

**INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO**

**CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA**

**IMPLEMENTACION LOS CONTROLES DE MANDO MECÁNICO -  
HIDRÁULICO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA  
SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE UNA AERONAVE EN LA  
CABINA DEL AVIÓN BOEING 707.**

**POR:**

**TOASA ALPAPUCHO LUIS CARLOS**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la Obtención del título**

**De:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION  
MOTORES**

**2011**

## **CERTIFICACION**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. TOASA ALPAPUCHO LUIS CARLOS, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECANICA AERONAUTICA MENCION MOTORES.

---

Ing. Juan Yanchapaxi  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, Septiembre 27 del 2011

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres, Melida y Luis que sin su amor y apoyo incondicional no hubiera podido realizar este sueño tan anhelado, a una persona muy especial que siempre me brindó su apoyo y la llevo en mi corazón.

También dedico este trabajo a la memoria de mis queridos abuelitos Isabel, Amable que desde el cielo me han ayudado con sus bendiciones y que a pesar del tiempo transcurrido no olvido el infinito amor que siempre me brindaron.

TOASA ALPAPUCHO LUIS CARLOS

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida, sabiduría y la capacidad para cumplir con este objetivo que me lo propuse.

Además hago un homenaje de agradecimiento a la Virgen del Quinche a la cual le tengo una gran fe. Ya que mis plegarias se han visto reflejadas de alguna manera en la constancia que he puesto para culminar este escalón más en mi vida profesional.

De todo corazón les agradezco a mis padres por brindarme su apoyo y por siempre estar junto a mí en los momentos en que más he necesitado de un consejo, un abrazo y unas palabras de aliento para tener fuerza y luchar contra la adversidad, y de esta manera culminar con esta meta.

**TOASA ALPAPUCHO LUIS CARLOS**

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>Página</b>
CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	1
SUMARIO.....	2
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>EL TEMA</b>	
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e Importancia.....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 General .....	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 Alcance.....	5
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Principios de Hidráulica.....	6
2.1.1. Fuerza .....	6
2.1.2. Presión .....	7
2.2. Concepto de hidráulica .....	8
2.2.1. Desarrollo de la hidráulica.....	10
2.2.2. Campos de aplicación de la hidráulica .....	11
2.3. Fluido Hidráulico .....	13
2.3.1. Misión de un fluido en óleo hidráulica .....	14
2.3.2. Generalidades de un fluido den óleo hidráulica .....	14
2.3.3. Propiedades de los fluidos .....	15

2.3.4. El flujo de fluido en tuberías .....	18
2.4. Sistemas Hidráulicos.....	20
2.4.1. Componentes básicos del sistema hidráulico.....	20
2.4.2. Depósito o recipiente.....	21
2.4.2.1. Tamaño del depósito.....	24
2.4.3. Bomba.....	26
2.4.3.1. Clasificación de las bombas.....	27
2.4.3.2. Tipos de bombas.....	32
2.4.3.2.1. Bomba de engranaje internos centrados .....	32
2.4.3.2.2. Bomba de lóbulos.....	34
2.4.3.2.3. Bomba de tornillo.....	36
2.4.3.2.4. Bomba de paletas desequilibradas .....	38
2.4.3.2.5. Bomba de paletas equilibradas .....	40
2.4.3.2.6. Bombas manuales.....	40
2.4.3.3. Admisión y salida de presión .....	42
2.4.4. Cañerías hidráulicas o mangueras hidráulicas.....	42
2.4.4.1. Cañerías de servicio.....	43
2.4.4.2. Cañerías de interconexión.....	44
2.4.4.3. Caída de presión en tuberías .....	44
2.4.5. Válvula de control direccional.....	44
2.4.5.1. Válvulas hidráulicas de reducción de presión.....	45
2.4.5.2. Válvula de seguridad.....	48
2.4.5.3. Accionamiento de las válvulas.....	48
2.4.6. Cilindros y actuadores hidráulicos.....	49
2.4.6.1. Cilindros hidráulicos.....	49
2.4.7. Filtros hidráulicos.....	50
2.4.7.1. Tipos de filtros.....	53
2.4.8. Manómetros.....	54
2.5. Motor eléctrico.....	55
2.5.1. Fundamentos de operación de los motores eléctricos.....	56

## **CAPITULO III**

### **CONSTRUCCIÓN**

3.1. Preliminares .....	58
3.2. Planteamiento y estudio de alternativas .....	58
3.2.1. Análisis de alternativas .....	59
3.2.1.1. Ventajas y desventajas de las alternativas .....	60
3.2.2. Matriz de evaluación .....	62
3.2.3. Matriz de decisión .....	62
3.3. Selección de la mejor alternativa .....	63
3.4. Diseño .....	63
3.5. Construcción del sistema hidráulico .....	63
3.5.1. Presión requerida para el funcionamiento del sistema .....	65
3.5.1.1. Selección de la bomba.....	66
3.5.2. Potencia requerida para accionar el sistema .....	68
3.5.2.1. Selección del elemento propulsor .....	68
3.5.2. Control de mando.....	70
3.5.3. Depósito Hidráulico.....	71
3.5.3.1. Sistema de medición.....	72
3.5.3.2. Sistema de filtración .....	73
3.5.4. Indicador de presión .....	74
3.5.5. Tuberías flexibles .....	76
3.5.6. Aceite hidráulico .....	80
3.6. Estructura de soporte para la unidad de bombeo .....	82
3.7. Maquinaria y herramienta utilizada .....	83
3.8. Diagrama de procesos .....	83
3.9. Estudio económico .....	89
3.9.1. Análisis económico .....	89
3.9.2. Materiales .....	89
3.9.3. Mano de Obra.....	90
3.9.4. Gastos varios.....	91
3.10. Elaboración de los manuales .....	91

3.10.1. Descripción de los manuales .....	91
3.11. Pruebas de funcionamiento .....	92
<b>CAPÍTULO IV</b>	
4.1. Conclusiones .....	93
4.2. Recomendaciones .....	94
Glosario .....	95
Bibliografía .....	101

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO III

Tabla 3.1. Ventajas y desventajas de los controles de mando .....	60
Tabla 3.2. Ventajas y desventajas de los controles de mando sistema neumático.....	61
Tabla 3.3. Matriz de evaluación.....	62
Tabla 3.4. Matriz de evaluación.....	62
Tabla 3.5. Fuerzas requeridas para la realización de los movimientos.....	64
Tabla 3.6. Características de la bomba hidráulica.....	67
Tabla 3.7. Características del motor eléctrico.....	69
Tabla 3.8. Características del filtro de malla metálica .....	74
Tabla 3.9. Características del manómetro 213.40.....	76
Tabla 3.10. Especificaciones técnicas de las mangueras.....	79
Tabla 3.11. Características del líquido hidráulico.....	81
Tabla 3.12. Características de maquinaria y herramientas utilizadas.....	83
Tabla 3.13. Simbología de los diagramas de procesos .....	84
Tabla 3.14. Materiales utilizados en la implementación de controles de mando.....	89
Tabla 3.15. Mano de obra utilizada en el proyecto .....	90
Tabla 3.16. Gastos varios.....	91
Tabla 3.15. Pruebas de funcionamiento de la estructura con carga.....	92

## INDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 2.1. Sistema Hidráulico basado .....	6
Figura 2.2. Ejemplo del uso de la hidráulica .....	9
Figura 2.3. Transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos .....	10
Figura 2.4. Flujo laminar .....	19
Figura 2.5. Flujo turbulento .....	20
Figura 2.6. Circuito hidráulico básico.....	20
Figura 2.7. Depósito hidráulico.....	23
Figura 2.8. Bomba hidráulica.....	26
Figura 2.9. Bomba hidráulica de desplazamiento positivo .....	30
Figura 2.10. Bombas de engranajes internos.....	33
Figura 2.11. Bomba de lóbulos.....	35
Figura 2.12. Bomba de tornillos .....	37
Figura 2.14. Bomba de paletas desequilibradas .....	39
Figura 2.15. Bomba hidráulica con paletas equilibradas .....	40
Figura 2.16. Bomba manual hidráulica .....	41
Figura 2.17. Cañerías hidráulicas o mangueras hidráulicas.....	43
Figura 2.18. Válvulas hidráulicas de reducción de presión .....	45
Figura 2.19. Esquema de una válvula de reducción .....	46
Figura 2.20. Cilindro hidráulico .....	50
Figura 2.21. Filtro hidráulico .....	53
Figura 2.22. Manómetro.....	54
Figura 2.23. Motor eléctrico .....	55
Figura 2.24. magnetismo .....	56

### CAPITULO III

Figura 3.1. Esquema del sistema hidráulico.....	64
Figura 3.2. Bomba hidráulica .....	67
Figura 3.3. Motor eléctrico.....	68
Figura 3.4. Unión del motor a la bomba mediante un acople conocido como matrimonio.....	69

Figura 3.5. Conjunto de válvulas distribuidoras .....	70
Figura 3.6. Depósito .....	72
Figura 3.7. Sistema de medición mediante bayoneta .....	72
Figura 3.8. Filtro de malla metálica.....	73
Figura 3.9. Manómetro .....	75
Figura 3.10. Cañería flexible de ½ “ .....	77
Figura 3.11. Cañería flexible de ½ SAE 100R2AT.....	78
Figura 3.12. Cañería flexible de 3/8.....	78
Figura 3.13. Línea de retorno ½ “ .....	79
Figura 3.14. Estructura de soporte para la unidad de bombeo .....	82

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo A.- Anteproyecto

Anexo B.- Características de la Bomba

Anexo C.- Características del conjunto de válvulas

Anexo D.- Características del filtro

Anexo E.- Características del manómetro

Anexo F.- Especificaciones de las mangueras hidráulicas

Anexo G.- Características del sistema de acople

Anexo H.- Tipos de racores utilizados en hidráulica

Anexo I.- Simbología Hidráulica

Anexo J.- Planos

Anexo k.- Manuales

Anexo L.- Documento de aceptación del usuario

## **RESUMEN**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico cuenta con la carrera de mecánica aeronáutica y ésta a su vez con un laboratorio, dotado de equipos y herramientas que ayudan a complementar la parte teórica con la práctica. Luego de haber realizado una investigación hemos llegado a la conclusión de que el ITSA no posee equipo, en el cual los alumnos puedan experimentar, las sensaciones producidas en un vuelo.

Por tal motivo se realizó la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707, sin embargo para la implementación de los controles de mando fue necesario la construcción de un sistema hidráulico, para lo cual se procedió a realizar un estudio para saber las características de los elementos que conformaran nuestro sistema hidráulico, una vez realizados los cálculos de los diferentes elementos, procedimos a realizar la selección de los elementos cuyas características eran las que más se aproximaban a nuestras necesidades.

De esta forma ayudamos con el cumplimiento del objetivo primordial que tiene el Instituto que es generar y ofertar profesionales más competitivos y de esta manera contribuir al desarrollo de la aviación del país.

Siendo los beneficiados, no solo los estudiantes sino todas las personas que conformamos esta gran comunidad aeronáutica llamada ITSA lo cual conlleva a que el Instituto obtenga niveles más altos de prestigio a nivel nacional.

## **SUMARY**

The Aeronautical Institute of Technology has the race as aircraft mechanics and this in turn with a laboratory, with equipment and tools that complement the theory and practice. After completing an investigation we concluded that the ITSA have no team, in which students can experience the sensations of a flight.

For this reason it made the implementation of controls mechanical drive - hydraulic structure simulating the movements of an aircraft in the cabin of the Boeing 707, however for the implementation of operating controls was necessary to build a system hydraulic, for which we proceeded to conduct a study to know the characteristics of the elements that make our hydraulic system, after making the calculations of the different elements, we proceeded to the selection of elements whose characteristics were the most nearly to our needs.

This will help with compliance with the primary objective is the Institute which is generated and professionals offer more competitive and thus contribute to the development of aviation in the country.

With benefits not only students but all the people who make up this great aviation community called ITSA which leads to the Institute to obtain higher levels of national reputation.

# **CAPITULO I**

## **EL TEMA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

En las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico se cuenta con laboratorios de instrucción en mantenimiento de aeronaves, en donde se complementa la teoría con la práctica, para dicho fin se ayuda con equipos de instrucción, maquetas, simuladores del comportamiento de una aeronave, bancos de prueba, etc.

El avance de la tecnología y las nuevas técnicas académicas, obligan a las instituciones educativas a innovarse y no quedarse atrás de las exigencias que requiere el mundo , el ITSA siendo una de estas, se encuentra en la obligación de impartir a sus alumnos conocimientos acordes a la exigencia aeronáutica para lo cual cuenta con personal docente y administrativo altamente calificado así también con instalaciones, talleres y laboratorios que están acorde a la enseñanza que se brinda a los estudiantes que acuden a este instituto.

Tomando en cuenta que la Carrera de Mecánica cumple con el proceso de enseñanza – aprendizaje impartido en las aulas y laboratorios, se debe contar con equipos de instrucción actuales acordes a las exigencias tecnológicas en aviación y necesarios para realizar prácticas, desmontaje de partes o componentes de los motores, es por esta razón que se optó por la implementación de los controles de mando mecánico – hidráulico a la construcción de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing707. Y de esta manera satisfacer las necesidades de los alumnos y hacer que el proceso enseñanza- aprendizaje sea más efectivo.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El presente proyecto se justifica por las siguientes razones:

Pensando en la prioridad básica que tiene el ITSA, concretamente en la carrera de Mecánica Aeronáutica de poseer un excelente equipamiento de sus laboratorios y

de brindar una adecuada formación a los estudiantes mediante la manipulación de equipos de instrucción. Por medio de los cuales los estudiantes pueden practicar directamente con sus componentes, partes, equipos, instrumentos, que son muy necesarias para desarrollar sus capacidades y mejorar la comprensión en ciertas áreas, se ha propuesto este proyecto, para así de esta manera contribuir con un equipo de instrucción aeronáutico actualizado acorde a las exigencias tecnológicas en aviación, mejorando el equipamiento de los laboratorios de la Carrera de Mecánica y así lograr los anhelos de la institución de formar tecnólogos aeronáuticos íntegros.

Además el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es una institución que tiene como objetivo primordial generar y ofertar profesionales más competitivos y de esta manera contribuir al desarrollo de la aviación del país.

Siendo los beneficiados, no solo los estudiantes sino todas las personas que conformamos esta gran comunidad aeronáutica llamada ITSA lo cual conlleva a que el instituto obtenga niveles más altos de prestigio a nivel nacional. Por esta razón es necesaria la. Implementación de los controles de mando mecánico-hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707”

### **1.3OBJETIVOS**

#### **1.3.1Objetivo general**

Implementar los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información sobre los elementos que nos pueden ayudar a implementar los controles de mando a la estructura simuladora.

- Analizar alternativas para la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave para la cabina del avión Boeing707.
- Buscar información sobre los distintos elementos que conforman un sistema hidráulico (Bomba hidráulica, Válvulas de distribución, Filtro, Indicador de presión, Cañerías, etc).
- Construir un sistema hidráulico para cumplir con el objetivo general de este proyecto.
- Ayudar al cumplimiento de la prioridad básica que tiene el ITSA concretamente en la carrera de mecánica aeronáutica, que es poseer un excelente equipamiento de sus laboratorios y brindar una adecuada formación a sus estudiantes.
- Someter al sistema a pruebas de funcionamiento y operación para su óptimo funcionamiento.
- Crear un manual el cual ayude al manejo de la estructura simulador y del mismo modo detalle procesos para su mantenimiento.

#### **1.4 ALCANCE**

Con la realización del presente trabajo se propone “Implementar los controles de mando Mecánico-Hidráulico a la Construcción de la Estructura Simuladora de los Movimientos de una Aeronave en la Cabina del Avión Boeing 707” y de esta manera brindar beneficio a la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA el mismo que servirá como medio de instrucción y de manera precisa y eficaz ayudara al proceso de enseñanza-aprendizaje, ayudando de esta manera a docentes y alumnos de la carrera.

Con este aporte se brindará un servicio de calidad en el proceso educativo del Mecánico Aeronáutico.

## CAPITULO II

### MARCOTEORICO

#### 2.1 PRINCIPIOS DE HIDRÁULICA

Un sistema hidráulico constituye un método relativamente simple de aplicar grandes fuerzas que se pueden regular y dirigir de la forma más conveniente. Otras de las características de los sistemas hidráulicos son su confiabilidad y su simplicidad. Todo sistema hidráulico consta de unos cuantos componentes simples y su funcionamiento es fácil de entender (Ver Fig. 2.1)

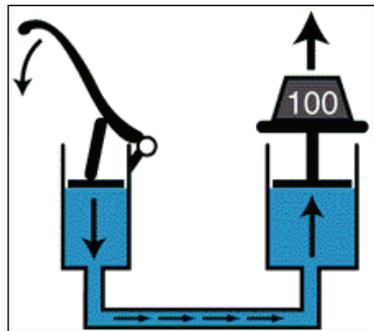


Figura.2.1 Sistema hidráulico básico

Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica33.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica33.htm)

Vamos a tratar de describir algunos principios de funcionamiento así como algunos componentes simples y la forma en que se combinan para formar un circuito hidráulico.

Hay dos conceptos que tenemos que tener claros el de fuerza y el de presión.

##### 2.1.1 Fuerza

Es toda acción capaz de cambiar de posición un objeto, por ejemplo el peso de un cuerpo es la fuerza que ejerce, sobre el suelo, ese objeto.

Un fluido en reposo en contacto con la superficie de un sólido ejerce fuerza sobre todos los puntos de dicha superficie. Si llenamos de agua una botella de plástico con orificios en sus paredes observamos que los chorritos de agua salen en dirección perpendicular a las paredes. Esto muestra que la dirección de la fuerza que el líquido ejerce en cada punto de la pared es siempre perpendicular a la superficie de contacto.

En el estudio de los fluidos, resulta necesario conocer cómo es la fuerza que se ejerce en cada punto de las superficies, más que la fuerza en sí misma. Una persona acostada o parada sobre una colchoneta aplica la misma fuerza en ambos casos (su peso). Sin embargo, la colchoneta se hunde más cuando se concentra la fuerza sobre la pequeña superficie de los pies. El peso de la persona se reparte entre los puntos de la superficie de contacto: cuanto menor sea esta superficie, más fuerza corresponderá a cada punto.

### **2.1.2 Presión**

Se define la presión como el cociente entre el módulo de la fuerza ejercida perpendicularmente a una superficie

La persona parada ejerce una presión mayor sobre la colchoneta que cuando está acostada sobre ella. La fuerza por unidad de área, en cada caso, es distinta. Cuando buceamos, la molestia que sentimos en los oídos a una cierta profundidad no depende de cómo orientemos la cabeza: el líquido ejerce presión sobre nuestros tímpanos independientemente de la inclinación de los mismos. La presión ejercida por un fluido es medida en unidades de presión. Las unidades comúnmente utilizadas son:

La libra por pulgada cuadrada = PSI

El Kilogramo por centímetro cuadrado = Kg/cm<sup>2</sup>

El Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado = Kp/cm<sup>2</sup>

La presión es el resultado de dividir la fuerza por la superficie que dicho objeto tiene en contacto con el suelo.

De esto sale la fórmula de Presión = Fuerza/Superficie.

$$P = F \div S$$

De aquí podemos deducir que:

La Fuerza = Presión X Superficie.

$$F = P \times S$$

La Superficie=Fuerza/Presión.

$$S = F \div P$$

## 2.2 Concepto de Hidráulica

La palabra "Hidráulica" proviene del griego "hydro" que significa "agua", y "aulos" que significa cañería o entubamiento, cubrió originalmente el estudio del comportamiento físico del agua en reposo y en movimiento.

La "hidráulica", por lo tanto, es un adjetivo que implica que la palabra está de alguna manera relacionada con líquidos.

Ejemplos pueden ser encontrados en el uso diario de "hidráulica" en conexión con elementos familiares como los gatos de automóviles y los frenos. Como un ejemplo gráfico, la frase "elevador hidráulico de carga" se refiere a un elevador ascendiendo y descendiendo sobre una columna de líquido en lugar de usar cables y un tambor Ejemplo (Ver Fig. 2.2)

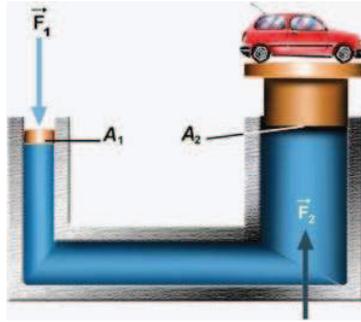


Figura.2.2 Ejemplo del uso de la hidráulica

Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica33.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica33.htm)

Por otro lado, la palabra “hidráulica” es el nombre genérico de un tema. De acuerdo con el diccionario la palabra “hidráulica” está definida como la ciencia que trata con aplicaciones prácticas (tales como la transmisión de energía o los efectos del caudal) de un líquido en movimiento.

El uso ha ampliado su significado para incluir el comportamiento de todos los líquidos, aunque se refiera sobre todo al movimiento de líquidos. La hidráulica incluye la manera de la cual los líquidos actúan en los tanques y las cañerías, se ocupa de sus características, y explora maneras de aprovechar las mismas.

Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos,(ver Fig.2.3) es decir, se utilizan los líquidos para la transmisión de energía, en la mayoría de los casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos, como líquidos sintéticos, agua o una emulsión agua-aceite.

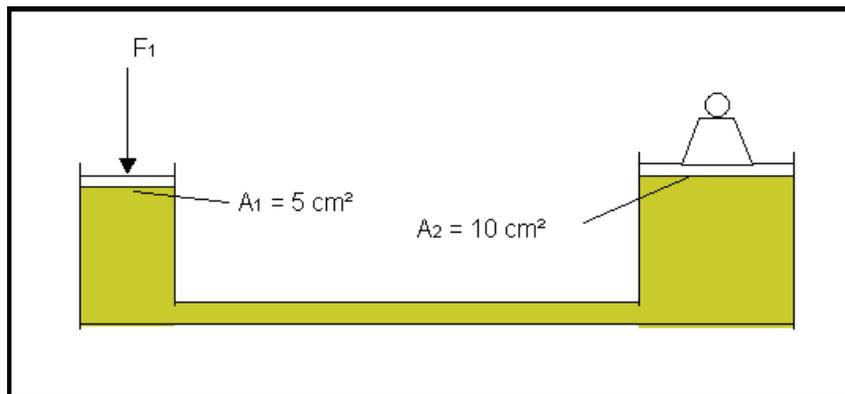


Figura.2.3 Transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos

Fuente: SKF.com / SKF @ptitude Exchange / Áreas de interés /  
 Mantenimiento mecánico / Sistemas hidráulicos y sus componentes /

### 2.2.1 Desarrollo de la Hidráulica

Aunque el desarrollo moderno de la hidráulica sea comparativamente reciente, las antiguas civilizaciones estaban familiarizadas con muchos principios hidráulicos y sus usos. Los egipcios y la población antigua de Persia, India, y China transportaron el agua a lo largo de canales para la irrigación y propósitos domésticos, usando las presas y esclusas para controlar el caudal. Los antiguos cretenses tenían un sistema de fontanería avanzado. Arquímedes estudió las leyes de la flotación y cuerpos sumergidos. Los romanos construyeron los acueductos para llevar el agua a sus ciudades.

