los polos de la carga al terminal C, que habitualmente es el terminal del medio. El otro polo de la carga lo conectaremos al terminal NO o NC, dependiendo de si cuando el relé este desactivado queremos que el secundario este abierto (NO), o cerrado (NC).

Finalmente conectamos el pin de señal a una salida digital de Arduino. Si empleamos una placa con varios canales, conectaríamos cada uno de los canales directamente a una salida digital. (Llamas, 2016)

Figura 9.
Designación de módulo



Nota. Reconocimiento de entradas del módulo de 1 canal. Tomado de (Llamas, 2016)

Las entradas a la placa pueden conectarse directamente a las salidas digitales de la placa Arduino. La única precaución a tener en cuenta es que cuando Arduino arranca al ser alimentado, los pines se configuran como entradas automáticamente y puede ocurrir que, por un brevísimo lapso de tiempo entre el arranque y la correcta configuración de estos pines como salidas, las entradas de control al módulo de relé queden en un estado indeterminado. Esto se puede evitar conectando en cada entrada un pull-up con una resistencia de 10K a DC, lo que asegura un estado ALTO durante el arranque. (Etolocka, 9)

2.6.5. Capacitores

Los capacitores o condensadores son elementos lineales y pasivos que pueden almacenar y liberar energía basándose en fenómenos relacionados con campos eléctricos. Básicamente, todo capacitor se construye enfrentando dos placas conductoras. El medio que las separa se denomina dieléctrico y es un factor determinante en el valor de la capacidad resultante. Además de depender del dieléctrico, la capacidad es directamente proporcional a la superficie de las placas e

inversamente proporcional a la distancia de separación. (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, 2002)

Figura 10.
Capacitores



Nota. Tipos de capacitores. Tomado de (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, 2002)

2.7. ELECTROMECAÑICOS

2.7.1. Probador de líquido de frenos

El probador de líquido de frenos es un dispositivo el cual mide el nivel de humedad en cualquier muestra de líquido de frenos. Posee 5 diodos LED tal como se ve en la figura 11 los cuales indican el contenido de humedad en términos de porcentaje que se encuentra en el líquido de frenos. Es muy eficiente al momento de detectar el punto adecuado para el cambio del fluido. (Kincrome, 2011)

Figura 11.
Lápiz Comprobador



Nota. Lápiz comprobador de líquido de frenos implementado en el presente proyecto.

Tomado de (Michael, 2015)

Las indicaciones LED van de la siguiente manera:

- Verde: No hay agua en el líquido de frenos.
- Verde/Amarillo: Menos del 1% de humedad en el líquido de frenos.
- Verde/Amarillo/Amarillo: Aproximadamente 2% de humedad en el líquido de frenos.
- Verde/Amarillo/Amarillo/Rojo: Aproximadamente el 3% de humedad en el líquido de frenos.
- Verde/Amarillo/Amarillo/Rojo/Rojo: Al menos 4% de humedad en el líquido de frenos. El líquido de frenos debe cambiarse de manera inmediata. (Kincrome, 2011)

2.7.2. Interruptor

Un interruptor es un elemento eléctrico el cual permite impedir el curso de la corriente eléctrica razón por la cual debe tener al menos dos terminales. Forman parte

de los elementos usados en sistemas de control y son utilizados ampliamente en una variedad de campos ya sea desde el uso en el hogar, o en automóviles hasta en aeronaves espaciales, etc. Estos interruptores pueden ser de tipo mecánico en los cuales debe activarse de forma física o electrónica en el que no requiere ningún contacto físico para controlar un circuito. (Blemare, 2018)

Figura 12.
Interruptores



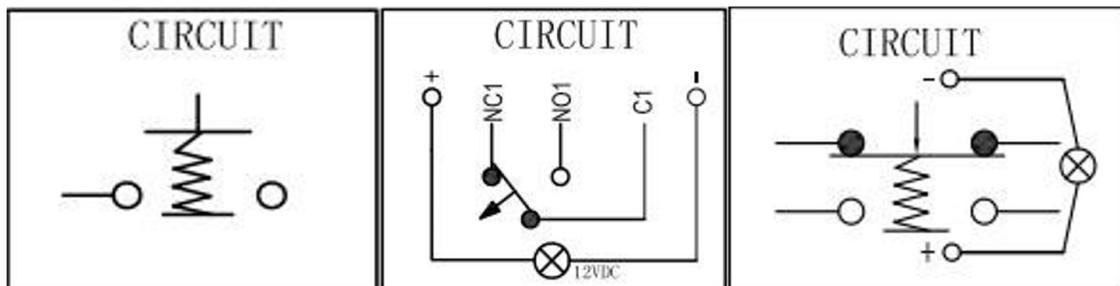
Nota. Tipos de interruptores. Tomado de (Ponce, 2016)

Según el número de polos, los interruptores se clasifican en los siguientes:

- Interruptor unipolar de un tiro (SPST): Tiene una sola entrada y una sola salida. Son ideales para la conmutación de encendido y apagado además de ser los interruptores más usados.
- Interruptor unipolar de doble tiro (SPDT): Normalmente debe tener tres terminales o cinco terminales incluyendo 2 polos para iluminación Led.

- Interruptor bipolar de doble tiro (DPDT): Este interruptor es equivalente a dos interruptores SPDT controlados por dos circuitos en un solo elemento. (Topshall, 2017)

Figura 13.
Esquemas interruptores



Nota. Esquema interno de interruptores SPST, SPDT y DPDT. Tomado de (Topshall, 2017)

2.7.3. Fusible

El fusible es un componente eléctrico el cual está hecho de un material conductor, generalmente de estaño el cual tiene un punto de fusión muy bajo y se coloca en un punto del circuito eléctrico para interrumpir la corriente cuando esta exceda y así proteger los demás componentes del circuito. (Estrada, 2017)

Figura 14.
Fusibles



Nota. Fusibles utilizados en el campo automotriz. Tomado de (Havarhen, 2006)

Los fusibles automotrices se clasifican en fusibles de cuchilla o de uña, Fusibles tipo Bosch, Fusibles tipo Lucas, Fusibles SAE de cristal y fusibles limitadores.

2.7.3.1. Fusibles de Cuchilla o de Uña

Este tipo de fusibles tienen 4 formatos distintos: mini (ATM/APM), de perfil bajo, normal (ATO/ATC) y maxi (APX) las cuales varían en sus dimensiones y amperajes de trabajo como se muestra en la figura 12. Tienen únicamente dos pines además los fusibles normales o tipo ATO tienen un apertura en la parte superior para poder hacer comprobaciones directas.

Tabla 1.
Descripción fusibles

Tipo	Dimensiones L x An x Al	Amperajes disponibles
Mini	10.9 x 3.6 x 16.3 mm	2A, 3A, 4A, 5A, 7.5A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A

Tipo	Dimensiones L x An x Al	Amperajes disponibles
Mini Perfil Bajo	10.9 x 3.81 x 8.73 mm	2A, 3A, 4A, 5A, 7.5A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A
Normal	19.1 x 5.1 x 18.5 mm	1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 7.5A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 35A, 40A
Maxi	29.2 x 8.5 x 34.3 mm	20A, 30A, 40A, 50A, 60A, 70A, 80A, 100A

Nota. Características de los fusibles de uña.

2.7.4. Cable de Alimentación

El cable de alimentación es un cable eléctrico fabricado con cobre por su alto grado de conductividad el cual conecta temporalmente un elemento eléctrico al suministro de electricidad mediante un tomacorriente. Los cables de alimentación flexibles son los más adecuados para realizar trabajos de conexiones de computadoras, instrumentación, control y sensores donde se necesita protección contra la interferencia. (Claussen, 2014)

Figura 15.
Cable de alimentación



Nota. Cable utilizado en el presente proyecto. Tomado de (Audioengine, 2014)

Se puede identificar el tipo de aislamiento que tiene un cable en las inscripciones que aparecen sobre el las cuales son abreviación es del inglés que tienen el siguiente significado:

- T (Thermoplastic): Aislamiento termoplástico. (Este tipo de aislamiento tienen todos los cables).
- H (Heat Resistant): Resistente al calor hasta 75° centígrados.
- HH (Heat Resistant): Resistente al calor hasta 90° centígrados.
- W (Water Resistant): Resistente al agua y a la humedad.
- LS (Low Smoke): Este tipo de cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.
- SPT (Service Paralell Thermoplastic): Conocido como cordón dúplex o cable gemelo es utilizada para identificar un cordón que se compone de dos cables flexibles y paralelos con aislamiento plástico y unido entre sí. (MasVoltaje, 2016)

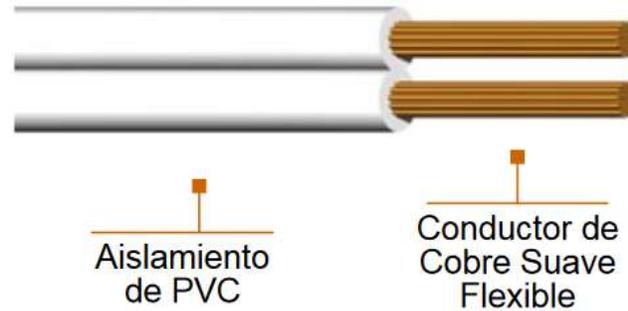
2.7.5. Cable de alimentación SPT

El cable de alimentación SPT es un cordón de servicio paralelo que forman dos conductores paralelos hechos con varios hilos de cobre con aislamiento individual de PVC (Policloruro de vinilo) tal como se muestra en la figura 14. El PVC al ser termoplástico, en caso de incendio, se auto-extingue y no propaga las llamas. Existen 3 tipos de cordones SPT, dependiendo de los rangos de calibre y espesores de aislamiento los cuales son:

- SPT-1: Cordones paralelos de calibre entre 20 a 18 AWG.
- SPT-2: Cordones paralelos de calibre entre 18 a 16 AWG.

