



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“Adaptación de un vehículo para recolectar desechos sólidos para la UTN”

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en
Mantenimiento Automotriz

Tulcanaz Vinueza Alex Geovanny

AUTOR

Ing. Fredy Rosero Msc.

DIRECTOR

Ibarra, 2015

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de la tesis del siguiente tema **“Adaptación de un vehículo para recolectar desechos sólidos para la UTN”**, trabajo realizado por el señor egresado: **Tulcanaz Vinueza Alex Geovanny**, previo a la obtención del título de Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.

Msc. Fredy Rosero

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico este proyecto principalmente a Dios por haberme dado la fuerza necesaria, que me ha ayudado a llegar a este momento tan importante de mi formación profesional, lo dedico a mis queridos padres Janio y Paulina quienes con el sacrificio de toda una vida, con su paciencia y cariño incondicionales supieron guiar mis pasos instruyéndome con su ejemplo de honestidad y rectitud; que no sólo me han permitido alcanzar una meta, sino que han logrado motivar cada vez más mi espíritu de dedicación y deseo de superación. A mis queridos hermanos Karen y Kevin a quienes amo infinitamente. Gracias por todo su apoyo y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de mi prestigiosa Universidad Técnica del Norte, por haberme permitido avanzar integralmente en el conocimiento de la ciencia Automotriz enriqueciendo mi formación con valores éticos y morales.

Debo expresar un especial agradecimiento y mi más sincero sentimiento de alta consideración y estima a mi asesor Msc. Fredy Rosero, por orientarme acertadamente en la elaboración del presente trabajo de grado.

A mi querida novia, Marcela Jarrín, quien ha estado a mi lado motivándome, por creer en mí y por el cariño y apoyo brindado en los momentos más difíciles de mi vida.

Con sinceridad, muchas gracias...

Alex Geovanny Tulcanaz Vinueza

ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Pág.
PORTADA	
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	ix
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1.- ANTECEDENTES.....	1
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4.- DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4.1.- DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	2
1.4.2.- DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	3

1.5.- OBJETIVOS.....	3
1.5.1.-OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5.2.-OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
1.6.- JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. PRINCIPIOS DE LA HIDRÁULICA	5
2.1.1.-PRINCIPIO DE PASCAL.....	5
2.1.2.-ESFUERZO DE COMPRESIÓN.....	5
2.1.3.- ESFUERZO DE TRACCIÓN.....	5
2.1.4.- MULTIPLICACIÓN DE FUERZAS.....	6
2.1.5.- MEDIDOR DE PRESIÓN.....	6
2.2.- VISCOSIDAD.....	7
2.2.1.- VISCOSIDAD CINEMÁTICA	8
2.2.2.- VISCOSIDAD DINÁMICA.....	8
2.2.3 MULTIPLICACIÓN DE PRESIÓN.....	8
2.4.HIDRODINÁMICA.....	9
2.4.1.- APLICACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA.....	9
2.4.2.- EL PRINCIPIO DE BERNOULLI.....	10
2.4.3- TEOREMA DE BERNOULLI.....	10
2.5.- HIDRÁULICA.....	11
2.5.1-TIPOS DE CILINDRO HIDRÁULICO.....	13
2.5.1.1.- CILINDRO HIDRÁULICO DE SIMPLE EFECTO.....	13

2.5.1.2- CILINDRO HIDRÁULICO DE DOBLE EFECTO.....	14
2.5.2- BOMBA HIDRÁULICA.....	15
2.5.2.1.- BOMBA DE ENGRANAJE.....	16
2.5.2.3-BOMBA DE PALETAS.....	18
2.5.2.4- BOMBA DE PISTONES.....	19
2.6- VÁLVULAS.....	19
2.6.1.- PARTES DE UNA VÁLVULA.....	20
2.6.2- VÁLVULAS DE PRESIÓN.....	21
2.6.3- VÁLVULAS DE CIERRE O ANTIRETORNO.....	21
2.7- FILTROS HIDRÁULICOS.....	21
2.8.-REFRIGERACIÓN.....	21
2.9.-MECANISMOS.....	22
2.9.1.- CONCEPTOS DE MECANISMOS.....	22
2.9.2- TIPOS DE MECANISMO.....	25
2.9.3- MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO.....	25
2.9.4.- TIPOS DE MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO.....	25
2.9.5.- MECANISMO DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO.....	26
2.9.6.- GRADOS DE LIBERTAD.....	26
2.9.7.- CADENA CINEMÁTICA.....	27
2.10- FUNCIÓN DEL RECOLECTOR DE BASURA.....	29
2.10.1.- ESTRUCTURA.....	30

2.10.2- SISTEMA DE VOLTEO.....	30
2.10.3.- INSTALACION HIDRÁULICA.....	30
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.1- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.1- TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.2.- INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	32
3.1.3.- INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA.....	32
3.2.- MÉTODOS.....	33
3.2.1.- MÉTODO ANALÍTICO.....	33
3.2.2.-MÉTODO SINTÉTICO.....	33
3.2.3.- MÉTODO EMPÍRICO.....	34
3.2.4.- RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	34
3.2.5.- INDUCTIVO -DEDUCTIVO.....	34
3.2.6- SINTÉTICO.....	35
3.3.- INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS.....	35
3.3.1- BIBLIOGRAFÍA.....	35
CAPÍTULO IV: PROPUESTA	36
4.1.- INTRODUCCIÓN.....	36
4.2.- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL VEHÍCULO.....	37
4.3.-SELECCIÓN DE LA BOMBA HIDRÁULICA.....	38
4.4.- SELECCIÓN DE CILINDROS HIDRÁULICOS.....	40
4.4.1.-CÁLCULO CILINDRO 1.....	41

4.4.2.-CÁLCULO CILINDRO 2.....	44
4.4.3.-CÁLCULO CILINDRO 3.....	47
4.5.-DEPÓSITO DE ACEITE.....	50
4.6.- SELECCIÓN DE FLUIDO HIDRÁULICO.....	50
4.7.- CÁLCULO DE CONDUCTOS HIDRÁULICOS.....	50
4.8.- ESTRUCTURA.....	52
4.9.- CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	52
4.10.- ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.....	54
4.11- CORTES UTILIZADOS EN LA ESTRUCTURA.....	55
4.12- PROCESO DE SOLDADO.....	56
4.13.- PLANCHA BASE.....	58
4.14- ARMADO ESTRUCTURA METÁLICA.....	59
4.15.- PROCESO DE PINTURA.....	60
4.16.-ELABORACIÓN DEL BRAZO RECOGEDOR DE BASURA.....	61
4.17.-ELABORACIÓN DE LA MANO HIDRÁULICA.....	64
4.18.-INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VOLTEO.....	65
4.19.-INSTALACIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.....	67
4.20.-DEPÓSITO DEL ACEITE.....	68
4.21.-FILTRO DE ACEITE.....	69
4.22.-GUÍA DE OPERACIÓN.....	69
4.22.1.- CONTROL DIRECCIONAL.....	70
4.22.2.- SECUENCIA DE CONTROLES DIRECCIONALES.....	70

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
ANEXOS.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Nro.	Contenido	Pág.
FIGURA 1	MULTIPLICACIÓN DE FUERZAS.....	6
FIGURA 2	MEDIDOR DE PRESIÓN.....	6
FIGURA 3	HIDRODINÁMICA.....	9
FIGURA 4	HIDRÁULICA.....	11
FIGURA 5	FUNCIONAMIENTO TORNILLO ARQUÍMIDES.....	12
FIGURA 6	CILINDRO HIDRÁULICO DE SIMPLE EFECTO.....	14
FIGURA 7	CILINDRO HIDRÁULICO DE DOBLE EFECTO.....	15
FIGURA 8	BOMBA HIDRÁULICA.....	16
FIGURA 9	BOMBA DE ENGRANAJES.....	17
FIGURA 10	VÁLVULA DIRECCIONAL.....	20
FIGURA 11	MECANISMOS.....	22
FIGURA 12	GRADOS DE LIBERTAD.....	26
FIGURA 13	CADENA CINEMÁTICA ABIERTA.....	27
FIGURA 14	RECOLECTOR DE BASURA HIDRÁULICO.....	29
FIGURA 15	INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....	31
FIGURA 16	CHEVROLET SILVERADO.....	37
FIGURA 17	BOMBA DE ENGRANAJES.....	38
FIGURA 18	DISEÑO SOLIDWORKS ESTRUCTURA.....	52
FIGURA 19	DISEÑO ESTRUCTURA METÁLICA SOLIDWORKS	53
FIGURA 20	CORTES ESTRUCTURA METÁLICA.....	55
FIGURA 21	PROCESO DE SOLDADO.....	56
FIGURA 22	DISEÑO ESTRUCTURA METÁLICA VISTA SUP. SOLIDWORKS..	57
FIGURA 23	PLANCHA BASE.....	58
FIGURA 24	ARMADO ESTRUCTURA.....	59
FIGURA 25	PROCESO DE PINTURA.....	60
FIGURA 26	BRAZO RECOGEDOR.....	61
FIGURA 27	BRAZO RECOGEDOR 1.....	62
FIGURA 28	BRAZO RECOGEDOR 2.....	63
FIGURA 29	MANO HIDRÁULICA.....	64
FIGURA 30	MANO HIDRÁULICA 1.....	65
FIGURA 31	SISTEMA DE VOLTEO.....	65

FIGURA 32	CIRCUITO HIDRÁULICO.....	66
FIGURA 33	DEPÓSITO DE ACEITE.....	67
FIGURA 34	FILTRO DE ACEITE.....	68

ÍNDICE DE ECUACIONES

		Pág.
ECUACIÓN 1	Viscosidad Cinemática:.....	8
ECUACIÓN 2	Viscosidad Dinámica.	8
ECUACIÓN 3	Teorema De Bernoulli:.....	10
ECUACION 4	Volumen Bomba.....	39
ECUACIÓN 5	Presión Máxima:	41
ECUACIÓN 6	Área Cilindro:	41
ECUACIÓN 7	Diámetro Embolo:	41
ECUACIÓN 8	Fuerza Pandeo:	42
ECUACIÓN 9	Presión: P=real:.....	44
ECUACIÓN 10	Área de Cilindro:.....	44
ECUACIÓN 11	Diámetro Ideal Conductos:.....	50

RESUMEN

La presente propuesta de investigación tiene como finalidad obtener movimientos controlados por medio de mandos, cuyo propósito es generar un trabajo en una estructura recolectora de basura. Mediante la elaboración de un diseño realizado con fundamentos de hidráulica, este proyecto inicia desde la fuerza que debe generar un brazo hidráulico para elevar un recipiente cargado de desechos hasta una altura necesaria capaz de verter los trastos a un tanque de almacenaje. Para con ello establecer claramente las fuerzas generadas por este trabajo y dimensionar los elementos a ser utilizados. Con el fin de no verse afectado a corto tiempo. En este proyecto se utiliza primordialmente un método importante y estratégico, realizando el diseño en un software llamado Festo Hydraulic se logró simular y a su vez realizar el circuito hidráulico. Es de suma importancia tener en cuenta la selección de elementos correctos que darán lugar a un buen trabajo del dispositivo. Al tener la correcta selección de equipos, es posible optar por componentes sobre dimensionados y se procede al ensamblaje de los mismos, para ejecutar y alcanzar un resultado anhelado. Para el funcionamiento de todo este sistema es fundamental utilizar una bomba de engranajes, obteniendo así una presión necesaria para el buen desenvolvimiento de los componentes hidráulicos, a su vez esta bomba es accionada por la fuerza motriz de un motor alimentado por combustible. La seguridad es indispensable en este proyecto, tanto para la máquina como para el operador; utilizando una serie de materiales que sirven para salvaguardar la integridad de los mismos; como por ejemplo, el control de presión del sistema hidráulico, evitando así daños prematuros y posibles sobrecargas de la bomba.

ABSTRACT

This research proposal has as objective to obtain controlled movements by means of controls, which purpose is to create a work in a metallic structure to collect garbage. It is developing by a design made with hydraulic fundamentals. This project starts from the force to supply generate a hydraulic arm to lift a container full of waste up to a necessary height, this has to be able to dump the garbage into a storage tank, thereby the forces generated by this work and dimension the elements to be used are identified, in order to avoid damage in a short time. This project primarily uses an important and strategic method, it was made a design in a software called "Festo Hidraulic", emulation was achieved and in turn, it was made the hydraulic circuit. It is important to note the correct selection of elements that will lead a good job of the device. Making a correct selection of equipment is possible to opt for oversized components where we proceed to assembly thereof, to execute and achieve the expected result. For the operation of the whole system, it is necessary to use a gear pump, and obtain a necessary pressure for the proper development of hydraulic components, so the prime mover of an engine supply with fuel drives this pump. Safety is essential in this project, both for the machine and the operator; a number of materials are used to safeguard integrity, for example, avoiding premature damage and possible overload of the pump.

INTRODUCCIÓN

La Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte es una carrera profesional con nuevas tendencias teórico-prácticas, necesarias y sostenidas que ofrecen una formación integral en el área automotriz.

La tendencia de la optimización de tiempo, dinero y personal de trabajo son prioridad en las grandes industrias, gracias a la automatización de nuevos sistemas tecnológicos se ha comprobado en las grandes potencias que es mucho más eficaz el utilizar o adaptar la tecnología para que realice trabajos de recolección de desechos, ya que tanto orgánicos como inorgánicos son una fuente de problemas que se presentan para el ser humano.

En la Universidad Técnica del Norte, existe una gran cantidad de desechos sólidos debido al gran número de estudiantes, personal docente y administrativo que asiste a cumplir con su labor diaria; observado esto, es necesario enfocarse en los problemas que ocasionaría el no recoger la basura de manera frecuente ya que de una u otra forma es inevitable el desechar basura orgánica e inorgánica, por lo que se hace necesario crear un mecanismo práctico que ayude al personal de limpieza a solucionar sus problema de recolección, mejorando el tiempo para poder terminar sus actividades con la creación de un vehículo con componentes hidráulicos y mecánicos.

En la fundamentación teórica se indicó el contenido científico del funcionamiento, manejo de los diferentes mecanismos y técnicas que se utilizan para la ejecución del proyecto práctico, con una investigación documental, constituyendo la principal base para la realización del proyecto de tesis, los elementos que conforman el equipo para la investigación, el sostenimiento correctivo, consiguiendo así una mejor comprensión de este tipo de creación técnica.

Con la ejecución de este proyecto, se originarán conocimientos técnico-científicos, que van a ayudar a la Universidad ya que en la actualidad existe un

promedio aproximado de 1000 a 2000 kilos tres veces por semana, lo cual hace que el trabajo del personal de limpieza sea arduo al momento de dirigirse a descargar al acumulador de basura, por lo que, el proyecto va contribuir con la mano de obra a optimizando tiempo.

Es importante recalcar que en el ámbito profesional se van a evaluar perfiles académicos eficientes, que se van a observar, con la ejecución de la máquina recolectora de desechos, dando prestigio a la Universidad y ayudando a la vez a ser competitivos en cualquier campo automotriz.

CAPÍTULO I

1. Problema de Investigación

1.1. Antecedentes

La Universidad Técnica del Norte, es una Institución de Educación Superior que está al servicio de la juventud y la sociedad en general del Norte del país contribuyendo en forma positiva al desarrollo y adelanto de la juventud para el engrandecimiento del Ecuador.