Después de la desintegración del mundo antiguo, hubo pocas novedades por muchos siglos. Luego, durante un período comparativamente corto, comenzando cerca del final del siglo XVII, el físico italiano, Evangelista Torricelle, el físico francés, Edme Mariotte, y posteriormente, Daniel Bernoulli condujeron experimentos para estudiar los elementos de fuerza en la descarga del agua a través de pequeñas aberturas a los lados de los tanques y a través de cañerías cortas. Durante el mismo período, Blaise Pascal, científico francés, descubrió la ley fundamental de la ciencia de la hidráulica.

La ley de Pascal indica que el aumento en la presión sobre la superficie de un líquido confinado es transmitido sin disminución a través del recipiente o del sistema que lo contiene. (Éste es el principio básico de la hidráulica).

Para que la ley de Pascal sea útil en usos prácticos, era necesario tener un pistón que “encajara exactamente.” No fue sino hasta la última parte del siglo XVIII en que fueron encontrados métodos para hacer piezas que encajaran con precisión según los requerimientos de los sistemas hidráulicos. Esto fue logrado por la invención de máquinas que fueron utilizadas para cortar y para dar forma a las piezas, logrando el encastre necesario, particularmente, por el desarrollo de juntas y empaquetaduras. Desde entonces, componentes tales como válvulas, bombas, cilindros actuadores, y motores han progresado y perfeccionado para hacer de la hidráulica una de tecnologías principales para transmitir potencia.

La prensa hidráulica, inventada por el inglés John Brahmah, fue uno de los primeras partes realizables de maquinaria desarrolladas que utilizaron la hidráulica en su operación. Consistió en una bomba de émbolo canalizada por tubos a un cilindro grande y a un pistón. Esta prensa encontró uso amplio en Inglaterra porque proporcionó medios más eficaces y más económicos de aplicar grandes fuerzas en aplicaciones industriales.

### **2.2.2 Campos de aplicación de la hidráulica**

Dentro de las aplicaciones se pueden distinguir dos, móviles e industriales:

**Aplicaciones móviles** el empleo de la energía proporcionada por el aire y aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles tales como:

- Tractores
- Grúas
- Retroexcavadoras
- Camiones recolectores de basura
- Cargadores frontales

- Frenos y suspensiones de camiones
- Vehículos para la construcción y mantención de carreteras
- Etc.

**Aplicaciones Industriales** en la industria, es de primera importancia contar con maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para estos efectos se utiliza con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos. Se tiene entre otros:

- Maquinaria para la industria plástica
- Máquinas herramientas
- Maquinaria para la elaboración de alimentos
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada
- Equipo para montaje industrial
- Maquinaria para la minería
- Maquinaria para la industria siderúrgica
- Etc.

**Otras aplicaciones** se pueden dar en sistemas propios de vehículos automotores, como automóviles, aplicaciones aeroespaciales y aplicaciones navales, por otro lado se pueden tener aplicaciones en el campo de la medicina y en general en todas aquellas áreas en que se requiere movimientos muy controlados y de alta precisión, así se tiene:

- Aplicación automotriz: suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc.
- Aplicación Aeronáutica: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.
- Aplicación Naval: timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, sistemas especializados de embarcaciones o buques militares
- Medicina: Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico, etc.

La hidráulica y neumática tienen aplicaciones tan variadas, que pueden ser empleadas incluso en controles escénicos (teatro), cinematografía, parques de entretenimientos, represas, puentes levadizos, plataformas de perforación submarina, ascensores, mesas de levante de automóviles, etc.

### **2.3 Fluido Hidráulico**

Durante el diseño de equipamiento que requiera potencia fluida, muchos factores son considerados en la selección del tipo de sistema a ser usado (hidráulico, neumático, o de una combinación de los dos). Algunos de los factores son velocidad requerida y exactitud de la operación, condiciones atmosféricas en los alrededores, situaciones económicas, disponibilidad del líquido de reemplazo, nivel requerido de la presión, gama de temperaturas de funcionamiento, posibilidades de contaminación, coste de líneas de transmisión, limitaciones del equipo, lubricidad, seguridad a los operarios, y vida de servicio prevista del equipo.

Después de que el tipo de sistema se haya seleccionado, muchos de estos mismos factores deben ser considerados en la selección del fluido para el funcionamiento del sistema. Veamos a continuación las propiedades y las características deseadas de líquidos hidráulicos; tipos de líquidos hidráulicos; peligros y medidas de seguridad para el trabajo, manejo, y disposición de líquidos hidráulicos; tipos y control de contaminación; y muestreo

#### **2.3.1 Misión de un fluido en óleo hidráulica**

- Transmitir potencia
- Lubricar
- Minimizar fugas
- Minimizar pérdidas de carga
- Enfriamiento

Fluidos empleados

- Aceites minerales procedentes de la destilación del petróleo
- Agua – glicol
- Fluidos sintéticos
- Emulsiones agua – aceite

### **2.3.2 Generalidades de un fluido en óleo hidráulica**

El aceite en sistemas hidráulicos desempeña la doble función de lubricar y transmitir potencia.

Constituye un factor vital en un sistema hidráulico, y por lo tanto, debe hacerse una selección cuidadosa del aceite con la asistencia de un proveedor técnicamente bien capacitado.

Una selección adecuada del aceite asegura una vida y funcionamiento satisfactorios de los componentes del sistema, principalmente de las bombas y motores hidráulicos y en general de los actuadores.

Algunos de los factores especialmente importantes en la selección del aceite para el uso en un sistema hidráulico industrial, son los siguientes:

- 1. El aceite debe contener aditivos que permitan asegurar una buena característica anti desgaste. No todos los aceites presentan estas características de manera notoria.
- 2. El aceite debe tener una viscosidad adecuada para mantener las características de lubricante y limitante de fugas a la temperatura esperada de trabajo del sistema hidráulico.
- 3. El aceite debe ser inhibidor de oxidación y corrosión.
- 4. El aceite debe presentar características antiespumantes.

Para obtener una óptima vida de funcionamiento, tanto del aceite como del sistema hidráulico; se recomienda una temperatura máxima de trabajo de 65°C.

El estudio de los líquidos se divide en dos ramas principales: líquidos en reposo (hidrostática) y líquidos en el movimiento (hidráulica). Los efectos de líquidos en reposo se pueden expresar a menudo por fórmulas simples. Los efectos de los líquidos en el movimiento son más difíciles expresar debido a los factores friccionales y otros cuyas acciones no se pueden expresar por matemáticas simples.

Ya vimos que los líquidos tienen un volumen definido pero toman la forma del recipiente que los contiene. Hay dos características adicionales que debemos explorar antes de proseguir:

Los líquidos son casi incompresibles. Por ejemplo, si una presión de 100 libras por la pulgada cuadrada (psi) se aplica a un volumen dado de agua que esté a la presión atmosférica, el volumen disminuirá solamente un 0.03 por ciento. Necesitaríamos una fuerza de aproximadamente 32 toneladas para reducir su volumen en un 10 por ciento; sin embargo, cuando se quita esta fuerza, el agua vuelve inmediatamente a su volumen original. Otros líquidos se comportan de manera casi parecida al agua.

Otra característica de un líquido es la tendencia a mantener su nivel superficial libremente. Si la superficie no está a nivel, los líquidos fluirán en la dirección que corresponda tendiendo a nivelar su superficie

### **2.3.3 Propiedades de los fluidos**

**Fluidez** (la característica física de una sustancia que le permite fluir) y la **Incompresibilidad** (los líquidos no se pueden comprimir) eran las únicas características requeridas, cualquier líquido no muy denso se podría utilizar en un sistema hidráulico.

Sin embargo, un líquido satisfactorio para un sistema particular debe poseer un número de otras propiedades. Las propiedades más importantes y algunas

características que son:

**Movimiento libre de sus moléculas** Los líquidos se adaptan a la superficie que los contiene sin importar la forma que este tenga.

**Viscosidad** Es la característica más importante de los aceites hidráulicos se define como “la resistencia o frotamiento interno entre las moléculas del aceite al deslizarse entre sí”. La viscosidad no dice nada de la calidad del aceite en sí.

La viscosidad de un aceite esta en relación inversa con la temperatura el índice de viscosidad es un número que indica la variación de la viscosidad con la temperatura.

Cuando mayor es el índice de viscosidad menor es la variación de la viscosidad. La viscosidad adecuada a un sistema es cuando no hay fugas, lubrica bien y circula fácilmente. A los aceites minerales se les mezcla aditivos para elevar su índice de viscosidad. Los números que indican el índice de viscosidad van del 80 al 120.

**Densidad** relación entre el peso y el volumen de un líquido  $D=P/V$  La densidad patrón es la del agua que es 1, es decir un decímetro cúbico pesa un kilo.

La densidad es una magnitud que mide la compactibilidad de los materiales, es decir, la cantidad de materia contenida en un cierto volumen. Si un cuerpo está hecho de determinado material, podemos calcular su densidad como el cociente entre la masa del cuerpo y su volumen:

**Punto de fluidez**<sup>1</sup> Es la temperatura más baja a la cual un líquido puede fluir. Es una especificación muy importante si el sistema hidráulico está expuesto a temperaturas extremadamente bajas

**Capacidad lubricadora** Si el movimiento ocurre entre superficies en contacto, la fricción tiende a oponerse al movimiento.

Cuando la presión empuja el líquido de un sistema hidráulico entre las superficies de piezas móviles, el líquido se extiende en una fina película que

---

<sup>1</sup> Manual de oleohidráulica industrial Vickers – 5ta Edición. Año 1993. Barcelona – España

permite a las piezas moverse más libremente. Diversos líquidos, incluyendo los aceites, varían ampliamente no sólo en su capacidad de lubricación sino también en la resistencia de la película. La resistencia de película es la capacidad de un líquido a resistir de ser limpiado o ser escurrido entre las superficies cuando se dispersa en una capa extremadamente delgada. Un líquido no lubricará más si la película se rompe, puesto que el movimiento de una parte contra otra parte barre el metal limpiando el líquido.

### **Resistencia a la oxidación**

Los líquidos se pueden contaminar si están expuestos al aire, al agua, a la sal, o a otras impurezas, especialmente si están en el movimiento constante o se sujetan al calor. Algunos metales, tales como zinc, plomo, latón, y cobre, tienen reacciones químicas indeseables con ciertos líquidos.

Estas reacciones químicas dan lugar a la formación de lodo, gomas, carbón, u otros depósitos que obstruyen aberturas, y hacen que válvulas y pistones se peguen o produzcan pérdidas, dando una lubricación pobre a las piezas móviles. Una vez que una pequeña cantidad de lodo o de otros depósitos se forma, el índice de formación aumenta generalmente más rápidamente. Mientras que se forman estos depósitos, ciertos cambios en las características físicas y químicas del líquido ocurren. El líquido llega a ser generalmente más oscuro, la viscosidad aumenta y se forman ácidos perjudiciales.

### **Protección contra el orín y la corrosión**

Un líquido hidráulico ideal debe estar libre de los ácidos que causan la corrosión de los metales en el sistema. En la mayoría de los líquidos no se puede esperar que éstos sigan siendo no corrosivos bajo condiciones de funcionamiento severas. El grado de acidez de un líquido, cuando es nuevo, puede ser satisfactorio; pero por el uso posterior, el líquido puede tender a llegar a ser corrosivo mientras que comienza a deteriorar. Muchos sistemas quedan parados por largos periodos de tiempo después de funcionar a temperaturas

altas. Esto permite que la humedad se condense en el sistema, dando por resultado la formación de herrumbre.

Ciertos aditivos para evitar la corrosión y el óxido se agregan a los líquidos hidráulicos. Algunos de estos aditivos son eficaces solamente por un período limitado. Por lo tanto, el mejor procedimiento es utilizar el líquido especificado para el sistema, durante el tiempo especificado por el fabricante del sistema y proteger el líquido y el sistema tanto como sea posible contra la contaminación por material extraño, contra temperaturas anormales, y contra el uso erróneo.

**Desemulsionabilidad** La espuma es una emulsión de burbujas de gas en el líquido. La espuma en un sistema hidráulico resulta de los gases comprimidos en el líquido hidráulico. Un líquido bajo alta presión puede contener un gran volumen de burbujas de aire. Cuando se despresuriza este líquido, y luego alcanza el depósito, las burbujas de gas en el fluido crecen y producen espuma. Cualquier cantidad de espuma puede causar cavitación de la bomba y producir una pobre respuesta del sistema. Por lo tanto, agentes despumantes se agregan a menudo a los líquidos para evitar la formación de espuma.

La limpieza en sistemas hidráulicos ha recibido la considerable atención recientemente. Algunos sistemas hidráulicos, tales como sistemas hidráulicos aeroespaciales, son extremadamente sensibles a la contaminación. La limpieza del fluido es de importancia primaria porque los contaminantes pueden causar el malfuncionamiento de los componentes, evitar el cierre apropiado de las válvulas, causar desgaste en componentes, y puede aumentar el tiempo de reacción de servo válvulas.

#### **2.3.4 El flujo de fluido en tuberías**

La situación ideal del flujo en una tubería se establece cuando las capas de fluido se mueven en forma paralela una a la otra. Esto se denomina "flujo laminar" (ver Fig.2.4) las capas de fluido próximas a las paredes internas de la

tubería se mueven lentamente, mientras que las cercanas al centro lo hacen rápidamente. Es necesario dimensionar las tuberías de acuerdo al caudal que circulará por ellas, una tubería de diámetro reducido provocará elevadas velocidades de circulación y como consecuencia pérdidas elevadas por fricción; una tubería de gran diámetro resultará costosa y difícil de instalar.

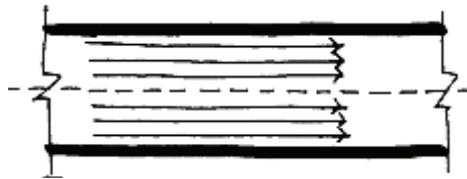


Figura.2.4 Flujo laminar

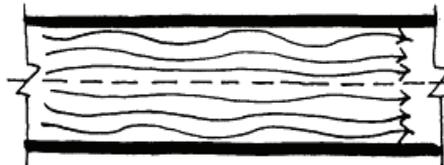


Figura.2.5 Flujo turbulento

Fuente: Headquarters, Department of the Army (1997). *Hydraulics, Field manual FM 5-499*. Washington.

En la figura 2.5 vemos una situación de flujo turbulento donde las partículas de fluido se mueven en forma desordenada con respecto a la dirección del flujo. La turbulencia es causada por el exceso de velocidad de circulación, por cambios bruscos del diámetro de la tubería, y por la rugosidad interna de la misma la turbulencia produce excesiva pérdida de presión en los sistemas y sobrecalentamiento del aceite.

A menudo puede ser detectada por el ruido que produce la circulación por las tuberías. Para prevenir la turbulencia, las tuberías deben ser de diámetro

adecuado, no tener cambios bruscos de diámetro u orificios restrictotes de bordes filosos que produzcan cambios de velocidad.

## 2.4 SISTEMAS HIDRÁULICOS

Un sistema hidráulico contiene y confina un líquido de manera que la misma usa las leyes que gobiernan los líquidos para transmitir potencia y desarrollar trabajo (ver Fig.2.6) Vemos aquí algunos sistemas básicos y tratamos componentes de un sistema hidráulico que almacenan y acondicionan el fluido. El reservorio de aceite (sumidero y tanque) usualmente sirve para depósito y acondicionador del fluido. Los filtros, reguladores y conexiones magnéticas acondicionan el fluido al quitar impurezas extrañas que podrían obstruir los pasajes y dañar las partes. Los intercambiadores de calor o enfriadores son usados para mantener la temperatura del aceite dentro de los límites aceptables de seguridad y evitar el deterioro del aceite. Los acumuladores, a pesar de ser técnicamente fuentes de energía almacenada, actúan como almacenes de fluido

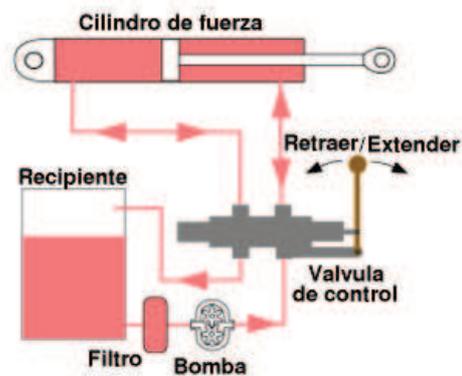


Figura.2.6 Circuito Hidráulico Básico

Fuente: SKF.com / SKF @ptitude Exchange / Áreas de interés /  
Mantenimiento mecánico / Sistemas hidráulicos y sus componentes /

### 2.4.1 Componentes Básicos del Sistema Hidráulico

Para transmitir y controlar potencia a través de los líquidos a presión, se

requiere un conjunto de componentes interconectados. Se refiere comúnmente al conjunto como sistema. El número y el conjunto de componentes varían de sistema a sistema, dependiendo del uso particular. En muchas aplicaciones, un sistema principal de potencia alimenta a varios subsistemas, que se refieren a veces como circuitos. El sistema completo puede ser una pequeña unidad compacta; más a menudo, sin embargo, los componentes se ubican en puntos extensamente separados para un conveniente control y operación del sistema.

Hay siete componentes básicos usados en un sistema hidráulico.

1. Depósito o recipiente
2. Bomba
3. Líneas (cañerías, tubería, o manguera flexible)
4. Válvula de control direccional
5. Cilindros o Actuadores hidráulicos
6. Filtro
7. Manómetro

#### **2.4.2 Deposito o Recipiente**

La función natural de un tanque hidráulico o tanque de reserva es contener o almacenar el fluido de un sistema hidráulico. En qué consiste un tanque hidráulico un tanque hidráulico almacena un líquido que no está siendo usado en un sistema hidráulico. El mismo además permite la extracción de los gases y materiales extraños del líquido. Un tanque de reserva construido apropiadamente debería poder disipar el calor del aceite, separar el aire del aceite, y extraer los contaminantes que se encuentran en el mismo. Los tanques de reserva varían en tamaño de construcción desde pequeños tanques de acero estampado a grandes unidades fabricadas en hierro fundido. Los tanques grandes deben estar arenados luego de que todas las soldaduras hayan finalizado y luego enjuagados y limpiados al vapor. Al hacer esto se remueve los

restos de soldadura y virutas que queden del estampado en caliente del acero. La superficie interna luego debe ser sellada con una pintura compatible con el fluido hidráulico. Un esmaltado de motor rojo es apropiado para aceites de petróleo y sella cualquier suciedad residual no removida por el enjuague y la limpieza al vapor. En un sistema hidráulico industrial, en donde no hay problemas de espacio y puede considerarse la obtención de un buen diseño, los tanques hidráulicos consisten de cuatro paredes (normalmente de acero), un fondo con desnivel, una tapa plana con una placa para montaje, cuatro patas, líneas de succión, retorno y drenaje; tapón de drenaje, indicador de nivel de aceite; tapón para llenado y respiración; una cubierta de registro para limpieza y un tabique separador o placa deflectora.

Además de funcionar como un contenedor de fluido, un tanque también sirve para enfriar el fluido, permitir asentarse a los contaminantes y el escape del aire retenido.

Cuando el fluido regresa al tanque, una placa deflectora bloquea el fluido de retorno para impedir su llegada directamente a la línea de succión. Así se produce una zona tranquila, la cual permite sedimentarse a las partículas grandes de suciedad, que el aire alcance la superficie del fluido y da oportunidad de que el calor se disipe hacia las paredes del tanque.

La desviación del fluido es un aspecto muy importante en la adecuada operación del tanque. Por esta razón, todas las líneas que regresan fluido al tanque deben colocarse por debajo del nivel del fluido y en el lado de la placa deflectora opuesto al de la línea de succión. La mayoría de los sistemas hidráulicos de tamaño pequeño a mediano utilizan los tanques o depósitos como base de montaje para la bomba, motor eléctrico, válvula de alivio, y a menudo otras válvulas de control. Este conjunto se llama. "Unidad de bombeo", "Unidad Generada de Presión" etc.

La tapa del tanque puede ser removida para permitir la limpieza e inspección. Cuando esta no es lateral y constituye la parte superior del tanque lleva

soldadas cuplas para recibir la conexión de tuberías de retorno y drenaje. Se colocan guarniciones alrededor de las tuberías que pasan a través de la tapa para eliminar la entrada de aire.

La figura siguiente muestra algunas de las características de diseño de un tanque de reserva. El mismo debería ser alto y angosto en lugar de profundo y ancho. El nivel de aceite deberá estar tan alto como sea posible sobre la apertura de la línea de succión de la bomba. Esto evita que el vacío en la apertura de la línea cause efectos de remolino o vórtices, lo que significaría que el sistema está probablemente tomando aire. El aceite aireado no transmitirá potencia correctamente debido a que el aire es compresible. Al aceite aireado tiene una tendencia a deteriorarse y perder su habilidad de lubricación.

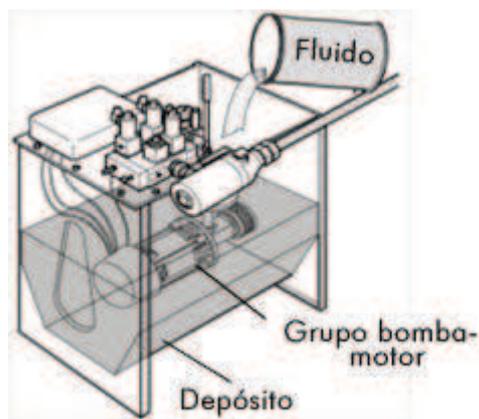


Figura.2.7Deposito Hidráulico

Fuente: SKF.com / SKF @ptitude Exchange / Áreas de interés /  
Mantenimiento mecánico / Sistemas hidráulicos y sus componentes /

Los tamaños de los tanques de reserva variaran. Sin embargo, un tanque de reserva debe ser lo suficientemente grande como para que el mismo tenga una reserva de aceite con todos los cilindros en un sistema completamente extendidos. Una reserva de aceite debe ser lo suficientemente elevada para evitar vórtices en la apertura de la línea de succión. Un tanque de reserva debe tener espacio suficiente para almacenar todo el aceite cuando los cilindros están

retraídos, además disponer de espacio para la expansión cuando el aceite está caliente.

La mayoría de los tanques de equipos móviles están localizados sobre las bombas. Esto crea una condición de entrada inundada a la bomba. Esta condición reduce la posibilidad de cavitación de la bomba (una condición donde todo el espacio disponible no está llenado y con frecuencia partes de metal se erosionan). Al inundar la entrada se reduce además la tendencia a la formación de remolinos en la apertura de la succión de la bomba. La localización de un tanque de reserva afecta a la disipación de calor. Idealmente, todos los tanques deberían estar expuestos al aire exterior. El calor se mueve desde la sustancia caliente a la sustancia fría; la transferencia de calor es mayor cuando hay una gran diferencia de temperatura. Los tanques de reserva son construidos dentro de los brazos de carga frontal y son muy efectivos en la transferencia del calor.

#### **2.4.2.1 Tamaño del Deposito**

Un tamaño común de reservorio para una máquina es un tanque de 20 o 30 galones usado con un sistema. Muchos sistemas de 10GPM operan con tanque de 2 o 3 galones debido a que estos sistemas móviles operan intermitentemente, no en forma constante. Para máquinas que se encuentran en operación constante, una regla general es que el tamaño del tanque de reserva debería ser dos o tres veces la salida de la bomba por minuto. Un tanque de gran tamaño es altamente deseable para enfriamiento. Las grandes áreas de superficie expuestas al aire exterior transfieren calor desde el aceite. Además, un tanque grande ayuda a sedimentar los contaminantes y separar el aire al reducir la recirculación.