- SPT-3: Cordones paralelos de calibre entre 16 a 10 AWG. (Zúñiga, 2010)

Figura 16.
Cable SPT



Nota. Composición del cable tipo SPT. Tomado de (Tecnojar, 2014)

2.7.6. Bomba de vacío

La bomba de vacío es un tipo de equipo, usado para crear un vacío dentro del contenedor cerrado el cual consta de un tipo de sistema utilizado para reducir la presión del líquido, en comparación con la presión limitada, y se obtiene a través de un sistema de vacío que se utiliza con frecuencia para eliminar el exceso de aire y sus elementos. La bomba de vacío es un tipo de sistema utilizado para reducir la presión del líquido, en comparación con la presión limitada, y se obtiene a través de un sistema de vacío que se utiliza con frecuencia para eliminar el exceso de aire y sus elementos. (Elprocus, 2016)

Figura 17.
Bomba de vacío



Nota. Bomba de vacío utilizada en el presente proyecto. Tomado de (Grainger, 2018)

Los sistemas de vacío se colocan en un grupo amplio de rangos de presión que son:

- Aspiración áspera / baja: > Atmósfera a 1 Torr.
- Vacío medio: 1 Torr a 10^{-3} Torr.
- Alto vacío: 10^{-3} Torr a 10^{-7} Torr.
- Vacío ultra alto: 10^{-7} Torr a 10^{-11} Torr.
- Vacío extremadamente alto: $< 10^{-11}$ Torr. (VAC AERO INTERNATIONAL INC., 2016)

Los diferentes tipos de bombas para estos rangos de vacío se pueden dividir en los siguientes:

- Bombas primarias (de respaldo): rangos de presión de vacío áspero y bajo.

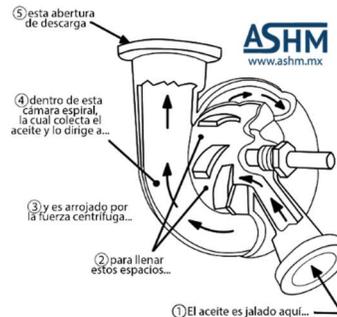
- Bombas de refuerzo: rangos de presión de vacío áspero y bajo.
- Bombas secundarias (alto vacío): rangos de presión de alto, muy alto y ultra alto vacío. (VAC AERO INTERNATIONAL INC., 2016)

2.7.7. Bomba hidráulica

Una bomba hidráulica es un dispositivo mecánico que convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Genera flujo con suficiente potencia para superar la presión inducida por la carga. Una bomba produce movimiento o flujo de líquido: no genera presión. Produce el flujo necesario para el desarrollo de presión, que es una función de resistencia al flujo de fluido en el sistema. Por ejemplo, la presión del fluido en la salida de la bomba es cero para una bomba no conectada a un sistema (carga). Además, para que una bomba entregue a un sistema, la presión se elevará solo al nivel necesario para superar la resistencia de la carga. (Hydraulics & Pneumatics, 2012)

Una bomba de desplazamiento no positivo produce un flujo continuo. Si el puerto de salida de una bomba de desplazamiento no positivo se bloqueara, la presión aumentaría y la salida disminuiría a cero. Aunque el elemento de bombeo continuaría moviéndose, el flujo se detendría debido al deslizamiento dentro de la bomba.

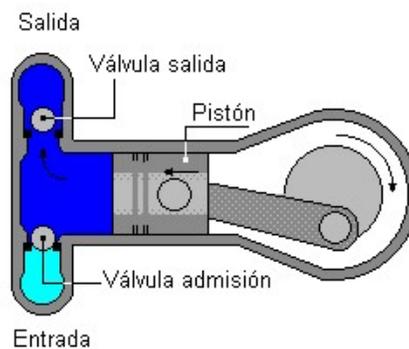
Figura 18.
Bomba hidráulica



Nota. Bombas hidráulicas de desplazamiento no positivo. Tomado de (ASHM, 2017)

En una bomba de desplazamiento positivo, el deslizamiento es insignificante en comparación con el flujo de salida volumétrica de la bomba. Si el puerto de salida estuviera tapado, la presión aumentaría instantáneamente hasta el punto en que el elemento de bombeo de la bomba o su carcasa fallarían (probablemente explotarían si el eje de transmisión no se rompiera primero) o el motor principal de la bomba se detendría. (Hydraulics & Pneumatics, 2012)

Figura 19.
Bomba hidráulica



Nota. Bomba de desplazamiento positivo. Tomado de (Ramirez, 2015)

2.7.8. Electroválvula

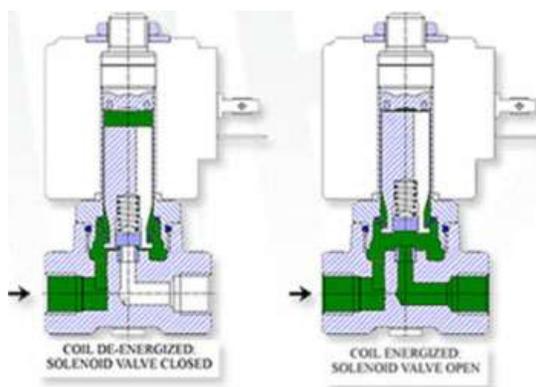
Las electroválvulas, también conocidas como válvula solenoide de uso general, es una válvula que abre o cierra el paso de un líquido en un circuito. La apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo. (ALTEC, 2014)

El solenoide, bajo el efecto de corriente circulante, se comporta como un electroimán. Atrae materiales ferromagnéticos, producto de la alineación de momentos magnéticos atómicos. El campo magnético, creado al circular corriente por el solenoide, actúa sobre el émbolo móvil de material magnético. Se produce una fuerza que ocasiona el desplazamiento del émbolo permitiendo el cierre o apertura de la válvula. (EcuRed, 2016)

Las electroválvulas se clasifican por su tipo en:

- Acción directa: En esta familia de válvulas el flujo electromagnético actúa directamente en el émbolo que cierra o abre el orificio permitiendo que el líquido circule o se detenga.

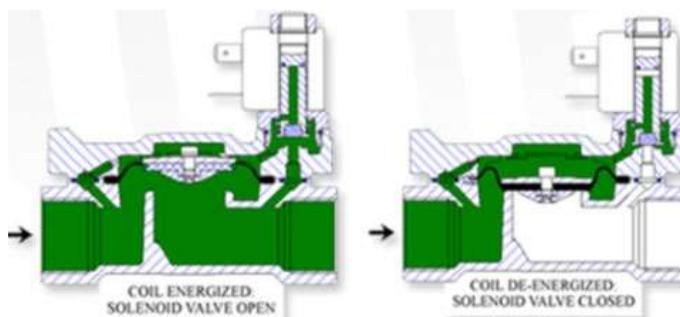
Figura 20.
Electroválvula



Nota. Electroválvula de acción directa. Tomado de (ALTEC, 2014)

- Acción indirecta: El orificio principal es abierto por el desequilibrio entre las presiones en las superficies del diafragma superior e inferior (o del pistón). Cuando se energiza la bobina el movimiento del émbolo causa la apertura del orificio de piloto y descarga el compartimiento superior del diafragma: el desequilibrio de la presión mueve el diafragma que abre el orificio principal. (ALTEC, 2014)

Figura 21.
Electroválvula



Nota. Electroválvula de acción indirecta. Tomado de (ALTEC, 2014)

2.8. HIDRÁULICOS

2.8.1. Acoples y mangueras

Los acoples son conectores ubicados en los extremos de una manguera cuya función es conectar o acoplar otra manguera o artefacto. Generalmente están hechos de acero, latón, acero inoxidable, aluminio o plástico. (L&L Fittings, 2014)

Los acoplamientos y uniones vienen en diferentes tamaños y diseños además de ser generalmente cortos ya están conectados en una tubería. La principal diferencia entre acoplamientos y las uniones es que los acoplamientos están diseñados para ser algo permanentes y, a menudo, están soldados en su lugar o asegurados por una serie de pernos y tuercas, mientras que las uniones están diseñadas para quitarse fácilmente en cualquier momento. (Miller, 2007)

Figura 22.
Mangueras



Nota. S/N. Tomado de (Gestión, 2017)

Las mangueras en general son tubos flexibles empleados para transportar fluidos de un lugar a otro. Su estructura está conformada por un tubo interno, diseñado con base a las propiedades asociadas a la compatibilidad del material conducido; el refuerzo, que aporta resistencia a la presión de trabajo; y la cubierta, que lo protege de factores como la intemperie, abrasión o productos químicos. Las mangueras hidráulicas, fabricadas en caucho sintético y de gran resistencia, son necesarias en la mayoría de sistemas hidráulicos, ya que se pueden usar en espacios limitados y admiten movimiento. Existen mangueras hidráulicas de baja, mediana, alta y extrema presión, por ello vienen de uno, dos y tres trenzas de acero; o cuatro y hasta seis mallas en espiral de acero, según las libras o bares de presión que soporten. A continuación una explicación más detallada:

2.8.1.1. Mangueras hidráulicas de baja presión (SAE100R6)

Usadas en trabajos con presiones menores a los 300 psi (libras por pulgada), normalmente para el paso de fluidos de combustible, aceite lubricante a alta temperatura, aire, agua y anticongelantes.

Figura 23.
Manguera



Nota. Constitución de manguera SAE100R6. Tomado de (QIANLI, 2009)

2.8.1.2. Mangueras hidráulicas de mediana presión (SAE100R1, SAE100R5, SAE100R7)

Utilizadas para el transporte de aceites minerales, hidráulicos y emulsiones de agua y aceite. Son muy flexibles y están presentes en maquinaria pesada: tractores, camiones, tracto-mulas, dirección hidráulica y cilindros hidráulicos para equipos de elevación.

Figura 24.
Mangueras



Nota. Manguera Hidráulica Termoplástica SAE100R7. Tomado de (Acomanflex, 2018)

2.8.1.3. Mangueras hidráulicas de alta presión (SAE100R2, SAE100R8)

Empleadas para aplicaciones que requieran presiones de trabajo elevadas, por ejemplo en máquinas equipos fuera de carretera (línea amarilla), de lavado a presión. Se utilizan en equipos medianos y grandes, su rango de presión va desde los 1.825 a 6.000 psi, y normalmente, tienen un refuerzo de dos mallas de alambre de alta tensión y en los conceptos termoplásticos con refuerzos en Aramid.