Actualmente, la universidad está constituida por 5 facultades entre ellas la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología (FECYT), la cual está establecida por las escuelas de Pedagogía y Educación Técnica, la última con la especialización en Ingeniería en Mantenimiento Automotriz y Electricidad.

Los desechos tanto orgánicos como inorgánicos son una fuente de problemas que se presentan para el ser humano, haciéndolo cada día más incontrolable y difícil de recolectarlos; durante los últimos sesenta o setenta años se puede afirmar que los seres humanos se han convertido en expertos productores de basura. La basura no es algo nuevo, actualmente, con la cultura de lo desechable, ha iniciado un sistema de consumo imparable que lleva a comprar, para luego, descartar todo lo adquirido. El sistema empuja ineludiblemente al colapso total, ya que ni los recursos son ilimitados ni tampoco el espacio, para acomodar toda esa basura que se produce. En la actualidad los equipos se han renovado y permiten el uso de nuevas técnicas como la recolección de basura con instrumentos mecánicos e hidráulicos.

Como estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz y con la finalidad de facilitar el trabajo de recolección de desechos sólidos de la Universidad Técnica del Norte, se propone realizar la adaptación de un vehículo para recolección de desechos sólidos para la UTN.

1.2. Planteamiento del problema

Los cambios climáticos son un tema muy preocupante a nivel mundial y Ecuador no es la excepción, ya que en la población no existe una conciencia ambientalista acerca de la recolección de desechos que en la actualidad son una gran fuente de contaminación para el planeta.

La tendencia a la optimización de tiempo, dinero y personal de trabajo es una de las prioridades en las grandes industrias, gracias a que la automatización en algunos trabajos es más eficaz a la hora de funcionar

Uno de los problemas críticos de contaminación se da por los desechos sólidos. En el país se generan 3.600 toneladas de basura, en Quito 1.800, en Guayaquil 1900 toneladas e Ibarra produce 120 toneladas diarias de basura. En estas ciudades hay un sistema de recolección, procesamiento y destino de los desechos sólidos.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo realizar la adaptación de un vehículo para recolección desechos sólidos para la UTN?

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Delimitación temporal

La presente investigación se desarrollará entre el mes de enero del 2014 hasta mayo del año 2015.

1.4.2 Delimitación espacial

El proyecto se ejecutará en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en el cantón Ibarra Provincia de Imbabura.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Implementar un vehículo para recolectar desechos sólidos de la Universidad Técnica del Norte.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Elaborar un Marco Teórico, sobre sistemas hidráulicos y mecanismos, investigando en fuentes bibliográficas, para tener una guía de los conocimientos previos al trabajo.
- Efectuar cálculos que permitan conocer las particularidades de los componentes hidráulicos, aplicando los conocimientos ejecutados en la práctica.
- Realizar el montaje de los elementos hidráulicos, aplicando fundamentos prácticos, para ubicarlos correctamente con la debida seguridad.
- Realizar pruebas de funcionamiento mediante la aplicación y adaptación del vehículo recolector de desechos sólidos para la UTN.
- Socializar el trabajo realizado con los estudiantes de los últimos niveles de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.6 Justificación

La construcción de una máquina recolectora de desechos es una prioridad para la Universidad Técnica del Norte, esto se debe primordialmente a la gran cantidad de estudiantes y personal académico y administrativo que habita en la institución; por tal motivo, existe una fuente de desechos que deben ser recogidos y almacenados en un lugar que está alejado en el interior de la universidad.

Este proyecto será una obra que beneficiará principalmente al personal de limpieza de la Universidad Técnica del Norte, permitiendo así un menor esfuerzo físico por parte de todo el personal de la institución, que día a día se encarga de transportar los desechos al sitio designado de la Universidad.

Los procedimientos servirán de ayuda para el personal de limpieza de la Universidad Técnica del Norte, para optimizar tiempo y esfuerzo físico con un trabajo más eficiente y siendo pioneros en la provincia de Imbabura en la elaboración de un mecanismo recolector de basura exclusivamente para una institución académica, ayudando así al medio ambiente y al engrandecimiento de la institución.

La máquina recolectora de desechos servirá para reducir considerablemente un esfuerzo físico gracias a que una sola persona recogerá los desechos de toda la institución con un menor tiempo de trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Principios de Hidráulica

2.1.1. Principio de Pascal

En el libro *Elementos Hidráulicos en tractores y maquinaria agrícola*, del autor Gil Sierra, se menciona que: “*si un líquido está comprendido en un depósito cerrado, la presión se transfiere con el mismo valor hacia todos los puntos del depósito que lo contiene, siendo la presión perpendicular a la superficie del depósito, en el caso de sistemas hidráulicos es el cilindro hidráulico*”.¹

2.1.2. Esfuerzo de Compresión

Este esfuerzo somete a que las fuerzas que actúen sobre él tiendan a comprimirlo, es necesario dos fuerzas opuestas que actúen hacia el interior del cuerpo en la misma dirección y sentidos contrarios. Los pilares de la estructura están sometidos a compresión.

2.1.3. Esfuerzo de Tracción

Son las que están sometidas las fuerzas que actúen sobre él tendiéndose a estirarse. Las fueras son opuestas, actuando hacia el exterior del cuerpo, en la misma dirección y sentidos opuestos. Una cuerda a través de la cual pretendemos levantar un peso está sometida a tracción.

¹J. GIL SIERRA. (2007). Elementos hidráulicos en tractores y maquinaria agrícola. En J. G. SIERRA, *Elementos hidráulicos en tractores y maquinaria agrícola*. México: Mundi- Prensa.

2.1.4. Multiplicación de Fuerzas

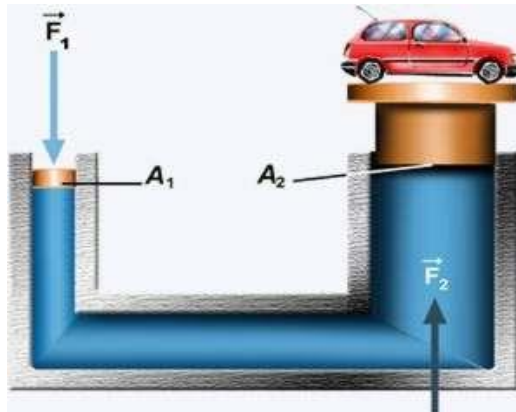


Figura 1: Multiplicación de fuerzas

Fuente: <http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.com/p/41-desarrollo-de-circuitos-tipicos.html>

El principio de multiplicación de fuerza es empleado en el freno de los automóviles y en las prensas hidráulicas, aquí se observa que existe el Principio de Pascal, principalmente utilizado en prensas hidráulicas es una manera más fácil de hacer presión en algunos lugares o cosas.

2.1.5. Medidor de Presión



Figura 2: Medidor de presión

Fuente: autor

La presión se debe exclusivamente al propio fluido. Cualquier líquido en un recipiente abierto está sujeto a la presión atmosférica, además de la presión debida a su propio peso, puesto que el líquido es relativamente incompresible.

El primero en enunciar este hecho fue el Matemático Blas Pascal y se le conoce como Ley de Pascal, en general, se enuncia como: *“Una presión externa aplicada a un fluido contenido se transmite únicamente a través del volumen de un líquido”*.

La mayor parte de las unidades que permiten medir la presión directamente miden en realidad la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica. El resultado obtenido se conoce como la presión manométrica.

2.2. Viscosidad

Realizando un estudio referente a la Viscosidad, el Ingeniero José Roldán; en su libro *Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada*, manifiesta que: *“La viscosidad viene dada por la mayor o menor resistencia de las moléculas de los fluidos a desplazarse uno sobre otras”*.²

Ante esto se puede establecer que la viscosidad es la principal señal de identidad que define a todos y cada uno de los lubricantes existentes y además permitedeterminar claramente lo que es la temperatura y lo que es presión.

“La viscosidad puede considerarse como el rozamiento interno de un fluido, ejerce fuerzas para hacer que un capa líquida se deslice sobre otra y esta es mayor en líquidos que en gases”³. Los fluidos no pueden considerarse siempre como perfectos por causa de la viscosidad, los fluidos oponen resistencia a ser deformados, es decir,

²Roldán, J. (2007). *Neumática, Hidráulica y electricidad aplicada*. Medellín – Colombia. CENSERVI S.A. pág. 129.

³ Díaz, J. (2006). *Mecánica de Fluidos e Hidráulica*. Cali- Colombia Graficas del Valle Ltda. pág. 53.

que al moverse una porción de fluido respecto a otra se originan fuerzas tangenciales que en algunos casos no pueden despreciarse.

Ante esto se puede establecer que la viscosidad es la principal señal de identidad que define a todos y cada uno de los lubricantes existentes y además permite determinar claramente lo que es la temperatura y lo que es presión.

2.2.1. Viscosidad Cinemática

Es la relación entre la viscosidad absoluta y la densidad de un fluido, es a menudo muy útil. La unidad más corriente de viscosidad cinemática se obtiene expresando la viscosidad en poises y la densidad en gramos por centímetros cúbicos.

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

ECUACIÓN 1.

Fuente: (Budynas, 2009)

2.2.2 Viscosidad Dinámica

Cuando un fluido está en movimiento, se desarrolla en este una tensión de corte, cuya magnitud depende de la viscosidad del fluido, se puede definir como la fuerza requerida para deslizar una capa área unitaria de una sustancia sobre otra capa de la misma sustancia

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{\Delta v}{\Delta y}} = \tau \left(\frac{\Delta y}{\Delta v} \right)$$

ECUACIÓN 2.

Fuente: (Czekaj, 2010)

2.2.3. Multiplicación de Presión

En sistemas hidráulicos, frecuentemente, se necesita una presión de trabajo variable. Un sistema de alto rendimiento que funcione perfectamente solo se obtiene cuando es posible ajustar exactamente la presión a la presión real. En muchas ocasiones se

ven sistemas en los que el caudal de aceite de la estación de bombas, pasa por una válvula reductora que está ajustada a una presión ineficazmente alta. Esto se debe al hecho de que, en algún momento del ciclo de la máquina en cuestión, hay una necesidad breve de alta presión. El rendimiento de tales sistemas es muy bajo, y los componentes incorporados se desgastan mucho porque la caída de presión se produce en una presión superficial alta entre los elementos móviles.

Los multiplicadores de presión ofrecen varias ventajas, por ejemplo, da mayor libertad al constructor a la hora de seleccionar la presión de trabajo. La presión hidráulica resulta más homogénea a lo largo de todo el ciclo de la máquina. Solo cuando se necesita una subida de presión, el multiplicador de presión empieza a funcionar. El resto del tiempo permanece inactivo, sin efectuar ningún consumo interno y, por lo tanto, sin influir en el rendimiento del sistema.

2.4. Hidrodinámica

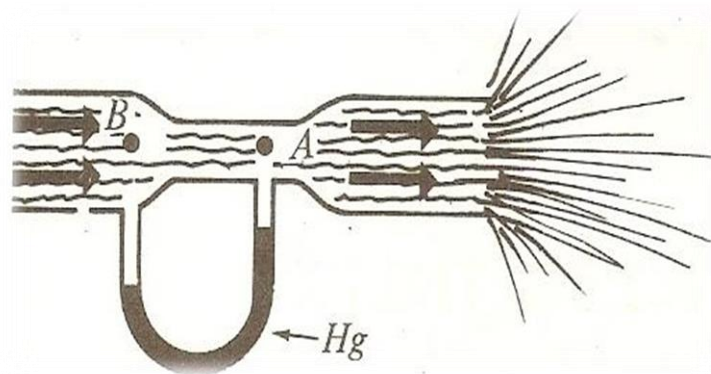


Figura 3. Hidrodinámica

Fuente: <http://www.proprofs.com/quiz-school/story.php?title=hidrodinamica>

2.4.1. Aplicación de la Hidrodinámica

Las aplicaciones de la hidrodinámica en el diseño de canales, puertos, presas, cascos de barcos, hélices, turbinas y conductos en general. Con el objetivo de facilitar el estudio de los líquidos en movimiento, en general se hacen las siguientes suposiciones:

1. Los líquidos son incomprensibles por completo.
2. Se considera despreciable la viscosidad, es decir, se supone que los líquidos son ideales y por ello no presentan resistencia al flujo.
3. El flujo de los líquidos se supone estacionario o de régimen estable.

2.4.2. El Principio de Bernoulli

El Ingeniero Antonio de la Cortina, manifiesta que: “La energía de un fluido que circula por una conducción, permanece constante a lo largo de toda la conducción, siempre que no haya intercambio de energía con el exterior”.⁴

Añadiendo a lo antes citado el principio de Bernoulli es el total de energía en los diferentes puntos del sistema.

2.4.3. Teorema de Bernoulli

Con respecto al Teorema de Bernoulli aplicado a dos dispositivos de una tubería que transporta un fluido, convierte en términos analíticos el principio de la conservación de la energía. La ecuación permite constatar que la variación de energía perdida, ocurrida aguas arriba o aguas abajo de la tubería, es debido a la variación de presión.

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante}$$

ECUACION 3. Fuente:(Vizcaya, 2012)

⁴ De la Cortina, A. (2007). *Principio de Bernoulli*. Cali-Colombia. AD-HOC. Pág. 25

2.5. Hidráulica

En el libro *Tecnología de Circuitos Hidráulicos* del español Groote, se indica un concepto básico que manifiesta lo siguiente: *“La Hidráulica es una ciencia y técnica que experimenta el comportamiento y transformación de energía hidráulica a energía mecánica o eléctrica. El vocablo hidráulica viene de la palabra griega (hidros) que quiere decir agua y (aulos) que quiere decir tubo; su labor la cumple mediante el aprovechamiento de fluidos incomprensibles, en su mayoría aceites naturales o sintéticos”*⁵.