**Ventilación y presurización.** La mayoría de los tanques de reserva son ventilados hacia la atmósfera. Una abertura de ventilación permite que el aire salga o entre al espacio sobre el aceite a medida que el nivel de aceite sube o

baja. Esto mantiene una presión atmosférica constante sobre el aceite. Una tapa de filtro de tanque de reserva con un elemento filtrante, es con frecuencia usada como venteo. El tanque se completa con un indicador de nivel, un filtro de respiración que impide la entrada de aire sucio.

Algunos tanques de reserva son presurizados, usando un simple válvula de control de presión en lugar de una de venteo. Una válvula de control de presión permite automáticamente al aire filtrado ingresar al tanque pero evita liberación de aire a no ser que la presión alcance un nivel prefijado. Un tanque de reserva presurizado tiene lugar cuando el aceite y el aire en un tanque se expanden debido al calor

Conexiones de línea. La bomba de succión y las líneas de retorno del tanque deben estar fijadas con bridas o mediante acoples de alta resistencia soldados. Los acoples estándar usualmente no son apropiados debido a que se dilatan al ser soldados. Si una línea de succión es conectada en la parte inferior, el acople se deberá extender bien por arriba de la base, dentro del tanque; la suciedad residual no entrará a la línea de succión cuando un tanque o regulador está limpio. La línea de retorno deberá descargar cerca de la parte inferior del tanque siempre debajo del nivel de aceite. La cañería es usualmente cortada en un ángulo de 45° y el flujo apuntado hacia afuera de la línea de succión para mejorar la circulación y el enfriamiento.

Mantenimiento. Los procedimientos de mantenimiento incluyen el drenaje y limpieza del tanque de reserva. El tanque debería tener un fondo en forma de plato que esté provisto con una conexión o válvula de drenaje en su nivel más bajo; este dispositivo de conexión debe estar empalmado con el interior del tanque para permitir el drenaje completo.

El tanque de reserva debería disponer de un indicador de nivel vidriado u otro mecanismo para controlar el nivel de aceite y prevenir daños por pérdida de lubricación.

### 2.4.3 Bomba

Una bomba hidráulica es un dispositivo tal que recibiendo energía mecánica rotatoria de una fuente exterior la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión. Las bombas hidráulicas son los elementos encargados de impulsar el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica (Ver Fig.2.8)

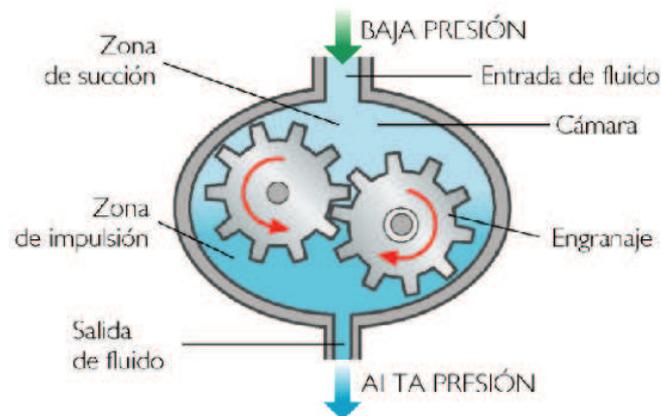


Figura.2.8 Bomba hidráulica

Fuente: SKF.com / SKF @ptitude Exchange / Áreas de interés /  
Mantenimiento mecánico / Sistemas hidráulicos y sus componentes /

El propósito de una bomba hidráulica es suministrar un flujo de líquido a un sistema hidráulico. La bomba no crea la presión de sistema, puesto que la presión se puede crear solamente por una resistencia al flujo. Mientras que la bomba proporciona flujo, transmite una fuerza al líquido. Dado que el flujo de líquido encuentra resistencia, esta fuerza se vuelve una presión. La resistencia al flujo es el resultado de una restricción o de una obstrucción en la trayectoria del mismo. Esta restricción es normalmente el trabajo logrado por el sistema hidráulico, pero puede ser también debido a restricciones de líneas, de guarniciones, y de válvulas dentro del sistema. Así, la presión es controlada por

la carga impuesta sobre el sistema o la acción de un dispositivo regulador de presión

Una bomba debe tener una fuente continua de líquido disponible en el puerto de entrada para suministrar el líquido al sistema. Dado que la bomba fuerza el líquido a través del puerto de salida, un vacío parcial o un área de baja presión se crea en el puerto de entrada. Cuando la presión en el puerto de entrada de la bomba es más baja que la presión atmosférica local, la presión atmosférica que actúa sobre el líquido en el depósito fuerza el líquido hacia la entrada de bomba. Si la bomba está situada en un nivel más bajo que el depósito, la fuerza de la gravedad complementa a la presión atmosférica sobre el depósito. Los aviones y misiles que funcionan a altas altitudes se equipan con depósitos hidráulicos presurizados para compensar la baja presión atmosférica encontrada en dichas altitudes.

El proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas: aspiración y descarga.

**Aspiración** al comunicarse energía mecánica a la bomba, ésta comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba, como el depósito de aceite se encuentra sometido a presión atmosférica, se genera entonces una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso del aceite hacia la entrada de la bomba.

**Descarga** al entrar aceite, la bomba lo toma y lo traslada hasta la salida y se asegura por la forma constructiva que el fluido no retroceda. Dado esto, el fluido no encontrará más alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra espacio disponible, consiguiéndose así la descarga.

#### **2.4.3.1 Clasificación de las Bombas**

Las bombas son clasificadas normalmente por su salida volumétrica y presión.

La salida volumétrica es la cantidad de líquido que una bomba puede entregar a su puerto de salida en cierto periodo de tiempo a una velocidad dada. La salida volumétrica se expresa generalmente en galones por el minuto (gpm). Dado que los cambios en la salida volumétrica afectan la velocidad de la bomba, algunas bombas son clasificadas por su desplazamiento. El desplazamiento de la bomba es la cantidad de líquido que la bomba puede entregar por ciclo. Puesto que la mayoría de las bombas utilizan una impulsión rotatoria, el desplazamiento se expresa generalmente en términos de pulgadas cúbicas por revolución.

**Cilindrada** se refiere al volumen de aceite que la bomba puede entregar en cada revolución.

Como indicamos previamente, una bomba no crea presión. Sin embargo, la presión desarrollada por las restricciones en el sistema es un factor que afecta a la salida volumétrica de la bomba. Mientras que la presión del sistema aumenta, la salida volumétrica disminuye. Esta caída en la salida volumétrica es el resultado de un aumento en la cantidad de pérdidas internas del lado de salida hacia el lado de la entrada de la bomba. Esta pérdida se identifica como resbalamiento de la bomba y es un factor que se debe considerar en todas las bombas. Esto explica por qué la mayoría de las bombas son clasificadas en términos de salida volumétrica en una presión dada.

Muchos y diversos métodos se utilizan para clasificar las bombas. Los términos tales como desplazamiento no positivo, desplazamiento positivo, desplazamiento fijo, salida volumétrica fija, volumen de caudal variable, volumen constante, y otros se utilizan para describir las bombas. Los primeros dos de estos términos describen la división fundamental de las bombas; es decir, todas las bombas son o de desplazamiento no positivo o desplazamiento positivo.

Básicamente, se refiere a las bombas que descargan el líquido en un flujo continuo como de desplazamiento no positivo, y las que descarguen volúmenes separados por un período de no descarga se refieren como de desplazamiento positivo.

Aunque la bomba de desplazamiento no positivo produzca normalmente un flujo continuo, no proporciona un sello positivo contra el resbalamiento; por lo tanto, la salida de la bomba varía mientras que la presión de sistema varía. Es decir, el volumen de líquido entregado para cada ciclo depende de la resistencia al flujo. Este tipo de bomba produce una fuerza en el líquido que es constante para cada velocidad particular de la bomba. La resistencia en la línea de descarga produce una fuerza en una dirección opuesta a la dirección de la fuerza producida por la bomba. Cuando estas fuerzas son iguales, el líquido está en un estado del equilibrio y no fluye.

Si la salida de una bomba de desplazamiento no positivo es totalmente cerrada, la presión de descarga aumentará al máximo para esa bomba particular a una velocidad específica. Nada más sucederá, excepto que la bomba quemará el líquido y producirá calor.

En contraste con la bomba de desplazamiento no positivo, la bomba de desplazamiento positivo proporciona un sello interno positivo contra el resbalamiento. Por lo tanto, este tipo de bomba entrega un volumen definido de líquido para cada ciclo de operación de la bomba, sin importar la resistencia ofrecida, suponiendo que la capacidad de la unidad de potencia que impulsa la bomba no sea excedida.

Si la salida de una bomba de desplazamiento positivo fuera totalmente cerrada, la presión aumentaría instantáneamente al punto en el cual la unidad que impulsa la bomba se atascaría o algo se rompería.

Gracias al movimiento cíclico constante de su parte móvil, una bomba de desplazamiento positivo es capaz de entregar un caudal constante de líquido y soportar (dentro de sus límites) cualquier presión que se requiera.

En otras palabras, una bomba de desplazamiento positivo genera caudal, pero a alta presión.

Una bomba de desplazamiento positivo consiste básicamente de una parte móvil alojada dentro de una carcasa. La bomba mostrada en la Figura 2.9 tiene un émbolo como parte móvil. El eje del émbolo está conectado a una máquina de potencia motriz capaz de producir un movimiento alternativo constante del émbolo. El puerto de entrada está conectado al depósito, en los puertos de entrada y salida, una bola permite que el líquido fluya en un solo sentido a través de la carcasa. Estas bombas las constituyen las del tipo oleo hidráulico, es decir, bombas que además de generar el caudal, lo desplazan al sistema obligándolo a trabajar, este fenómeno se mantiene aún a elevadas presiones de funcionamiento.

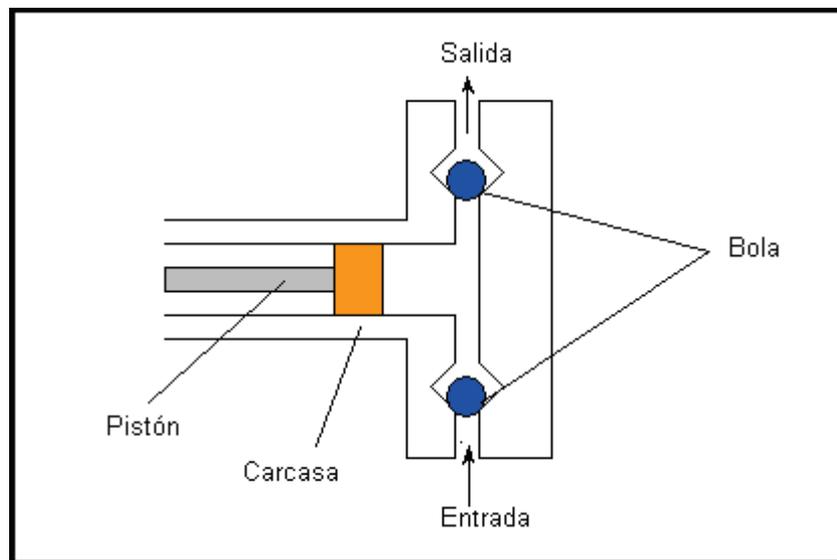


Figura. 2.9 Bomba hidráulica de desplazamiento positivo.

Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica33.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica33.htm)

Las bombas pueden clasificarse además dependiendo de la forma en que se desplaza la parte móvil de éstas; si el desplazamiento es rectilíneo y alternado, entonces se llamarán oscilantes, y si el elemento móvil gira se llamarán rotativas.

Las bombas de desplazamiento positivo se vuelven a subdividir como de

desplazamiento fijo o volumétrico. La bomba de desplazamiento fijo entrega la misma cantidad de líquido en cada ciclo. El volumen de la salida puede ser cambiado solamente cambiando la velocidad de la bomba. Cuando una bomba de este tipo se utiliza en un sistema hidráulico, un regulador de presión (válvula de descarga) se debe incorporar en el sistema. Un regulador de presión o una válvula de descarga se utilizan en un sistema hidráulico para controlar la cantidad de presión en el sistema y para descargar o para aliviar la bomba cuando se alcanza la presión deseada. Esta acción de un regulador de presión evita que la bomba trabaje contra una carga cuando el sistema hidráulico está a presión máxima y sin funcionamiento. Durante este tiempo el regulador de presión puentea el líquido de la bomba de nuevo al depósito. La bomba continúa entregando un volumen fijo de líquido durante cada ciclo. Los términos tales como entrega fija, entrega constante, y volumen constante son todos utilizados para identificar la bomba de desplazamiento fijo.

La bomba volumétrica se construye para poder variar el desplazamiento por ciclo. El desplazamiento se varía mediante el uso de un dispositivo de control interno.

Las bombas se pueden también clasificar según el diseño específico usado para crear el flujo de líquido. Prácticamente todas las bombas hidráulicas caen dentro de la clasificación de tres diseños: centrífugas, rotativas, y alternativas. El uso de bombas centrífugas en hidráulica es limitado.

Se dice que una bomba es de desplazamiento No positivo cuando su órgano propulsar no contiene elementos móviles; es decir, que es de una sola pieza, o de varias ensambladas en una sola.

A este caso pertenecen las bombas centrífugas, cuyo elemento propulsor es el rodete giratorio. En este tipo de bombas, se transforma la energía mecánica recibida en energía hidro-cinética imprimiendo a las partículas cambios en la proyección de sus trayectorias y en la dirección de sus velocidades. Es muy importante en este tipo de bombas que la descarga de las mismas no tenga

contrapresión pues si la hubiera, dado que la misma regula la descarga, en el caso límite que la descarga de la bomba estuviera totalmente cerrada, la misma seguiría en movimiento NO generando caudal alguno trabajando no obstante a plena carga con el máximo consumo de fuerza matriz.

Por las características señaladas, en los sistemas hidráulicos de transmisión hidrostática de potencia hidráulica nunca se emplean bombas de desplazamiento no positivo.

Se dice que una bomba es de desplazamiento positivo, cuando su órgano propulsor contiene elementos móviles de modo tal que por cada revolución se genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, independientemente de la contrapresión a la salida. En este tipo de bombas la energía mecánica recibida se transforma directamente en energía de presión que se transmite hidrostáticamente en el sistema hidráulico.

En las bombas de desplazamiento positivo siempre debe permanecer la descarga abierta, pues a medida que la misma se obstruya, aumenta la presión en el circuito hasta alcanzar valores que pueden ocasionar la rotura de la bomba; por tal causal siempre se debe colocar inmediatamente a la salida de la bomba una válvula de alivio o de seguridad. con una descarga a tanque y con registro de presión

### **2.4.3.2 Tipos de Bombas**

#### **2.4.3.2.1 Bomba de engranajes internos centrados**

Otro diseño de bomba de engranaje interno se ilustra en las figuras laterales. Esta bomba consiste en un par de elementos con forma de engranaje, uno dentro del otro, localizados en el compartimiento de la bomba. El engranaje interno está conectado con el eje motriz de la fuente de potencia.

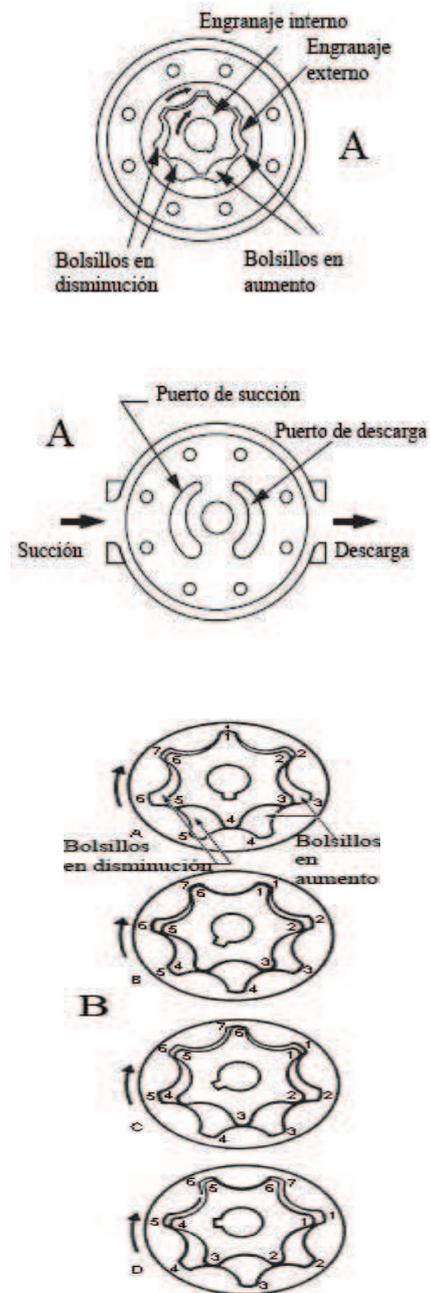


Figura.2.10 Bombas de engranajes internos(vistas laterales)

Fuente: Vickers Training Center hola (1993). *Industrial Hydraulics Manual*. Rochester Hills.

Observe que el engranaje interno tiene un diente menos que el engranaje externo. La forma del diente de cada engranaje se relaciona con la de la otra de

una manera tal que cada diente del engranaje interno esté siempre con desplazamiento de contacto con la superficie del engranaje externo. Cada diente del engranaje interno endienta con el engranaje externo en apenas un punto durante cada revolución. En la ilustración, este punto está en X. En la visión A, el diente 1 del engranaje interno está endentado con el espacio 1 del engranaje externo. A medida que los engranajes continúan girando en una dirección a la derecha y los dientes se acercan al punto X, el diente 6 del engranaje interno endentará con el espacio 7 del engranaje externo, el diente 5 con el espacio 6, y así sucesivamente. Durante esta revolución, el diente 1 endentará con el espacio 2; y durante la revolución siguiente, el diente 1 endentará con el espacio 3. Consecuentemente, el engranaje externo girará en apenas seis sextos la velocidad del engranaje interno.

En un lado del punto de acoplamiento entre dientes, bolsillos de tamaño cada vez mayor se forman mientras que los engranajes giran, mientras que en el otro lado los bolsillos disminuyen de tamaño. En la figura B adjunta, los bolsillos en el lado derecho de los dibujos están aumentando de tamaño hacia la parte inferior de la ilustración, mientras que los mismos en el lado izquierdo están disminuyendo de tamaño hacia la tapa de la ilustración. El lado de entrada de la bomba por lo tanto estaría en la derecha y el lado de descarga a la izquierda. En la figura A, se ve que el lado derecho del dibujo fue que volcado para indicar los puertos, el lado de entrada y la descarga aparecen invertidos, donde A en un dibujo cubre A en el otro.

#### **2.4.3.2.2 Bomba de Lóbulos**

Esta bomba funciona siguiendo el principio de la bomba de engranajes de dientes externos, es decir, ambos elementos giran en sentidos opuestos, con lo que se logra aumentar el volumen y disminuir la presión y por ello conseguir la aspiración del fluido.

Los lóbulos son considerablemente más grandes que los dientes de engranajes, pero hay solamente dos o tres lóbulos en cada rotor. Una bomba de tres lóbulos se ilustra en la figura lateral. Se giran los dos elementos, uno es impulsado directamente por la fuente de energía, y el otro a través de engranajes de sincronización. Mientras que los elementos giran, el líquido queda atrapado entre dos lóbulos de cada rotor y las paredes del compartimiento de la bomba, y se transporta del lado de succión al lado de descarga de la bomba. A medida que el líquido sale del compartimiento de succión, la presión en el compartimiento baja, y más líquido adicional es forzada a desplazarse hacia el compartimiento desde el depósito.

Se construyen los lóbulos de manera de producir un sello continuo en los puntos donde éstos se interceptan en el centro de la bomba. Los lóbulos de la bomba ilustrada en la figura son provistos con las pequeñas paletas en su borde externo, a fin de mejorar la hermeticidad de la bomba. Aunque estas paletas se sostengan mecánicamente en sus ranuras, están, hasta cierto punto, libres de moverse hacia fuera. La fuerza centrífuga mantiene las paletas ligeramente apretadas contra el compartimiento y los otros elementos giratorios.

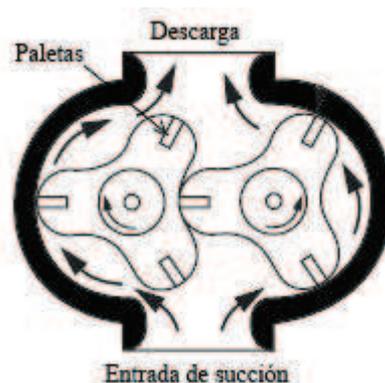


Fig.2.11 Bomba de lóbulos.(vista lateral)

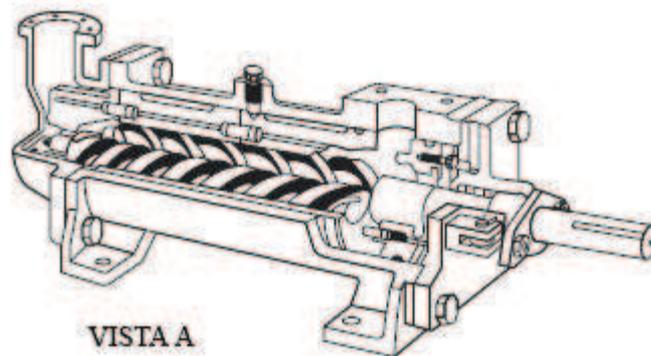
Fuente: Vickers Training Center hola (1993). *Industrial Hydraulics Manual*.

Rochester Hills.

Por la forma constructiva de los engranajes el caudal desplazado puede ser mayor. Se genera una sola zona de presión, por lo cual esta bomba constituye una del tipo desequilibrada, y al no poderse variar la cilindrada, se dice entonces que la bomba es de caudal constante.

#### 2.4.3.2.3 Bomba de Tornillo

La transmisión de potencia hidráulica por medio de bombas de tornillo (Fig.2.12) se utiliza generalmente sólo en los submarinos. A pesar de ser baja en eficiencia y costosa, la bomba de tornillo es conveniente para las altas presiones (3000 psi), y entrega fluido con poco ruido o pulsación de presión.



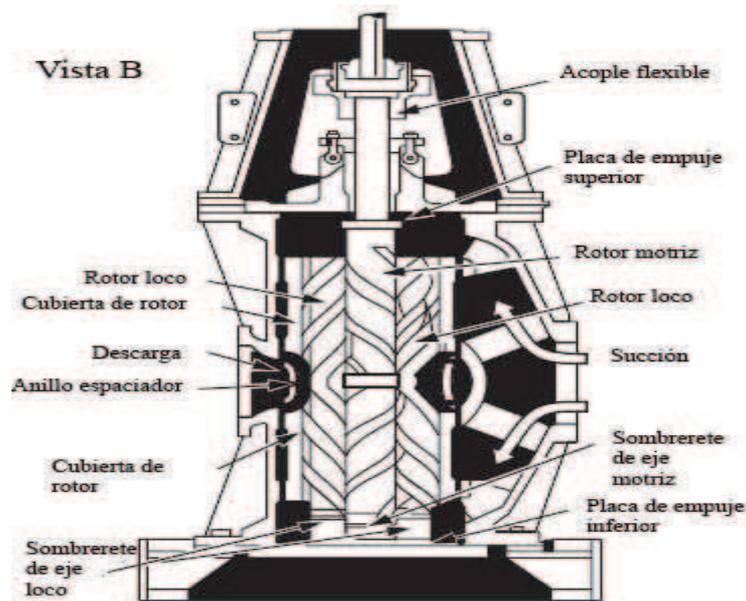


Fig.2.12 Bomba de tornillo

Fuente: Vickers Training Center hola (1993). *Industrial Hydraulics Manual*. Rochester Hills.