Figura 25.
Manguera



Nota. Constitución de manguera SAE100R2. Tomado de (Good Flex Hose, 2017)

2.8.1.4. Mangueras hidráulicas de muy alta y extrema presión (SAE100R12, SAE100R13, SAE100R15)

Son las más robustas y pueden trabajar a 5000 o 6000 psi. Son utilizadas para equipos de construcción y maquinaria pesada con cambios súbitos de presión. Sus tubos sintéticos tienen refuerzos de 4 a 6 capas de espirales en acero de alta tensión. (Vallejo, 2017)

Figura 26.
Manguera



Nota. Constitución de manguera SAE100R13. Tomado de (Acomanflex, 2018)

2.8.2. Deposito

Un depósito es un contenedor seguro para diferentes tipos de fluido. Pueden estar hechos de diferentes tipos de materiales dependiendo el ambiente al que va a estar sometido ya sea de metal o de plástico de polietileno. El depósito de plástico de polietileno de alta densidad (HDPE) son más seguros que los de metal y ofrecen una mayor capacidad de almacenamiento además de que son altamente flexibles y pueden tomar una variedad de formas. Gracias a la flexibilidad y su modelo de construcción sin costuras aumenta la resistencia a posibles golpes o ruptura garantizando la seguridad al momento de la manipulación del mismo. Las ventajas que presenta el uso de un depósito de polietileno son amplias ya que van desde la considerable disminución de peso a comparación de un depósito metálico hasta la resistencia a corrosión. (Mundo Motor, 2016)

Figura 27.
Depósito



Nota. Deposito HDPE. Tomado de (La caja isoterma, 2017)

2.8.3. Filtro de línea

El filtro es un elemento indispensable en un sistema hidráulico ya que protege todos los componentes del circuito, algunos de alto costo, manteniendo una limpieza en la línea del fluido de trabajo. Se utilizan en la aspiración de la bomba, líneas de presión y retorno. Los elementos filtrantes pueden ser de diferentes materiales y con mallas de distintas medidas. Para una correcta selección, se debe indicar el caudal de la bomba y la presión de trabajo. En algunos casos se requiere conocer las características de los componentes principales, como la bomba o alguna válvula que por especificaciones del fabricante requieran niveles de protección especiales. (UTECSA, 2014)

Figura 28.
Filtro



Nota. Filtro de aceite hidráulico 150 micras. Tomado de (Alibaba, 2017)

CAPITULO III

3. CONSTRUCCION

3.1. Sistema Hidráulico

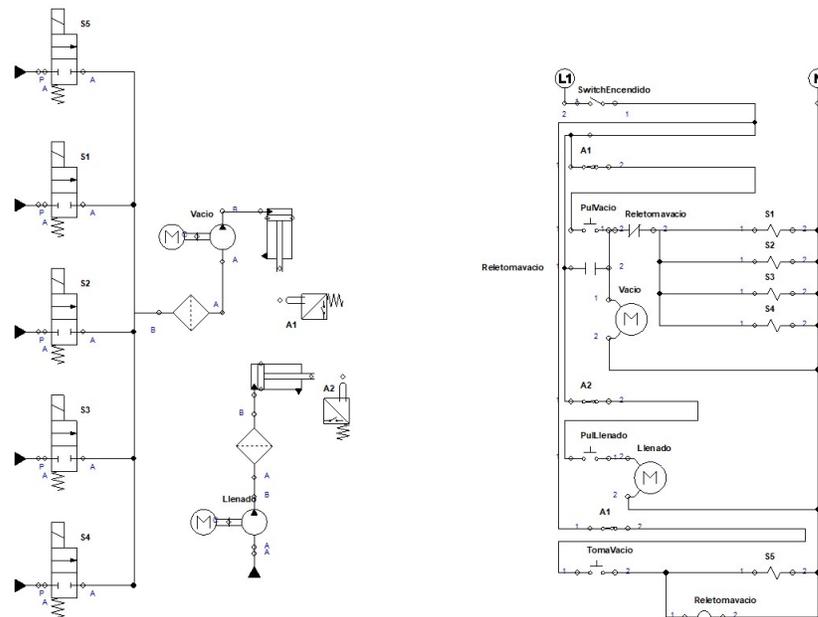
El sistema hidráulico constituye la base fundamental de este proyecto en el cual se dispondrá de una bomba de vacío de ¼ HP y una bomba hidráulica de baja presión que trabaja a 12V las cuáles serán las encargadas de realizar el vaciado y posterior llenado de las líneas de freno y depósito de líquido de embrague hidráulico además cuenta con 5 electroválvulas, las cuales 4 de ellas estas destinadas a funcionar netamente para el vaciado y 1 para el llenado de los sistemas. Este circuito hidráulico operara con una presión máximas de 15 PSI y vacío de 2 CFM las cuales son aptas para trabajar en este tipo de sistemas debido a que los conductos por los cuales atraviesa el líquido fluctúan entre 6mm y 8mm de diámetro. Consta con un depósito para el líquido usado de 33 Litros que consta de un sensor de nivel el cual suspenderá el funcionamiento del sistema en caso de que llegue al nivel máximo y un depósito de líquido nuevo de 2.5 Litros. Las mangueras utilizadas para la conexión de todos los elementos son de ¼ de pulgada las cuales cumplen con las especificaciones establecidas en la norma SAE100R6

3.1.1. Simulación

El circuito hidráulico del sistema intercambiador de líquido de frenos y embrague se diseñó y simulo en la aplicación Festo FluidSIM – Hydraulic, tal como se muestra en la figura 30, en las cuales se tomó en cuenta todos los elementos principales que se utilizaran en este proyecto. Este tipo de simulación nos ayuda a evitar posibles malas

conexiones en nuestro circuito, la cuales pueden desencadenar en un mal funcionamiento o daño en las bombas y demás elementos que intervienen en los procesos.

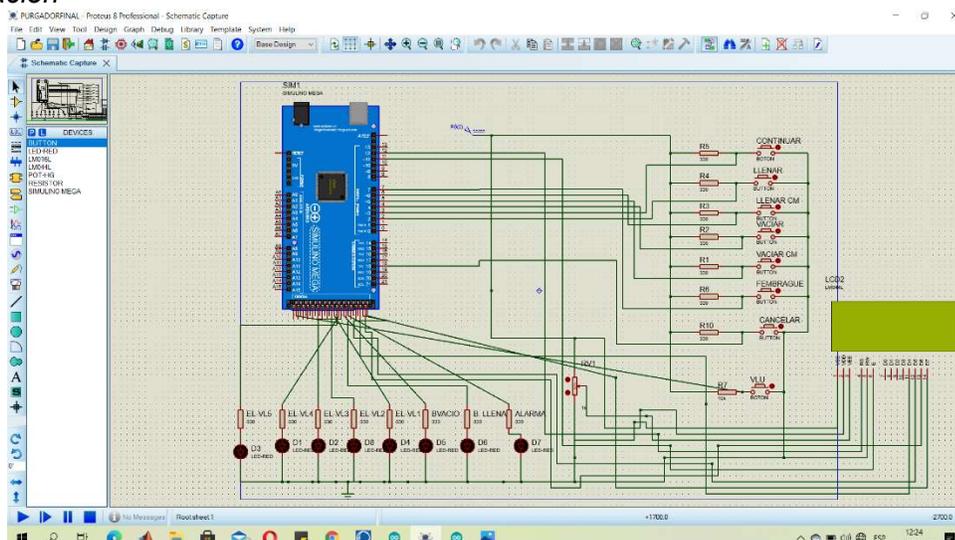
Figura 29.
Simulación



Nota Simulación del circuito hidráulico en software FluidSIM – Hydraulic

Se simulo en el programa Proteus Design Suite 8.8 para la verificación de un correcto funcionamiento y corrección de tiempos de accionamiento para cada elemento que interviene en el mismo para así evitar posibles cortocircuitos en el sistema los cuales pueden llegar a dañar uno o más elementos electrónicos.

Figura 30.
Simulación



Nota. Simulación del circuito electrónico en el programa Proteus Designe 8.8

3.1.2. Ensamblaje

El ensamblaje se realizó de manera que primero conectamos los solenoides con la toma general para vaciado de la máquina.

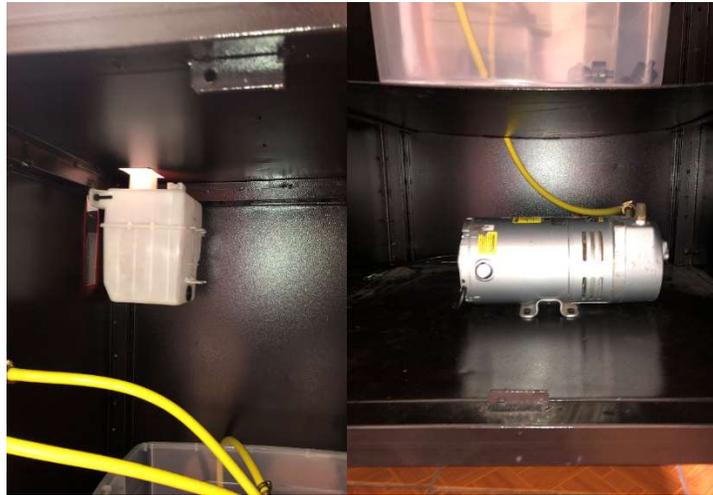
Figura 31.
Ensamblaje



Nota: Proceso de acople de todas las mangueras de vacío.

La bomba de vacío se fija en la base para evitar movimientos bruscos o movimientos incorrectos de la bomba junto con el depósito de fluido nuevo.