Figura 4. Hidráulica

Fuente: www.ljcreate.com/es

Es importante mencionar de dónde parte el principio de la hidráulica, para lo cual se ha investigado en el libro del español Monsieur Saverien en su obra denominada *“Historia de los progresos del entendimiento humano en las ciencias exactas y en las artes que dependen de ellas a saber”*, manifiesta que:

“Hay fundamento para creer que se debe a los egipcios la invención de la Hidráulica, esto es, la ciencia del movimiento de las aguas. El agua que inundaba sus prados con las crecientes del Nilo, los incomodaba tan frecuentemente, que se vieron obligados a buscar medios para agotarla. Se ignora cuales fueron estos medios; pero se cree que se valían de una máquina ingeniosa formada de un cilindro, alrededor del cual daba vueltas, sea por dentro o sea por fuera, un cañón de tornillo, que agotaba el agua, y la

⁵Groote, J. (1986). *Tecnología de Circuitos Hidráulicos*. Barcelona - España: CEAC. pág. 5-6.

levantaba cuando daba vuelta el cilindro. A esta máquina se la conoce con el Tornillo de Arquímedes, porque se cree que fue inventada por él cuándo estaba en Egipto y la presunción está a su favor. Este gran hombre descubrió poco tiempo después los principios de la parte de la hidráulica, que se llaman hidrostática, cuyo objetivo es el equilibrio del agua y su acción sobre los cuerpos que están en ella sumergidos”.⁶

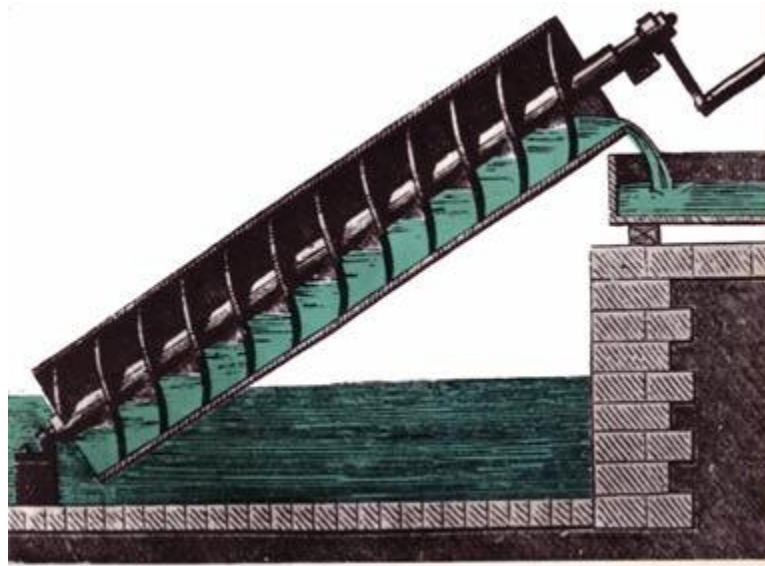


Figura 5. Funcionamiento tornillo de Arquímedes

Fuente: <http://squitel.blogspot.com/2014/08/mas-de-medio-centenar-de-antiguos.html>

El autor Romano, Ingeniero Daniel Czekuj, en su obra “*Aplicaciones de la Ingeniería: Maquinaria Hidráulica*”, manifiesta que: “La rueda de molino movida por agua es una de las aplicaciones de la hidráulica más antigua. En esa aplicación el agua circula libre. Sin embargo, a partir del siglo XVII en que Pascal anunció la Ley de la hidráulica que lleva su nombre, es cuando verdaderamente nació la hidráulica de fluidos encerrados en conductos, para transmitir energía”.⁷

La Ley de Pascal expresa que si tenemos un líquido encerrado en un recipiente, cualquier presión que ejerzamos sobre dicho líquido, se transmitirá íntegramente

⁶Saverien, M. (1775). “*Historia de los progresos del entendimiento humano en las ciencias exactas y en las artes que dependen de ellas a saber*”. Madrid- España. EDICIÓN IMPRENTA DE SANCHA.

⁷ D, Czekuj. (1988). “*Aplicaciones de la Ingeniería: Maquinaria Hidráulica*”. Roma- Italia. EDICIÓN FAO. pág.2-10

sobre todos y cada uno de los puntos del recipiente, actuando particularmente sobre ellos.

El especialista José Roldán; en su obra *Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada*; expresa que: “La hidrodinámica es una parte de la física que estudia las leyes de movimiento y equilibrio de los líquidos y su aplicación práctica”.⁸

Su estudio es importante ya que posibilita analizar las leyes que rigen el movimiento de los líquidos y las técnicas para el mejor aprovechamiento de las aguas.

El Ingeniero Daniel Czekuj, en su obra “*Aplicaciones de la Ingeniería: Maquinaria Hidráulica*”, muestra que para poder comprender el funcionamiento de la hidráulica hay que tener en cuenta dos ideas básicas que son: “Primera: La relación que existe entre velocidad del aparato hidráulico y caudal de la bomba”.⁹

Se observa que si a una bomba de caudal fijo la hace girar más rápido, aumenta la cantidad de aceite que impulsa y el motor que lo recibe gira, por tanto, más rápido. De la misma manera, si en lugar de un motor se tiene un cilindro se observa que el pistón se desplaza con mayor velocidad.

“Segunda.- La relación que existe entre la fuerza del aparato hidráulico y la presión del circuito”.¹⁰ La presión depende de la resistencia o fuerza que se opone al paso del aceite. Cuanto mayor sea la resistencia que se opone el giro de un motor o el avance del pistón de un cilindro, más aumentará la presión en la Instalación.

2.5.1. Tipos de Cilindros Hidráulicos

2.5.1.1 Cilindro hidráulico de simple efecto

El español Groote, define al cilindro Hidráulico de simple efecto, *el pistón en el avance es empujado por el fluido hidráulico y en el retroceso se necesita una fuerza*

⁸Roldán, J. (2007). *Neumática, Hidráulica y electricidad aplicada*. Medellín – Colombia. CENSERVI S.A. pág.129.

⁹D, Czekuj. (1988). “*Aplicaciones de la Ingeniería: Maquinaria Hidráulica*”. Roma- Italia. EDICIÓN FAO. pág. 3

¹⁰D, Czekuj. (1988). “*Aplicaciones de la Ingeniería: Maquinaria Hidráulica*”. Roma- Italia. EDICIÓN FAO. pág. 3

externa proporcionada por un resorte o gravedad. Este tipo de cilindro está limitado a carreras muy cortas, causados por la aglomeración excesiva del muelle, presión adicional para contrarrestar la compresión del resorte; por ende se genera una pérdida de potencia.¹¹



Figura 6. Cilindro hidráulico de simple efecto.

Fuente: (Bastimec, 2014)

2.5.1.2. Cilindro hidráulico de doble efecto

Groote, indica lo siguiente: *“un cilindro hidráulico de doble efecto tiene movimiento de avance y retroceso, formado por el fluido hidráulico y por una válvula direccional. A una misma presión la fuerza de avance y retroceso, son diferentes y a un mismo caudal la velocidad de entrada del vástago es mayor que la de salida”¹².*

¹¹Groote, J. (1986). *Tecnología de Circuitos Hidráulicos*. Barcelona - España: CEAC. pág. 5-6.

¹²Groote, J. (1986). *Tecnología de Circuitos Hidráulicos*. Barcelona - España: CEAC. pág. 100-101

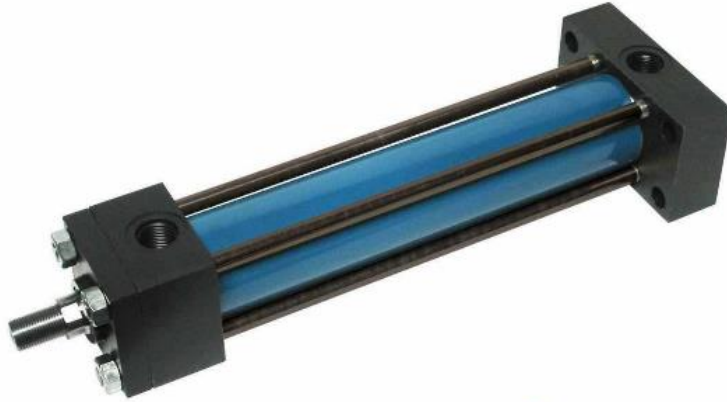


Figura 7. Cilindro hidráulico de doble efecto.

Fuente: (Vizcaya, 2012)

Groote manifiesta que: “un cilindro Hidráulico telescópico tiene aplicaciones muy comunes en grúas, pues contiene en su interior cilindros de menor diámetro y longitudes variables que se desplazan por etapas”. ¹³

2.5.2 Bomba Hidráulica.

El Ingeniero Claudio Mataix; en su obra *Bombas Hidráulicas* indica un concepto básico que expresa lo siguiente:

“Bomba es una máquina que absorbe energía mecánica y restituye al líquido que la atraviesa energía hidráulica. Las bombas se emplean para impulsar toda clase de líquidos (agua, aceites de lubricación, combustibles, ácidos; líquidos alimenticios: cerveza, leche, etc.; estas últimas constituyen el grupo importante de las bombas sanitarias)”. ¹⁴

¹³Groote, J. (1986). *Tecnología de Circuitos Hidráulicos*. Barcelona - España: CEAC. pág. 102-103.

¹⁴Mataix, C. (2006). *Las Bombas Hidráulicas*, Bogotá-Colombia. CEVALLOS. pág. 369.



Figura 8. Bomba Hidráulica

Fuente: Autor

En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud. Es un dispositivo empleado para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases, las bombas son empleadas para gases y vapores y suelen llamarse compresores. Una bomba hidráulica es la encargada de generar una presión, su misión es suministrar fluido a presión de forma constante hacia el circuito. Hay que mencionar que una bomba está destinada a trabajar a presiones altas. En cuanto a las bombas, existen varios tipos como:

2.5.2.1. Bomba de Engranaje

Es importante resaltar el principio de funcionamiento de una bomba de engranaje, para lo cual se menciona lo indicado por el autor de Roma, Ingeniero Daniel Czekuj, en su obra *Aplicaciones de la Ingeniería: Maquinaria Hidráulica*: las especificaciones de esta bomba conforme lo manifiesta, son las siguientes:

“Esta bomba tiene un piñón motriz que arrastra otro piñón idéntico dentro de una carcasa. Los dos piñones giran en sentidos opuestos y las bocas de aspiración y presión que tienen que existir en la carcasa se hacen coincidir

con el punto de engranaje de los piñones. En frente del orificio de aspiración los dientes de los dos piñones se separan creando un vacío que es ocupado por el aceite que llega de trabajo o a través de la boca de presión”.¹⁵



Figura 9. Bomba de Engranaje

Fuente: www.cbs.grundfos.com

La bomba de engranajes más simple consta de dos engranajes rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Cualquier líquido que rellene el espacio existente entre los dientes del engranaje y la carcasa debe seguir junto con los dientes cuando gire el engranaje.

Existen varios tipos de bombas de engranajes. La bomba más simple consta de dos engranajes rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Cualquier líquido que rellene el espacio existente entre los dientes del engranaje y la carcasa debe seguir junto con los dientes cuando gire el engranaje. Cuando los dientes engranen con los dientes del otro, el espacio existente entre los dientes prácticamente desaparece y el líquido atrapado sale despedido de la bomba.

A medida que el engranaje gira y los dientes se desenganchan, volverá a aparecer espacio en el lado de aspiración de la bomba, volviendo a admitir nuevas cantidades de líquido y transportándolo alrededor de la carcasa de la bomba. A medida que el líquido se aleja del lado de aspiración, se crea una presión más baja, que atrae más líquido a través de la línea de aspiración.

¹⁵Czekuj, D. (1988). *Aplicaciones de la Ingeniería: Maquinaria Hidráulica*. Roma- Italia. Edición FAO: pág. 4-5.

La existencia de un gran número de dientes en los engranajes garantiza que el medio que fluye desde la bomba sea homogéneo sin que se produzcan picos importantes de presión. Las bombas de engranajes con un número pequeño de dientes proporcionan un caudal menos homogéneo, ya que existen menos dientes para garantizarlo. Sin embargo, el caudal de la bomba es mayor, ya que la existencia de espacios de mayor tamaño entre los dientes permite el bombeo de una mayor cantidad de fluido.

El español Ingeniero Urbano Domínguez, escritor del libro *Máquinas Hidráulicas*, manifiesta lo siguiente: *“las bombas de engranaje, consisten en dos ruedas dentadas ajustadas a la carcasa de la bomba o estator. Este tipo de bomba nunca girará en seco, ya que al ser muy pequeño el espacio entre esos elementos y la carcasa el propio líquido bombeado actuara como lubricante. Son máquinas reversibles, al hacer girar los engranajes en sentido, y también son máquinas convertibles, pueden funcionar como motores hidráulicos. Hay dos tipos, bomba de engranaje exterior y bomba de engranaje interior”*.¹⁶

Las bombas de engranaje interior poseen un paso algo mayor que las de engranaje exterior para las mismas dimensiones y tienen la ventaja de que el eje de impulsión está dispuesto simétricamente respecto a la carcasa, pero presenta los inconvenientes de que su fabricación es más complicada, son más voluminosas y su altura de carga es menor debido a que la vía de transmisión de las cámaras de trabajo es mucho más corta y por tanto con menor hermeticidad.

2.5.2.3. Bomba de Paletas

Las bombas de paletas tienen un conjunto de aletas con cinemática radial. Las aletas deslizan u oscilan en un cilindro hueco con ranuras radiales en el motor. Estas bombas están constituidas de un rotor de manera cilíndrica, el mismo que impulsa un acumulado de paletas cuando está girando; en cuanto a la carcasa de la bomba, es

¹⁶ Sánchez, U. (2012). *Máquinas Hidráulicas*. Madrid- España. EDICIÓN GAMMA. pág. 175-176.

de forma elíptica, con el fin de que las paletas entren y salgan en el rotor, cuando estas rocen sus extremos en la carcasa.

2.5.2.4. Bomba de Pistones

Genera el movimiento en el mismo a través del movimiento de un pistón. Las bombas de pistones son del tipo bombas volumétricas y se emplean para el movimiento de fluidos a alta presión o fluidos de elevadas viscosidades o densidades.

Cada movimiento del pistón desaloja, en cada movimiento, un mismo volumen de fluido, que equivale al volumen ocupado por el pistón durante la carrera del mismo.

Son el tipo de bombas que brindan un excelente rendimiento, esto debido a que se puede variar el volumen que se bombea en cada revolución creada; en cuanto a su estructura, son mucho más complejas y caras que las anteriormente mencionadas. Los pistones pueden ir colocados en la carcasa de forma radial o axial.

2.6.Válvulas

Son elementos esenciales cuya función es regular el movimiento, o la dirección del sistema, se ocupan de controlar la presión del fluido enviado por la bomba hidráulica.

Consiste en un carrete con dos o más bandas maquinadas que puede moverse dentro de una perforación o cuerpo de válvula. El juego entre las bandas de la válvula de carrete y la perforación en el cuerpo de la válvula de la válvula es sumamente pequeño el ajuste de la alta precisión de la válvula al cuerpo, necesario para impedir filtraciones a presión alta requiere limpieza absoluta para evitar desgastes prematuros. A fin de impedir distorsión del cuerpo de la válvula y atacamientos es necesario dar el torque correcto a todos los pernos al armar. Las válvulas de control del tipo de carrete son válvulas deslizantes. Puesto que el carrete se mueve hacia adelante y hacia atrás que permite que el aceite fluya a través de la válvula o impida su flujo.



Figura 10. Válvula Direccional

Fuente:<http://www.hongdi.com.tw/spa/hydraulic-valves.htm>

El Ingeniero José Roldán en su obra conocida como *Tecnología y Circuitos de Aplicación de Neumática, Hidráulica y Electricidad* expresa que: “Una buena válvula debe diseñarse de manera que sus deformaciones debido a las variaciones de temperatura y de presión, y las dilataciones de las tuberías conectadas, no deformen, el asiento”.¹⁷

2.6.1. Partes de una Válvula

Como partes internas se consideran las piezas internas metálicas desmontables que están en contacto directo con el fluido. Con respecto a las partes de las válvulas el Ingeniero José Roldán en su libro conocido como *Tecnología y Circuitos de Aplicación de Neumática, Hidráulica y Electricidad*, manifiesta lo siguiente: “Las piezas o partes son el vástago, la empaquetadura, el collarín de lubricación, en la empaquetadora, los anillos de guía del vástago, el obturador y el asiento o los asientos”.¹⁸ Tenemos que señalar que el obturador y el asiento constituyen el

¹⁷ Roldán, J. (2012). *Tecnología y Circuitos de Aplicación de Neumática, Hidráulica y Electricidad*. Madrid-España. Ediciones PARANINFO. pág. 43.