La línea de suministro está conectada en el centro de la cubierta de la bomba en algunas bombas (figura, visión B). El líquido entra en el puerto de succión de la bomba, que se abre en compartimientos en los extremos del montaje del tornillo. Cuando los tornillos giran, el líquido fluye entre los filetes de rosca en cada extremo del conjunto. Los filetes de rosca arrastran el líquido dentro de la cubierta hacia el centro de la bomba al puerto de descarga.

Las bombas de tornillo están disponibles en variados diseños; sin embargo, todas funcionan de una manera similar. En una bomba de tornillo del tipo rotativo de desplazamiento fijo (visión A en la figura), el líquido se impulsa axialmente en forma constante y uniforme mediante la acción de sólo tres partes móviles, un rotor motriz y dos rotores locos arrastrados por el primero. El rotor motriz es el único elemento impulsor, que se extiende fuera de la cubierta de la bomba para las conexiones de potencia a un motor eléctrico. Los rotores locos giran libres y son arrastrados por el rotor motriz mediante la acción de los filetes

de rosca que endientan entre sí. El líquido bombeado entre los filetes de rosca helicoidales del rotor motriz y los rotores locos proporciona una película protectora para prevenir el contacto metal con metal. Los rotores locos no realizan ningún trabajo; por lo tanto, no necesitan ser conectados por engranajes para transmitir potencia. Los espacios intersticiales formados por el endentado entre los rotores dentro de la estrecha caja de cubierta contienen el líquido que es bombeado. Mientras que los rotores dan vuelta, estos espacios se mueven axialmente, proporcionando un continuo flujo. El funcionamiento eficaz se basa en los factores siguientes:

La acción de giro obtenida con el diseño de filetes de rosca de los rotores es responsable de la estabilidad misma de operación de la bomba. La carga simétrica de presión alrededor del rotor motriz elimina la necesidad de cojinetes radiales porque no hay cargas radiales. El cojinete de bolas tipo cartucho en la bomba posiciona al rotor motriz para la operación apropiada de sellado. Las cargas axiales en los rotores creados por la presión de descarga son hidráulicamente equilibradas.

La clave del funcionamiento de la bomba de tornillo es la operación de los rotores locos en sus alesajes de la cubierta. Los rotores locos generan una película hidrodinámica para apoyarse en sus alesajes como los cojinetes lisos. Puesto que esta película es autogenerada, la misma depende de tres características de funcionamiento de la bomba - velocidad, presión de descarga, y la viscosidad del fluido. La fuerza de la película es aumentada incrementando la velocidad de funcionamiento, disminuyendo la presión, o aumentando la viscosidad del fluido.

#### **2.4.3.2.4 Bomba de paletas desequilibradas**

Las bombas hidráulicas tipo paleta tienen generalmente placas interiores forma circular o elíptica. (La figura.2.14 ilustra una bomba de paleta con un interior

circular.) Un rotor ranurado se fija a un eje que entra en la cavidad de la cubierta a través de una de las placas extremas. Un número de pequeñas placas o paletas rectangulares se fijan dentro de las ranuras del rotor.

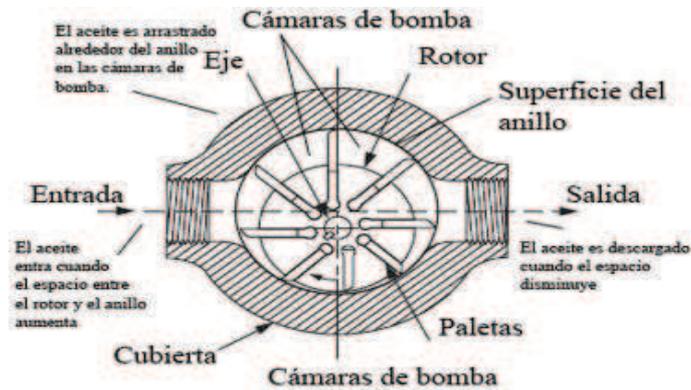


Figura.2.14 Bomba de paletas desequilibradas

Fuente: Headquarters, Department of the Army (1997). *Hydraulics, Field manual FM 5-499*. Washington.

Al girar el rotor dentro del anillo volumétrico y ubicado en forma excéntrica a éste, se genera por lo tanto una cierta diferencia que permite en algunos casos controlar la cilindrada.

Gracias a la excentricidad se genera una zona que hace las veces de cierre hermético que impide que el aceite retroceda. A partir de esta zona y producto de la fuerza centrífuga, las paletas salen de las ranuras del rotor, ajustándose a la superficie interna del anillo, así entre cada par de paletas se crean cámaras que hacen aumentar el volumen y disminuir la presión, con lo que es posible asegurar el continuo suministro de aceite. El aceite es tomado en estas cámaras y trasladado a la zona de descarga.

#### 2.4.3.2.5 Bomba De Paletas Equilibradas

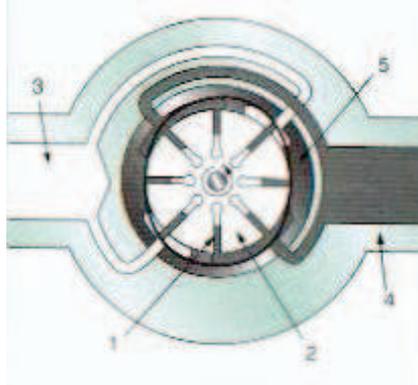


Figura.2.15 Bomba hidráulica de paletas equilibradas

Fuente: Headquarters, Department of the Army (1997). *Hydraulics, Field manual FM 5-499*. Washington.

Se distingue en este tipo de bomba las siguientes situaciones:

- Anillo volumétrico
- El rotor y el anillo están ubicados concéntricamente
- Posee dos zonas de aspiración y dos de descarga, por lo tanto la aspiración y descarga se realiza dos veces en cada revolución
- Su caudal es fijo
- Las fuerzas resultantes se anulan, por lo tanto la bomba es equilibrada

#### 2.4.3.2.6 Bombas Manuales

Hay dos tipos de bombas alternativas manuales - la de acción única y la doble acción. La bomba de acción única proporciona flujo durante cada movimiento posterior, mientras que la de doble acción proporciona flujo durante cada movimiento de bombeo. Las bombas de acción única se utilizan con frecuencia en gatos hidráulicos. (Ver Fig.2.16)

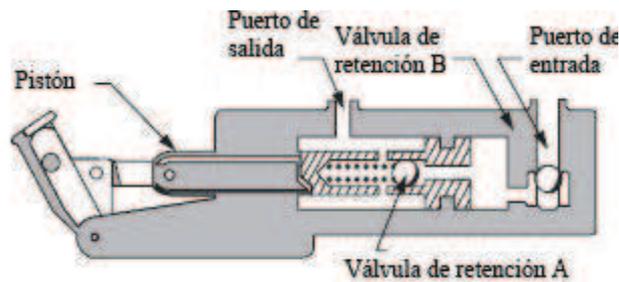


Figura.2.16 Bomba manual hidráulica

Fuente: Vickers Training Center hola (1993). *Industrial Hydraulics Manual*. Rochester Hills.

Una bomba de mano de doble acción se ilustra en la figura anterior. Este tipo de bomba se utiliza algunos sistemas hidráulicos de aviones como fuente de tracción hidráulica para emergencias, para prueba de ciertos subsistemas durante inspecciones de mantenimiento preventivo, y para determinar las causas de malfuncionamientos en estos subsistemas.

Esta bomba (ver figura arriba) consiste en un cilindro, un pistón que contiene una válvula de retención incorporada (A), un eje de pistón, una manija de funcionamiento, y una válvula de retención (B) en el puerto de entrada. Cuando el pistón se mueve a la izquierda, la fuerza del líquido en la cámara de salida y la tensión del resorte hace la válvula A cerrarse.

Este movimiento hace que el pistón fuerce el líquido en la cámara de entrada hacia el puerto salida y dentro del sistema. Este mismo movimiento del pistón produce un área de baja presión en la cámara de entrada. La diferencia en la presión entre la cámara de entrada y el líquido (a presión atmosférica) en el depósito actuando sobre la válvula de retención B hace que su resorte se comprima; abriendo así la válvula de retención. Esto permite que el líquido entre en la cámara de entrada.

Cuando el pistón termina este desplazamiento a la izquierda, la cámara de

entrada está llena de líquido. Esto elimina la diferencia de presión entre el compartimiento de entrada y el depósito, permitiendo así que la tensión del resorte cierre la válvula de retención B. Cuando el pistón se mueve hacia la derecha, la fuerza del líquido confinado en el compartimiento de entrada actúa sobre la válvula de retención A. Esta acción comprime el resorte y abre la válvula de retención A lo que permite que el líquido fluya desde la cámara de entrada hacia la cámara de salida. Debido al área ocupada por el vástago del pistón, la cámara de salida no puede contener todo el líquido descargado del compartimiento de entrada. Puesto que los líquidos no se comprimen, el líquido adicional es forzado fuera del puerto salida dentro del sistema.

#### **2.4.3.3 Admisión y salida de Presión**

En la mayoría de las bombas la sección del orificio de admisión es mayor que el de presión, esta regla casi y en general queda alterada en las bombas de giro bi-direccional donde ambos orificios presentan el mismo diámetro.

La razón de las diferencias de diámetros anotada, queda justificada por la necesidad de ingreso de aceite a la bomba al valor más bajo posible ( máximo 1,20 metros por segundo) quedará como consecuencia una mínimas pérdidas de carga , evitándose de esta forma el peligro de la cavitación

En ningún caso debe disminuirse por razones de instalación o reparación el diámetro nominal de esta conexión que invariablemente está dirigida al depósito o tanque como así también mantener la altura entre el nivel mínimo de aceite de este último y la entrada en el cuerpo de la bomba de acuerdo a la indicado por el fabricante.

#### **2.4.4 Cañerías hidráulicas o mangueras hidráulicas**

Una manguera hidráulica es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro. A las mangueras también se les llama cañerías, aunque las

cañerías generalmente son rígidas mientras que las mangueras son flexibles. Las mangueras usualmente son cilíndricas.

Para la unión de mangueras se utilizan distintos tipos de racores. Un racor es la pieza metálica o de otro material que empalman los distintos tramos de mangueras.

Se denomina cañería principal a aquella que saliendo del tanque de la estación compresora conduce la totalidad del caudal de aire. Debe tener una sección generosa considerando futuras ampliaciones de la misma. En ella no debe superarse la velocidad de 8 m/segundo

Las cañerías de conducción de los circuitos hidráulicos pueden ser metálicas con tubos rígidos conformados a la medida o bien latiguillos de goma con una o varias capas de alambres de acero trenzado en su interior, dependiendo de la presión para la cual estén diseñados (Ver Fig.2.17)



Fig.2.17 Cañerías hidráulicas

Fuente: <http://www.weldalloy.com/SAE100R2ATDataSheet.htm>

#### **2.4.4.1 Cañerías de Servicio.**

Estas cañerías o "bajadas" constituyen las alimentaciones a los equipos y dispositivos y herramientas, en sus extremos se disponen acoplamientos rápidos y equipos de protección integrados por filtros, válvula reguladora de presión y lubricadora. Su dimensión debe realizarse de forma tal que en ellas no

se supere la velocidad de 15 m/segundo.

#### **2.4.4.2 Cañerías de Interconexión:**

El dimensionado de estas tuberías no siempre se tiene en cuenta y esto ocasiona serios inconvenientes en los equipos, dispositivos y herramientas hidráulicas alimentados por estas líneas. Teniendo en cuenta que estos tramos de tubería son cortos podemos dimensionarlos para velocidades de circulación mayores del orden de los 20 m/seg.

#### **2.4.4.3 Caída de Presión en tuberías:**

Es importante recordar que la pérdida de presión en tuberías "solo" se produce cuando el fluido está en "movimiento" es decir cuando hay circulación. Cuando esta cesa, las caídas de presión desaparecen.

Entre más largas sean las cañerías y exista más restricciones mayores serán las pérdidas de presión.

Si quitamos las restricciones una gran proporción de la pérdida de presión desaparece. En un sistema bien dimensionado, la pérdida de presión natural a través de la tubería y válvulas será realmente mínima.

#### **2.4.5 Válvula de Control Direccional**

Las válvulas son fundamentales en los circuitos hidráulicos, y son las que controlan los flujos de aceite para dirigirlos hacia el lugar conveniente en cada momento (ejemplo Fig.2.18).

Tipos de válvulas

✓ 2 vías, 2 posiciones

- ✓ 3 vías, 3 posiciones
- ✓ 4 vías, 2 o 3 posiciones
- ✓ 5 vías, 2 o 3 posiciones
- ✓ 6 vías 2, 3 o 4 posiciones

Actualmente la tendencia general de todos los fabricantes es la de sustituir los circuitos pilotados hidráulicamente por pilotaje electrónico que resulta más cómodo, barato y sencillo, los circuitos son mandados por señales eléctricas y en unos pocos años la parte hidráulica de las máquinas se limitará a los circuitos principales que son menos propensos a las averías

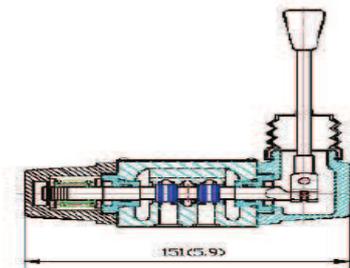


Figura.2.18 válvula de control direccional.

Fuente: SKF.com / SKF @ptitude Exchange / Áreas de interés /  
 Mantenimiento mecánico / Sistemas hidráulicos y sus componentes /

#### 2.4.5.1 Válvulas Hidráulicas de Reducción de Presión.

En la Fig.2.19 Aparece el corte esquemático y constructivo de una válvula de reducción de presión como así su símbolo completo y simplificado.

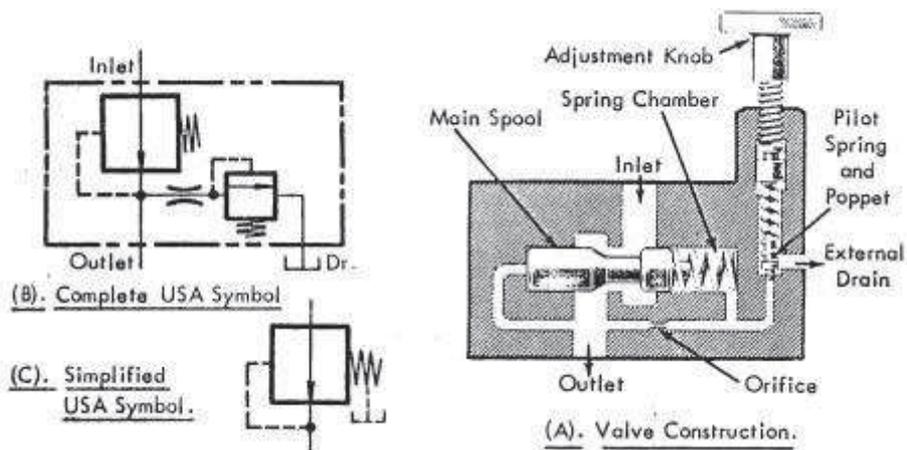


Figura.2.19 Esquema de una válvula de reducción

Fuente: SKF.com / SKF @ptitude Exchange / Áreas de interés /  
 Mantenimiento mecánico / Sistemas hidráulicos y sus componentes /

Refiriéndonos a la parte A de la figura, la válvula reductora de presión mantiene una presión reducida a su salida, independientemente de la presión más elevada en su entrada.

El vástago de la válvula, en operación, asume una posición intermedia controlando el flujo de tal manera de mantener la presión a la salida al valor deseado.

Si la presión en la salida tiende a su superar el valor de ajuste, el vástago se mueva hacia la derecha por la acción de la presión piloto en su cara izquierda, previendo de esta manera un incremento por sobre el valor de ajuste.

En nivel deseado de presión de salida es establecido no por el resorte principal sino por el valor de la presión de aceite, que es mantenida mediante una pequeña válvula de alivio controlada por el operador. El orificio de conexión a ésta válvula de alivio es de pequeño diámetro a los efectos de que pueda ser evacuado por la pequeña válvula de alivio.

Cuando el aceite pasa a través de las válvulas su vástago continuamente

regula el flujo a los efectos de mantener una presión constante a la salida. Si el flujo de aceite cesa es decir si un cilindro llega al final de su Carrera, el vástago de la válvula accionado por la presión piloto en su cara derecha, se mueve completamente hacia la derecha previniendo un incremento de presión estática en la cara de salida, El vástago en condiciones estáticas, drena a través de la válvula de alivio piloto, no permitiendo un incremento de la presión de salida.

Si la presión de entrada es tan baja como la del valor de ajuste de la válvula, el vástago se mueve completamente hacia la izquierda trabajando en condiciones de flujo libre a través de la válvula.

En esas condiciones obviamente la presión de salida es igual a la presión de entrada.

Las válvulas reductoras de presión deben construirse mediante el adicional de válvulas de retención en paralelo para permitir el flujo reverso de aceite durante ciertas partes del ciclo de un circuito. Esto es comparable a la válvula de retención que hemos visto aplicadas en las válvulas bypass.

Todas las válvulas reductoras de presión están provistas de una conexión de drenaje externo este debe ser siempre llevado al tanque en los circuitos. Esto se hace para cumplir dos propósitos :

- 1) Sin ese drenaje la válvula jamás podría mantener una presión constante con referencia a la presión atmosférica.
- 2) Sin este drenaje la válvula no podría mantener un valor constante de reducción de presión independientemente de las condiciones de presión de entradas.

Una de las aplicaciones más comunes de la válvula reductora de presión es cuando en un determinado punto del circuito deseamos trabajar a una presión inferior que la presión máxima de servicio.

#### **2.4.5.2 Válvula de Seguridad**

Existe una verdadera confusión con la válvula de seguridad, de descarga, de alivio, limitadora, sobrepresión, etc. Esto es debido a que cada fabricante las nombra de una manera y, aunque en realidad las válvulas tienen diferente nombre, éstas son las mismas.

La válvula de seguridad es el elemento indispensable en las instalaciones hidráulicas y es el aparato que más cerca debe ponerse de la bomba, su misión es limitar la presión máxima del circuito para proteger a los elementos de la instalación.

Esta válvula, también conocida como VLP, actúa cuando se alcanza el valor de la presión regulada en el resorte.

#### **2.4.5.3 Accionamiento de las Válvulas**

Estos están referidos a la forma o el medio que se utiliza para desplazar el conmutador dentro de la válvula o el elemento de cierre.

Pueden ser mecánicos (como muelles, rodillos, rodillos abatibles), manuales (pulsadores, palancas, pedales) y además accionados neumática e hidráulicamente.

En los accionamientos del tipo mecánico y manual, es necesario aplicar una fuerza directamente sobre el conmutador ya sea con palancas resortes o pedales, entre otros, en cambio en los accionamientos neumáticos y/o hidráulicos es la presión de un fluido que actúa sobre el conmutador la que genera la fuerza necesaria para provocar el desplazamiento, por otro lado puede generar también fuerza, la depresión del fluido para desplazar el conmutador. Control eléctrico, estos mandos se les denomina normalmente celenoides, los celenoides mencionados están formados por dos partes básicas

una bobina y un núcleo.

## **2.4.6 Cilindros y actuadores hidráulicos<sup>2</sup>**

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos.

El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

**Actuadores hidráulicos** se emplean cuando lo que se necesita es potencia, sin embargo, los hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico

Los actuadores hidráulicos, que son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, funcionan en base a fluidos a presión

### **2.4.6.1 Cilindros Hidráulicos**

También llamados motores hidráulicos lineales son actuadores mecánicos que son usados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal

Los cilindros hidráulicos obtienen la energía de un fluido hidráulico presurizado, que es típicamente algún tipo de aceite.

El cilindro hidráulico consiste básicamente en dos piezas: un cilindro barril y un pistón móvil conectado a un vástago. El cilindro barril está cerrado por los dos extremos, en uno está el fondo y en el otro, la cabeza por donde se introduce el pistón, que tiene una perforación por donde sale el vástago. El pistón divide el interior del cilindro en dos cámaras: la cámara inferior y la cámara del vástago. La presión hidráulica actúa en el pistón para producir el movimiento lineal (Ejemplo Fig.2.20)

---

<sup>2</sup> Manual de oleo hidráulica industrial 5ta edición año 1993. Barcelona España capitulo 1 pág. 19

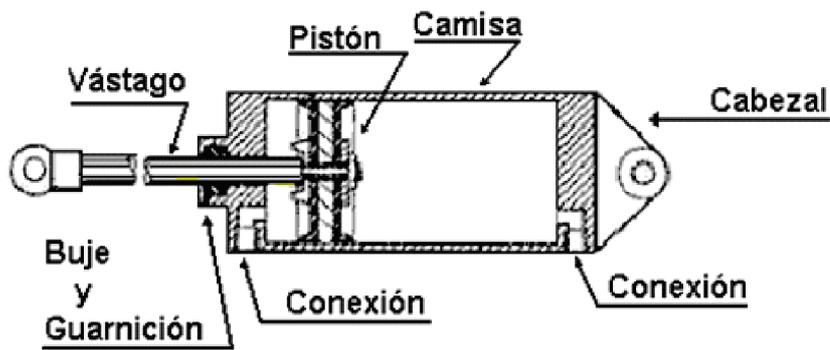


Figura.2.20 Cilindro hidráulico

Fuente: Vickers Training Center hola (1993). *Industrial Hydraulics Manual*.

Rochester Hills.

De acuerdo con su función podemos clasificar a los cilindros hidráulicos en 2 tipos: de Efecto simple y de acción doble.

En el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer.

El segundo tipo se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones. El control de dirección se lleva a cabo mediante una válvula direccional.

**Cilindro de efecto simple** la barra esta solo en uno de los extremos del pistón, el cual se contrae mediante resortes o por la misma gravedad. La carga puede colocarse solo en un extremo del cilindro.

**Cilindro de efecto doble** la carga puede colocarse en cualquiera de los lados del cilindro. Se genera un impulso horizontal debido a la diferencia de presión entre los extremos del pistón

#### 2.4.7 Filtros Hidráulicos

Hemos visto que el mantenimiento de los fluidos hidráulicos dentro de los límites permisibles es crucial para el cuidado y la protección del equipamiento hidráulico. Mientras que todos los esfuerzos necesarios deben ser hechos para prevenir que los contaminantes ingresen al sistema, igualmente los mismos entran y deben ser removidos. Los dispositivos de filtrado son instalados en

sectores clave de los sistemas de potencia fluida para remover los contaminantes que entran al sistema, al mismo tiempo que aquellos que son generados durante las operaciones normales. Los dispositivos de filtrado para sistemas hidráulicos difieren en cierta manera de aquellos para sistemas neumáticos. Los dispositivos de filtrado usado en los sistemas hidráulicos son comúnmente conocidos como tamices (también llamados coladeras) y filtros (Ejemplo figura.2.21) Dado que comparten una misma función, los términos tamiz y filtro son con frecuencia intercambiados. Como regla general, los dispositivos usados para quitar grandes partículas de materia extraña de los fluidos hidráulicos son identificados como tamices, mientras que aquellos usados para remover las partículas más pequeñas son llamados filtros.