Figura 32.
Ensamblaje

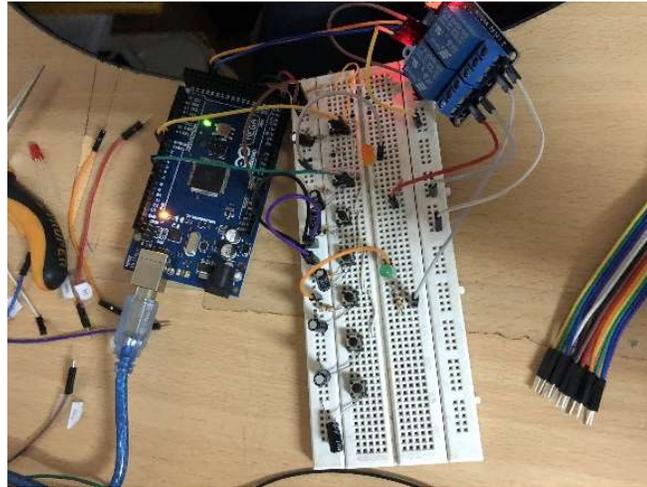


Nota. Fijación del depósito de fluido nuevo y fijación de la bomba de vacío.

3.2. Sistema Electrónico

El sistema electrónico para la manipulación y funcionamiento del Sistema intercambiador de líquido de frenos y embrague automatizado se diseñó en el programa Arduino. La programación se encarga de permitir el funcionamiento de cada acción en orden para evitar fluctuaciones erróneas entre procesos. En el programa Arduino a través de la programación tipo C++ se detalló cada uno de los funcionamientos que tendrá la maquina al momento de realizar el purgado ya sea del sistema de frenos como del embrague hidráulico sin embargo esta programación se debe corroborar en algún programa de simulación electrónica.

Figura 33.
Arduino



Nota. Desarrollo de la programación en el programa Arduino.

3.2.1. Simulación

Para iniciar con la programación, primero se realiza la asignación de pines para las entradas, para un paro de emergencia del sistema y para los evaluadores de cada una de las entradas o botones:

3.2.1.1. Asignación de entradas

```
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 25, 24, 23, 22);

const int llenar = 2;

const int continuar = 3;

const int vaciar = 4;

const int fvaciarcM = 5;
```

```
const int llenarCM = 6;  
const int fembrague = 7;  
const int vlu = 52;
```

3.2.1.2. Asignación de salidas

```
const int alarma = 30;  
const int bomba2 = 32;  
const int bomba1 = 31;  
const int s1 = 36;  
const int s2 = 37;  
const int s6 = 38;  
const int s3 = 33;  
const int s4 = 34;  
const int s5 = 35;  
const int s7 = 39;
```

3.2.1.3. Asignación de la Interrupción sensor de nivel

```
const int interrup = 18;  
volatile int state = LOW;  
int value2 = 0, contador2 = 0  
int value3 = 0, contador3 = 0;//  
int value4 = 0, contador4 = 0;//  
int value5 = 0, contador5 = 0;//
```

```
int value6 = 0, contador6 = 0;//  
int value7 = 0, contador7 = 0;//  
int value8 = 0, contador8 = 0;//  
int value9 = 0, contador9 = 0;//  
int value52 = 0, contador52 = 0;//  
int value10 = 0, contador10 = 0, contador11 = 0, contador12 = 0,contadors = 0;  
int value20 = 0, contador20 = 0;
```

3.2.1.4. Definir el Setup

Aquí se determina que pines utilizaremos como entradas y que pines como salidas.

```
void setup() {  
  
    lcd.begin(20,4);  
  
    Serial.begin(9600);  
  
    pinMode(llenar, INPUT);  
  
    pinMode(vaciar, INPUT);  
  
    pinMode(continuar, INPUT);  
  
    pinMode(fvaciarCM, INPUT);  
  
    pinMode(fllenarCM, INPUT);  
  
    pinMode(fembrague, INPUT);
```

```
pinMode(vlu, INPUT);

pinMode(alarma, OUTPUT);

pinMode(bomba2, OUTPUT);

pinMode(bomba1, OUTPUT);

pinMode(s1, OUTPUT);

pinMode(s2, OUTPUT);

pinMode(s3, OUTPUT);

pinMode(s4, OUTPUT);

pinMode(s5, OUTPUT);

pinMode(s6, OUTPUT);//SENSOR VOLUMEN

pinMode(interrupt, INPUT_PULLUP);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(interrupt), blink, CHANGE);

}

void loop() {
```

Ya definidas las entradas y salidas se debe desarrollar el programa dando en primer lugar un mensaje amigable con el usuario en el cual se explique brevemente en un Lcd de 20x4 la función de la máquina, seguido de tres instrucciones primarias a elegir en un inicio; llenar cilindro maestro, vaciar cilindro maestro o función embrague.

Al seleccionar Llenar Cilindro Maestro el sistema debe predisponer una orden la cual indique que se debe revisar el nivel del reservorio de líquido de frenos antes de continuar con la carga del mismo para posteriormente mediante la activación al pulsar la pistola de llenado se pueda completar el sistema.

Al seleccionar Vaciar el Cilindro Maestro el sistema debe plantear condiciones primero de vaciado del depósito, seguido de una opción de llenado del depósito mediante la pistola. Al llenar con el líquido nuevo se debe realizar el vaciado de las cañerías, pistones de pastillas y zapatas hasta que el líquido nuevo reemplace al anterior. Luego se debe completar el líquido extraído del depósito y reiniciar el sistema.

3.2.1.5. Condición reinicio

```
Void loop() {
    value3 = digitalRead(continuar);
    value5 = digitalRead(fvaciarCM);
    value4 = digitalRead(vaciar);
    value2 = digitalRead(llenar);
    value7 = digitalRead( fembrague );
    if(value3 == HIGH && value5 == HIGH && value2==HIGH && value4==HIGH &&
    contador5<1 && contador6 <1 && value7 ==HIGH){
        lcd.setCursor ( 0, 0 );
        lcd.print("  ESPE:UGT  ");
        lcd.setCursor ( 0, 1);
```

```

lcd.print(" TUTOR:ING. F. JACOME");

lcd.setCursor ( 0, 2);

lcd.print("TC FRANCISCO RIOFRIO");

lcd.setCursor ( 0, 3 );

lcd.print(" PURGA:FRENOS/EMBRAG");

delay(20);

}

```

3.2.1.6. Condición de llenado de depósito usado

```

value52 = digitalRead( vlu);//

if(value52 == LOW && value5 == HIGH && value2==HIGH && value4==HIGH
&& contador5<1 && contador6 <1 && value7 ==HIGH){

  contador52++;

  lcd.setCursor ( 0, 0 );

  lcd.print("Vaciando Liquido usado");

  lcd.setCursor ( 0, 1);

  lcd.print(" al terminar ");

  lcd.setCursor ( 0, 2);

  lcd.print("Precione Cancelar");//presione interrupcion

  lcd.setCursor ( 0, 3 );

  lcd.print(" PURGA:FRENOS/EMBRAG");

  delay(20);

}

```

3.2.1.7. Vaciado embrague

```

value5 = digitalRead(fvaciarCM);
value3 = digitalRead(continuar);
value6 = digitalRead(fllenarCM);
value4 = digitalRead(vaciar);
value2 = digitalRead(llenar);
value7 = digitalRead(fembrague);
if((value7 == LOW && contador6 <1)|| (contador7 >0 && contador5 < 1 &&
contador6 < 1) ){
    contador7++;
    contador6=0;
    lcd.setCursor ( 0, 0 );
    lcd.print("Purgando DE EMBRAGUE");
    lcd.setCursor ( 0, 1);
    lcd.print("esto tomara unos      ");
    lcd.setCursor ( 0, 2);
    lcd.print("segundos      ");
    lcd.setCursor ( 0, 3 );
    lcd.print("gracias      ");
    //value4 = digitalRead(vaciar);
    delay(10);
}

```

3.2.1.8. Elección de secuencia función vaciado de purga

```

value5 = digitalRead(fvaciarCM);
value3 = digitalRead(continuar);
value6 = digitalRead(llenarCM);
value4 = digitalRead(vaciar);
value2 = digitalRead(llenar);

```

3.2.1.9. Función de vaciado

```

if ((value5==LOW && value2==HIGH && value3==HIGH && value4==HIGH &&
value6==HIGH && contador4 <1) || (contador5 >0 && contador4 <1) ||(value5 ==
LOW && contador7>0)) {
    contador5++; //SUMA 1
    contador6=0;
    contador7=0;
    lcd.setCursor ( 0, 0 );
    lcd.print("Revise: Nivel de act.");
    lcd.setCursor ( 0, 1);
    lcd.print("De Tanque de liq usd");
    lcd.setCursor ( 0, 2);
    lcd.print("Presione la pistola ");
    lcd.setCursor ( 0, 3 );
    lcd.print("para vaciar tanque ");
    delay(10);

```

3.2.1.10. Función de llenado

```

value6 = digitalRead(fllenarCM);

if ((value6==LOW && value5 == HIGH && value3 == HIGH && value4 == HIGH
&& contador3 < 1) || ( contador6 > 0 && contador7 > 0 )) {

    contador6++; //SUMA 1

    contador5=0;

    contador2=0;

    lcd.setCursor ( 0, 0 );

    lcd.print("Revise: Nivel de act.");

    lcd.setCursor ( 0, 1);

    lcd.print("De Tanque de reserva");

    lcd.setCursor ( 0, 2);

    lcd.print("Presione la pistola ");

    lcd.setCursor ( 0, 3 );

    lcd.print("para LLENAR tanque ");

    delay(10);

}

```

3.2.1.11. Activar pistola de vacío:

```

value4 = digitalRead(vaciar);

delay(200);

if((value4 == LOW && contador5>0) || (value4 == LOW && contador7>0)){

    contador9++;//SUMA 1

```

```

digitalWrite(s5, HIGH);

delay(100);

digitalWrite(bomba2, HIGH);

delay(600);//

}

```

3.2.1.12. Terminar proceso de vaciado

```

value4 = digitalRead(vaciar);

if((value4 == HIGH && contador9 > 1 && contador3 < 1 ) ||

((contador4>contador9) && value4 == HIGH && contador3 < 1)){//if((value4 ==

HIGH && contador3 < 1) || contador4>0 ){

    contador4++;

    contador9=0;

    digitalWrite(bomba2, LOW);

    delay(100);

    digitalWrite(s5, LOW);

    lcd.setCursor ( 0, 0 );

    lcd.print("Presione continuar");

    lcd.setCursor ( 0, 1);

    lcd.print("al terminar de vaciar");

    lcd.setCursor ( 0, 2);

    lcd.print("para          ");

    lcd.setCursor ( 0, 3 );

    lcd.print("seguir con purgado ");