¹⁸ Roldán, J. (2012). *Tecnología y Circuitos de Aplicación de Neumática, Hidráulica y Electricidad*. Madrid-España. Ediciones PARANINFO. pág. 44-45.

corazón de la válvula al controlar el caudal, gracias al orificio de paso variable que forma al variar la posición relativa, y que además tiene la misión de cerrar el paso del fluido.

2.6.2. Válvulas de Presión

Las válvulas limitadoras de presión se utilizan, sobre todo, como válvulas de seguridad. No admiten que la presión en el sistema sobrepase el valor al que se programan. En el momento que el valor de presión a la entrada alcanza el fijado como máximo en la válvula, se abre su salida y el fluido pasa al retorno. La válvula permanece abierta hasta que baje la presión del sistema.

2.6.3. Válvulas de cierre o Anti retorno

Este tipo de válvulas tiene como objetivo aguantar el paso del fluido en un solo sentido, mientras que en sentido contrario, el paso es obstruido. Su aplicación es muy común en sistemas de seguridad como elevadores y cañerías de frenos.

2.7. Filtros Hidráulicos

Son dispositivos para separar las partículas o sólidos que se haya en suspensión en el aceite. Puede filtrarse el aceite, en cualquier espacio del sistema. En muchos sistemas hidráulicos, el aceite es filtrado antes de que entre a la válvula de control. Para hacer esto se requiere un filtro más o menos grande que pueda soportar la coacción total de la línea. Ubicado el filtro en la línea de retorno tiene también sus ventajas. Una de las mayores es su habilidad de atrapar materiales que entran al sistema desde los cilindros. El sistema no permitirá que entre suciedad a la bomba. Esto es verdad siempre que no se agreguen elementos extraños al tanque, cualquiera de los dos tipos de filtro en las tuberías debe establecerse con una válvula de derivación.

2.8. Refrigeración

Todo fluido debe ser capaz de absorber el calor excedente del sistema en uno o más puntos donde produce una temperatura excesiva, para posteriormente disiparlos al momento en el que este llega al depósito de almacenaje, al mismo tiempo este

cumple con la función de refrigerador liberando el calor al medio ambiente, una temperatura normal es ideal al momento de contar con un sistema hidráulico.

2.9. Mecanismos

Basándonos en los principios de la mecánica, se representan los mecanismos mediante engranes o ruedas dentadas, que caracterizan el comportamiento y funcionamiento de un mecanismo, observamos que en base a las necesidades del ser humano se van ingeniando nuevas prácticas que mejoran y perfeccionan el procedimiento técnico de un mecanismo, haciéndole un conjunto de articulaciones que mejoran su funcionamiento; una vez revisado lo expuesto se puede recalcar la trascendencia histórica tecnológica que ha tenido para satisfacer las necesidades básicas del ser humano, para la resolución de problemas.

2.9.1. Conceptos de Mecanismo

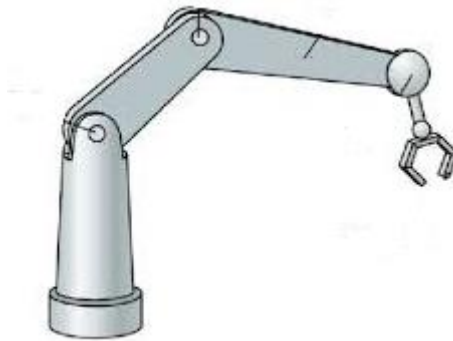


Figura 11. Mecanismos

Fuente: <http://teoriademecanismosymaquinas.blogspot.com/>

Existen varios conceptos a través de los cuales se puede definir a los mecanismos, para un mayor entendimiento se puntualizarán para así entender a profundidad el desarrollo de la investigación, para lo cual se cita lo manifestado en la linkografía del Ingeniero Ramón Ruiz que expresa lo siguiente:

*“Toda máquina compuesta es una combinación de mecanismos, y un mecanismo es una combinación de operadores cuya función es producir, transformar o controlar un movimiento. Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento producido por un elemento motriz (fuerza de entrada) en un movimiento deseado de salida (fuerza de salida) llamado elemento conducido.”*¹⁹

Conforme a lo manifestado se entiende que los mecanismos son una combinación de cuerpos resistentes conectados por medio de articulaciones móviles para formar una cadena cinemática cerrada con un eslabón fijo, y cuyo propósito es transformar el movimiento. Acorde al concepto revisado el mecanismo tiene su origen en el término latino *mecanismoy* se refiere a la totalidad que forman los diversos componentes de un vehículo y que se halla en la disposición propicia para su adecuado funcionamiento. Observamos la trascendencia en el tiempo y la importancia de los mecanismos automotrices; es decir, de ello depende el funcionamiento de un motor y las partes mecánicas de un vehículo.

En la investigación realizada por la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica de Palermo, en su obra *Síntesis de Mecanismos* se manifiesta lo siguiente: *“se llama mecanismo a un sistema de cuerpos creado artificialmente y destinado a transformar el movimiento de uno o varios cuerpos en el movimiento exigido de otros cuerpos”*²⁰. Todo mecanismo se compone de varios cuerpos separados (piezas). En los mecanismos de tipo estacionario algunas piezas son inmóviles y otras se mueven con relación a aquellas. En los mecanismos de tipo móvil, como por ejemplo, el motor del automóvil, se toma condicionalmente como inmóviles aquellas piezas que están unidas solidariamente al marco del automóvil.

Cada pieza móvil o grupo de piezas, que conforman un sistema rígido de cuerpos se denomina eslabón móvil del mecanismo. De esta manera, por ejemplo, la biela de un

¹⁹ Ruiz, R. (2006). *Mecanismos*. Hptt: concurso.cnine.es/ cnine/material107/maq-mecanismos.htm. Cali-Colombia. CEJAROSU.

²⁰ Universidad de Palermo. Facultad de Ingeniería Automotriz. *Síntesis de Mecanismos*. Html. blog.utp.edu.co/adriamec/files/.../CAPITULO-1-conceptos-básicos.pdf.

motor de combustión interna es un eslabón móvil, aunque se componga de varios elementos o piezas: cuerpo de la biela, tapa, casquillos, espárragos, etc.

Todas las piezas inmóviles conforman un solo sistema rígido e inmóvil de cuerpos, llamado eslabón inmóvil o bastidor. Según el ejemplo anterior: el bloque, los apoyos del cigüeñal, etc. conforman el bastidor del motor. De esta manera, en cualquier mecanismo existe un eslabón inmóvil y varios eslabones móviles. La unión de dos cuerpos que se tocan y que permite el mutuo movimiento relativo de ellos se llama par cinemático o junta cinemática.

Dentro de la investigación se manifiesta que “un sistema de eslabones unidos entre sí por medio de pares cinemáticos, se denomina cadena cinemática. Las cadenas cinemáticas son la base de todos los mecanismos. Se puede llamar mecanismo a aquella cadena cinemática, en la cual los eslabones realizan movimientos útiles que cumplen con las necesidades del problema de ingeniería para el que fue creada”.²¹

En la página linkográfica *Área Tecnología* con respecto a la definición de mecanismo expresa que: *“los mecanismos son elementos destinados a transmitir y/o transformar fuerzas y/o movimientos desde un elemento motriz (motor) a un elemento conducido (receptor), con la misión de permitir al ser humano realizar determinados trabajos con mayor comodidad y menor esfuerzo”*.²²

Como se puede observar del concepto señalado el mecanismo es un elemento que permiten modificar una fuerza, una velocidad de entrada o un movimiento de entrada en otros diferentes de salida, son mayoritariamente rígidos, es importante indicar que son capaces de transmitir o comenzar un movimiento.

²¹ Universidad de Palermo. Facultad de Ingeniería Automotriz. Síntesis de Mecanismos. Html. blog.utp.edu.co/adriamec/files/.../CAPITULO-1-conceptos-básicos.pdf.

²²Boletín Área Tecnológica. <http://www.areatecnologia.com/Los-mecanismos.htm>. Linkografía.

2.9.2. Tipos de Mecanismos

Existen dos grupos de mecanismos que son necesarios explicar para un mejor entendimiento del funcionamiento de los mecanismos que se utilizan para el desarrollo del proyecto, los cuales se señalan a continuación:

1. Mecanismos de transmisión del movimiento, son aquellos en los que el elemento motriz (o de entrada) y el elemento conducido (o de salida) tienen el mismo tipo de movimiento.
2. Mecanismos de transformación del movimiento son en los que el elemento motriz y el conducido tienen distinto tipo de movimiento.

2.9.3. Mecanismos de transmisión del movimiento

Como su nombre indica, transmiten el movimiento desde un punto hasta otro distinto, siendo en ambos casos el mismo tipo de movimiento. Tenemos, a su vez, dos tipos:

1. *Mecanismos de transmisión lineal: en este caso, el elemento de entrada y el de salida tienen movimiento lineal.*
2. *Mecanismos de transmisión circular: en este caso, el elemento de entrada y el de salida tienen movimiento circular.*²³

2.9.4 Tipos de mecanismo de transmisión del movimiento

El ingeniero Fernando Mena, en el contenido de su texto *Educación Tecnológica*, manifiesta que existen varios tipos de transmisión del movimiento:

- a) *Palanca: Mecanismo de transmisión lineal.*
- b) *Sistema de poleas: Mecanismo de transmisión lineal.*

²³ Bosch, R. (2005). *Manual de la Técnica del Automóvil*. Alemania. BAUER-PARTNER. 4ta, Edición. pág.1129

- c) *Sistema de poleas con correa. Mecanismo de transmisión circular.*
- d) *Sistema de ruedas de fricción: Mecanismo de transmisión circular.*
- e) *Sistema de engranajes: Mecanismo de transmisión circular.²⁴*

2.9.5. Mecanismos de transformación del movimiento

En ocasiones son necesarios los mecanismos que no solo transmitan el movimiento, sino que también lo transformen de circular a lineal y de lineal a circular, de ello se encargan los movimientos de transformación de movimiento.

Es por ello que es necesario detallar los tipos de mecanismos de transformación a continuación, para tener una noción clara de estudio:

1. Tornillo- Tuerca
2. Piñón - Cremallera
3. Biela- manivela

2.9.6. Grados de libertad

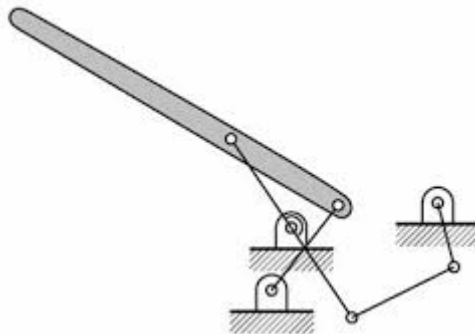


Figura 9. Grados de Libertad

Fuente: <http://www.unioviado.es/DCIF/IMecanica/GestionCortizo/Methodologia/aplicaciones/>

Se entiende como grados de libertad al número mínimo de variables necesarias, para describir la distribución de velocidades, más concretamente, son el número mínimo

²⁴Mena, F. (2005). *Educación Tecnológica*. Santiago de Chile- Chile. LOM- CONCHA Y TORO.

de velocidades generalizadas independientes necesarias para definir el estado cinemático de un mecanismo o sistema mecánico, así también se detallarán algunos de los conceptos básicos que hacen referencia al tema, conforme a lo manifestado por el Ingeniero José San Martín, en su cita Linkografica:

Un cuerpo aislado en el espacio libre de ligaduras, puede desplazarse libremente en un movimiento que se puede descomponer en tres rotaciones y tres traslaciones geométricas independientes, (rotaciones y traslaciones respecto de ejes fijos de un sistema de referencia escogido).

En un mecanismo cada uno de sus componentes, (eslabones del mecanismo) se haya unido a uno o varios eslabones más. Esto supone la restricción de algunos movimientos, se conoce como grados de libertad a los diferentes movimientos independientes, que aun así es posible efectuar.

Se entiende como el número mínimo de velocidades necesarias para caracterizar el estado cinemático de un mecanismo, el número de grados de libertad coincide con el número de ecuaciones necesarias para describir el movimiento.

Se puede calcular en mecanismos, planos cuyo movimiento tiene lugar solo en dos dimensiones, el número de grados de libertad atendiendo el criterio de Grubler-Kutzbach.

2.9.7. Cadena cinemática



Figura 13. Cadena Cinemática Abierta

Al conectar entre sí varios eslabones de tal manera que sea posible el movimiento relativo entre ellos y se proporciona un movimiento de salida controlado en respuesta a un movimiento de entrada, se obtiene una cadena cinemática; si dicha conexión no permite movimiento, se tratará de una estructura.

En la *Guía Práctica de Cinemática y Dinámica* de la Universidad de Oviedo se manifiesta que: “Una cadena cinemática es un conjunto de eslabones cinemáticos unidos por pares cinemáticos elementales; estos pares elementales a través de cierres de forma, cierres de fuerza y cierres de cadena, limitan en su movilidad relativa a los elementos de la cadena.”²⁵

Casi todas las cadenas cinemáticas tienen un eslabón fijo (soporte) que constituye el cierre de la cadena siendo móviles los demás, de los cuales uno o varios son los que reciben el movimiento que se transmite a los restantes. Esto coincide en realidad con el concepto de mecanismo que viene a ser ni más ni menos que una cadena cinemática a la que se ha fijado un eslabón, teniendo todos los demás una movilidad relativa con respecto a él; de donde se deduce que teóricamente de una determinada cadena cinemática se suelen obtener tantos mecanismos distintos como miembros tenga y a medida que sucesivamente se fijando diferentes eslabones. Por otra parte, en cada uno de ellos intervienen una serie de factores variables como pueden ser la clase de movimiento, trayectoria, velocidad, etc.; por lo que, las combinaciones que se pueden llevar a cabo son numerosas.

Es decir, que todo mecanismo es una cadena cinemática; pero con una determinada cadena cinemática cabe la posibilidad de obtener diferentes mecanismos. Dada una cadena cinemática se puede obtener a partir de ella distintos mecanismos, según el eslabón que sea considerado como fijo. Estos mecanismos se llaman inversiones de la cadena.

²⁵ Sierra, J. (2011) *Guía de Prácticas Cinemática y Dinámica de Máquinas*. Madrid- España. EDICIÓN UNIVERSIDAD DE OVIEDO.

2.10. Función del recolector de basura

Un recolector de basura es un mecanismo diseñado especialmente para recoger pequeñas cantidades de desechos y trasladarlos a un lugar donde puedan almacenarlos y reciclarlos. También puede ofrecer la función de comprimir los desechos para conseguir una mayor capacidad de almacenado.

La función del recolector de basura es recoger y verter dentro del vehículo de aseo todos los materiales almacenados dentro de los tachos o canecas que normalmente utilizan tanto las empresas como particulares para depositar la basura.



Figura 14. Recolector de Basura Hidráulico

Fuente http://bud-tv.com/videopage/on/BQNvOY_Hudo.html

2.10.1. Estructura

La estructura del mecanismo está hecha de acero el cual ayuda a que no exista un deterioro prematuro en el recolector, gracias a que la basura es un agente oxidante y si no se tiene en cuenta este principal aspecto, a futuro existirá un problema de destrucción del mecanismo.