Coladera de succión: La mayoría de las bombas utilizan para su protección un filtro destinado a retener partículas sólidas en la aspiración. Las coladeras de succión o tamices son usadas primariamente para capturar sólo grandes partículas y serán encontrados en aplicaciones donde este tipo de protección es requerida.

La mayoría de los sistemas hidráulicos tienen una coladera en el reservorio en la entrada a la línea de succión de la bomba. Una coladera es usada en lugar de un filtro para reducir su posibilidad de ser atascado y dejar sin fluido a la bomba. Sin embargo, dado que esta coladera está localizada en el reservorio, su mantenimiento es con frecuencia descuidado. Cuando suciedad muy pesada y barros se acumulan sobre la sección de la coladera, la bomba pronto comienza a cavitarse, y la falla de la misma viene pronto a continuación.

La práctica usual cuando se emplean aceites minerales estándar, es utilizar coladeras de malla metálica capaces de retener partículas mayores de 150 micrones. Cuando se emplean fluidos ignífugos que tienen un peso específico superior al aceite, es preferible emplear coladeras de malla 60 capaces de retener partículas mayores de 200 micrones, para evitar la cavitación de la bomba.

Con la introducción de bombas y válvulas con alto grado de precisión, operación a presiones elevadas y altas eficiencias, el empleo de la coladera de aspiración no es protección suficiente para el sistema, si se quiere obtener una larga vida del mismo.

El dispositivo más común instalado en los sistemas hidráulicos para evitar que materia extraño y contaminación quede en el sistema es conocido como filtro. Los filtros pueden ser ubicados en el reservorio, en la línea de retorno, en la línea de presión, o en cualquier otra ubicación en el sistema donde el diseñador del mismo decida que sea necesario para salvaguardar el sistema contra las impurezas.

Los filtros son clasificados como de flujo pleno o total y flujo proporcional o parcial. En el tipo de filtro de flujo pleno o total, todo el fluido que ingresa a la unidad pasa a través del elemento filtrante, mientras que en el tipo de filtro de flujo proporcional, sólo una porción del fluido pasa a través del elemento.

El propósito de la filtración no es solo prolongar la vida útil de los componentes hidráulicos, si no también evitar paradas producidas por la acumulación de impurezas en las estrechas holguras y orificios de las modernas válvulas y servo válvulas. Para prolongar la vida útil de los aparatos hidráulicos es de vital importancia emplear aceites limpios, de buena calidad y no contaminado.

La limpieza de los aceites se puede lograr reteniendo las partículas nocivas o dañinas y efectuando los cambios de aceite en las fechas y periodos que establecen los fabricantes o que determinan las especificaciones técnicas del aceite y/o elementos del circuito.

Los elementos que constituyen contaminantes para el aceite pueden ser entre otros:

- Agua
- Ácidos

- Hilos y fibras
- Polvo, partículas de junta y pintura

Para evitar que los aceites entren en contacto con elementos contaminantes; puede procurarse lo siguiente:

- En reparaciones, limpiar profusamente
- Limpiar el aceite antes de hacerlo ingresar al sistema
- Cambiar el aceite contaminado periódicamente
- Contar con un programa de mantención del sistema hidráulico
- Cambiar o limpiar los filtros cuando sea necesario

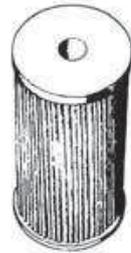


Figura.2.21 Filtro hidráulico.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Racor>

La función de un filtro mecánico es remover la suciedad de un fluido hidráulico. Esto se hace al forzar la corriente fluida a pasar a través de un elemento filtrante poroso que captura la suciedad.

#### 2.4.7.1 Tipos de Filtros

- Papel micrónico. Son de hoja de celulosa tratada y grado de filtración de 5 a 160m. Los que son de hoja plisada aumenta la superficie filtrante.
- Filtros de malla de alambre. El elemento filtrante es de malla de un tamiz más o menos grande, normalmente de bronce fosforoso.

- Filtros de absorción. Así como el agua es retenida por una esponja, el aceite atraviesa el filtro. Son de algodón, papel y lana de vidrio.
- Filtros magnéticos. Son filtros caros y no muy empleados; deben ser estos dimensionados convenientemente para que el aceite circule por ellos lo más lentamente posible y cuanto más cerca de los elementos magnéticos mejor, para que atraigan las partículas ferrosas

### 2.4.8 Manómetros

Un manómetro es un tubo; casi siempre doblado en forma de U, que contienen un líquido de peso específico conocido, cuya superficie se desplaza proporcionalmente a los cambios de presión (Ver Fig.2.22)



Figura.2.22 Manómetro

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Racor>

El instrumento para medir la presión se denomina manómetro y puede ser de dos clases.<sup>3</sup>

1. Los que equilibran la presión desconocida con que se conoce. A este tipo de manómetro pertenece el manómetro de tubo en <U> en el que la presión se determina midiendo la diferencia en el nivel del líquido de las dos ramas.
2. Los que la presión desconocida actúa sobre un material elástico que produce el movimiento utilizado para medir la presión. A este tipo de

<sup>3</sup> Curso Básico de hidráulica ITSA

manómetro se lo conoce como manómetro de tubo elástico (Bourdon).

Los manómetros de tubo elástico (Bourdon) son los más empleados el aceite entra por la parte inferior y tiende a enderezar el tubo el extremo del tubo va unido al eslabón de graduación, que a su vez hace girar un piñón solidario a la aguja que marca la presión en bar o psi.

Los manómetro tipo bourdon van sellados con glicerina, esto es para protegerlos y amortiguar las vibraciones de la aguja, normalmente en la tubería que va al manómetro o en la misma conexión se restringe el paso de aceite, bien con un restrictor, tubito o espiral o una restricción en el mismo racor.

## 2.5 MOTOR ELÉCTRICO

Como podemos apreciar en la siguiente figura un motor eléctrico de Corriente Directa es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos

Esta máquina de corriente directa es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente directa, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente directa se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o como propulsores (bombas hidráulicas)

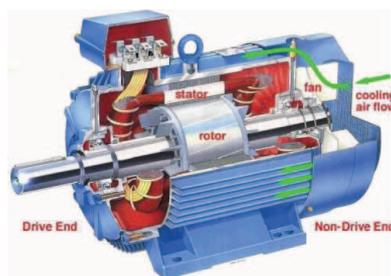


Figura.2.23 Motor Eléctrico

Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica33.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica33.htm)

### 2.5.1 Fundamentos de operación de los motores eléctricos

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación como se muestra en la figura 2.24

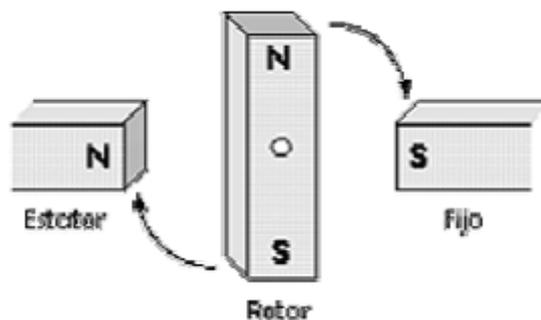


Figura.2.24 Magnetismo

Fuente: Vickers Training Center hola (1993). *Industrial Hydraulics Manual*.  
Rochester Hills.

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios: El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor. Y el principio que André Ampere observó en 1820, en el que establece: que si una corriente

pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor.

El movimiento giratorio de los motores de DC se basa en el empuje derivado de la repulsión y atracción entre polos magnéticos. Creando campos constantes convenientemente orientados en estator y rotor, se origina un par de fuerzas que obliga a que la armadura (también le llamamos así al rotor) gire buscando "como loca" la posición de equilibrio.

Gracias a un juego de conexiones entre unos conductores estáticos, llamados escobillas, y las bobinas que lleva el rotor, los campos magnéticos que produce la armadura cambian a medida que ésta gira, para que el par de fuerzas que la mueve se mantenga siempre vivo.

## **CAPITULO III**

### **CONSTRUCCION**

En este capítulo se hace referencia al proceso que se siguió para Implementar los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707 de una manera secuencia y describiendo cada uno de los pasos.

#### **3.1 Preliminares**

La implementación los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707 corresponde a una necesidad observada en los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en el proceso de investigación.

Actualmente no existe ningún sistema mediante el cual podamos optimizar la utilización de la cabina del avión Boeing 707 existente en el campus del Instituto.

Es por esto que al implementar los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707 los alumnos del instituto podrán familiarizarse con los movimientos producidos en vuelo por una aeronave y de esta manera estaremos ayudando a preparar de manera práctica a los futuros Tecnólogos.

#### **3.2 Planteamiento y estudio de alternativas**

Para poder realizar la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico a la construcción de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707 se realizó una búsqueda de trabajos con similares características pero no se encontró ningún modelo parecido al propuesto es por esto que se decido a no utilizar ningún modelo en particular.

Por todo lo expuesto el sistema fue diseñado en su totalidad por el investigador ya que el sistema inicial fue mejorado según avanzan los trabajos sin que existan otros diseños con los que se pueda comparar o seleccionar las mejores características.

En cuanto a los materiales, estos se utilizaron en base a un análisis; seleccionando aquellos que permitan trabajar de manera eficiente y estéticamente presentable tomando en cuenta que nuestro sistema tendrá que soportar una presión específica buscaremos la mejor alternativa.

El sistema para su construcción tiene que cumplir con parámetros técnicos principalmente en cuanto a la presión que soportara para poder dar movimiento a la estructura simuladora. Para esto se tomó en cuenta los tipos posibles de sistemas que podrían ser utilizados para este propósito y estos son:

1. Implementación de los Controles de Mando mediante un sistema hidráulico
2. Implementación de los controles de Mando mediante un sistema neumático

### **3.2.1 Análisis de Alternativas**

Al estudiar las alternativas antes mencionadas se podrá elegir la mejor; tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de ellas para así poder decidir de las dos alternativas cual será la mejor apoyándonos en una matriz de decisión.

Una matriz de decisión ayuda a identificar la mejor solución y obliga a considerar una variedad de factores en forma sistemática.

A cada categoría se le asigna un factor de ponderación que mide su importancia relativa. El cuerpo de una matriz de decisión se llena entonces con números que jerarquizan cada característica principal del diseño según una escala conveniente para este caso será de 0 a 1 para cada categoría.

Se deberán examinar las alternativas y decidir una calificación para cada uno de ellos. La calificación se multiplica luego por los factores de ponderación y los productos se suman en cada alternativa planteada

La utilidad real de la matriz de decisión es que descompone el problema en elementos más tratables y lo obliga a uno a considerar el valor relativo de cada alternativa en muchas categorías.

### 3.2.1.1 Ventajas Y Desventajas De Las Alternativas

Tabla 3.1 ventajas y desventajas de los controles de mando mediante un sistema hidráulico

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>INCOMPRESIBILIDAD:</b> un sistema hidráulico es muy recomendable para levantar grandes pesos ya que el líquido que se utiliza para su funcionamiento es muy poco compresible (se comprime 0.5% a una presión de 1000 psi).</li> <li>• <b>REGULACIÓN:</b> las fuerzas pueden regularse de manera continua.</li> <li>• <b>SOBRECARGAS:</b> se puede llegar en los elementos hidráulicos de trabajo hasta su total parada, sin riesgos de sobrecarga o tendencia al calentamiento.</li> <li>• <b>FLEXIBILIDAD:</b> el aceite se adapta a las tuberías y transmite fuerza como si fuera una barra de acero.</li> <li>• <b>ELEMENTOS:</b> los elementos son reversibles además de que se pueden frenar en marcha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LIMPIEZA:</b> en la manipulación de los aceites, aparatos y tuberías, como el lugar de la ubicación de la maquina; en la práctica hay muy pocas maquinas hidráulicas que extremen las medidas de limpieza.</li> <li>• <b>ALTA PRESION:</b> exige un buen mantenimiento.</li> <li>• <b>COSTE:</b> las bombas, motores, válvulas proporcionales y servo válvulas son costosas.</li> </ul>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Tabla 3.2 ventajas y desventajas de los controles de mando mediante un sistema neumático

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ALMACENAJE:</b> el aire es almacenado y comprimido en acumuladores o tanques, puede ser transportado y utilizado donde y cuando se precise.</li> <li>• <b>ANTIDFLAGRANTE:</b> el aire está a prueba de explosiones. No hay riesgo de chispas en atmósferas explosivas y puede ocuparse en lugares húmedos sin riesgo de electricidad estática.</li> <li>• <b>LIMPIEZA:</b> cuando se produce escapes de aire no son perjudiciales y pueden colocarse en las líneas, en depuradores o extractores para mantener el aire limpio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PREPARACIÓN:</b> para la preparación del aire comprimido es necesario la eliminación de impurezas y humedades previas a su utilización.</li> <li>• <b>OBTENCIÓN:</b> la obtención del aire comprimido es costosa.</li> <li>• <b>RIUDOS:</b> el aire que escapa a la atmósfera produce ruidos bastante molestos. Se superan mediante dispositivos silenciadores.</li> <li>• <b>VELOCIDAD:</b> debido a su gran compresibilidad, no se obtienen velocidades uniformes en, los elementos de trabajo.</li> <li>• <b>COSTE:</b> es una fuente de energía cara.</li> </ul>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.2.2 Matriz de evaluación

Tabla 3.3 Matriz de Evaluación

PARAMETROS DE EVALUACION	FACTOR DE PONDERACION	ALTERNATIVAS	
		1	2
	X		
<b>1.- Factor mecánico</b>			
• Materiales	0.6	0.6	0.6
• Construcción	0.7	0.7	0.6
• Operación	0.9	0.8	0.6
• Mantenimiento	0.8	0.7	0.6
<b>2.-Factor Financiero</b>			
• Costo de fabricación	0.8	0.9	0.7
<b>3.-Factor complementario</b>			
• Tamaño	0.7	0.7	0.6
• Forma	0.7	0.6	0.7

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.2.3 Matriz de decisión

Tabla 3.4 matriz de evaluación

PARAMETROS DE EVALUACION	FACTOR DE PONDERACION	ALTERNATIVAS	
		1	2
	X		
<b>1.-Factor mecánico</b>			
• Materiales	0.6	0.36	0.36
• Construcción	0.7	0.49	0.42
• Operación	0.9	0.72	0.54
• Mantenimiento	0.8	0.56	0.48
<b>2.-Factor Financiero</b>			
• Costo de fabricación	0.8	0.72	0.56
<b>3.-Factor complementario</b>			
• Tamaño	0.7	0.49	0.42

• Forma	0.7	0.42	0.49
<b>TOTAL</b>		4.17	3.27

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.3 Selección de la mejor Alternativa

Finalizando con el estudio técnico, y después de haber analizado las alternativas.

Se ha llegado a establecer que la mejor alternativa para la implementar los controles de mando a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707 es mediante un sistema hidráulico ya que como podemos apreciar en la tabla 3.4 tiene el mayor puntaje y en consecuencia es la mejor.

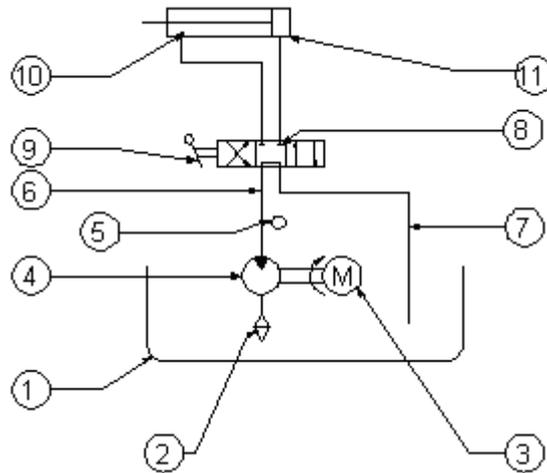
### 3.4 Diseño

Uno de los pasos más importantes para la Implementación los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707 es la evaluación del trabajo; es decir: estimar, apreciar, calcular el valor exacto de lo que se va a realizar.

Esto con lleva a la selección del diseño del sistema hidráulico así como también al dimensionamiento de los elementos para conocer las características que deberá tener nuestro circuito y de esta forma seleccionar los mismos (bomba, cañerías, filtro, conjunto de válvulas, indicador de presión, tamaño y capacidad del depósito entre otros) y de esta forma cumplir con el objetivo general de este proyecto.

### 3.5 Construcción del Sistema Hidráulico

Para cumplir con el propósito de nuestra aplicación y lograr los movimientos deseados (alaveo, cabeceo y guineada), utilizaremos un cilindro hidráulico de doble efecto para el acondicionamiento de nuestro sistema hidráulico.



1	Cilindro Remoto			11	ACERO AISI C -1008		Ninguna
2	Codo Adaptador			10	BRONCE		Ninguna
1	Conjunto de Valvulas (mandos)			9	HIERRO COLADO		Ninguna
2	Racor			8	BRONCE		Ninguna
1	Línea de Retorno			7	FIBRA, HULE Y METAL		Ninguna
1	Línea de Presión (Abastecimiento)			6	FIBRA, HULE Y METAL		Ninguna
1	Manometro			5	BRONCE		Ninguna
1	Bomba			4	ALUMINIO		Ninguna
1	Impulsor (motor)			3	HIERRO COLADO		Ninguna
1	Filtro			2	MALLA METALICA		Ninguna
1	Depósito de fluido Hidráulico			1	ACERO A-36		Ninguna
N° de Pieza	Denominación	N° de Norma/Dibujo	Modelo	N° de Orden	Material	Peso Kg/pieza	Observaciones

Figura 3.1. Esquema sistema hidráulico

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Partiremos de la fuerza que debemos levantar en base de esto podremos determinar y seleccionar los elementos que utilizaremos para conformar nuestro sistema.

Tabla 3.5 Fuerzas requeridas para la realización de los movimientos de la estructura simuladora

<b>FUERZAS REQUERIDAS PARA LA REALIZACION DE LOS MOVIMIENTOS DE LA ESTRUCTURA SIMULADORA</b>	
<b>FUERZA #1 (Alabeo)</b>	<b>2675 Kg</b>
<b>FUERZA #2 (Cabeceo)</b>	<b>1318.92 Kg</b>
<b>FUERZA #3 (Guiñada)</b>	<b>784 Kg.</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Tomando en cuenta las fuerzas requeridas para realizar los movimientos optaremos por elegir la mayor ya que de esta manera podemos tener una idea de cuál será la mayor fuerza requerida, y de esta forma realizar los cálculos necesarios para el dimensionamiento de nuestro circuito.

### 3.5.1 Presión Requerida Para El Funcionamiento Del Sistema

El cálculo de la presión será realizado con la ayuda de la siguiente ecuación.

$$P = F/A$$

Donde F es la fuerza que necesitaremos para realizar el movimiento.

$$F=2675 \text{ Kg}$$

A es el área del cilindro que utilizaremos para nuestros cálculos.

Por su disponibilidad en el mercado, y por qué la longitud de su carrera es la que más se acerca a nuestras necesidades nos hemos inclinado por un cilindro de la siguiente área.

$$A= 31.65 \text{ cm}^2$$

$$P= F/A$$

$$P=2675 \text{ kg}/31.65\text{cm}^2$$

Realizando la operación tenemos como resultado  $85\text{Kg}/\text{cm}^2$  que es la presión necesaria para la realización de nuestro movimiento

$$P= 85 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

Por facilidad en cálculos posteriores procedemos a cambiar de unidades la presión requerida.

$$P=1206.44 \text{ PSI}$$

De estos cálculos podemos deducir que necesitamos una bomba con una capacidad de:

$$P=1206.44 \text{ psi}$$

Para el cálculo del caudal necesario para nuestro sistema, partiremos de la siguiente formula.

$$Q=V/A$$

Donde

Q (caudal) = ?

V (Velocidad) = ?

A (Área de los 3 cilindros) =  $95 \text{ cm}^2$

Como nos podemos dar cuenta tenemos un solo dato que es el área,

El dato de la velocidad es muy importante para nuestro calculo y al no tenerlo procedemos a encontrarlo a partir de la siguiente formula

$$V = d/t$$

Donde

V (velocidad) =?

d (longitud de la carrera del cilindro) = 10cm

t (tiempo para la realización del movimiento)= 5seg

$$V = 8\text{cm} / 5\text{seg}$$

$$V = 1.6 \text{ cm/seg}$$

$$V(3 \text{ cilindros}) = 6\text{cm/seg}$$

Encontrada la velocidad procedemos a calcular el caudal.

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1.6\text{cm/seg} \times 95\text{cm}^2$$

$$Q = 152 \text{ cm}^3/\text{seg}$$

$$Q = 9.12 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

### 3.5.1.1 Selección De La Bomba

Luego de haber realizado los cálculos correspondientes nos podemos dar cuenta de las características que deberá presentar nuestra bomba Sin

embargo, para cumplir con el propósito de nuestra aplicación, para el acondicionamiento del sistema hidráulico, y por no encontrar una bomba que se ajuste con exactitud a nuestras necesidades optamos por obtener una bomba cuyas características son las que más se acerca a nuestras necesidades. (Ver Fig.3.1)



Figura 3.2 Bomba hidráulica

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Tabla 3.6 características de la bomba hidráulica

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA HIDRAULICA</b>		
1	Modelo	05
2	Tipo	1AG2U
3	Presión máxima	3600 PSI
4	Caudal	12 litros x minuto
5	Peso	1.43 Kg

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.5.2 Potencia Requerida para accionar el Sistema.

En un sistema hidráulico la potencia queda indicada por el caudal en gpm y la fuerza, por la presión. Para nuestros cálculos procedemos a utilizar la siguiente ecuación.<sup>4</sup>

$$Hp = \frac{gpm \times psi}{1714}$$

Con los valores ya conocidos de:

$$Q = 9.12 \frac{lt}{min} = 2.41 \text{ gpm}$$

$$P = 1206.44 \text{ psi}$$

Reemplazando en la ecuación, obtenemos:

$$Hp = \frac{2.41 \text{ gpm} \times 1206.44 \text{ psi}}{1714}$$

$$Hp = 1.70 \text{ hp}$$

#### 3.5.2.1 Selección Del Elemento Propulsor (Motor).

Una vez que hemos determinado en el apartado anterior la potencia de la que demanda nuestro sistema hidráulico, hemos decidido que este sea impulsado por un motor eléctrico (Ver Fig.3.3) cuya potencia esta próxima a la requerida, siendo sus características las que detallamos a continuación.



Figura 3.3 Motor Eléctrico

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

<sup>4</sup> Manual de oleohidraulica industrial Vickers 5ta edición  
Año 1993 Barcelona España capitulo 1 página 23

Tabla 3.7 características del motor eléctrico.