```

```

delay(600);

//value3 = digitalRead(continuar);

}

```

3.2.1.13. Instrucción llenado

```

value3 = digitalRead(continuar);

if (value3 == LOW && contador4> 0 && contador20 < 1) {

    contador3++; //CONTADOR3 EN 1

    lcd.setCursor ( 0, 0 );

    lcd.print("TOME la pistola de ");

    lcd.setCursor ( 0, 1);

    lcd.print(" llenado. Presione ");

    lcd.setCursor ( 0, 2);

    lcd.print("          ");

    lcd.setCursor ( 0, 3 );

    lcd.print("          ");

    delay(600);

}

```

3.2.1.14. Pistola llenado

```

value2 = digitalRead(llenar);

if((value2 == LOW && contador6>0) || (value2 == LOW && contador3 >0 )){

    contador10++;
}

```

```

digitalWrite(bomba1, HIGH);

lcd.setCursor ( 0, 0 );

lcd.print("Pres continuar/CANCE");

lcd.setCursor ( 0, 1);

lcd.print("al terminar de LLENAR");

lcd.setCursor ( 0, 2);

lcd.print("el taque para  ");

lcd.setCursor ( 0, 3 );

lcd.print("seguir con purgado  ");

delay(600);

//value3 = digitalRead(continuar);

}

```

3.2.1.15. Tiempo de llenado

```

value2 = digitalRead(llenar);

if((value2 == HIGH && contador10 > 0 && contador12<1 && contador20 <1) || (
value2 == HIGH && contador2 > 0 && contador12<1 && contador20 <1)){

    contador2++;

    contador10=0;

    digitalWrite(bomba1, LOW);

    lcd.setCursor ( 0, 0 );

    lcd.print("Pres continuar");

    lcd.setCursor ( 0, 1);

    lcd.print("al terminar de llenar  ");

```

```

lcd.setCursor ( 0, 2);
lcd.print("el taque para ");
lcd.setCursor ( 0, 3 );
lcd.print("seguir con purgado ");
delay(600);
}

```

3.2.1.16. Mensaje luego de llenado

```

value3 = digitalRead(continuar);
if (( value3 == LOW && contador2 > 0 ) || (value3 == HIGH && contador20 >0
&& contadors < 1)) {
    contador20++;
    contador2 = 0;
    lcd.setCursor ( 0, 0 );
    lcd.print("Coloque valvulas de ");
    lcd.setCursor ( 0, 1);
    lcd.print("Sangrado de frenos ");
    lcd.setCursor ( 0, 2);
    lcd.print("Afloje las tuberias y ");
    lcd.setCursor ( 0, 3 );
    lcd.print("Presione continuar ");
    delay(600);
}

```

```
value3 = digitalRead(continuar);//funcion con boton de control para revision de
proceso completo, y finalizado
```

```
if ((value3 == LOW && contador20 > 0 && contador2 == 0) || (value3 == LOW
&& contador3 > 0)) {
    contador3++;
    lcd.setCursor ( 0, 0 );
    lcd.print("Purgando      ");
    lcd.setCursor ( 0, 1);
    lcd.print("esto tomara unos      ");
    lcd.setCursor ( 0, 2);
    lcd.print("segundos      ");
    lcd.setCursor ( 0, 3 );
    lcd.print("gracias      ");
    digitalWrite(s1, HIGH);
    digitalWrite(s2, HIGH);
    digitalWrite(s3, HIGH);
    digitalWrite(s4, HIGH);
    delay(100);
```

3.2.1.17. Revise si se completó el purgado

```
value4 = digitalRead(vaciar);
if((value4 == HIGH && contador7 > 1 && contador3 < 1 ) ||
((contador4>contador9) && value4 == HIGH && contador3 < 1)){
    //if((value4 == HIGH && contador3 < 1) || contador4>0){
```

```
contador4++;  
contador9=0;  
digitalWrite(bomba2, LOW);  
delay(100);  
digitalWrite(s5, LOW);  
lcd.setCursor ( 0, 0 );  
lcd.print("Presione continuar");  
lcd.setCursor ( 0, 1);  
lcd.print("al terminar de vaciar");  
lcd.setCursor ( 0, 2);  
lcd.print("para          ");  
lcd.setCursor ( 0, 3 );  
lcd.print("seguir con purgado ");  
delay(600);  
//value3 = digitalRead(continuar);  
}
```

3.2.1.18. Presione continuar al terminar

```
digitalWrite(bomba2, HIGH);  
delay(5000);  
digitalWrite(s1, LOW);  
digitalWrite(s2, LOW);  
digitalWrite(s3, LOW);  
digitalWrite(s4, LOW);
```

```
digitalWrite(bomba2, LOW);
```

3.2.1.19. Reinicios de procesos

```
contador2 = 0, contador3 = 0, contador4 = 0, contador5 = 0, contador6 = 0;
```

```
    contador7 = 0, contador8 = 0, contador9 = 0, contador10 = 0, contador11 = 0,
```

```
contador12 = 0;
```

```
    contador20 = 0, contadors = 0;
```

```
    digitalWrite(alarma, HIGH);
```

```
    delay(700);
```

```
    digitalWrite(alarma, LOW);
```

```
    delay(700);
```

```
    digitalWrite(alarma, HIGH);
```

```
    delay(700);
```

```
    digitalWrite(alarma, LOW);
```

```
    }
```

```
    }
```

3.2.1.20. Mensaje para purgar tuberías

```
void blink() {
```

```
    state = !state;
```

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

```
    lcd.print("Parada de emergencia");
```

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

```
    lcd.print("Inicie en unos");
```

```

lcd.setCursor ( 0, 2);

lcd.print("segundos      ");

lcd.setCursor ( 0, 3 );

lcd.print("gracias      ");

delay(5000);

digitalWrite(alarma, HIGH);

delay(700);

digitalWrite(alarma, LOW);

contador2 = 0, contador3 = 0, contador4 = 0, contador5 = 0, contador6 = 0;

contador7 = 0, contador8 = 0, contador9 = 0, contador10 = 0, contador11 = 0,

contador12 = 0;

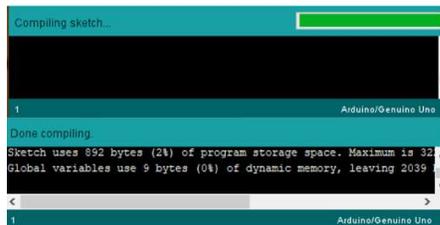
contador20 = 0, contadors = 0

}

```

Una vez terminado el código procedemos a compilar para verificar que la programación se haya realizado de una manera correcta.

Figura 34.
Compilación



Nota. Compilación para verificar el correcto desarrollo de la programación en Arduino.

3.2.2. Ensamblaje

Para el ensamblaje empezamos con la descarga del archivo .ino a nuestro módulo Arduino MEGA para continuar con todos los procesos.

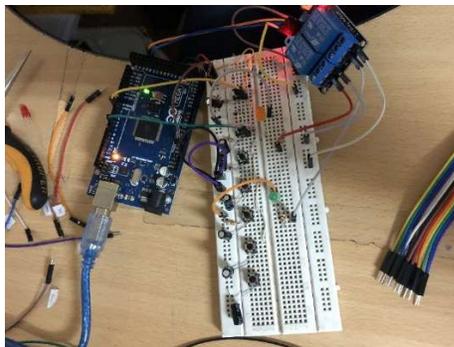
Figura 35.
Arduino



Nota. Proceso de descarga del archivo de programación al módulo Arduino.

Se debe conectar el circuito respectivamente en un protoboard para que así se pueda ir probando de una manera más fácil y accesible para corregir errores y comprobar conexiones de los elementos involucrados en el sistema.

Figura 36.
Pruebas

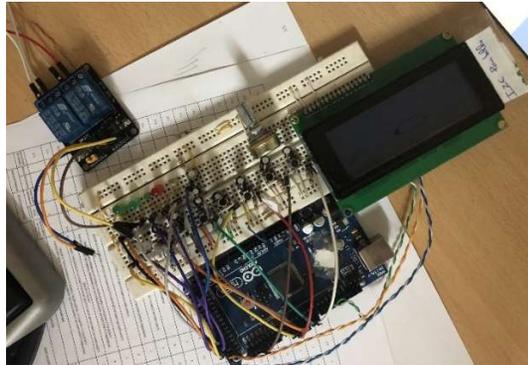


Nota. Pruebas efectuadas con el Arduino y los Relés.

Repetimos el mismo proceso con el LCD para verificar la programación y que los mensajes salgan de una manera correcta y adecuada.

Figura 37.

Pruebas

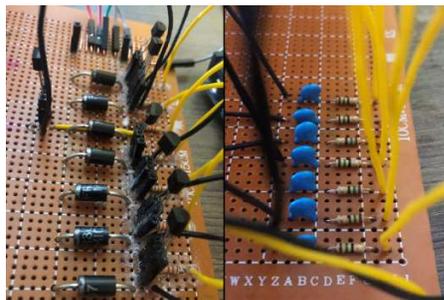


Nota. Pruebas efectuadas con el LCD y el i2C

Para eliminar el ruido es necesario hacer un circuito de protección en la entrada de potencia y en la salida de control ya que eso puede provocar interferencias en nuestra programación debido a la intensidad de los campos magnéticos.

Figura 38.

Pruebas



Nota: Circuito de salida de control y entrada de potencia (de izquierda a derecha).