2.10.2. Sistema de volteo

El equipo viene compuesto por un mecanismo de sistema de volteo, que es utilizado para el respectivo vaciado en el depósito de recolección de desechos, y uno de los más importantes competentes del vehículo recolector de basura, por la función hidráulica que cumple, es por ello, la importancia de mencionar su utilización dentro de la ejecución del proyecto práctico.

2.10.3. Instalación hidráulica

El equipo cuenta con una bomba hidráulica de engranajes accionada por una toma de fuerza acoplada al cigüeñal del motor. La toma de fuerza es accionada desde la cabina del vehículo. El depósito de fluido hidráulico con sistema de succión con tapa.

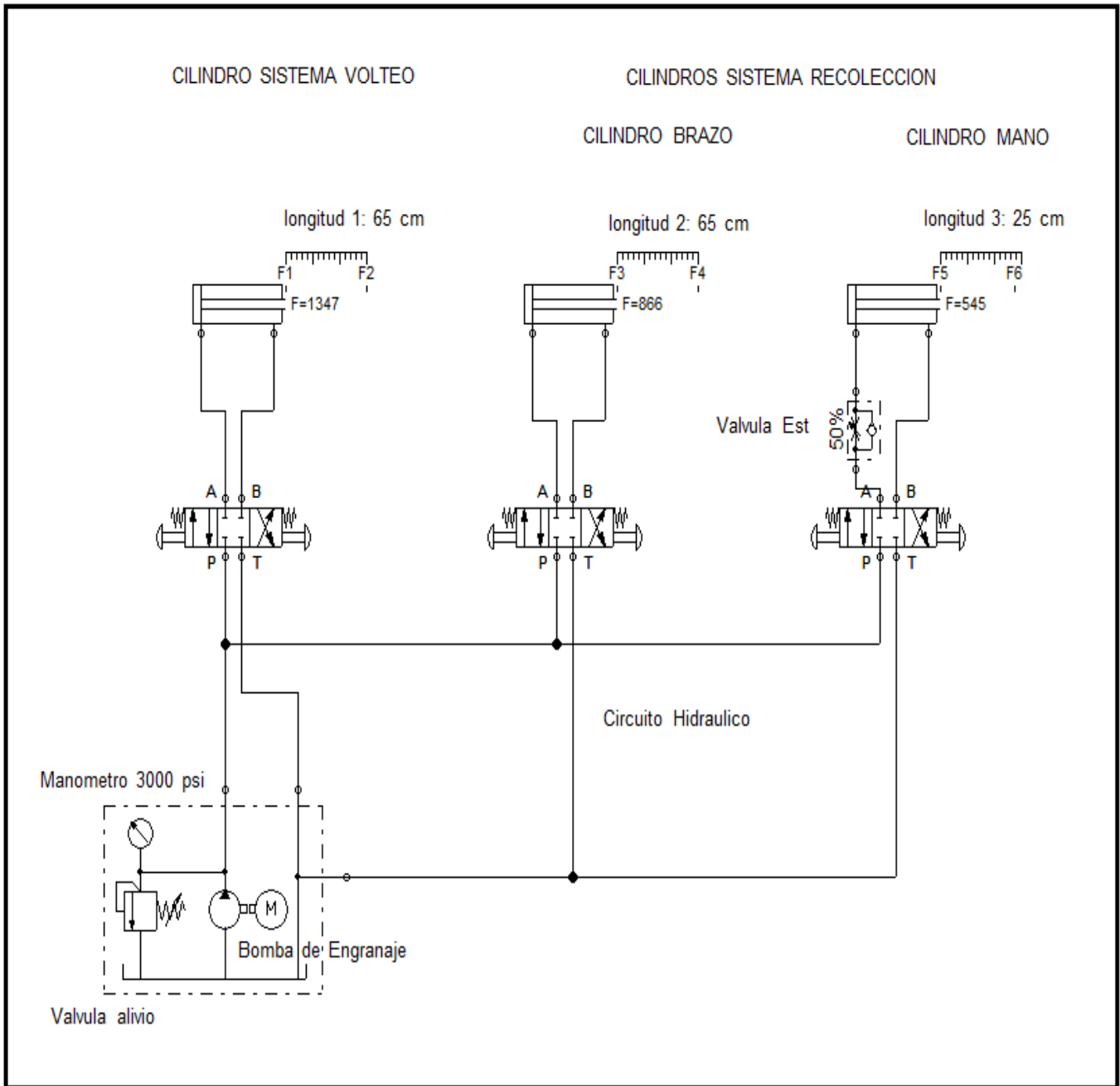


Figura 15. Instalación Hidráulica

Fuente: autor Festofluidsim

CAPÍTULO III

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Se procede a la definición del tipo de investigación a la cual se recurre en este caso, por lo que se utilizará la investigación práctico-tecnológica tomando en cuenta los principios físicos que rigen el funcionamiento de bombas, válvulas, cilindros, tuberías hidráulicas y por ende a la investigación bibliográfica en donde se basarán las afirmaciones, analizando los distintos sistemas tecnológicos.

3.1.2. Investigación documental

Esta investigación debe ser necesariamente documental bibliográfica porque se refiere a conocimientos amplios que sirvieron como medios de consulta, mediante diferentes tipos de documentos como: los libros, revistas, catálogos, videos, folletos, manuales e internet, por la esencia misma de la investigación; adicional se observa que es necesaria la utilización de mecanismos e hidráulica, se necesita una amplia recolección de investigación, la información recopilada se presentará en el marco teórico que servirá de guía para comprender el funcionamiento del vehículo recolector de desechos, además se adjuntará una ficha técnica para que sea más fácil su uso práctico y su correcta utilización.

3.1.3. Investigación tecnológica

No conforme con un conocimiento empírico, se inculca el carácter tecnológico porque se realizarán investigaciones acerca de máquinas recolectoras, utilizando medios como páginas web y con la ayuda de la información que proporcionan los fabricantes de maquinaria caminera. El proyecto ejecutado forma un proceso de enseñanza-

accesorio, articulando los métodos investigativos infundidos por los docentes de la carrera.

3.2. Métodos

Se utilizaron los siguientes métodos para alcanzar los objetivos propuestos en la investigación.

3.2.1. Método analítico.

Se utiliza el método analítico en esta investigación para poder realizar la separación de un todo, alterándolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se asimila para comprender su esencia. Este método permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: exponer, hacer semejanzas, entender mejor su conducta y crear nuevas hipótesis.

Este método permitirá crear criterios que delimiten el alcance del problema en función a las causas y efectos para llevar a cabo la respectiva investigación.

Se ampliará y profundizará para determinar las causas, como las consecuencias y posibles soluciones al problema propuesto

3.2.2. Método sintético

El método sintético es un proceso de razonamiento lógico que tiende a enmendar un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión ordenada y breve, en resumen. En otras palabras, la síntesis es un procedimiento mental que tiene como meta la comprensión cabal de la esencia de lo que ya se conoce en todas sus partes y características.

Este método se aplicará para entender el análisis de los procesos y mecanismos que requiere la elaboración de una máquina recolectora de desechos.

3.2.3. Método empírico

Se utilizará este método en la construcción de una máquina recolectora de desechos.

3.2.4. Recolección de información

Elaborado cuidadosamente para la comprensión y en favor de los estudiantes, docentes o personas en general que lo requieran.

Los medios utilizados son los siguientes:

- Libros
- Manuales originales del dispositivo
- Catálogos
- Internet
- Videos

3.2.5. Inductivo – deductivo

El método ayudará a comprender y examinar los resultados generados en las diferentes pruebas de ensayo de la adaptación del vehículo recolector de basura, para esto, se utilizaron los instrumentos técnicos de los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, los resultados se muestran en la ejecución práctica del proyecto.

3.2.6. Sintético

Se procederá a sintetizar toda la indagación textual, sin que su contenido se vea perjudicado, conservando así su calidad e información tecnológica y práctica.

3.3. Instrumentos y Técnicas

Las técnicas de investigación que se usarán serán las siguientes

3.3.1. Bibliográfica

Revistas, manuales, textos, videos, páginas web, documentales, entre otros, que tengan relación con el tema serán utilizados para realizar una correcta investigación, buscando fuentes actualizadas y confiables.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1.- INTRODUCCIÓN

Se pretende implementar un sistema de recolección de basura, en un vehículo marca Chevrolet Silverado, con una capacidad de carga de 2.5 toneladas, que se acondicionará con un sistema hidráulico el cual servirá de ayuda al momento de almacenar los desechos de la Institución; la manera para lograr la ejecución de esta propuesta será trabajar en la construcción y desarrollo práctico del proyecto, en colaboración de la Institución y cumpliendo con todas las exigencias de la Facultad, entregando el instructivo práctico de funcionamiento, en el que se responderá inquietudes con respecto a su uso.

En la actualidad, en la Universidad Técnica del Norte, existen una serie de acontecimientos negativos relacionados con la recolección de desechos, en lo referente al tiempo que invierten los trabajadores, para poder recogerlos en virtud de la extensión que tiene el campus universitario, como se ha podido constatar, dentro la Institución la mayoría de complicaciones en lo que respecta a recolección de basura lo maneja a través de la mano de obra, bajo un control que lleva el personal administrativo, por desconocer de los últimos avances técnicos que brinda una coyuntura para poder realizar instrumentos tecnológicos que permita desarrollar beneficios incalculables.

Instrumento técnico y flexible, que servirá para cubrir las necesidades de empleadores y trabajadores, un sistema eficaz que ayuda a descongestionar los procedimientos, mostrando sus principales características que respondan a las necesidades del sector, creando un buen ambiente de trabajo excepcional, que incentive la actualización tecnológica, acorde a los nuevos tiempos, es por ello, que se van a obtener todos los conocimientos necesarios para esta práctica.

4.2. Especificación técnica del vehículo



Figura 16. Chevrolet Silverado año 1983

Fuente: auto pasión.com

En 1978, Chevrolet, introdujo el primer motor 305 de 8 cilindros en V. Para este proyecto, se utiliza un vehículo Chevrolet Silverado año 1983, alimentado por combustible a gasolina, cuenta con un motor de 160hp(5.0 litros), y una capacidad de carga de 2.5 toneladas.

$P_{max} = 2.5 \text{ ton}; 24.517 \text{ KN.}$

El cilindro del sistema de volteo funciona sin ningún problema para la capacidad de carga máxima del vehículo, y al mismo tiempo funcionará perfectamente en el sistema de recolección, motivo por el cual seleccionamos los componentes que a continuación se detalla

4.3. Selección de la bomba hidráulica



Figura 17. Bomba engranajes

Fuente: autor

Con toda la información obtenida anteriormente, se confirma que la presión máxima requerida es de 200 bares (2900psi), tomando en cuenta la sumatoria de toda la fuerza solicitada por los cilindros hidráulicos, cabe recalcar que todos no funcionarán al mismo tiempo, pero resulta más factible utilizar una bomba sobre dimensionada y también se debe discurrir las pérdidas a lo largo de los elementos del sistema; pues el fluido obligatoriamente tiene que circular desde el depósito hasta llegar a los cilindros.

Cilindro 1	13.47 N/mm ²	134 bares
Cilindro 2	8.66 N/mm ²	86 bares
Cilindro 3	5.45 N/mm ²	54 bares
Sumatoria total:		274 bares

Puesto que las dimensiones no son excesivamente grandes, se considera un 5% de pérdidas a lo largo de su trayectoria.

Para hallar el caudal necesario de la bomba, se procede a indagar la velocidad promedio de desplazamiento de émbolo, y según catálogos se toma como dato una velocidad de 10mm/s

Con todos estos datos, se calcula el volumen que brinda la bomba

$$V \text{ bomba} = \frac{V \text{ ds } A \text{ émb}}{n}$$

ECUACION 4:

FUENTE (Vizcaya, 2012)

Donde.

ds = velocidad de desplazamiento 10mm/s = 60 cm/min

A émb = área del émbolo 58.6 cm^2

n= revoluciones de la bomba (1200rev./min)

Entonces.

$$V \text{ bomba} = \frac{60 \times 58.6}{1200} = 2.93 \text{ cm}^3$$

Q bomba = V bomba (n)

Q bomba = V bomba (n) = $2.93 \times 1200 = 3.5 \text{ lit/min}$

El caudal mínimo para un cilindro es 3.5 lit/min (3 cilindros) = 10.54lit/min.

Se recurrirá a una bomba de 13 lit/min, y que al momento de trabajar no sea forzada y no utilizar toda su capacidad, sino un 80% con la finalidad de alargar su vida útil.

Con estos datos como referencia se puede especificar la bomba necesaria:

Trabajo es de 13 lit/min

Rpm 1200

Bares 200 (2900psi)

4.4. Selección de Cilindros Hidráulicos

Se asumirá la fuerza ideal de cada uno de los cilindros, cabe recalcar que existe un sobredimensionamiento en la fuerza que ejercen los cilindros hidráulicos, con la finalidad que el mecanismo tenga una mayor vida útil y sin daños prematuros, por la utilización de cilindros de presión igual al trabajo a realizar.

FUERZA KN

Cilindro	Cilindro	Cilindro
1.Sistema de volteo	2. Brazo elevador	3.Mano de sujeción
42 KN	27KN	17KN

Al momento de dimensionar los elementos se toma en cuenta una fuerza mayor de trabajo ideal:

- Presión de trabajo ideal de 200 bares (2900 psi)

- Con una fuerza máxima del pistón #1 es 42 KN.
- Presión de trabajo ideal= 200 bares: 20N/mm.

4.4.1. Cálculos cilindro 1

Se calcula el diámetro del émbolo mínimo, utilizando la fórmula fuerza máxima.

$$P \text{ máx} = \frac{F \text{ máx}}{A \text{ émb}}$$

ECUACION 5:

FUENTE (Budynas, 2009)

Entonces el área del émbolo será:

$$A \text{ cilindro} = \frac{F \text{ máx}}{P \text{ máx}} = \frac{42000N}{20N/mm^2} = 2100 \text{ mm}^2$$

$$A \text{ cilindro} = \frac{\pi (\text{émbolo})^2}{4}$$

ECUACION 6:

FUENTE(Bastimec, 2014)

$$d \text{ émbolo} = \sqrt{\frac{4(A \text{ émbolo})}{\pi}}$$

ECUACION 7:

FUENTE(Vizcaya, 2012)

Remplazando:

$$A \text{ cilindro} = \frac{\pi (\text{émbolo})^2}{4}$$

$$d \text{ émbolo} = \sqrt{\frac{4(A \text{ émbolo})}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(2100)}{\pi}} = 51mm$$

Se consigue en un diámetro mínimo de 51mm;

Asumimos el valor del vástago y se verifica el pandeo en función del diámetro.