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO		
1	Modelo	WEG
2	Tipo	Trifásico : (220v DC)
3	Potencia	2 Hp
4	RPM	1.720

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Para unir la bomba y el motor nos inclinaremos por utilizar un mecanismo de acople conocido como matrimonio (Ver Fig.3.3) el mecanismo seleccionado en este trabajo aparte de ser estético cumple con el tamaño necesario para sujetarse, tanto al eje del motor como al eje de la bomba, y también por su gran disponibilidad en el mercado. <sup>5</sup>

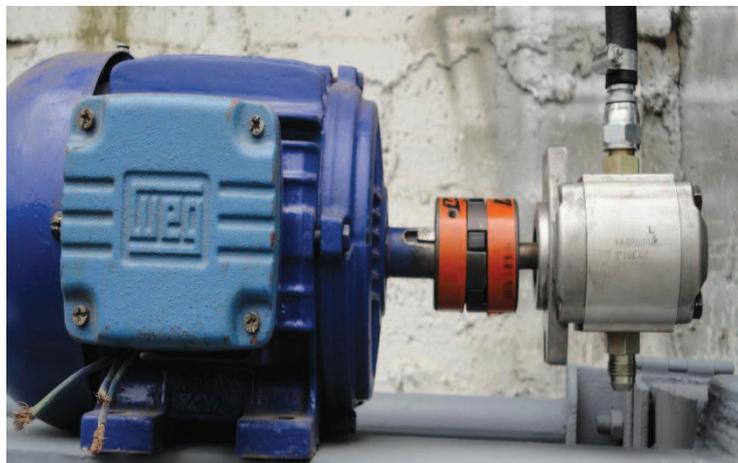


Figura 3.4 Unión del motor a la bomba mediante un mecanismo de acople conocido como matrimonio

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.5.2 Control de Mando

El control de la estructura simuladora será realizado por un conjunto de válvulas distribuidoras de 4 vías y 3 posiciones, ya que esta es la que cumple con las necesidades de nuestro sistema (Ver Fig.3.5), durante el trayecto se producirá dos etapas por cada movimiento (alabeo, cabeceo, guiñada) en la primera etapa, mediante el conjunto de válvulas distribuidoras, la bomba mandara hacia el cilindro correspondiente aceite a presión para vencer la resistencia generada por el peso de la cabina, accesorios y ocupantes. Durante la segunda etapa, en el conjunto de válvulas distribuidoras, el operador invierte el sentido de entrada del aceite; así el movimiento se efectuado de una manera suave y continua.

Moviendo la palanca hacia adelante o atrás nos permite retraer o extender los cilindros, posicionando el mecanismo de tal manera que simule lo movimientos producidos por una aeronave durante el vuelo. Las palancas de control regresan automáticamente a la posición neutral, después de que los cilindros lleguen al final de su recorrido.



Figura 3.5 Conjunto de válvulas distribuidoras 4/3 mando por palancas

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.5.3 Deposito Hidráulico

El depósito de líquido hidráulico o también llamado tanque actúa como reserva de aceite, separa el aceite del aire, evacua el calor, lleva encima la bomba. Es muy importante que el aire salga y entre libremente. Cumple con todas las características necesarias para una buena operación, es de pared delgada y almacena el fluido hidráulico para la utilización de todo el sistema.

Un tamaño común de reservorio para una máquina, en un sistema de 10GPM operan con un tanque de 2 o 3 galones debido a que estos sistemas móviles operan intermitentemente, no en forma constante.

Nuestro sistema estará equipado con un depósito con una capacidad de 11 litros aproximadamente. (Ver Fig.3.6)

Las dimensiones de nuestro depósito son 19cm x 32.5 cm x 19cm Fabricado de acero A-36 y sus paredes tienen 3mm de espesor. Tiene una boca de llenado de 5.2 cm de diametro, con su respectiva tapa provista de unos pequeños agujeros para su ventilacion en su parte inferior tiene soldado un cilindro de 10 cm de alto con un diametro de 11cm, es aquí donde se aloja el filtro, este cilindro es tapado con una placa y ajustada con pernos para que exista un sellado optimo entre el cilindro y la placa tenemos un empaque de corcho para que no haya fuga del liquido hidraulico, en el centro de la placa existe un racor de media en el cual se conecta una manguera de media pulgada con una extencion de 27.2cm.

Esta manguera(ALFLEX-ID ½ FUEL HOSE 20 BAR-300PSI) es la responsable de llevar el liquido hidraulico que ha sido filtrado desde el tanque hacia la bomba hidraulica.

La disposicion del tanque es por encima de la bomba. Esto crea una condición de entrada inundada a la bomba. Esta condición reduce la posibilidad de cavitación de la bomba (una condición donde todo el espacio disponible no está llenado y con frecuencia partes de metal se erosionan). Al inundar la entrada se reduce además la tendencia a la formación de remolinos en la apertura de la succión de la bomba. La localización de un tanque de reserva afecta a la

disipación de calor. Idealmente, todos los tanques deberían estar expuestos al aire exterior.



Figura 3.6 Deposito

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### **3.5.3.1 Sistema De Medición (Cantidad de líquido)**

La cantidad de líquido hidráulico en el interior del depósito será controlado mediante una bayoneta (Ver Fig.3.7) la misma que nos servirá para saber la cantidad de líquido existente y dar seguridad a nuestro circuito e impedir que el mismo se quede vacío y sufra daños.



Figura 3.7 Sistema de medición mediante bayoneta.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.5.3.2 Sistema de Filtración

Es muy importante para la duración de los equipos hidráulicos el trabajar con un aceite limpio y no contaminado, esto se logra reteniendo las partículas nocivas y cambiando el líquido hidráulico para lo cual se ha seleccionado un filtro de malla metálica; ya que cumple con las siguientes características.

- Retienen sobre su superficie externa las partículas contaminantes.
- Son de hoja de celulosa tratada.
- Su grado de filtración es de 5 a 160 micras.
- Es de fácil fijación en el sistema.
- Soporta eficazmente el caudal y presión de la bomba.



Figura 3.8 Filtro de malla metálica

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Tabla 3.8 características del filtro de malla metálica

<b>CARACTERISTICAS DEL FILTRO DE MALLA METÁLICA</b>	
Marca	STAUFF
Grado de filtración.	10 – 160
Presión máxima	12 Bar
Caudal máximo	950 l/m
Colocación en el circuito	Línea de aspiración

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.5.4 Indicador De Presión

El manómetro de Bourdon es el dispositivo universalmente utilizado como medio de medida de presión para sistemas hidráulicos y su funcionamiento es de la siguiente manera:

El líquido hidráulico entra por la parte inferior y tiende a enderezar el tubo (Bourdon) el extremo de este tubo va unido al eslabón de graduación, que a su vez hace girar un piñón solidario a la aguja que marca la presión en PSI, BAR

Los manómetros tipo Bourdon van sellados con glicerina, esto es para protegerlos y amortiguar las vibraciones de la aguja, normalmente, en la tubería que va al manómetro o en la misma conexión se restringe el paso de líquido hidráulico con un restrictor

Para registrar la presión generada por la bomba hidráulica, se ha instalado un manómetro de tipo 213.40, este mide presiones entre rangos de 0 a 3000 PSI. (Ver Fig.3.9). Está ubicado a la salida de la bomba y entrada a la válvula distribuidora por medio de racores sus características son detalladas en la tabla 3.9



Figura 3.9 Manómetro

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Tabla 3.9 Características del manómetro 213.40

<b>CARACTERISTICAS DE MANOMETRO 213.40</b>	
Tipo	213.40
Aplicaciones	Para puntos de medida con altas carga dinámicas y vibraciones
Características	Resistente contra vibración y choques, construcción muy robusta.  Homologación Germanischer Ilogd
Descripción	Diámetro Nominal 63 – 100 mm
Temperatura de funcionamiento	Temperatura Ambiente (-40 a +60 °C)  Temperatura máxima (+60 a +100 °C)
Líquido de llenado	Glicerina 99.7% - Tipo 213.40 PM
Material de la ventana	Acrílico
Material del Dial	Aluminio blanco con letras negras
Material del puntero del manómetro	De aluminio negro
Conexión de presión	Material aleación de cobre ¼ NPT  Tee de ½

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.5.5 Tuberías flexibles

La selección o instalación de mangueras y empalmes en un circuito hidráulico son de gran importancia, ya que una tubería incorrecta puede dar lugar una gran pérdida de potencia o una polución nociva de aceite. Basándonos en factores como el diámetro, flexión, presión de trabajo y condiciones de servicios se ha decidido escoger el siguiente tipo de cañería:

Se utilizó cañerías flexibles SAE 100R2AT de 3/8" in y 1/2" in respectivamente echas de capaz de goma y trenzado de alambre para mayor presión. (Ver Tabla 3.10).

#### Línea de succión

Para la conducción del líquido desde el tanque hacia la bomba se utilizó manguera de 1/2" con una longitud de 27.2cm que puede soportar una presión de hasta 300psi esta manguera es de la siguiente denominación ALFFLEX – ID 1/2 "20 BAR 300 PSI. Sus extremos fueron asegurados con abrazaderas de acero. (Ver Fig.3.10)



Figura 3.10 Cañería flexible de 1/2"

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

#### Línea de presión

Desde la bomba hacia el conjunto de válvulas de control se utilizara manguera de 1/2 SAE 100R2AT con una longitud de 2.5 m en esta manguera se encuentra instalado el manómetro con una tee de 1/2(Ver.Fig.3.11).



Figura 3.11 Cañería flexible de ½”

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

#### Líneas de servicio

Mediante las palancas de control del conjunto de válvulas se mandara liquido hidráulico a una presión de 1206.44 PSI más o menos las mangueras que realizaran este trabajo son 6 mangueras de 3/8“SAE 100R2AT de 2 metros cada una estas mangueras saldrán desde el conjunto de válvulas hacia cada cilindro respectivamente. (Ver.Fig.3.12)



Figura 3.12 Cañería flexible de 3/8”

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### Líneas de retorno

La línea encargada del retorno del líquido hidráulico hacia el depósito, luego de haber cumplido con su propósito será una manguera de las especificaciones SAE 100R2AT de ½" con una longitud de 3.5m (Ver. Fig.3.13).



Figura 3.13 Línea de retorno 1/2"

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

Tabla 3.10 Especificaciones técnicas de las mangueras SAE100R2AT

#### **Especificaciones técnicas:**

- Tubo interior: de goma resistente al aceite sintético Nitrile
- Refuerzo: dos trenzas de acero de alta tensión
- El revestimiento exterior: el petróleo y resistente a la abrasión de goma de neopreno sintético
- Rango de temperatura: -40 ° a 212 ° Fahrenheit
- No requiere rebajar.

Producto Código	Interior Diámetro	Fuera Diámetro	Max. De Trabajo Presión	Min. Explosión Presure	Min. Curva Radio	Longitud de carrete
R2-04	1 / 4 "	0.59 "	5000 psi	20.000 psi	4 "	500 pies *
R2-06	3 / 8 "	0.75 "	4000 psi	16.000 psi	5 "	450 pies *
R2-08	1 / 2 "	0.88 "	3500 psi	14.000 psi	7 "	320 pies *
R2-10	5 / 8 "	0.98 "	2750 psi	11.000 psi	8 "	520 pies *
R2-12	3 / 4 "	1.16 "	2250 psi	9000 psi	9.5 "	400 pies *
R2-16	1 "	1.50 "	2000 psi	8000 psi	12 "	200 pies *
R2-20	1-1/4 "	1.87 "	1625 psi	6500 psi	16.5 "	131 metros (bobina)
R2-24	1-1/2 "	2.17 "	1250 psi	5000 psi	20 "	131 metros (bobina)
R2-32	2 "	2.66 "	1125 psi	4500 psi	25 "	131 metros (bobina)

Fuente: Investigación de campo <sup>8</sup>

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.5.6 Aceite Hidráulico

Son líquidos transmisores de potencia que se utilizan para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

El lubricante es una sustancia que introducida entre dos superficies móviles reduce la fricción entre ellas, facilitando el movimiento y reduciendo el desgaste.

#### Funciones del aceite hidráulico

- Transmitir la potencia de un punto a otro.
- Realizar el cierre entre piezas móviles reduciendo fricciones y desgastes.
- Lubricar y proteger contra herrumbre o corrosión las piezas del sistema.
- No sufrir cambio físico o químico o el menor posible.

<sup>8</sup><http://www.weldalloy.com/SAE100R2ATDataSheet.htm>

- Suministrar protección contra el desgaste mecánico.

### Principales propiedades de los fluidos hidráulicos

- Viscosidad apropiada.
- Baja compresibilidad.
- Buen poder lubricante.
- Buena resistencia a la oxidación.
- Estabilidad térmica e hidrolítica.
- Características anticorrosivas.
- Propiedades antiespumantes.
- Ausencia de acción nociva.

Luego de haber revisado una pequeña introducción acerca de los líquidos hidráulicos nos hemos inclinado en utilizar el siguiente líquido hidráulico: GP ATF PLUS DII (Ver tabla 3.11), por su gran aplicabilidad en sistemas hidráulicos y por su fácil obtención en el mercado. La cantidad líquido necesaria para nuestro sistema es de 5 litros.

Tabla 3.11 Características del líquido hidráulico GP ATF PLUS DII

<b>CARACTERISTICAS DEL LIQUIDO HIDRAULICO</b>	
<b>GP ATF PLUS DII</b>	
Viscosidad	80 – 100
Utilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como fluido hidráulico</li> <li>• Cajas de transmisión</li> <li>• Frenos</li> <li>• No utilizar Como lubricante.</li> </ul>
Duración	10.000 a 15.000 Horas de servicio.
Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disipa el calor.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circula rápidamente en Frio.</li> <li>• No es corrosivo</li> <li>• Mantiene una estabilidad térmica</li> <li>• No produce espuma</li> </ul>
Color	Purpura para mejorar detección de fugas

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.6 Estructura De Soporte Para La Unidad De Bombeo

Para poder unir el motor eléctrico con la bomba, y al mismo tiempo sostener nuestro depósito hemos diseñado una estructura de soporte para nuestra unidad de bombeo o también llamada unidad generadora de presión (Ver Fig.3.14)

La estructura es de fácil traslado y el montaje de los diferentes elementos es muy sencillo.



Figura 3.14 Estructura de soporte para la unidad de bombeo.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.7 Maquinaria y herramientas utilizada

Para la elaboración de la parte estructural de la unidad de bombeo, y el correspondiente montaje y ensamblaje de todos los elementos que conforman nuestro sistema hidráulico, para la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en cabina del avión Boeing 707 fue necesaria la utilización de máquinas y herramienta existente.

Tabla 3.12 características de maquinaria y herramientas utilizadas.

<b>MAQUINAS, HERRAMIENTAS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>MARCA</b>
Moladora	120 V, 15 A	Dewalt
Compresor	220 V	Ingersoll Rad
Soldadora de arco corriente directa	220V 250 A	Comprar c
Llaves	3/8" 1/2" 12mm 13mm 14mm	Stanley
Taladro eléctrico	220V 5.5A	Dewalt

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

### 3.8 Diagrama de Procesos

En la siguiente tabla se describe la simbología que se va a utilizar para cada uno de los procesos de la construcción de nuestro sistema hidráulico.

Tabla 3.13 Simbología de los Diagramas de Procesos.

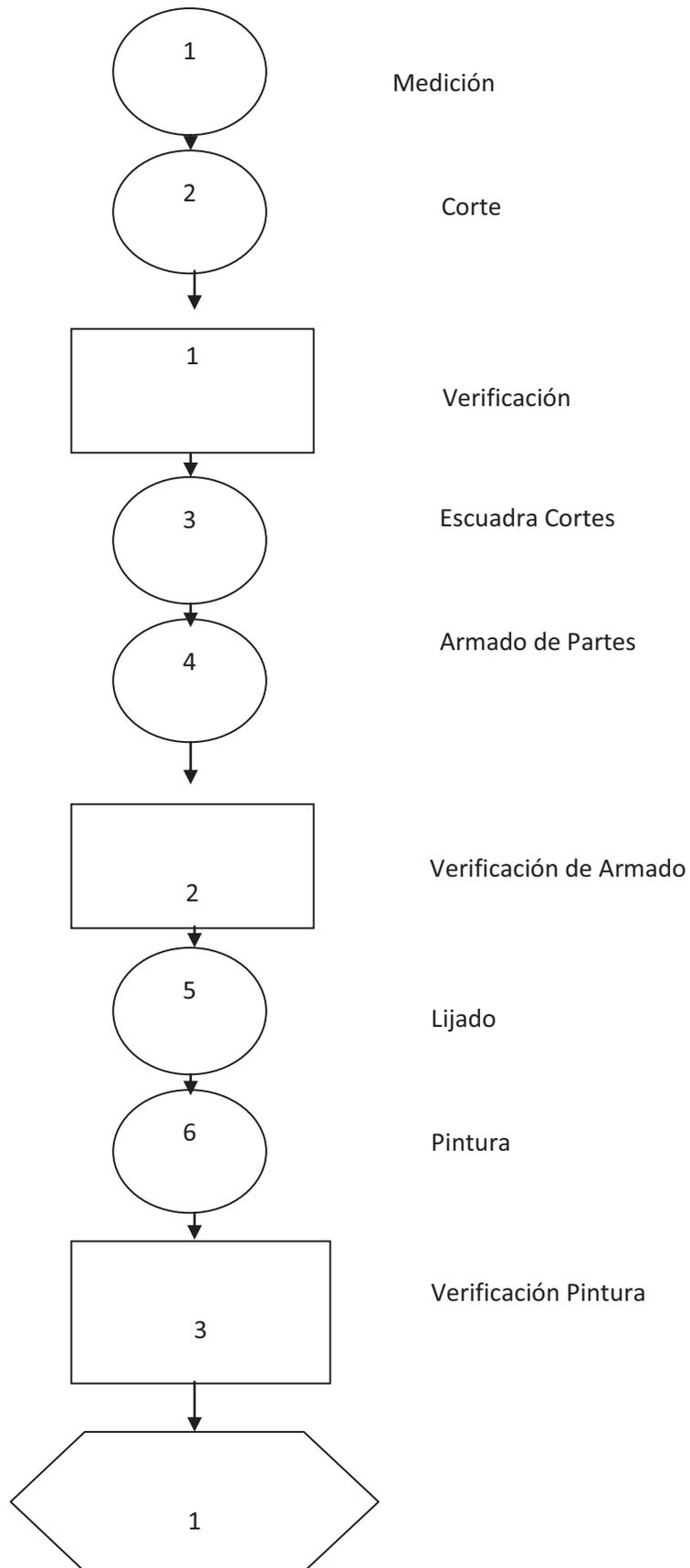
N°	SIMBOLOGIA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección y comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Toasa Luis

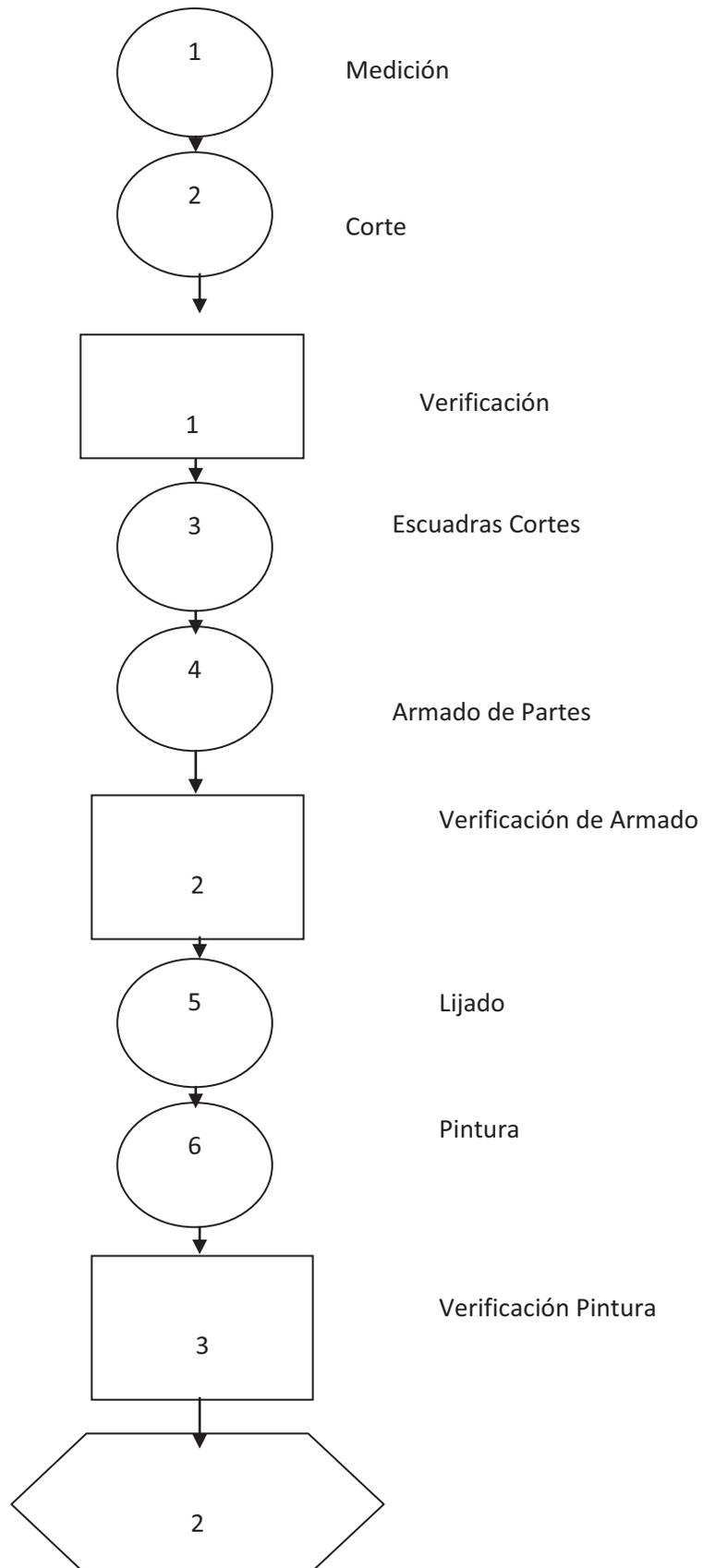
# DEPOSITO HIDRÁULICO

Material: Acero A-36



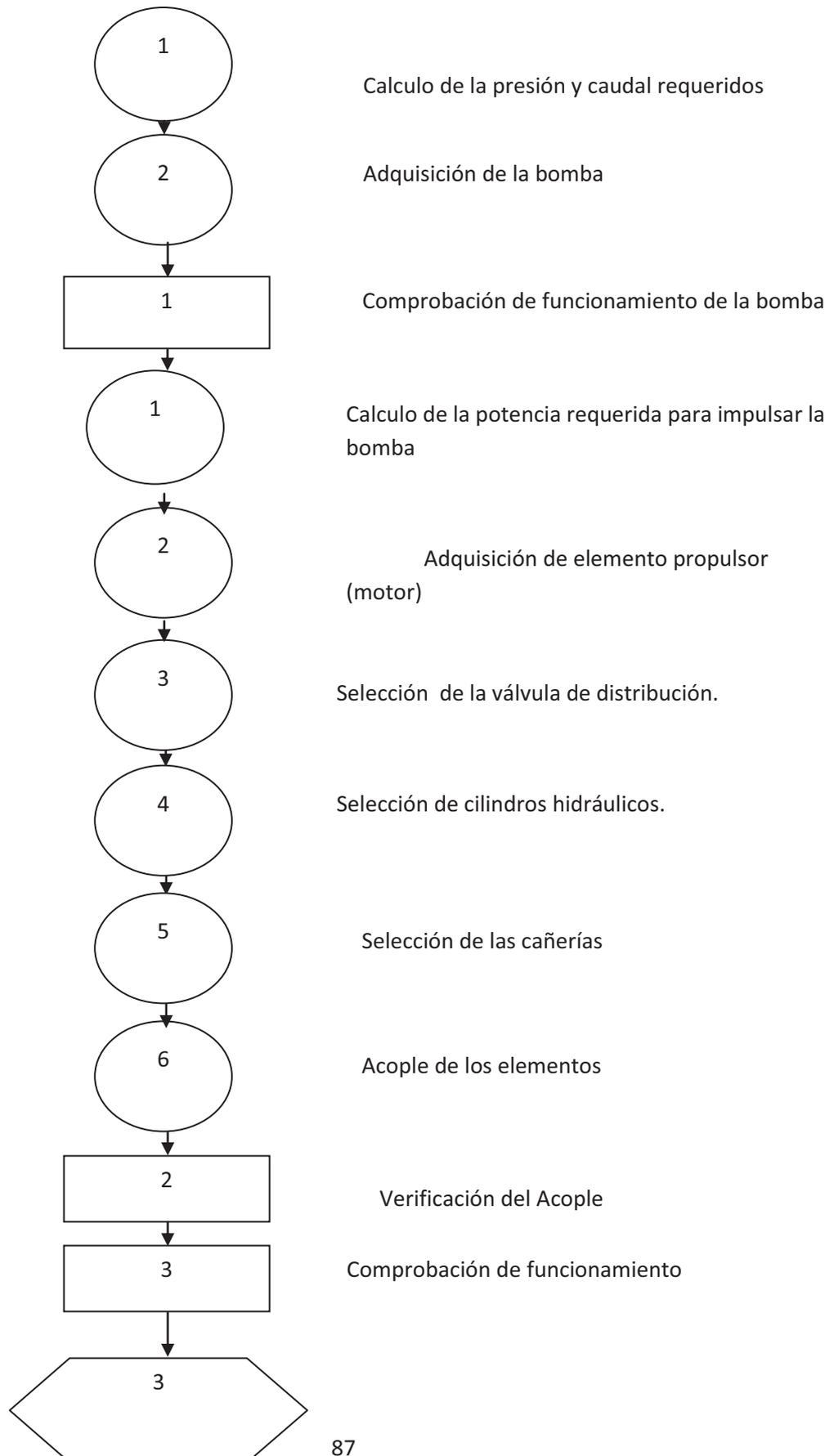
## ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LA UNIDAD DE POTENCIA