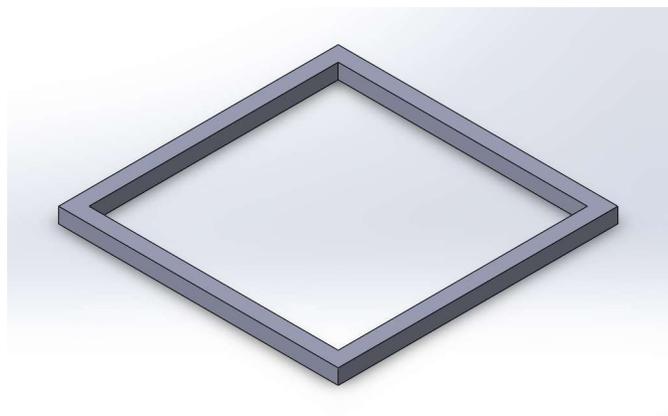
3.3. Estructura

La estructura de este proyecto se diseñó en la aplicación SOLIDWORKS 2015x64 Edition en la cual se dimensiono de acuerdo al tamaño y número de componentes a utilizar. La estructura debe tener el espacio suficiente para poder almacenar todos los elementos tanto hidráulicos, electrónicos como electromecánicos.

3.3.1. Dimensionamiento

Para dimensionar la estructura en la que se montara el sistema intercambiador de líquido de frenos y embraguen se tomó en consideración las medidas del elemento más grande que en este caso es el depósito del líquido usado que tiene 410mm de ancho y 300mm de largo realizando una estructura con base de 700mm de ancho y 700mm de largo como se muestra en la figura 40.

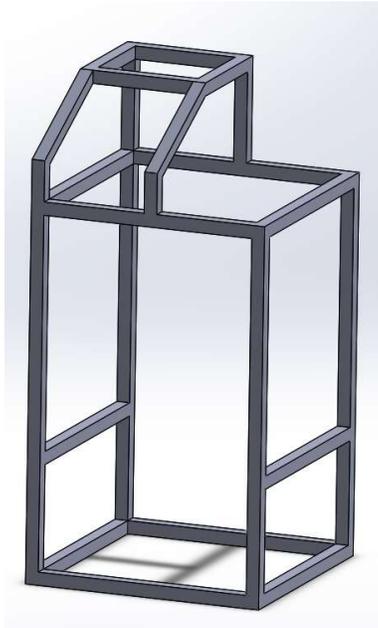
Figura 39.
Diseño



Nota. Base de la estructura diseñada en SOLIDWORKS

La altura de la estructura se realizará de 1100mm hasta el nivel del depósito nuevo y 1400mm de altura total con el panel de control, contando con un riel para la separación de secciones a 300mm de la base dando así una estructura tal y como se muestra en la figura XX.

Figura 40.
Diseño



Nota. Estructura diseñada en SOLIDWORKS

3.3.2. Selección de material

Uno de los materiales que cumplen con las especificaciones mecánicas y físicas requeridas es el acero ASTM-A36, el cual es de fácil acceso y de costo moderado en el mercado ecuatoriano.

3.3.3. Construcción

La construcción se la realizo empleando una cortadora de metales, una esmeriladora, una suelda MIG, una soldadora SMAW, una dobladora de tool y una cizalla de banco. Se inició por construir la base de la estructura en la cual se utilizo es método de suelda MIG (Metal Inert Gas) para lo cual se cortó las 4 uniones en ángulos de 45 grados para una unión correcta.

Figura 41.
Construcción



Nota. Proceso de corte y construcción.

A continuación se soldaron las mismas y se retiró el exceso de material con la esmeriladora tal como se muestra en la imagen 42.

Figura 42.
Construcción



Nota. Soldadura y devastado de material excesivo.

Una vez la base este armada, procedemos a soldar los pilares de nuestra estructura junto con la base superior, en la cual ira montada la caja de control para nuestro sistema. Por lo cual procederemos a cortar el tubo cuadrado con los respectivos dimensionamientos antes establecidos y las unimos con puntos para corroborar que encajen perfectamente en nuestra estructura antes de proceder con el soldado final. Una vez encaje procedemos a soldarla a la estructura tal como se muestra en la figura 43.

Figura 43.
Construcción



Nota. Estructura final usada en el presente proyecto.

Con la estructura ya completa, soldamos los puntos de fijación necesarios para el depósito y demás elementos que irán sujetos a la estructura. Después cortamos y doblamos las planchas de tool las cuales serán los paneles y puertas en nuestra estructura, para lo cual usaremos la cizalla de banco y una dobladora de tool. Una vez hechos los paneles de tool y construido las puertas procedemos a soldar los elementos restantes tales como las bases de las ruedas con la suelda MIG a la estructura.

Figura 44.
Construcción



Nota. Suelda de los paneles.

Con la estructura completa y los paneles colocados procuramos limpiar todas las superficies de la misma ya que utilizaremos pintura electrostática la cual es una técnica en la que se utiliza pintura en polvo y corriente eléctrica para posteriormente ser curado en un horno y de ser el caso que este sucia la superficie en la cual ira la pintura esta no se impregnara en el material.

Figura 45.
Pintura



Nota. Aplicación de pintura en polvo para el proceso de pintado electrostático

Posteriormente la construcción de la estructura estaría terminada dando como resultado una correcta impregnación de la pintura en las planchas de tol.

Figura 46.
Finalización



Nota. Estructura finalizada.

CAPITULO IV

4.1. Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se las realizaron en un taller automotriz donde se utiliza el ANEXO A y B por los cual se procedió a verificar el funcionamiento de la misma revisando los procesos de lubricado del sistema, intercambio de fluidos de freno e intercambio de fluidos de embrague hidráulico los cuales se detallan a continuación.

4.1.1. Lubricado del Sistema

Para la prueba de lubricado realizamos el siguiente proceso:

- Conecte el equipo a corriente.
- Llene el Tanque Nuevo con el fluido de frenos deseado.
- Conecte la Pistola de Llenado a la Manguera de Llenado.
- En la Línea del Tanque de Fluido Usado, remueva la tapa.
- Oprima el interruptor Llenar Cilindro Maestro.
- Coloque la punta de la manguera de llenado en la apertura del Tanque de Fluido Usado y apriete el gatillo de la manguera de Llenado.
- Continúe hasta que el fluido fluya suavemente por la punta de la manguera de Llenado y dentro del Tanque Usado sin turbulencia (burbujas de aire).
- Presione TERMINAR.
- Retire la manguera de Llenado.
- Coloque la tapa de la línea del tanque de fluido usado.

4.1.2. Intercambio de fluidos de frenos (Antiguo/Nuevo)

Para la prueba de intercambio de fluidos realizamos el siguiente proceso:

- Verifique que el motor del vehículo esté apagado.
- Verifique los niveles en los tanques nuevos y usados de fluido. Añada fluido nuevo o vacíe el usado como sea necesario.
- Verifique que todas las luces de atención en el panel de control estén APAGADAS.
- Conecte el dispositivo a corriente y encienda el interruptor principal.
- Remueva la tapa del cilindro maestro e inspeccione el cilindro maestro por daños. Repare cualquier daño encontrado antes de continuar.
- Presione el pulsador VACIAR CILINDRO MAESTRO. Use la manguera de vacío accionando el gatillo para remover todo el fluido del cilindro maestro.
- Cuando haya terminado de drenar todo el fluido presione CONTINUAR.
- Use la manguera de llenado accionando el gatillo para introducir todo el nuevo fluido en el cilindro maestro un poco más de su punto óptimo.
- Presionamos CONTINUAR y colocamos las mangueras en los sangradores y desajustamos los mismos.
- Una vez realizado esto oprimimos CONTINUAR y empezara a drenarse el líquido usado de las cañerías.
- Cuándo se observe que el fluido que sale es limpio presionamos el botón TERMINAR

- De ser necesario completar el líquido del cilindro maestro, repetimos el mismo proceso de llenado, con la diferencia de que esta vez al completar de llenar el cilindro maestro presionaremos el botón TERMINAR.

4.1.3. Intercambio fluido (Antiguo/nuevo Embrague)

Para la prueba de intercambio de fluidos realizamos el siguiente proceso.

- Verifique los niveles en los tanques nuevos y usados de fluido. Añada fluido nuevo o vacíe el usado como sea necesario.
- Verifique que todas las luces de atención en el panel de control estén APAGADAS.
- Conecte el dispositivo a corriente y encienda el interruptor principal.
- Remueva el tapón del depósito de líquido hidráulico e inspeccione por daños. Repare cualquier daño encontrado antes de continuar.
- Presione el pulsador EMBRAGUE.
- Saldrá el siguiente mensaje: “Purgado de embrague. Esto tomara unos segundos.”. A lo que nosotros seleccionaremos el botón VACIAR CILINDRO MAESTRO.
- Use la manquera de vacío accionando el gatillo para remover todo el fluido del depósito de líquido hidráulico.
- Una vez drenado todo el líquido presionamos el botón CONTINUAR.
- Esto activara la opción de llenado. Use la manquera de llenado accionando el gatillo para introducir todo el nuevo fluido en el depósito.
- Una vez hecho esto presione TERMINAR.

CAPÍTULO V

5.1. Recursos Humanos

El proyecto de titulación actual tuvo colaboraciones específicas de las siguientes personas listadas en la tabla, cada uno con diferentes aportes oportunos en su momento que dieron como resultado la finalización favorable del sistema intercambiador de líquido de frenos y embrague automatizado.

Tabla 2.
Recursos Humanos

NOMBRE	APORTE
José Francisco Riofrio Vinueza	Programación y construcción del sistema intercambiador.
Ing. Fausto Andrés Jácome Guevara	Tutor Designado
Ing. Oscar Rafael Chipugsi Calero	Asesoría en Automatización

5.2. Recursos Físicos

Tabla 3.
Recursos materiales

No.	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
1	Plancha de Tool 3mm	12.00\$	3	36.00\$

No.	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
2	Tubo Cuadrado 1 1/4	18.00\$	3	54.00\$
3	Ruedas	7.00\$	4	28.00\$
4	Bisagras	1.50\$	4	6.00\$
5	Disco de corte	2.00\$	1	2.00\$
6	Disco de pulido	2.00\$	1	2.00\$
7	Electroválvula de cobre 1/4	15.00\$	5	55.00\$
8	Módulo de relé Arduino	4.00\$	8	32.00\$
9	Pulsadores	0.50\$	10	5.00\$
10	Sensor de Nivel	4.00\$	1	4.00\$
11	Deposito Fluido nuevo	20.00\$	1	20.00\$
12	Deposito Fluido usado	9.00\$	1	9.00\$
13	Lápiz testeador de liquido	20.00\$	1	20.00\$
14	T de cobre	3.00\$	6	18.00\$
15	Manguera 1/4	0.80\$	4 (metros)	3.20\$
16	Manguera transparente 1/4	3.00\$	8 (metros)	24.00\$

No.	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
17	Abrazaderas	0.15\$	15	2.25\$
18	Bomba de vacío	100.00\$	1	100.00\$
19	Pantalla LCD 20x4	20.00\$	1	20.00\$
20	Integrado i2c	6.00\$	1	6.00\$
21	Arduino MEGA	10.00\$	1	10.00\$
22	Capacitores	0.40\$	4	1.60\$
VALOR TOTAL				457.85\$

5.3. Recursos Logísticos

Tabla 4.