Y el diámetro del vástago para el primer cálculo es de 20mm

A continuación verifica el pandeo, utilizando la fuerza máxima que se aplica en el cilindro

$$\text{Fuerza pandeo } F_p = \frac{\pi^2 E I}{L p^2 S}$$

ECUACION 8:

FUENTE(Czekaj, 2010)

Donde:

I	inercia de un perfil circular = $\pi r^4/4 = \pi d^4/64 = \pi(20)^4/64 = 7854$ mm^4
E	$2,1 \times 10^5$ N/mm ² Modulo de elasticidad del acero en cilindros hidráulicos
S	5 Factor de seguridad
Lp	2Lv longitud de pandeo $2L_v = 2(510) = 1020$ mm

Se debe cumplir la ley que dice:

la F pandeo \geq F máxima que se aplica al cilindro.

$$F_p = \frac{\pi^2 E I}{L_p^2 S}$$

$$F_p = \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \times 10^5 \cdot (7854)}{(1020)^2 \cdot 5} = 31.29 \text{ KN}$$

En la fórmula utilizada se debe cumplir que la fuerza de pandeo sea mayor o igual que la fuerza a la que se actúa en el cilindro. Con los valores obtenidos anteriormente, se comprueba que el pistón hidráulico fallaría, con este análisis se procede a dar el valor real del vástago del cilindro hidráulico.

Por ende cambia la inercia $= \pi d^4/64 = \pi(40)^4/64 = 125663$ mm⁴

$$F_p = \frac{\pi^2 2.1 \times 10^5 (125663)}{(1020)^2 \cdot 5} = 51 \text{ KN}$$

Fuerza de pandeo = 51 KN

FUERZA MÁXIMA DEL CILINDRO = 42KN

A continuación, se calcula la presión real de trabajo, utilizando la fuerza máxima que se aplica al cilindro y el área del émbolo.

$$P = \text{real} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{embolo}}}$$

ECUACION 9:

FUENTE(Bastimec, 2014)

Entonces:

$$\frac{42000N}{\pi(63)^2/4} = 13.47 \text{ N/mm}^2$$

La presión real del trabajo 13.47 N/mm^2

Presión ideal del sistema 20 N/mm^2 .

Por este motivo se debe instalar una válvula limitadora de presión de 6.53 N/mm^2

4.4.2. Cálculo del cilindro 2

Se calcula el diámetro del émbolo mínimo, utilizando la fórmula máxima.

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{\pi (\text{émbolo})^2}{4}$$

ECUACION 10: FUENTE(Bastimec, 2014)

Entonces el área del émbolo será:

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{F_{\text{máx}}}{P_{\text{máx}}} = \frac{27000N}{20N/mm^2} = 1350 \text{ mm}^2$$

Remplazando:

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{\pi (\text{émbolo})^2}{4}$$

$$d_{\text{émbolo}} = \sqrt{\frac{4(A_{\text{émbolo}})}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(1350)}{\pi}} = 41.5 \text{ mm}$$

Se consigue en un diámetro mínimo de 41.5mm;

Asumimos el valor del vástago y se verifica el pandeo en función del diámetro

Y el diámetro del vástago para el primer cálculo es de 15mm

A continuación se verifica el pandeo, utilizando la fuerza máxima que se aplica en el cilindro

Existe un valor de carga crítica que genera fallo por pandeo

$$F_{\text{pandeo}} = \frac{\pi^2 E I}{L p^2 S}$$

Donde:

I	inercia de un perfil circular = $\pi r^4/4 = \pi d^4/64 = \pi(15)^4/64 = 1485mm^4$
E	$2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ Modulo de elasticidad del acero en cilindros hidráulicos
S	5 Factor de seguridad
Lp	2Lv longitud de pandeo $2Lv=2(510) = 1020 \text{ mm}$

$$F_p = \frac{\pi^2 E I}{L_p^2 S}$$

$$F_p = \frac{\pi^2 2.1 \times 10^5 (2485)}{(1020)^2 \cdot 5} = 9.9 \text{ KN}$$

En la fórmula utilizada se debe cumplir que la fuerza de pandeo sea mayor o igual que la fuerza a la que se actúa en el cilindro. Con los valores obtenidos anteriormente, se comprueba que el pistón hidráulico fallaría, con este análisis se procede a dar el valor real del vástago del cilindro hidráulico.

Por ende cambia la inercia = $\pi d^4/64 = \pi(40)^4/64 = 125663 \text{ mm}^4$

$$F_p = \frac{\pi^2 2.1 \times 10^5 (125663)}{(1020)^2 \cdot 5} = 51 \text{ KN}$$

Fuerza de pandeo = 51 KN

FUERZA MÁXIMA DEL CILINDRO = 27KN

A continuación, se calcula la presión real de trabajo, utilizando la fuerza máxima que se aplica al cilindro y el área del émbolo.

$$P = \text{real} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{embolo}}} = \frac{27000N}{\pi(63)^2/4} = 8.66 \text{ N/mm}^2$$

La presión real del trabajo 8.66 N/mm^2

Presión ideal del sistema 20 N/mm^2 .

Es por eso que se debe instalar una válvula limitadora de presión de 11.33 N/mm^2 (36 bares).

4.4.3. Cálculo de cilindro 3

Se calcula el diámetro del émbolo mínimo, utilizando la fórmula fuerza máxima.

$$P_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{emb}}}$$

Entonces, el área del émbolo será:

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{F_{\text{max}}}{P_{\text{max}}} = \frac{17000N}{20N \text{ mm}^2} = 850 \text{ mm}^2$$

Reemplazando =

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{\pi(d_{\text{embolo}})^2}{4}$$

$$d \text{ embolo} = \sqrt{\frac{4(A \text{ embolo})}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(1380)}{\pi}} = 32.9 \text{ mm}$$

Se consigue en un diámetro mínimo de 32.9mm;

Se asume el valor del vástago y se verifica el pandeo en función del diámetro.

Y el diámetro del vástago para el primer cálculo es de 8mm

A continuación, se verifica el pandeo, utilizando la fuerza máxima que se aplica al cilindro.

Se debe cumplir la ley que dice: la F pandeo \geq F máxima que se aplica al cilindro.

$$\text{Entonces: } F \text{ pandeo} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{Lp^2 \cdot S}$$

Dónde:

I	inercia de un perfil circular = $\pi r^4/4 = \pi d^4/64 = \pi(8)^4/64 = 201 \text{ mm}^4$
E	$2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ Modulo de elasticidad del acero en cilindros hidráulicos
S	5 Factor de seguridad
Lp	$2L_v$ longitud de pandeo $2L_v = 2(170) = 340 \text{ mm}$

$$F \text{ pandeo} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{Lp^2 \cdot S}$$

$$F \text{ pandeo} = \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \times 10^5 (201)}{(340)^2 \cdot 5} = 7.2 \text{ KN}$$

En la fórmula utilizada se debe cumplir que la fuerza de pandeo sea mayor o igual que la fuerza a la que se actúa en el cilindro. Con los valores obtenidos anteriormente, se comprueba que el pistón hidráulico fallaría, con este análisis se procede a dar el valor real del vástago del cilindro hidráulico.

Entonces, cambia la inercia $\pi(d)^4/64=\pi(20)^4/64= 7850mm^4$.

Remplazando este valor:

$$F \text{ pandeo} = \frac{\pi^2 2.1 \times 10^5 (7850)}{(340)^2 \cdot 5} = 28 \text{KN}$$

Fuerza de pandeo = 28KN

Fuerza máxima del cilindro = 17 KN

A continuación se calcula la presión real de trabajo utilizando la fuerza máxima que se aplica al cilindro y el área del émbolo.

$$P \text{ real} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{embolo}}} = \frac{17000N}{\pi(63)^2/4} = 5.45 \text{ N/mm}^2$$

La presión real del trabajo 5.45 N/mm^2

Presión ideal del sistema 20 N/mm^2 .

Es por eso que se debe instalar una válvula limitadora de presión de 14.5 N/mm^2 (145 bares).

4.5. Depósito de aceites

Para tener el depósito del fluido hidráulico ideal, se debe relacionar el tiempo de espera del aceite de retorno y el caudal de la bomba.

$V \text{ depósito} = k \cdot Q \text{ bomba}$

Ecuación

$V \text{ depósito} = 2 \text{ min} \cdot 13 \text{ lit/min}$

$V \text{ depósito} = 26 \text{ litros}$

4.6. Selección del fluido hidráulico

El fluido hidráulico se determina basándose de acuerdo a los requerimientos de los componentes hidráulicos, puesto que los fabricantes recomiendan un tipo de fluido que mejora su trabajo, evitando daños futuros y cumpliendo con las normas de calidad. Con un análisis completo del trabajo a realizar, su propósito, su temperatura, y todo lo referente a su diseño.

Se procura con una buena selección de fluido que el sistema sea eficiente en su funcionamiento.

El fluido hidráulico posee características como: viscosidad, temperatura de trabajo, protección contra el óxido, corrosión y desgaste de partes móviles, se procede a utilizar un fluido hidráulico marca Ac delco dextron iii mercon, que cumple con todas las características requeridas al momento de operar el sistema

4.7. Cálculo de conductos hidráulicos

Los conductos de un circuito hidráulico se establecen en función de principios como: presión, caudal, perdidas de carga, algunas de estas variables vienen determinadas por el fabricante.

Se calcula el diámetro de las mangueras de presión.

$$\text{Diámetro ideal} = \sqrt{\frac{32 vLV}{gPc}}$$

ECUACION 11:

FUENTE(Vizcaya, 2012)

Donde:

32	Constante factores de flujo laminar
v	Viscosidad dinámica del aceite SAE 10W a 99°C Ac delco dextron III mercon
L	longitud de la cañería
V	Velocidad de desplazamiento.
G	Gravedad
PC	Pérdida de carga de 20%

Entonces:

$$\text{Diámetro ideal} = \sqrt{\frac{32vLV}{gPc}}$$

$$\text{Diámetro ideal} = \sqrt{\frac{32(4,1 \times 10^{-4})(2)(0,011)}{9,8(0,2)}} = 0,012m = 12mm$$

4.8. Estructura

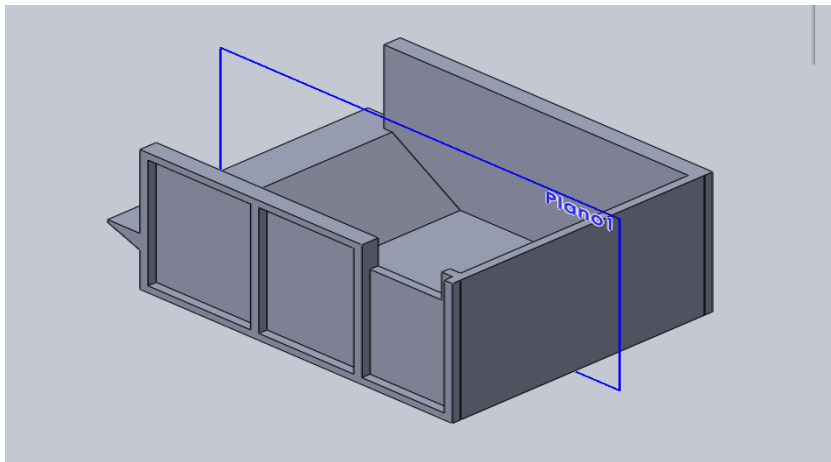


Figura 18. Diseño solidworks

Fuente: autor

La estructura se diseñada en solidworks mediante un plano exacto de sus dimensiones, a continuación se procede a realizar la respectiva estructura con materiales de hierro, que fueron cortadas, pulidas, maquinadas, para ir de a poco visualizando lo que está plasmado en el plano.

4.9. Construcción de la estructura

Para la construcción de la estructura del sistema de volteo se utiliza tubo cuadrado de 2"x 2.5 mm, el cual, se usa como esqueleto del sistema de volteo, se da forma y tomando en cuenta la dimensión del chasis del vehículo, y asumiendo referencia sobre las medidas del contenedor de basura donde se aloja todo el material recolectado. Conociendo las medidas ideales del recipiente de almacenamiento,

ubicado en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, con ello inicia la elaboración del esqueleto, estructura o cimiento práctico de nuestro planteamiento, que de manera técnica se han considerado las siguientes medidas.

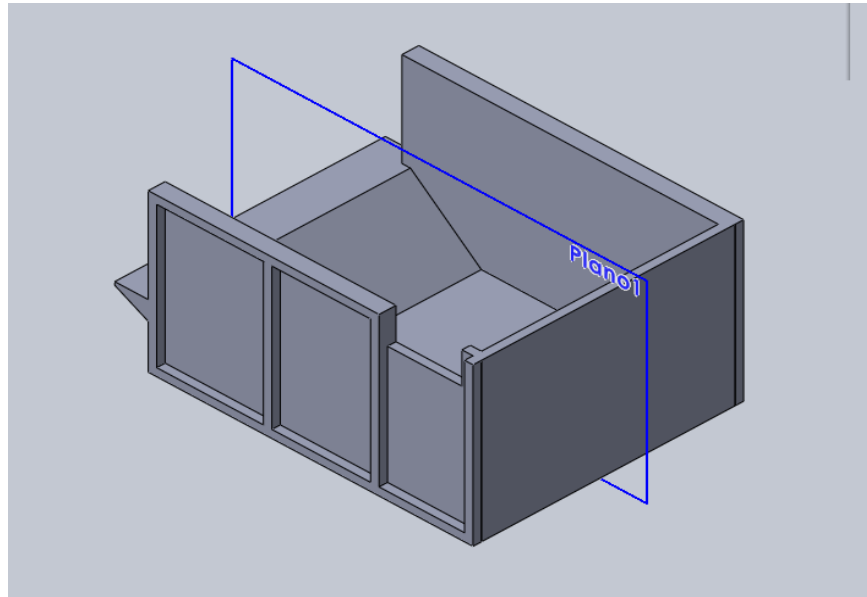


Figura 19. Diseño estructura metálica solidworks

Fuente: autor

Longitud 190cm= 1.9m

Base 150cm= 1.5m

Altura 100cm = 1m

$$v = a . b . h$$

Dónde:

v	volumen
a	longitud
b	base
h	altura

$$v = 1.9m . 1.5m . 1m = 2.63 m^3$$

4.10. Análisis de la estructura metálica

Para la implementación del vehículo recolector de basura, con sus respectivas especificaciones y dimensiones, se desarrolla con el fin de facilitar el trabajo del personal de limpieza de la Universidad Técnica del Norte, mediante la construcción de un vehículo para recolectar desechos para UTN, con un funcionamiento y una utilidad en beneficio del campus.

La estructura metálica tiene fijado sus puntos de aplicación de carga que se encuentran lo más alineado posible. El cilindro hidráulico debe soportar estas cargas y las bases de sujeción lo soportara el bastidor de vehículo, se debe tener espacio para alojar un brazo hidráulico con la finalidad de ubicar los desechos en el interior de la estructura, sin ejercer fuerzas excesivas que dañen al sistema.

La constitución de la estructura metálica, tiene el propósito fundamental de lograr una estructura sólida y económica, la que debe cumplir con los requerimientos de función, habilidad y estética. Tiene la capacidad de resistir cargas sin que existan deformaciones excesivas; por ello, la estructura transmite las fuerzas de un punto al otro en el espacio resistiendo su aplicación sin perder la estabilidad. Tiene la función de soportar el peso de los objetos sobre ella; y contener objetos en el interior de la misma.

Cuando hay dos o más fuerzas que son aplicadas sobre los cuerpos aparecen en ellos tensiones internas que tienden a deformarse, estas tensiones se las conoce como esfuerzos.