Material: Perfil

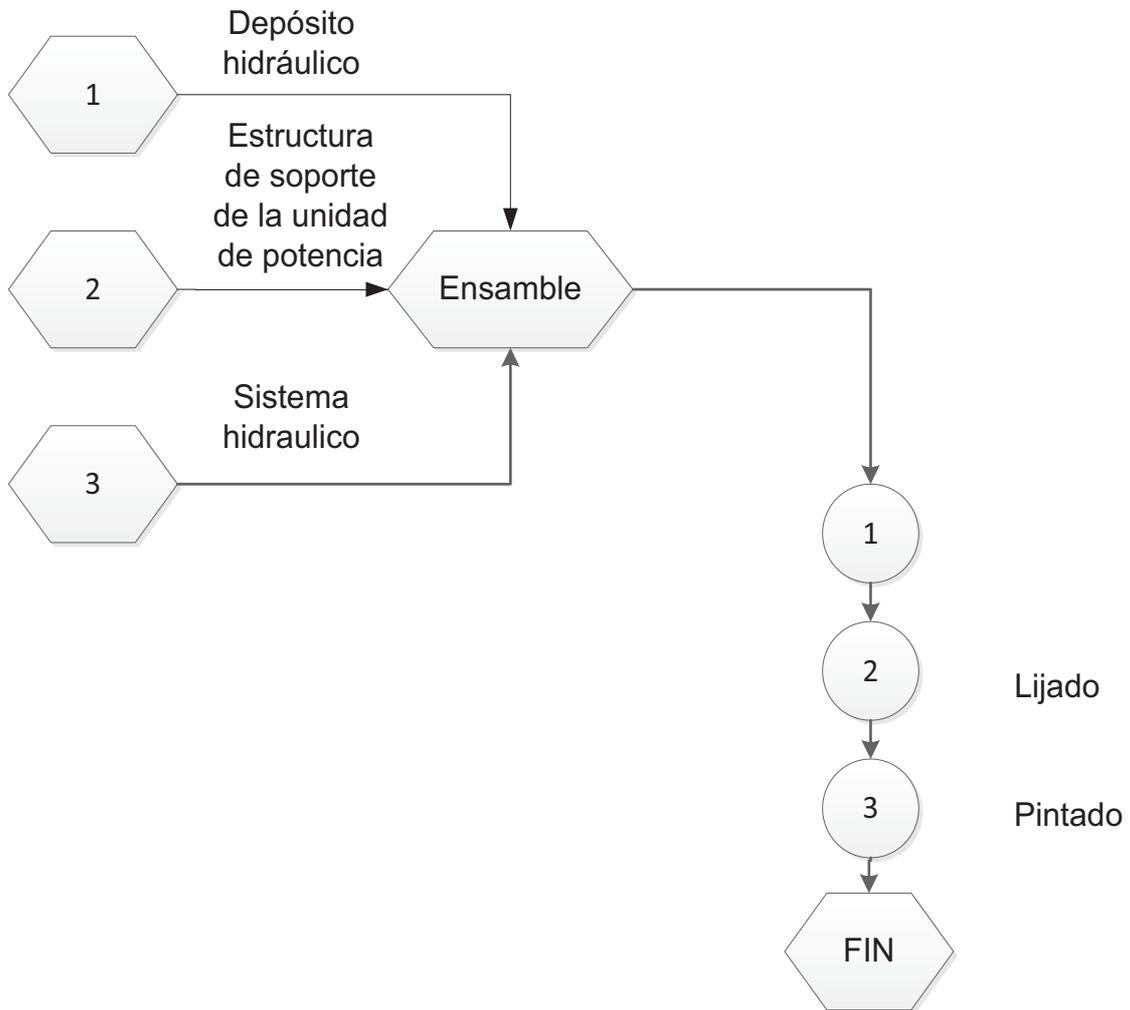


# SISTEMA HIDRÁULICA

Material: Varios



## DIAGRAMA DE ENSAMBLAJE DEL CONJUNTO HIDRÁULICA



### 3.9 Estudio económico

Para la elaboración de este proyecto es necesario tomar en cuenta todos los costos de los materiales, y en si todo lo utilizado en la implementación de los controles de mando mecánico – hidráulico de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707.

#### 3.9.1 Análisis económico

Para el análisis económico se tomó en cuenta los costos de cada material en el mercado. El tipo de maquinaria y equipos empleados, para la construcción también se tomó en consideración el factor humano, considerando la mano de obra utilizada.

En la implementación de los controles de mando se toma como base a tres parámetros o factores fundamentales en los que se invertirá económicamente. Estos son:

1. Materiales
2. Mano de obra
3. Varios

#### 3.9.2 Materiales

Comprende todos los costos de los materiales adquiridos para la implementación de los controles de mando mecánico – hidráulico, los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3.14 materiales utilizados en la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico

<b>Nº</b>	<b>Materiales</b>	<b>Precio</b>	<b>Total(dólares)</b>
<b>1</b>	Conjunto de Válvulas Distribuidoras	372.32	372.32
<b>2</b>	Bomba Hidráulica	308	308

<b>3</b>	Motor Eléctrico	250	250
<b>4</b>	Manguera hidráulica 1/2" con neplos 6 metros	86	86
<b>5</b>	Manguera hidráulica 3/8" con neplos 2 metros.( 6 mangueras)	225	225
<b>6</b>	Filtro de aceite	28.57	28.57
<b>7</b>	Manómetro 300psi	24.55	24.55
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1294.44</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Luis Toasa

### 3.9.3 Mano de Obra

Los costos de la mano de obra comprenden la colocación o ensamble de las partes que comprenden el sistema hidráulico también está comprendido la manipulación de las maquinas, y equipos utilizados para la construcción de este proyecto.

Tabla 3.15 mano de obra utilizada en el proyecto

<b>1</b>	Construcción del depósito y estructura de soporte de la unidad de bombeo	\$ 80
<b>2</b>	Conexión de cañerías al sistema hidráulico	\$ 40
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 120</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Luis Toasa

### 3.9.3 Gastos Varios

En los gastos varios se detalla los costos de transporte, impresiones en si todos los gastos que fueron realizados para la culminación del proyecto.

Tabla 3.16 Gastos varios

1	Impresiones e internet	\$ 50
2	Trasporte	\$ 80
3	Alimentación	\$ 120
4	Derecho de grado	\$ 170
5	Gastos de dirección	\$ 100
6	Asesoramiento externo	\$ 120
7	Imprevistos	\$ 60
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 700</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Luis Toasa

Por lo tanto el costo total para la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707 es de \$ 2114,44 dólares.

### 3.10 Elaboración de los manuales

#### 3.10.1 Descripción de los manuales

Para realizar un buen manejo del sistema hidráulico que nos ayudara a implementar lo controles de mando a la estructura simuladora se tiene que aplicar los siguientes manuales:

- **Manual de operación.-** Este manual, da a conocer los procedimientos adecuados de operación del sistema hidráulico utilizado para la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707.
- **Manual de mantenimiento.-** Este manual, es necesario para llevar siempre un control óptimo en el mantenimiento del sistema hidráulico en general para mantenerlo en buen estado evitando problemas externos ya sean rajaduras, problemas de oxidación, corrosión y otros fenómenos que puedan afectar nuestro sistema, este manual nos permitirá dar a conocer al personal sobre la importancia y necesidades en el momento de realizar la limpieza y reparación del sistema hidráulico.

### 3.11 Pruebas de funcionamiento

Después de haber terminado la construcción y ensamble de las diferentes partes del sistema hidráulico se procede a realizar las pruebas de funcionamiento con carga, es decir se montan la cabina del avión Boeing 707 para verificar que todos los elementos del sistema hidráulico cumplan las funciones a las que han sido asignadas o construidas.

Tablas 3.17 Prueba de funcionamiento del soporte con carga

ESTADO DE LAS PARTES DEL SOPORTE CON CARGA		
Elemento	Funcionalidad	Desempeño óptimo
Motor eléctrico	✓	✓
Válvula de control direccional	✓	✓
Sistema hidráulico ensamblado	✓	✓

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Luis Toasa

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

Al finalizar el presente estudio de investigación, con base en los datos que se obtuvieron durante la evaluación de la implementación de los controles de mando y considerando, los objetivos e hipótesis planteadas en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

Se implementó los controles manuales de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707.

El sistema hidráulico que se utilizó para la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707, es de fácil operación y su diseño fue realizado bajo todos los parámetros establecidos.

El sistema seleccionado nos brindara seguridad y confiabilidad en el momento de la operación.

La implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707. Ayudará al cumplimiento de la prioridad básica que tiene el ITSA concretamente en la carrera de mecánica aeronáutica, que es poseer un excelente equipamiento de sus laboratorios y brindar una adecuada formación a sus estudiantes, este proyecto nos ayudara también, alcanzar el objetivo primordial del ITSA que es, generar y ofertar profesionales más competitivos y de esta manera contribuir al desarrollo de la aviación del país.

Siendo los beneficiados, no solo los estudiantes sino todas las personas que conformamos esta gran comunidad aeronáutica llamada ITSA lo cual conlleva a que el Instituto obtenga niveles más altos de prestigio a nivel nacional.

## **4.2. Recomendaciones**

Revisar que el nivel del fluido hidráulico del depósito sea el adecuado y que se encuentre en buenas condiciones antes de poner en operación el sistema.

Antes de poner en marcha el sistema hidráulico es necesario realizar un chequeo visual, asegurarse de que todas las conexiones y racores se encuentren bien apretados, no exista fugas de líquido hidráulico o se presente alguna anomalía que pueda poner en riesgo el óptimo desempeño de nuestro sistema.

En caso de que exista la necesidad de cambiar o dar mantenimiento a algún elemento de nuestro sistema es imprescindible dejar el sistema sin presión y colocar algún tipo de soporte para ayudar a estabilizar la estructura.

Respetar las señalizaciones del lugar de trabajo al momento de realizar los movimientos de la estructura simuladora.

Guardar normas de seguridad y familiarizarse con los procedimientos, tanto de operación como de mantenimiento del sistema antes de efectuar los trabajos.

Implementar instrumentos de nivelación (alaveo, cabeceo y guineada) y de orientación en la cabina del avión.

Se recomienda el adecuamiento total de la cabina (pintura externa, arreglo de micas e instalación de los elementos interiores).

Es necesario brindar seguridad a los diferentes elementos que conforman el sistema hidráulico utilizado para la implementación de los controles de mando mecánico – hidráulico de la estructura simuladora.

## GLOSARIO

**Aparato.** Un aparato es un conjunto de piezas organizadas en distintos dispositivos mecánicos, eléctricos o electrónicos que realizan una función específica.

**Asimetría.** Se refiere a la propiedad de determinados cuerpos, funciones matemáticas y otros tipos de elementos en los que, al aplicarles una regla de transformación efectiva, se observan cambios respecto al elemento original.

**Amortización.** La amortización es un término económico y contable, referido al proceso de distribución en el tiempo de un valor duradero. Adicionalmente se utiliza como sinónimo de depreciación en cualquiera de sus métodos.

**Caños.** También se conoce como caño a los conductos que sirven para conducir fluidos, es decir, agua potable, gas, líquidos cloacales, agua de calefacción y refrigeración, etc.

**Categorías.** En filosofía, una categoría es una de las nociones más abstractas y generales por las

cuales las entidades son reconocidas, diferenciadas y clasificadas. Mediante las categorías, se pretende una clasificación jerárquica de las entidades del mundo.

**Cavitación.** La cavitación o aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli (Principio de Bernoulli).

**Cartucho.** En múltiples dispositivos electrónicos, un cartucho puede ser un modo de programar distintas funcionalidades para proporcionar contenido variable, o un modo de reponer consumibles. El término cartucho suele significar cualquier aparato extraíble sujeto a otro que lo contiene. El término casete tiene un significado parecido.

**Centrífugas.** Una centrífuga o centrifugadora es una máquina que pone en rotación una muestra para separar por fuerza centrífuga sus componentes o fases (generalmente una sólida y una líquida), en función de su densidad. Existen diversos tipos de estos, comúnmente para objetivos específicos.

**Cizalladura.** La cizalladura del viento es la diferencia en la velocidad del viento o su dirección entre dos puntos en la atmósfera terrestre. Dependiendo de si los dos puntos están a diferentes altitudes o en diferentes localizaciones geográficas, la cizalladura puede ser vertical u horizontal.

**Comet.** El de Havilland DH.106 Comet ('cometa' en inglés) fue el primer avión comercial de reacción, además de ser el primer avión civil que contó con una cabina presurizada y climatizada, necesaria para la elevada altura de vuelo. Empero, los ciclos de presurización y despresurización sumados a un diseño defectuoso del avión conllevaron fallos catastróficos debidos a la fatiga del metal, lo cual no se había dado antes en aviones civiles.

**Corrosión.** La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos.

**Densidad.** En física y química, la densidad o masa específica (símbolo  $\rho$ ) es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia.

**Diámetro.** El diámetro de una circunferencia es el segmento que pasa por el centro y sus extremos son puntos de ella. Es la máxima cuerda (segmento entre dos puntos

de la circunferencia) que se encuentra dentro de una circunferencia, o en un círculo. Todo diámetro divide a un círculo en dos semicírculos.

**E3 awacs.** El Boeing E-3 Sentry es una aeronave militar desarrollada por el fabricante norteamericano Boeing, a partir del Boeing 707, para la realización de tareas de sistema de alerta y control aerotransportado (AWACS). Provee principalmente vigilancia bajo todo tipo de condiciones climáticas, aunque también sirve de aeronave de mando, de control y de comunicaciones. Se construyeron un total de 68 unidades hasta que en 1992 finalizó su producción. Únicamente una de estas aeronaves ha sido perdida, tras un accidente.

**Exhaustivo.** Adj. Que agota.

adj. Tipo de aplicación.

**Especificaciones.** En áreas como la ingeniería y la manufactura, el término especificación representa un documento técnico oficial que establezca de forma clara todas las características, los materiales y los servicios necesarios para producir

componentes destinados a la obtención de productos. Estos incluyen requerimientos para la conservación de dichos productos, su empaquetamiento, almacenaje y marcado así como los procedimientos para determinar su obtención exitosa y medir su calidad.

**Féretro.** Proviene del vocablo latino pheretrum, derivado del griego pheretron. Ambas palabras procedían del verbo griego pherein, y servían para designar cualquier aparato que fuera usado para transportar personas o imágenes religiosas, tales como camillas, andas, literas o, incluso, el ataúd o caja en que se transporta un cadáver. Al llegar al castellano, el vocablo adoptó la forma féretro, además de limitar su significado al cajón en que se transportan los cadáveres, como vemos en el texto de 1507 de Antonio Pigafetta, Primer viaje alrededor del mundo (1507).

**Hermanos Wright.** Los hermanos Wright, Orville y Wilbur, son nombrados en conjunto y conocidos mundialmente por ser pioneros en la historia de la aviación.

Los hermanos eran fabricantes de bicicletas pero son conocidos por sus contribuciones en el ámbito de la aviación. Llegaron a diseñar y fabricar un avión controlable, que fue capaz de planear en un corto vuelo impulsado con ayuda de una catapulta externa. Dicho avión nunca fue capaz de volar por sí solo, ya que su diseño no permitía que tuviese suficiente sustentación para mantenerse en el aire. Sin embargo, al lanzarlo al aire con una catapulta externa, se consiguió un corto vuelo, suficiente para probar el sistema de viraje y control del avión.

**Hule.** Charles Marie de La Condamine es acreditado con la introducción de muestras de caucho a la Academia Real de Ciencias de Francia en 1736. En 1751 se presentó un documento por François Fresneau a la Academia (publicado en 1755) donde se describen muchas de las propiedades de caucho. Es denominado como el primer documento científico sobre el caucho.

**Matriz.** En matemáticas, una matriz es una tabla bidimensional de números consistente en cantidades

abstractas que pueden sumarse y multiplicarse. Las matrices se utilizan para describir sistemas de ecuaciones lineales, realizar un seguimiento de los coeficientes de una aplicación lineal y registrar los datos que dependen de varios parámetros. Las matrices se describen en el campo de la teoría de matrices. Pueden sumarse, multiplicarse y descomponerse de varias formas, lo que también las hace un concepto clave en el campo del álgebra lineal.

**Oxidación.** La oxidación es una reacción química donde un metal o un no metal ceden electrones, y por tanto aumenta su estado de oxidación.

**Principio de Bernoulli.** También denominado ecuación de Bernoulli o Trinomio de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Fue expuesto por Daniel Bernoulli en su obra *Hidrodinámica* (1738) y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de

su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes.

**Pórtico.** Un pórtico es un espacio arquitectónico conformado por una galería de columnas adosada a un edificio. Algunos ejemplos famosos son el Pórtico de la Gloria en Santiago de Compostela o el Pórtico Leste del Capitolio de los Estados Unidos. En el Reino Unido, el del templo adosado al Wyne, en Hampshire, fue el primer pórtico de una casa de campo inglesa.

**Principio de Pascal.** En física, el principio de Pascal o ley de Pascal, es una ley enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623–1662) que se resume en la frase: la presión ejercida por un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables, se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.

El principio de Pascal puede comprobarse utilizando una esfera hueca, perforada en diferentes lugares y provista de un émbolo. Al llenar la esfera con agua y ejercer

presión sobre ella mediante el émbolo, se observa que el agua sale por todos los agujeros con la misma velocidad y por lo tanto con la misma presión.

También podemos ver aplicaciones del principio de Pascal en las prensas hidráulicas, en los elevadores hidráulicos y en los frenos hidráulicos.

**Regulador.** En Ingeniería automática, un regulador es un dispositivo que tiene la función de mantener constante una característica determinada del sistema. Tiene la capacidad de mantener entre un rango determinado una variable de salida independientemente de las condiciones de entrada.

**Simulación.** Simulación es la experimentación con un modelo de una hipótesis o un conjunto de hipótesis de trabajo.

**Síntesis.** La síntesis se refiere a la "composición de un cuerpo o de un conjunto a partir de sus elementos separados en un previo proceso de análisis".

**Técnicas.** Una técnica (del griego, τέχνη (*téchne*) 'arte, técnica, oficio') es un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos, que tienen como objetivo obtener un resultado determinado, ya sea en el campo de la ciencia, de la tecnología, del arte, del deporte, de la educación o en cualquier otra actividad.

**Teorema de Bernoulli.** El Teorema de Bernoulli es un caso particular de la Ley de los grandes números, que precisa la aproximación frecuencia de un suceso a la probabilidad  $p$  de que este ocurra a medida que se va repitiendo el experimento.

**Timón.** Timón puede referir a:

**Timón (dispositivo),** un elemento para dar dirección a vehículos que se desplazan a través de un fluido, como barcos y aviones.

**Timón de dirección,** el utilizado en embarcaciones y el que permite que los aviones realicen el movimiento de guiñada.

**Timón de profundidad,** el que permite que los aviones realicen el movimiento de cabeceo.

**Timón de espadilla,** el más antiguo de los que se han usado en embarcaciones, situado en una de las dos amuras de popa.

**Timón de codaste,** situado en el codaste, en el eje mismo de la quilla, este tipo de timón reemplazó al precedente durante el siglo XIII.

**Viga.** En ingeniería y arquitectura se denomina viga a un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

**Viscosidad.** La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal. En realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones. La viscosidad sólo se manifiesta en líquidos en movimiento.

## **ABREVIATURAS Y SIGLAS:**

ITSA: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

## **BIBLIOGRAFIA:**

INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO; Curso De Hidráulica  
Básica

VICKERS. Manual De Oleo hidráulica Industrial 5<sup>ta</sup> Edición 1993 Barcelona  
España.

VERNARD J.K, STREET R.L. Elementos de mecánica de fluidos.

Tercera Edición Versión 51

Editorial CECSA

España 1998

## **Lincografía**

[www.lovejoy-inc.com](http://www.lovejoy-inc.com)

[http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica33.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica33.htm)

<http://www.weldalloy.com/SAE100R2ATDataSheet.htm>

Headquarters, Department of the Army (1997). *Hydraulics, Field manual FM 5-499*. Washington.

Vickers Training Center hola (1993). *Industrial Hydraulics Manual*. Rochester Hills.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Racor>

SKF.com / SKF @ptitude Exchange / Áreas de interés / Mantenimiento mecánico /  
Sistemas hidráulicos y sus componentes /

[http://www.tametal.com/asset/ima\\_racores\\_estandar.jpg](http://www.tametal.com/asset/ima_racores_estandar.jpg)

**ANEXOS**

# **ANEXO A**

## **CARACTERISTICAS DE LA BOMBA**

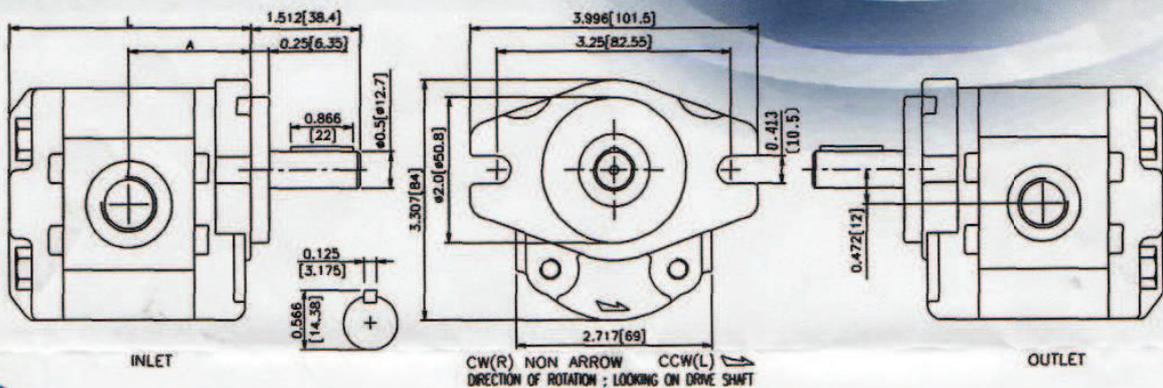
# 1A Series

## TYPE 1AG2U

1A pump covers, body, and pressure loaded bearing blocks are made with high quality aluminum metals. Precision machined one piece steel gears guarantee the highest performance standard available. Honor gear pumps are well suited for both industrial and mobile applications, and are very competitive so you can meet the competition with a good price advantage.