Recursos logísticos

No	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
1	Útiles de escritorio	-	Varios	10.00\$
2	Transporte	-	-	80.00\$
3	Papel Bond	0.03\$	200	6.00\$
4	Impresiones	0.10\$	30	3.00\$
5	Anillados	2	2	4.00\$
6	Empastados	6.50\$	3	19.50\$

No	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
8	Imprevistos	-	-	(30%) 26.85\$
VALOR TOTAL				154.35\$

5.4. Recursos totales

Tabla 5.
Recursos materiales

VALOR TOTAL COSTO PRIMARIO	457.85\$
VALOR TOTAL COSTO SECUNDARIO	154.35\$
TOTAL	\$ 574.20

5.5. Cronograma

Se detalla las actividades que se realizaron durante el desarrollo de este proyecto.

No.	ACTIVIDAD	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Revisión y estudio de componentes	X	X	X	X																																																
2	Análisis del tipo de control electrónico					X	X	X	X																																												
3	Selección de materiales y diseño de estructura									X	X	X	X																																								
4	Inicio de la programación													X	X	X	X																																				
5	Revisión del Capítulo II													X	X	X	X																																				
6	Construcción de la estructura																	X	X	X	X																																
7	Simulación de la programación																					X	X	X	X																												
8	Culminación de la estructura																									X	X	X	X																								
9	Construcción del sistema electrónico																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
10	Ensamblaje de la máquina																																	X	X																		
11	Corrección de fallas en la programación																																					X	X	X	X	X	X	X	X								

CONCLUSIONES

- El uso de la maquina purgadora reduce el tiempo y personal necesario al realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de frenos y embrague de un vehículo.
- Es de suma importancia realizar el cambio de líquido de frenos y embrague una vez que los mismos hayan terminado su vida útil para garantizar el funcionamiento del sistema de frenado vehicular.
- Al contar con depósitos de gran capacidad se tiene la seguridad de que todo el líquido purgado va a quedar ahí sin riesgo a que se riegue (lo que puede provocar resbaladuras que terminan en accidentes), que entre en contacto con el vehículo (lo que terminaría en la dilución de la pintura) o que entre en contacto con la piel (lo que puede producir alergias o quemaduras).

RECOMENDACIONES

- Usar elementos de máximo voltaje 12v ya que el hecho de fluctuar entre 5V – 110V puede llevar a dificultar el proceso de conexión debido a que se debe utilizar relés en la conexión de potencia.
- Leer el manual de operación para evitar errores en el funcionamiento de cualquiera de los procesos del sistema.
- Manejar adecuadamente los desechos producidos por el reemplazo de los fluidos de freno y embrague ya que son tóxicos y no amigables con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acomanflex. (18 de Enero de 2018). Obtenido de <http://acomanflex.com.ar/manguera-hidraulica-termoplastica-sae-100-r7-simple-y-dual/>
- Acomanflex. (07 de Octubre de 2018). Obtenido de <http://acomanflex.com.ar/manguera-con-una-trenza-de-acero-sae-100-r13-at/>
- Acotron. (08 de Abril de 2017). Obtenido de https://www.acotron.com/index.php?route=product/product&product_id=1967
- Alibaba. (14 de Agosto de 2017). *Alibaba.com*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/150-micron-filter-mesh-hydraulic-oil-suction-filter-wu400-62009412613.html>
- ALTEC. (11 de Abril de 2014). *Alta tecnologia de Vanguardia S.A.* Obtenido de <https://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>
- Aquahub. (4 de Abril de 2006). *How float switches work*. Obtenido de <http://www.aquahub.com/store/howfloatsw.html>
- Arduino. (14 de Enero de 2010). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>
- Area Tecnologia. (30 de Octubre de 2012). Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/contactador.html>
- ASHM. (02 de Octubre de 2017). *Aceros y Sistemas hidraulicos de mexico*. Obtenido de <http://www.ashm.mx/blog/bombas-hidraulicas-de-desplazamiento-no-positivo/>

Audioengine. (8 de Mayo de 2014). Obtenido de

<https://audioengineusa.com/shop/accessories/replacement-power-cord/>

Barboza, J. R. (2014). *Sistemas de suspension direccion y frenos*. Lima: Senati.

Barra, E. (12 de Enero de 2015). *Combinación de colores de cables de red*. Obtenido de

Solo trucos: <http://solotrucos.org/combinacion-de-colores-de-cables-de-red.html>

Blemare, H. (16 de Diciembre de 2018). *Interruptor*. Obtenido de

<https://interruptor.info/tipos-de-interruptores/>

BOSCH. (2011). *BFX 200*. Chicago: BOSCH.

Bruzos, T. (17 de Abril de 2010). *Sistema de frenos del automóvil*. Obtenido de

<http://www.sabelotodo.org/automovil/imagenes/frenos/sistematipico.jpg>

Buesaquillo, J. J. (19 de Marzo de 2009). *Partes del freno hidraulico y mecanico*.

Obtenido de <http://joseitda.blogspot.com/2009/03/partes-de-freno-hidraulico-y-mecanico.html>

Castaños, E. (24 de Enero de 2020). *Frenos hidráulicos – Lidia con la Química*.

Obtenido de <https://lidiaconlaquimica.wordpress.com/tag/frenos-hidraulicos/>

Central Recambio Original CRO. (2017 de Noviembre de 2017). *Los elementos que más*

dañan la pintura del coche. Obtenido de

<http://www.recambiooriginal.com/blog/recambios-originales/carroceria/los-elementos-mas-danan-la-pintura-del-coche/>

Circuit Globe. (30 de Abril de 2019). Obtenido de Circuit Breaker:

<https://circuitglobe.com/circuit-breaker.html>

- Claussen. (20 de Abril de 2014). *Cables blindados*. Obtenido de <https://cablesblindados.com/cables-electricos-flexibles.html>
- Danfoss. (5 de Enero de 2019). *Industrias Asociadas S.A.S*. Obtenido de <https://www.industriasasociadas.com/producto/presostato-de-alta-presion-para-sistemas-hidraulicos-mbc5100/>
- Demand Media. (19 de Enero de 2015). *Cable Cat 3 vs Cat 5*. Obtenido de e-How en español.
- DercoCenter. (14 de Septiembre de 2018). *Cómo purgar frenos en tu auto*. Obtenido de <https://www.dercocenter.cl/noticias/como-purgar-frenos-en-tu-auto/>
- Dinastia Tecnológica*. (14 de Julio de 2016). Obtenido de <http://dinastiatecnologica.com/producto/modulo-rele-de-4-canales-arduino/>
- Dirección de Docencia de la DGEST. (1 de Octubre de 2013). *Proyectos integradores para el desarrollo de competencias profesionales del SNIT*. Obtenido de <http://www.ittoluca.edu.mx/difusion/Proyectos%20Integradores%20Toluca1.pdf>
- EcuRed. (27 de Julio de 2015). Obtenido de Ecured : <https://www.ecured.cu/Disyuntor>
- EcuRed. (14 de Mayo de 2016). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/V%C3%A1lvula_solenoide
- Electrónica Unicrom*. (18 de Agosto de 2016). Obtenido de Display LCD - Display de Cristal Líquido: <https://unicrom.com/lcd-display-de-cristal-liquido/>
- Elektra. (14 de Julio de 2017). *The espresso shop*. Obtenido de <https://www.theespressoshop.co.uk/en/Elektra-Microcasa-Pressure-Switch-XP110-05-12-bar-14---01344035/m-3735.aspx>

Elprocus. (14 de Enero de 2016). *Electronic - Projects - Focus*. Obtenido de

<https://www.elprocus.com/vacuum-pump-types-and-applications/>

ENGINEERING, A. (2009). *BRAKE PRO*. Santa Ana: AEC GROUP INC.

Estrada, M. (14 de Octubre de 2017). *Pinterest*. Obtenido de

<https://www.pinterest.es/pin/708824428822441671/?nic=1>

Etolocka. (2015 de Mayo de 9). Obtenido de PROFE TOLOCKA:

<http://www.profetolocka.com.ar/author/etolocka/>

Fluidswitch. (26 de Marzo de 2019). *SMD FKUID CONTROLS*. Obtenido de

<https://www.fluidswitch.com/blog/back-to-basics-how-a-float-switch-works/>

Fusibles. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Fusibles_en_automoci%C3%B3n

Geekbot Electronics. (10 de Enero de 2020). *Módulo I2C para LCD*. Obtenido de

<http://www.geekbotelectronics.com/producto/modulo-i2c-para-lcd/>

Gestión. (6 de Noviembre de 2017). Obtenido de

<https://gestion.pe/suplemento/contratado/tecnifajas/conoce-algunos--que-se-vende-tecnifajas-1003148>

Good Flex Hose. (07 de Abril de 2017). *Hebei Evergood Rubber & Plastic Technology*

Co., Ltd . Obtenido de <http://goodflexhose.com/products/15-Hydraulic-hose-DIN-EN-853-2SN-SAE-100-R2AT.html>

Grainger. (19 de 05 de 2018). Obtenido de [https://www.grainger.com.mx/Todas-las-](https://www.grainger.com.mx/Todas-las-Categor%C3%ADas/bomba-de-vacio-14-hp-gast-/p/4F740)

[Categor%C3%ADas/bomba-de-vacio-14-hp-gast-/p/4F740](https://www.grainger.com.mx/Todas-las-Categor%C3%ADas/bomba-de-vacio-14-hp-gast-/p/4F740)

Havarhen. (17 de Marzo de 2006). *Wikipedia*. Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Fusibles_en_automoci%C3%B3n#/media/Archivo:Electrical_fuses,_plug-in_type,_different_sizes.jpeg

Henkel. (11 de 04 de 2011). *Ruta 401*. Obtenido de Reparacion-Vehiculos:

<https://blog.reparacion-vehiculos.es/por-que-es-importante-sustituir-el-liquido-de-frenos>

Hydraulics & Pneumatics. (01 de Enero de 2012). *Hydraulics & Pneumatics*. Obtenido de

<https://www.hydraulicspneumatics.com/200/TechZone/HydraulicPumpsM/Article/False/6401/TechZone-HydraulicPumpsM>

Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (12 de junio de 2015). *Pro*

Ecuador. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/metalmecanica/>

Josefus. (10 de Septiembre de 2007). *Wikipedia*. Obtenido de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Presostato.gif>

Junta de Andalucía. (14 de Agosto de 2018). Presostatos . *Funcionamiento y reglaje*, 3-

4.