4.11. Cortes utilizados en la estructura



Figura 20. Cortes Estructura Metálica

Fuente: autor

Se realiza una estructura metálica para soportar grandes fuerzas al momento de funcionar los cilindros hidráulicos. Con todas las dimensiones específicas se realizan los cortes a ser utilizados para el montaje de la estructura metálica; se elaboran cortes regulares a todas las piezas para evitar que las tensiones o transformaciones de origen térmico producidas por la soldadura no causen perjuicio alguno al acero. Los relieves formados por los cortes y las irregularidades que se generaron en los bordes se eliminaron mediante el cepillado y esmerilado fino, también se excluyeron los ángulos sin las aristas vivas redondeando con el mayor radio posible para que al futuro no sufra fisuras internas.

4.12. Proceso de soldado



Figura 21. Proceso de Soldado

Fuente: autor

La soldadura que se utiliza dentro de nuestro proyecto es la soldadura por arco eléctrico, la energía producida que se obtiene por medio del calor generado por el arco eléctrico que se forma en el hierro comprendido de los metales a soldar y la varilla que sirve como electrodo, el electrodo también provee al material de aporte, el que con el arco eléctrico se funde, realizando así la unión de las piezas este proceso generará una temperatura superior de 5500°C. Obteniendo las medidas pertinentes para elaborar el contenedor de basura, con los valores antes mencionados, una vez

elaborado el diseño se da inicio a la construcción del proyecto, soldando los tubos cuadrados a una distancia de 0.5 m de espacio realizando un soporte fuerte y resistente en la parte inferior del contenedor, el cual servirá como un soporte para ubicar el cilindro hidráulico

Se procede a soldar los travesaños en cada esquina del contenedor y con una medida de 0.6m de intervalo entre estos pilares, se sueldan los refuerzos utilizando una soldadura número E7018 con soldadura eléctrica.

El diseño de este contenedor tiene la particularidad de tener una elevación de 0.40cm desde la base del chasis, para tener una elevación de volteo más alta con la finalidad de igualar al contenedor de almacenamiento de la institución.

Con la finalidad de que ingrese el basurero por la parte superior del mismo, se elabora un corte, sacrificando capacidad de carga pero obteniendo a cambio una automatización en la descarga, ideal para un trabajo menos sacrificado. Se realiza una inclinación de 45 grados en la parte del eje del contenedor para poder alcanzar la medida ideal al momento de descargar los desechos, logrando alcanzar la medida ideal, pero sacrificando capacidad de carga volumétrica, reduciendo un 20% de almacenaje de desechos, como se muestra en la fig.

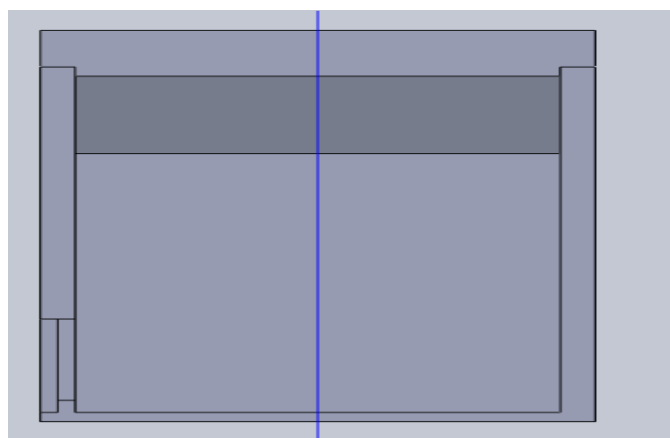


Figura 22. Diseño estructura metálica vista superior solidworks

Una vez diseñado la estructura analizado medidas y comparando con las reales del vehículo se procede al respectivo ensamble, verificando que el contenedor esté totalmente estructurado y con un trabajo óptimo, se realiza el recubrimiento del contenedor, con las láminas de tol antes mencionadas, y su respectivo ensamblaje que servirá como un soporte más al contenedor y añadiendo más cantidad de peso muerto en el sistema.

4.13. Plancha base



Figura 23. Plancha base

Fuente: autor

Se usan 4 planchas de hierro de 3mm de espesor que servirán de base para el contenedor de basura que alojará los desechos y al mismo tiempo evitará que se derrame por motivos del movimiento producido por la camioneta transportadora, la plancha de hierro fundido dándole las siguientes medidas una longitud de 2m, un ancho de 1.40 y su altura 1m; cabe mencionar que se realizan estas dimensiones

por la posibilidad que presta la camioneta de movilización, con la finalidad de acumular la mayor cantidad de desechos en el contenedor y así soportar todo el peso con el fin de que no sufra vibraciones, ni movimientos bruscos que puedan dañar tanto al sistema de volteo, como también al chasis del vehículo; la plancha base es reforzada con sujetadores tipo “L” que ayudan a soportar mayor cantidad de cargas críticas que causa el sistema de volteo y las vibraciones generadas por el movimiento al momento de estar circulando por las calles de la institución.

4.14. Armado estructura metálica



Figura 24. Armado Estructura

Fuente: autor

Luego de realizar los cortes necesarios para el armado de la estructura metálica se realiza el maquinado en el extremo del contenedor para poder ensamblar las partes del sistema de volteo y con esto lograr una soldadura homogénea , para a futuro no tener problemas de sujeción, posteriormente se utiliza una soldadura de arco eléctrico con electrodos de revestimiento E6011, comenzando a unir las bases que

servirán de soporte para toda la estructura a ensamblarse y esta se encuentra formada por cuatro refuerzos horizontales del mismo tipo, los cuales sirven de base para el cilindro hidráulico y también para el piso de la estructura.

De la base principal se levantan cuatro pilares los cuales proporcionan la altura requerida de un metro y soportar el peso de la estructura soldada a ellas. Sobre los pilares se unen nuevamente cuatro perfiles que forman otro rectángulo mayor denominado base superior. Entre las bases principal y secundaria de la estructura metálica se instala una escuadra cuadrada para asegurar la estabilidad y refuerzo de los pilares.

4.15. Proceso de pintura



Figura 25. Proceso de pintura

Fuente: autor

El proceso de pintura, tiene como propósito evitar que los componentes metálicos sufran oxidación al momento de estar en contacto con el medio ambiente, se procede a un lijado completo de toda la estructura metálica para eliminar relieve de la soldadura y poder tener una superficie libre de impurezas y lo más plana posible, se empleó un protector anticorrosivo el cual se centra en aislar la acción del agua y el oxígeno manteniendo así protegida la estructura después del secado que fue de un tiempo máximo de treinta minutos, luego se procede a masillar las partes que se encontraban con deformaciones, posteriormente se da una primera capa de pintura utilizando una base color blanco dejando secar por un tiempo de sesenta minutos, llegando así a dar tres capas de pintura, generando así un acabado estético.

4.16. Elaboración del brazo recogedor de basura

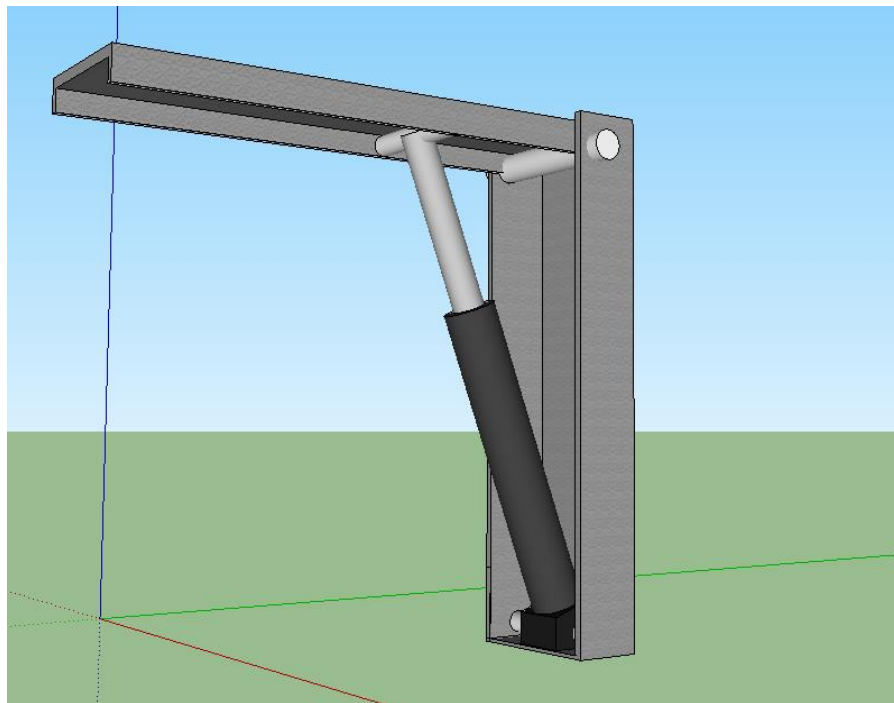


Figura 26. Brazo recogedor

Fuente: autor

Se revisa fuentes de información sobre recolectores automatizados de basura y se procede a la elaboración de un brazo recolector mediante la adquisición de ángulo de $\frac{3}{4}$ para la construcción de este elemento, se fabrica una base resistente que irá sujeta al chasis del vehículo, con la finalidad de alojar el brazo que necesita obligatoriamente tener una parte fija para poder efectuar el movimiento necesario. Se realiza un soporte con una medida de 1m; el cual servirá para instalar el cilindro y obtener así un movimiento automatizado.



Figura 27. Brazo recogedor

Fuente: autor

Consecutivamente se junta el brazo articulado al soporte con un metro de longitud y se instala el cilindro hidráulico al brazo articulado para obtener el movimiento deseado, se realizan mediciones pertinentes con el afán de un trabajo ideal al momento de su funcionamiento, el brazo recolector desarrolla un trabajo semicircular que ayuda a trasladar el recipiente de basura desde la calzada hasta el contenedor de la camioneta, llegando a una altura de 2m.



Figura 28. Brazo recogedor

Fuente: autor

4.17.Elaboración de la mano hidráulica

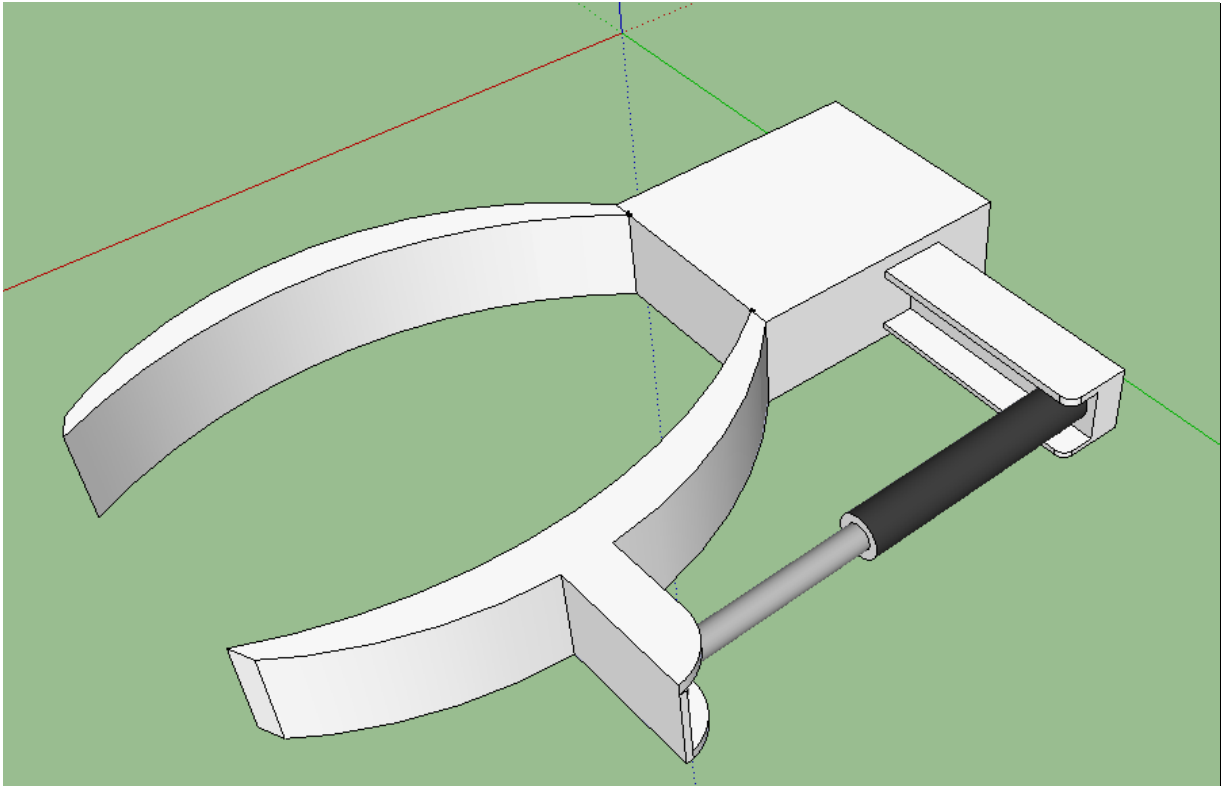


Figura 29. Mano hidráulica

Fuente: autor

En la construcción de la mano hidráulica se contraponen una serie de trabas, como por ejemplo el espacio reducido, debido a que en vehículos automatizados recolectores de basura, generalmente son camiones de uno o dos ejes, es decir, cuentan con una distancia aproximada de 8m y no existe problema alguno al momento de instalar una serie de componentes para la automatización.

En este proyecto el espacio empieza a sacar factura, debido a que los componentes son algo grandes, es así como se realizó esta mano hidráulica capaz de abrazar un vertedero de basura promedio que va desde los 50cm^2 ; elaborando dos gachos de

60cm , los cuales servirán como mano para sujetar el vertedero, conectado a un cilindro hidráulico de 25cm el cual automatizará la función, haciendo que esta abra o cierre por medio de una palanca de operación.



Figura 30. Mano hidráulica 1

Fuente: autor

4.18. Instalación del sistema de volteo

El vehículo que se utiliza, es de un solo eje, para la instalación consideramos 30° desde el eje del perno de la bisagra hasta el centro del eje del vehículo con un espacio de dos pulgadas entre la cabina y el contenedor de basura. Se instala el cilindro hidráulico, en el lugar asignado, con sus respectivas regulaciones.



Figura 31. Sistema de Volteo

Fuente: autor

El área de montaje del cilindro debe estar libre de soportes transversales, tanque de combustible, tanque de aceite, para un montaje correcto los soportes superiores que sostienen entre los largueros del contenedor puede ser necesario colocar el cilindro ligeramente hacia delante o hacia atrás, para evitar cortar o mover soportes transversales del bastidor o del diferencial. Esto afectará en un 10% el ángulo de capacidad de volteo.

4.19. Instalación del circuito hidráulico



Figura 32. Circuito Hidráulico

Fuente: autor

El circuito hidráulico es uno de los componentes más importantes del sistema, puesto que cumplen con la función de trasladar el fluido desde la reserva de aceite, pasando por la respectiva bomba de presión y tomando su rumbo hasta llegar a los cilindros hidráulicos, para obtener un trabajo específico para el cual fue diseñado este sistema se ocupó cañería de alta presión que oscila entre 120 psi.; a 4000 psi, una vez más utilizando un material sobredimensionado, para que exista un tiempo de trabajo más largo. Se manejó una cantidad relativamente baja en términos de medida con referente a cañerías de presión, porque el espacio es pequeño y los componentes se trató de ubicarlos lo más cerca posible para evitar tener gastos excesivos al momento de adquirir grandes cantidades de cañería.

4.20. Depósito de aceite



Figura 33. Depósito de aceite

Fuente: autor

El depósito de aceite se encuentra en la parte interior de la cabina específicamente en la parte tras del asiento de los ocupantes, se la alberga allí con la finalidad de aprovechar el espacio perdido en este sitio y ubicando este por arriba de la bomba de presión que resulta ideal para que el fluido circule hacia la bomba sin ningún contratiempo. Está constituido de un cubo de lámina galvanizada, para evitar así la acumulación de óxido en el interior del circuito hidráulico, posee las cañerías de alimentación y de retorno del aceite, su capacidad de almacenamiento es de 7 galones.

4.21. Filtro de aceite



Figura 34. Filtro de aceite

Fuente: autor

El filtro se encuentra en la parte inferior del recipiente de aceite, se encuentra conectado con la tubería de retorno al depósito, para retener las impurezas que pueden generar problemas en el funcionamiento de la bomba hidráulica, revisar en la guía de mantenimiento el tiempo de cambio.

4.22. Guía de operación.

- Revisión rápida de componentes hidráulicos con la finalidad de posibles fugas de fluido del mecanismo.
- Encender el vehículo
- Presionar embrague para activar la toma de fuerza y con ello funcionar el sistema hidráulico.

4.22.1.Control direccional:

Una vez que se ha encendido el motor y activado la toma de fuerza, la bomba genera la presión y de no haber inconvenientes como fugas de aceite o daños visibles, se procede a la operación normal de la máquina.

4.22.2.Secuencia de los controles direccionales:

- Mando 1 (Accionamiento del cilindro de la mano): palanca hacia adelante, abre la mano; y hacia atrás, cierra.
- Mando 2 (Accionamiento del cilindro del brazo): palanca hacia delante, sube el brazo; palanca hacia atrás, el brazo desciende.
- Mando 3 (Accionamiento del cilindro del sistema de volteo): palanca hacia adelante, el balde sube; y hacia atrás, desciende.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- ✓ El circuito hidráulico cumple con los estándares de calidad y normas SAE, soportando presiones que van desde los 1500 PSI hasta los 4000 PSI, para proporcionar un trabajo eficaz y seguro.
- ✓ En el sistema hidráulico la presión se controla por medio de una válvula de alivio de tipo MV con una regulación efectuada manualmente instalada en el circuito hidráulico principal ubicado en la red de presión de la bomba
- ✓ El recolector cuenta con dispositivos de seguridad, como la utilización de seguros en el sistema de volteo para evitar que descienda al momento de realizar mantenimientos, adicionalmente tiene señales de precaución ubicadas en la parte superior de las válvulas de control.
- ✓ El equipo funciona perfectamente al cabo de dos horas de trabajo debido a que no existe un refrigerador del fluido hidráulico que permite obtener mayor tiempo de operación.
- ✓ Se utiliza un reductor de caudal en el cilindro Nro. 3, para evitar movimientos bruscos, al momento de ser accionado por la válvula, con ello existe un control normal de trabajo, para este mecanismo, debido a que el cilindro hidráulico es pequeño y la presión con la que trabajamos es superior a la que este necesita.

RECOMENDACIONES:

- ✓ Se debe leer correctamente las fichas técnicas antes de utilizar el vehículo recolector, donde se describe el proceso de funcionamiento, así como el mantenimiento que se debe brindar al equipo.
- ✓ Se recomienda la implementación de válvulas electrónicas y sensores que nos ayuden a mejorar el sistema y estar a la vanguardia de la tecnología.
- ✓ Debido a que el vehículo recolector no cuenta con un sistema para controlar el kilometraje para su respectivo mantenimiento, se recomienda la instalación de un hodómetro que será de mucha importancia para el sistema y su respectivo mantenimiento tanto preventivo como correctivo.
- ✓ Se recomienda no poner en marcha el vehículo al momento que el sistema de volteo esté levantado debido a que puede fracturar el mecanismo, protegerlo de golpes o impactos fuertes, este consta de piezas sensibles que pueden ocasionar rupturas o abolladuras graves, así como revisar periódicamente las conexiones hidráulicas, montadas en el equipo.
- ✓ Se debería Implementar un enfriador de aceite para poder trabajar durante períodos de tiempo más extenso sin ningún contratiempo en el sistema hidráulico del vehículo.

Anexos



Construcción sistema de volteo



Construcción sistema brazo hidráulico



Capa de fondo anticorrosivo



Instalación bomba hidráulica



Elaboración depósito hidráulico



Instalación válvulas de control



Brazo recogedor



Pruebas de funcionamiento



Pruebas de funcionamiento

GUÍA DE MANTENIMIENTO							
REVISIONES BÁSICAS RECOLECTOR DE DESECHOS SÓLIDOS							
		ANTES DE EMPEZAR EL TRABAJO	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	ANUAL
CONTROL DE PRESIÓN	VERIFICAR FUGAS EN LOS ACOPLÉS	X					
	REVISAR AJUSTE DEL PERNO DE REGULACIÓN	X	X				
	REVISAR FUNCIONAMIENTO DEL MANÓMETRO	X	X				
DEPÓSITO DE FLUIDO HIDRÁULICO	CONTROL VISUAL	X	X				
	LAVADO INTERNO						X
	REVISIÓN DE FUGAS	X	X				
BOMBA DE ENGRANAJES	CONTROL VISUAL	X	X				
	VERIFICAR DESGASTE DEL RETÉN					X	
	LIMPIEZA				X		
	LUBRICACIÓN DEL TOMA DE FUERZA					X	
CAÑERÍAS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN	CONTROL VISUAL	X	X				
	VERIFICAR DESGASTE POR ROZAMIENTO	X	X				

	LIMPIEZA				X		
	REVISAR FUGAS EN LOS ACOPLER(NEPLOS, CODOS, REDUCCIONES)	X	X				
ESTRUCTURA MÉCANICA	CONTROL VISUAL	X	X				
	REVISIÓN DE FISURAS (BRAZO, CHASIS, MANO)	X					
FLUÍDO HIDRÁULICO	CONTROL VISUAL	X	X				
	CEBADO				X		
	CAMBIO					X	
FILTRO	REVISAR FUGAS EN LA BASE Y ACOPLER	X	X				
	REEMPLAZO				X		
CILINDROS HIDRÁULICO	CONTROL VISUAL, VERIFICAR FUGAS	X	X				
	LIMPIEZA				X		
ACEITE DEL MOTOR	CONTROL VISUAL	X	X				
	CAMBIO					X	

Bibliografía

- Castro, M. "Enciclopedia del Automóvil Editorial". España: Grupo Editorial CEAC, 1998. 658.56/C37/Rep.
- Coello, S. "Preparación de Motores de Competencia" edición América, Efrén año 2003. 629.250/C64/Pre.
- Santander, J. Técnico en Mecánica Electrónica. Colombia: DISELI. 2003. 629.287/R84/ Tec.
- Ruiz, R. (2006). *Mecanismos*. hptt: concurso. cnine.es/cnine/material107/maq_mecanismos.htm. Cali Colombia.
- Roldán, J. (2007). *Neumática, Hidráulica y electricidad aplicada*. Medellín – Colombia. CENSERVI S.A. 533/R65/Neu.
- De la Cortina, A. (2007). *Principio de Bernoulli*. Cali-Colombia. AD-HOC. 532/S47/Mec.
- Mataix, C. (2006). *Las Bombas Hidráulicas*, Bogotá-Colombia. CEVALLOS. 532/M38/Mec.
- Enterprises, J.(2008).[http://es.wikipedia.org/wiki/ Mazda_Serie_B](http://es.wikipedia.org/wiki/Mazda_Serie_B). Hiroshima – Japón. Linkografía.
- Yacelga, G. *Mecanismos y Motores*. (Tesis de Ingeniería No publicada). Universidad Técnica del Norte- Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz Ibarra-Ecuador.
- Rueda Santander, Jesús, (2011), Manual técnico de fuel injection. Tomo 1, 5 ed, Diseli, Bogotá.
- Rueda Santander, Jesús, (2010), Técnico en mecánica & electrónica automotriz. Mecánica automotriz Tomo 3, 2 ed, Diseli, Bogotá.
- Rueda Santander, Jesús, (2010), Técnico en mecánica & electrónica automotriz: Electricidad y electrónica. Inyección electrónica Tomo 2, 2 ed, Diseli, Bogotá.
- Rueda Santander, Jesús, (2013), Técnico en mecánica & electrónica automotriz: Electricidad y electrónica. Inyección electrónica Tomo 1, 2 ed, Diseli, Bogotá.
- Ceac, (2003), Manual Ceac del automóvil, Barcelona/ CEAC.

- Valbuena Rodríguez, Oscar, (2008), Manual de mantenimiento y reparación de vehículos, Alfaomega, Tomo 3.
- Valbuena Rodríguez, Oscar, (2008), Manual de mantenimiento y reparación de vehículos, Alfaomega, Tomo 2.
- Gutiérrez Manrique, Nilcer, (2006), Mecánica automotriz, Palomino, Lima.
- Martín Navarro, José, (2008), Ayudante de reparación de vehículos, Thomson Paraninfo.
- Gil, Hermógenes, (2007), Manual de diagnóstico del automóvil, CEAC, Barcelona.
- Valbuena Rodríguez, Oscar, (2008), Manual de mantenimiento y reparación de vehículos, Alfaomega, Tomo 4.
- Roldán Vilorio, José, (2003), Manual del electromecánico de mantenimiento, Paraninfo, Madrid.
- Coello Serrano, Efrén, (2001), Sistemas de inyección diésel mecánicos y electrónicos, América.
- Antonio Creus solé. (2011). Neumática e hidráulica. Barcelona: Marcombo.
- Bastimec. (12 de 11 de 2014). Obtenido de www.bastimec.com
- Bombas ideal. (19 de Septiembre de 2012). Bombas . Recuperado el 20 de Enero de 2014, de datos tecnicos de hidráulica: <http://www.bombas-ideal.net/wp-content/uploads/2012/09/LIBRO-HIDRAULICA-D-160712.pdf>
- Budynas, R. G. (2009). Pandeo en bigas . En Diseño en Ingeniería Mecánica (págs. 45-46). México.
- Carlos, H. (24 de Agosto de 2004). conceptos básicos de hidráulica. Recuperado el 2014, de www.sapiensman.com
- CAT., M. (2014). Obtenido de <http://www.madisa.com/refaccion/aceite-cat-hydro-advance-10w>
- Czepak, D. (2010). Aplicación de la Ingeniería. Roma: FAO.
- Groote, J. d. (1986). Tecnología de Circuitos Hidráulicos. Barcelona - España: CEAC.
- Harvey. (24 de Agosto de 2004). conceptos básicos de hidráulica. Recuperado el 2014, de www.sapiensman.com

- IES Villalba Hervás. (16 de Marzo de 2010). Tecnología industrial 2. Recuperado el 26 de Enero de 2014, de Hidráulica 1: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/03/hidráulica.pdf>
- INACAP. (24 de AGOSTO de 2009). Manual Hidráulica y Neumática. Recuperado el 25 de FEBRERO de 2013, de Manual Hidráulica y Neumática: <http://es.scribd.com/doc/19023033/2/VENTAJAS-Y-DESVENTAJAS-DE-LA-HIDRÁULICA-Y-NEUMÁTICA>
- Industry, D. (Febrero de 2015). Expo virtual. Obtenido de http://www.directindustry.es/cat/valvulas-electrovalvulas/valvulas-antirretorno-W-1102-_8.html
- J. GIL SIERRA. (2007). Elementos hidráulicos en tractores y maquinaria agrícola. En J. G. SIERRA, Elementos hidráulicos en tractores y maquinaria agrícola. México: Mundi- Prensa.
- Josep, B. (2010). En B. Josep, Oleohidráulica (pág. 164).
- Maq, J. (2015). Obtenido de http://www.jardimmaq.com.br/MOTORES-ESTACIONARIOS/BRIGGS-STRATTON/GASOLINA/HORIZONTAL/motor-estacionario-35-hp-briggs-stratton-intek-pro___246139-SIT.html
- Michael, J. (2011). En hidrodinámica (págs. 11-12). Madrid.
- MOTT, R. L. (2006). Pérdidas de carga en flujo laminar. En R. L. MOTT, Mecánica de Fluidos (págs. 233-234). México: PabloG.
- PECORARI, M. (23 de Abril de 2013). Los Por Qué. Recuperado el 20 de Noviembre de 2013, de <http://www.losporque.com/interes-general/que-tipos-de-excavadoras-existen-palas-mecánicas-excavadoras-con-cuchara-retroexcavadoras.html>
- sa. (s.f.). Obtenido de hhh:sdashdojao
- Sergio, V. (2012). Obtenido de Área mecánica: www.areamecanica.wordpress.com
- SIERRA, J. G. (2007). Recuperado el 2014
- Solé, A. C. (2001).
- Viloria, J. R. (2005). Potencia hidráulica. En Fórmulas y Datos Prácticos para Electricistas (pág. 138). Madrid: Olga M^o Vicente Crespo.

- Vilorio, J. R. (2009). Cálculo de Bombas. En J. R. Vilorio, Prontuario Básico de fluidos (págs. 246-247). Madrid- España: CLM, S.L.
- Vizcaya, D. (20 de 09 de 2012). Obtenido de <https://prezi.com/a00s22drjeti/cilindros-de-doble-efecto/>
- widmaninternational. (2013). Obtenido de Widman International SRL.

[http://lacasadelaelectricidad.blogspot.com/2008/05/idle-air-control-valve-iacel-iac-
vlvula.html](http://lacasadelaelectricidad.blogspot.com/2008/05/idle-air-control-valve-iacel-iac-
vlvula.html)

<https://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20110911203410AAhEbsT>

http://www.spc960.com/descargas_corp/manuales/spcsimu/spcsimu.pdf

<http://www.slideshare.net/Andergio210/sensores-del-motor>

[http://www.hella.com/produktion/HellaResources/WebSite/HellaResources/HellaMEX/
Garages/Sensor_Temperatura_Refrigerante.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaResources/WebSite/HellaResources/HellaMEX/
Garages/Sensor_Temperatura_Refrigerante.pdf)

[http://mantenimientoautomotor.blogspot.com/2009/01/sensores-de-temperatura-del-
agua-o.html](http://mantenimientoautomotor.blogspot.com/2009/01/sensores-de-temperatura-del-
agua-o.html)

<http://www.cyclopaedia.es/wiki/Sensor-inductivo>

<http://www.edinfocar.com.ar/detalles-ich-004.php>

<http://autotecnico-online.com/ford/4.9L-5.0L-5.8L/como-probar-el-sensor-map-1>

<http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido>

<http://es.scribd.com/doc/60659393/Curso-de-Sensores-en-el-automovil-copia>

<http://www.autodaewoospark.com/sensor-temperatura-refrigerante-chery.php>

<http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores5.htm>

[http://josemaco.wordpress.com/2010/09/25/sensores-map-caracteristicas-y-
mediciones/](http://josemaco.wordpress.com/2010/09/25/sensores-map-caracteristicas-y-
mediciones/)