Kashima. (29 de Agosto de 2013). *Frenos de disco*. Obtenido de

<http://kashima.campuseina.com/mod/book/view.php?id=7614>

Kashima. (19 de Agosto de 2014). *Líquido de frenos: Purgado y sustitución*. Obtenido

de <http://kashima.campuseina.com/mod/book/view.php?id=7709>

- Kincrome. (11 de Septiembre de 2011). *Brake Fluid Tester*. Obtenido de <https://www.kincrome.com.au/brake-fluid-tester>
- L&L Fittings. (14 de Octubre de 2014). *L&L Fittings Mfg*. Obtenido de <https://lfittings.com/hose-coupling-data/>
- La caja isoterma. (14 de Agosto de 2017). Obtenido de <https://www.lacajaisoterma.com/neveras-isotermicas-rigidas/698-contenedor-robust50-50-litros.html>
- Llamas, L. (23 de Julio de 2016). Obtenido de Luis Llamas: <https://www.luisllamas.es/arduino-salida-rele/>
- M. G. (30 de Noviembre de 2015). *Carid*. Obtenido de <https://www.carid.com/articles/why-is-it-important-to-do-brake-fluid-flush.html>
- Mahle. (2005). Intercambio de Fluido de Frenos. *Manual de Operación BFX-1*, 1-1.
- Martínez Mercado, M. (28 de Septiembre de 2011). *Blogspot*. Obtenido de <http://marisolmtzmercado.blogspot.com/>
- MasVoltaje. (27 de Abri de 2016). *Masvoltaje Tu tienda de electricidad*. Obtenido de <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
- Mena, N. (2016). *Estructura para el anteproyecto* . Latacunga: UGT-ESPE.
- MIA. (19 de Diciembre de 2018). *Mecánica Industrial Abellán*. Obtenido de <https://www.miancr.com/presostatos/>
- Miller, C. (09 de 10 de 2007). *Hunker*. Obtenido de <https://www.hunker.com/13401338/types-of-fittings>

Ministerio de coordinación de la producción, empleo y competitividad. (2011). *Agendas para la transformación productiva territorial: Latacunga*. Latacunga: Ministerio de coordinación de la producción, empleo y competitividad.

MOC. (2018). *Pure Brake Fluid Exchanger*. Alabama: MOC.

Montejo Ráez, M. A. (2008). *Redaya*. Obtenido de https://www.ugr.es/~amroldan/enlaces/dispo_potencia/reles.htm

Montejo Ráez, M. Á. (2008). *Redaya*.

MOTORVAC. (2017). *Brake Fluid Service System*. Colorado: BrakeVac-II.

MotorVac BRAKEVAC II. (11 de Mayo de 2019). *On Time Auto Equipment*. Obtenido de <https://www.ontimeautoequipment.com/fluid-service/500-8105-motorvac.html>

Mundo Motor. (14 de Abril de 2016). *Tanque De Combustible: Tipos, Capacidad, Como Limpiarlo Y Más*. Obtenido de <https://www.mundodelmotor.net/tanque-de-combustible-del-vehiculo/#>

Netvisa. (14 de Septiembre de 2011). *Manual de mantenimiento y reparaciones Nissan Tsuru*. Obtenido de <https://netvisa.com.mx/tsuru-frenos.htm>

Nevél. (14 de Abril de 2015). *Nevél*. Obtenido de <https://www.nevel.com.mx/mirillas-de-flujo>

Parabrisas. (25 de Julio de 2019). *Cómo purgar los frenos de un auto*. Obtenido de <https://parabrisas.perfil.com/noticias/taller/como-purgar-los-frenos-de-un-auto-liquido-aire-sacar-procedimiento-paso-a-paso-instrucciones.phtml>

Ponce, R. (Marzo de 21 de 2016). *Globedia*. Obtenido de <http://ec.globedia.com/componentes-interruptores>

PRODUCT, E. (2013). *EBS Brake Flush*. Boston.

QIANLI. (14 de Marzo de 2009). *Hebei Qianli Rubber Products Co., Ltd.* Obtenido de <https://www.hydraulic-hose-fittings.com/lowpressure/sae-100r6-fiber-reinforced-hose.html>

Ramirez, O. (11 de Septiembre de 2015). *Blogspot*. Obtenido de <http://mkoscarramirez829368.blogspot.com/2015/09/bombas-hidraulicas-de-desplazamiento.html>

Rodriguez, J. L. (22 de Diciembre de 2015). *Centro Tecnico Europeo*. Obtenido de <http://www.blog.cteep.com/frio-industrial/para-que-sirve-un-presostato-diferencial-de-aceite/>

Rodrival. (16 de Septiembre de 2018). *Mercado Libre*. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-562078638-indicador-de-flujo-spirax-sarco-12-mirilla-_JM

Santora, M. (29 de Junio de 2015). *Fluid Power world*. Obtenido de <https://www.fluidpowerworld.com/what-are-gauges/>

Sealexcel. (1 de Febrero de 2017). *SEALEXCEL*. Obtenido de <https://sealexcel.com/blog/understanding-manifold-valves-definition-types-and-advantages/>

SEBASTIÁN, E. V. (2014). *Trabajo de Titulación*. Latacunga: ESPE.

Sierra, A. (02 de Febrero de 2017). *Purgado De Frenos Qué Es, Tipos, Características Y Recomendaciones*. Obtenido de MundoMotor: <https://www.mundodelmotor.net/purgado-de-frenos/>

Solenoid Valve Uk. (12 de Abril de 2013). *Solenoid Valves*. Obtenido de

<http://www.solenoidvalvesuk.co/12voltsolenoidvalves.asp>

Sunny Market. (6 de Septiembre de 2017). *Amazon*. Obtenido de

<https://www.amazon.co.uk/Pressure-Gauge-compressor-hydraulic-pressure/dp/B01C2IQHNG>

Tapia , J., & Morales, R. (2015). *Guía para a estructuración del perfil y presentación del trabajo de titulación*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

TechGyo. (12 de Junio de 2014). *How to connect multiple computers*. Obtenido de

<http://techgyo.com/index.php/about/>

Tecnojar. (1 de Agosto de 2014). *Studylib*. Obtenido de

<https://studylib.es/doc/5703037/spt--cord%C3%B3n-termopl%C3%A1stico-de-servicio-paralelo->

themotorcycledalily.blogspot.com. (ABRIL de 2011). Obtenido de

themotorcycledalily.blogspot.com:

<http://themotorcycledaily.blogspot.com/2011/04/que-es-una-super-motard.html>

Tipos. (07 de Septiembre de 2015). *Tipos.com*. Obtenido de [https://tipos.com.mx/tipos-](https://tipos.com.mx/tipos-de-disyuntores)

[de-disyuntores](https://tipos.com.mx/tipos-de-disyuntores)

Topshall. (27 de Mayo de 2017). *Topshall*. Obtenido de [http://es.topshall-](http://es.topshall-switches.com/info/how-spst-spdt-dpdt-push-button-switch-works-19524556.html)

[switches.com/info/how-spst-spdt-dpdt-push-button-switch-works-19524556.html](http://es.topshall-switches.com/info/how-spst-spdt-dpdt-push-button-switch-works-19524556.html)

TusFrenos.mx. (14 de Abril de 2013). *Principios Basicos: FUNCIONAMIENTO DEL*

FRENO HIDRAULICO. Obtenido de TusFrenos.mx:

<http://tusfrenos.mx/principios-basicos-funcionamiento-del-freno-hidraulico/>

Unicrom, E. (09 de Enero de 2016). Obtenido de <https://unicrom.com/rele-relay-relevador-interruptor-operado-magneticamente/>

Universidad de Oviedo. (2006). *Comunicaciones industriales*. Oviedo: Comind.

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. (28 de Mayo de 2002). *TEORIA de CIRCUITOS I - U.N.P.S.J.B.* Obtenido de <http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/tutoriales/capacitores/capacitores.htm>

UTECSA. (15 de julio de 2014). *uTECSA: Componentes oleohidráulicos* . Obtenido de <https://www.utecsa.cl/portfolio/filtros-hidraulicos-y-accesorios/>

VAC AERO INTERNATIONAL INC. (13 de Enero de 2016). *VAC AERO*. Obtenido de <https://vacaero.com/information-resources/vacuum-pump-technology-education-and-training/1039-an-introduction-to-vacuum-pumps.html>

Vallejo, V. (20 de Octubre de 2017). *Sumatec*. Obtenido de <https://sumatec.co/mangueras-hidraulicas-que-tipos-existen/>

YourMechanic. (14 de Julio de 2017). *YourMechanic Inc. (US)*. Obtenido de <https://www.yourmechanic.com/services/brake-system-flush>

Yúbal. (3 de Agosto de 2018). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

Zúñiga, P. (9 de Noviembre de 2010). *Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Obtenido de <https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2014/10/el-cordon-spt.html>

ANEXOS