### OVERALL DIMENSIONS



### PERFORMANCE DATA

MODEL	DISPLACEMENT		PRESSURE psi(MPa)		RPM RANGE	DIMENSIONS inch(mm)		WEIGHT		PORT
	cu in	cm <sup>3</sup> /r	CONTINUOUS	MAX.		A	L	Kg	LBS	
0S	0.04	0.6	3000(21)	3600(25)	600	1.626(41.29)	3.212(81.58)	1.23	2.71	INLET UNF-8 3/4"-16
01	0.08	1.3	3000(21)	3600(25)		1.655(42.04)	3.271(83.08)	1.26	2.77	
02	0.12	2.0	3000(21)	3600(25)		1.694(43.04)	3.350(85.08)	1.29	2.84	
27	0.16	2.7	3000(21)	3600(25)		1.734(44.04)	3.428(87.08)	1.32	2.90	
35	0.21	3.4	3000(21)	3600(25)		1.773(45.04)	3.507(89.08)	1.36	2.99	
04	0.25	4.1	3000(21)	3600(25)	4000	1.813(46.04)	3.586(91.08)	1.37	3.01	OUTLET UNF-6 9/16"-18
05	0.31	5.1	3000(21)	3600(25)		1.872(47.54)	3.704(94.08)	1.43	3.15	
06	0.37	6.1	3000(21)	3600(25)		1.931(49.04)	3.822(97.08)	1.49	3.28	
07	0.45	7.4	2850(20)	3300(23)	600 I 2500	2.009(51.04)	3.980(101.08)	1.54	3.39	INLET UNF-10 7/8"-14 OUTLET UNF-8 3/4"-16
09	0.55	9.1	2550(18)	2850(20)		2.108(53.54)	4.176(106.08)	1.61	3.54	
11	0.67	11.0	2550(18)	2850(20)		2.226(56.54)	4.412(112.08)	1.72	3.78	
13	0.82	13.5	2550(18)	2850(20)		2.364(60.04)	4.688(119.08)	1.84	4.05	

(※) More than 2500 qualified per applications.

### ORDERING EXAMPLE

When you need pump as above, the model number is

# **ANEXO B**

## **CARACTERISTICAS DEL CONJUNTO DE VALVULAS**



中文 ENGLISH 日本語 HOME

[About Us](#) | [Products](#) | [News](#) | [Contact Us](#) | [Site Map](#)

## PRODUCTS

### Monoblock Directional Control Valves

MB2

MB3

MB4

MB5

MSB5

### Sectional Directional Control Valves

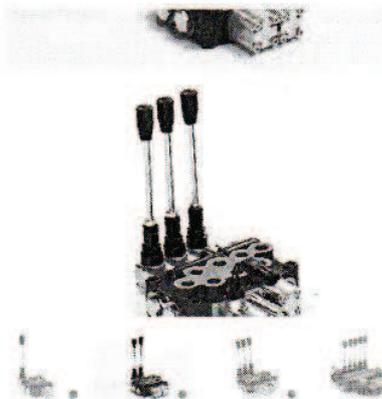
SN3

SN4

SN6

## MB3

Home > Products > Monoblock Directional Control Valves > MB3



### Product Description

#### Look into these outstanding features:

- Compact construction. Low pressure drop.
- Long service life. High efficiency.
- Choice of various operation methods, such as manual, pneumatic, hydraulic, and electro-hydraulic.
- Choice of various ports and circuit valves.
- Spring return.
- High accuracy spool is hardened for long term accuracy.
- Sub-plate mounting.
- Handle shift operation.

#### Product Specifications

Nominal Flow Rate		45 L/min (MB-3)	12 US gpm
Operating Pressure (Maximum)	parallel or tandem circuit	315 bar	4600 psi
	series circuit	210 bar	3050 psi
Back Pressure (Maximum)	on outlet port T	25 bar	360 psi
Fluid Temperature Range	with NBR(BUNA-N) seals	from -20°C to 80°C	from -4 °C to 176°F
	with FPM(VITON) seal	from -20° C to 100°C	from -4°C to 212 °F
Viscosity	operating range	from 15 to 75 mm <sup>2</sup> /s	from 15 to 75 cst
	min.	12 mm <sup>2</sup> /s	12 cst
	max.	400 mm <sup>2</sup> /s	400 cst
Ambient Temperature Range		from -40°C to 60°C	from -40°C to 140°F

# **ANEXO C**

## **CARACTERISTICAS DEL FILTRO**



# **ANEXO D**

## **CARACTERISTICAS DEL MANOMETRO**

[Selección de producto](#)
[Instrumentación electrónica d  
presión](#)
[Instrumentación mecatrónica  
de presión](#)
[Instrumentación mecánica de  
presión](#)
[Presión relativa con muelle  
\(0,6bar - 7000bar\)](#)
[Manómetro estándar](#)
[Resistencia contra  
corrosión aumentada](#)
[Presión relativa con  
membrana \(16mbar - 40bar\)](#)
[Presión relativa con cápsula  
\(2,5 - 600mbar\)](#)
[Manómetro de presión  
absoluta](#)
[Presión diferencial](#)
[Separadores](#)
[Instrumentación eléctrica de  
temperatura](#)
[Instrumentación mecatrónica  
de temperatura](#)
[Instrumentación mecánica de  
temperatura](#)
[Vanas](#)
[Instrumentación de medida de  
nivel](#)
[Calibración](#)
[Accesorios](#)

## Manómetro con muelle tubular Relleno de líquido, Caja de latón estampado Modelo 213.40

Quick download

 [Hoja técnica](#) [Manual](#)
[Detalles del producto](#)
[Documentos](#)
[Dibujos en 3D](#)


### Aplicaciones

Para puntos de medida con altas cargas dinámicas y vibraciones  
Para medios gaseosos y líquidos, de baja viscosidad no cristalizantes, que no atacan aleaciones de cobre  
Minería  
Hidráulica  
Industria naval

### Características

Resistente contra vibraciones y choques  
Construcción muy robusta  
Homologación Germanischer Lloyd  
Rangos de medida hasta 0 ... 1.000 bar

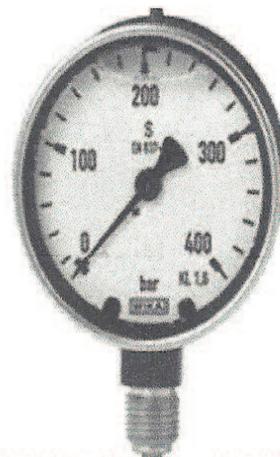
### Descripción

**Díametro nominal**  
63, 100

**Clase de precisión**  
DN 63: 1,6  
DN 100: 1,0

**Rangos de indicación**  
0 ... 0,6 hasta 0 ... 1.000 bar

Así como todos los rangos correspondientes para presiones negativas y positivas simultáneas.



Manómetro de muelle tubular, modelo 213.40,  
Conexión radial

# **ANEXO E**

## **ESPECIFICACIONES DE LAS MANGUERAS HIDRAULICAS**

**SAE 100R2AT de 3/8" in  
y 1/2"**

**Especificaciones técnicas:**

- Tubo interior: de goma resistente al aceite sintético Nittrile
- Refuerzo: dos trenzas de acero de alta tensión
- El revestimiento exterior: el petróleo y resistente a la abrasión de goma de neopreno sintético
- Rango de temperatura: -40 ° a 212 ° Fahrenheit
- No requiere rebajar.

<b>Producto Código</b>	<b>Interior Diámetro</b>	<b>Fuera Diámetro</b>	<b>Max. De Trabajo Presión</b>	<b>Min. Explosión Presure</b>	<b>Min. Curva Radio</b>	<b>Longitud de carrete</b>
R2-04	1 / 4 "	0.59 "	5000 psi	20.000 psi	4 "	500 pies *
R2-06	3 / 8 "	0.75 "	4000 psi	16.000 psi	5 "	450 pies *
R2-08	1 / 2 "	0.88 "	3500 psi	14.000 psi	7 "	320 pies *
R2-10	5 / 8 "	0.98 "	2750 psi	11.000 psi	8 "	520 pies *
R2-12	3 / 4 "	1.16 "	2250 psi	9000 psi	9.5 "	400 pies *
R2-16	1 "	1.50 "	2000 psi	8000 psi	12 "	200 pies *
R2-20	1-1/4 "	1.87 "	1625 psi	6500 psi	16.5 "	131 metros (bobina)
R2-24	1-1/2 "	2.17 "	1250 psi	5000 psi	20 "	131 metros (bobina)
R2-32	2 "	2.66 "	1125 psi	4500 psi	25 "	131 metros (bobina)

# **ANEXO F**

**CARACTERISTICAS DE  
SISTEMA DE ACOUPLE  
(MATRIMONIO)**

**UTILIZADO PARA LA  
UNION BOMBA MOTOR**

where the world turns for

**Lovejoy**

Couplings

# Jaw

## In This Section:

- L Type
- LC Type
- Al Type - Aluminum
- SS Type - Stainless
- RRS and RRSC Types - Spacer
- C and H Type - Medium / Heavy Duty
- RRC Type - Spacer





# Jaw L Type Spiders / Hub Spline Bores Item Selection

## L Type Coupling

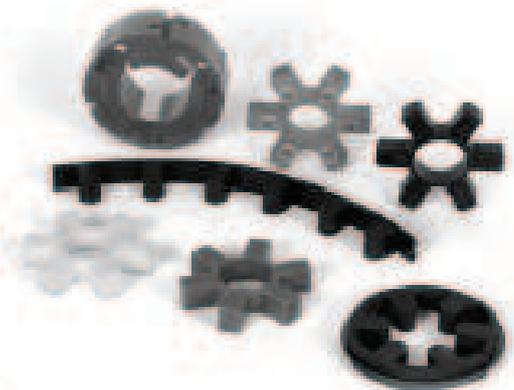
- Sizes range from L005 to L276
- Ordering requires selecting UPC numbers for two standard L hubs and one standard open or solid center elastomer (spider)

## SW Type Coupling

- Sizes range from L020 to L190
- Ordering requires selecting UPC numbers for two standard L hubs and one snap wrap spider with snap ring
- Both L and SW Type couplings, select hubs from the standard bore and keyway chart (pages JW-11 and JW-12) maximum RPM for SW - Ring is 1,750 RPM
- LC coupling uses a snap wrap spider with a collar instead of a retaining ring

## Jaw In-Shear Coupling

- Ordering requires selecting item numbers for two standard hubs, one In-Shear elastomer and one In-Shear ring. See pages JIS-1 through JIS-4



L Type Spider UPC Number Selection Table

Spider Type	Coupling Size										
	L005	L050	L070	L075	L090/095	L099/100	L110	L150	L190	L225	L276
900 (HBR) (Solid)	10115	10194	10405	10521	11070	11464	11724	12001	12274	12409	—
900 (HBR) (open center)	—	—	10325	10520	10595	11462	11711	12050	12351	12409	12612
Uniflans (Solid)	—	37355	10325	—	—	—	—	—	—	12417	—
Uniflans (open center)	—	—	10411	10525	11075	11466	11725	12005	12350	—	—
Hytrif (Solid)	—	25307	—	—	—	—	11717	11925	12055	12401	—
Hytrif (open center)	—	—	25308	25306	25310	11468	98007	98025	98050	12400	—
Bronze (open center)	—	10125	10405	10524	11073	11467	11727	12004	12277	12417	25757
Snap Wrap (HBR) w/ring	—	—	—	—	24559	24570	24571	24572	24575	—	—
Snap Wrap (HBR) w/o ring	—	—	—	—	13071	11465	11725	12002	12275	—	—
900 (HBR) Bulk - pk 25	50115	50116	50117	50118	50119	—	—	—	—	—	—
900 (HBR) Bulk - pk 14	—	—	—	—	—	51020	50121	50122	—	—	—
Snap Wrap Uniflans - solid ring	—	—	—	—	—	41170	41171	—	35254	25025	—
In-Shear Elastomer	—	—	—	—	67576	67577	67578	67579	67580	66590	67591
In-Shear Ring	—	—	—	—	67594	67595	67596	67597	67598	66590	67599

Note: ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 655144 as a prefix to the number shown.

L Type Hub - Spline Bore UPC Number Selection Table

Teeth	Pitch	SAE	Spline Bore Diameter		Major Dia	Coupling Size									
			Major	Minor		L090	L095	L099	L100	L110	L150	L190	L225	L276	
9	15/32	A	0.951	0.930	0.925	36555	37500	36571	37004	—	—	—	—	—	
11	15/32		0.775	0.821	0.750	36559	37501	36572	37005	37009	37517	37025	—	—	
13	15/32	B	0.901	0.754	0.875	36570	37502	36573	37006	37510	37518	37026	37035	—	
13	3/16	D, E	1.355	1.505	1.750	—	—	—	—	37515	37023	37031	37040	36575	
14	1/24	C	1.255	1.057	1.250	—	—	—	—	37512	37020	37028	37037	36577	
15	15/32	BB	1.025	0.877	1.000	—	—	36574	37007	37511	37519	37027	37036	36578	
21	15/32		1.401	1.250	1.375	—	—	—	—	37513	37021	37029	37038	—	
23	15/32		1.525	1.375	1.500	—	—	—	—	37514	37022	37030	37039	—	
27	15/32		1.775	1.625	1.750	—	—	—	—	37516	37024	37032	37041	36579	
15	3/16	F	2.045	1.755	2.000	—	—	—	—	—	—	37033	37042	—	

- Notes: ■ All pressure angles on above splines = 30°. Close fit is standard, unless otherwise specified.  
 ■ All stock spline bore/hubs are supplied standard with Lovejoy's exclusive L-LDC Clamping Feature. See page T.7 for description.  
 ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 655144 as a prefix to the number shown.



# Jaw L Type Inch Bore / Keyway Item Selection

The L Type coupling consists of two standard L Type hubs and one spider. Refer to pages JW-11, JW-12, and JW-10.



Bore	Keyway	L085	L050	L070	L075	L090	L095	L090	L100	L110	L150	L100	L225	L270
1/8	No Keyway	10124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/16	No Keyway	10125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1/4	No Keyway	10127	10208	10418	10250	10298	—	—	—	—	—	—	—	—
5/16	1/8 x 1/16	—	—	—	32744	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	No Keyway	10128	10207	10417	10251	10299	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	No Keyway	24987	10208	10418	10250	10297	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	3/32 x 5/64	—	40121	41885	37294	37295	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	1/8 x 1/16	—	44122	45828	32242	32243	—	—	—	—	—	—	—	—
7/16	No Keyway	—	10209	10419	10252	10298	11042	91297	11035	—	—	—	—	—
7/16	3/32 x 5/64	—	44713	44807	34888	34877	32813	38188	32327	—	—	—	—	—
7/16	1/8 x 1/16	—	44248	44828	24878	24878	24878	38188	32328	—	—	—	—	—
1/2	No Keyway	—	10210	10420	10254	10299	11038	11038	11038	11038	—	—	—	—
1/2	1/8 x 1/16	—	10211	10421	10255	24877	24878	11034	24889	—	—	—	—	—
3/4	No Keyway	—	10212	10422	10256	24878	37299	11035	11035	—	—	—	—	—
3/4	1/8 x 1/16	—	10213	10423	10257	24879	11034	24880	11039	—	—	—	—	—
3/4	No Keyway	—	10214	24771	44222	49292	41971	44124	44291	11739	12101	—	—	—
3/4	3/32 x 5/64	—	—	31104	37340	37341	37342	38231	37343	32344	32345	—	—	—
3/4	3/16 x 3/64	—	—	10424	10258	10271	11038	11038	11040	24211	24212	—	—	—
1 1/16	3/16 x 3/64	—	—	10425	10259	10272	11038	11037	11031	11734	12102	—	—	—
3/4	No Keyway	—	—	40115	33740	34232	33637	46735	42112	—	—	12285	12412	—
3/4	1/8 x 1/16	—	—	31718	25881	37348	37354	34232	32347	32348	32349	32350	—	—
3/4	3/16 x 3/64	—	—	10426	10260	10273	11037	11038	11042	11735	12103	34485	35882	—
1 1/16	3/16 x 3/64	—	—	—	10261	10274	11038	11038	11043	11736	12104	32352	37355	—
7/8	No Keyway	—	—	—	31841	—	—	34233	—	—	—	—	—	12582
7/8	3/16 x 3/64	—	—	—	10262	10275	11038	11042	11044	11737	12105	12288	12425	12585
7/8	1/4 x 1/8	—	—	—	—	34188	34747	34233	34248	34749	34750	37358	34753	34858
1 1/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	32352	11040	11041	11045	11738	12106	12287	12424	—
1	1/4 x 1/8	—	—	—	—	31298	11041	11042	11046	11739	12107	12288	12425	12586
1	3/16 x 3/64	—	—	—	—	37357	37358	38234	32359	32360	37361	37362	37363	—
1-1/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	11042	11043	11047	11740	12108	12289	12426	—
1-1/8	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	11043	11044	11048	11741	12109	12290	12427	12587
1-3/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	—	11045	11049	11742	12110	12291	12428	—
1-1/4	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	—	—	11050	11743	12111	12292	12429	12588
1-1/4	3/16 x 3/64	—	—	—	—	—	—	—	32362	32362	37361	37364	32364	12589
1-3/16	3/16 x 3/64	—	—	—	—	—	—	—	11051	11744	12112	12293	24210	—
1-3/8	3/16 x 3/64	—	—	—	—	—	—	—	11052	11745	12113	12294	12430	12590
1-3/8	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	44046	32365	32365	37367	37368	46758
1-7/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11746	12114	12295	12431	12591
1-1/2	3/16 x 3/64	—	—	—	—	—	—	—	—	32366	32366	37367	37367	—
1-1/2	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11747	12115	12296	12432	12592
1-5/8	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11748	12116	12297	12433	46858
1-5/8	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11749	12117	12297	12434	12593
1-11/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	12118	12298	12435	34267	—
1-3/4	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	12119	12299	12436	12436	12594
1-3/4	7/16 x 3/64	—	—	—	—	—	—	—	—	32374	32375	37368	41053	—
1-15/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12120	12300	24211	—
1-7/8	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12121	12301	12437	12595
1-15/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12302	12438	41052
2	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12303	12439	12596
2-1/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12304	24262	—
2-1/8	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12305	12440	12597
2-3/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12441	12598
2-1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12442	12599
2-3/8	5/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12443	12600
2-3/8	5/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41858	12601
2-7/8	3/4 x 3/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12602

Notes: ■ Tolerances for bore and keyways are found in Engineering Data section (pages ED-10 and ED-11). All hubs supplied standard with one set screw.  
 ■ Non-standard bores available - consult Lovejoy Engineering.  
 ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 885144 as a prefix to the number shown.

# **ANEXO G**

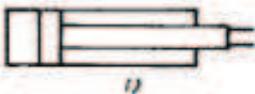
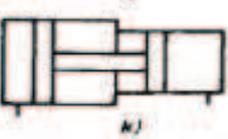
**TIPOS DE RACORES  
UTILIZADOS EN  
HIDRAULICA**



# **ANEXO H**

**SIMBOLOGÍA**

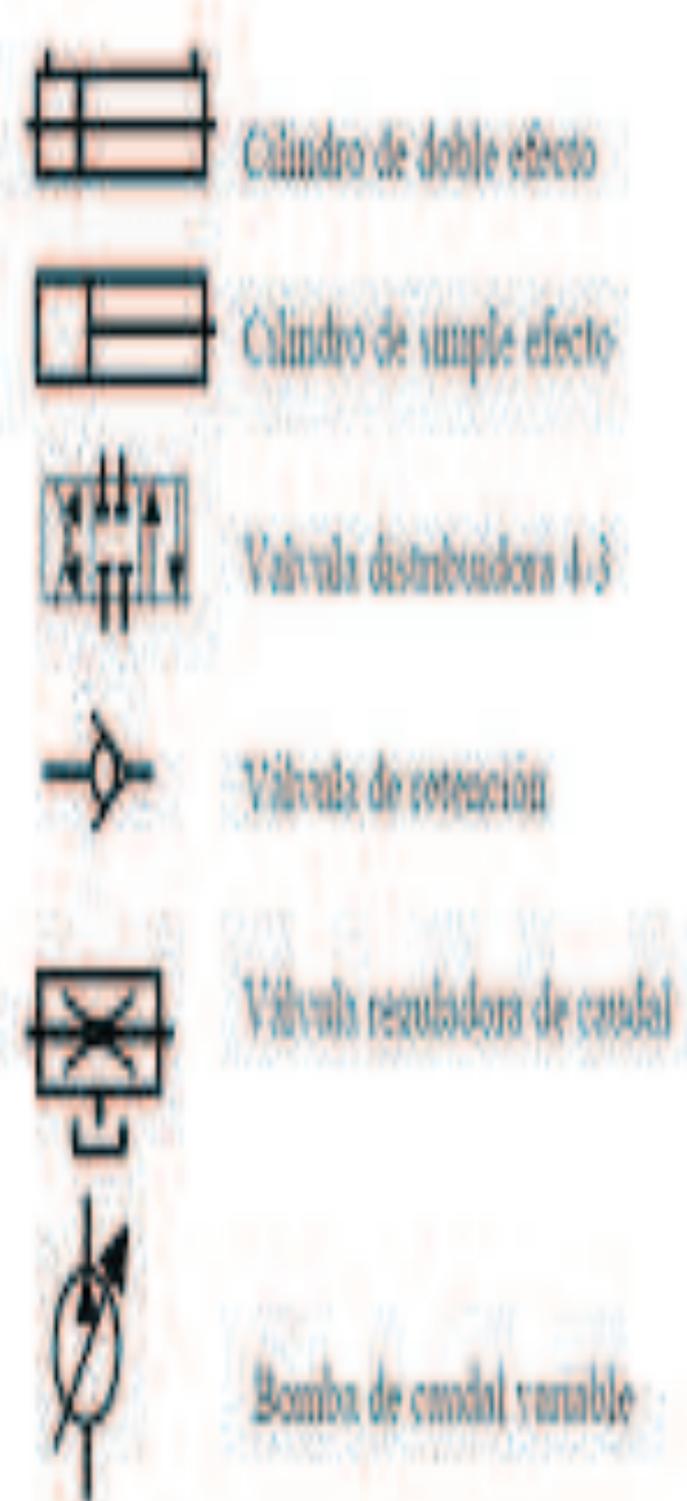
**HIDRÁULICA**

	e) Cilindro Freno en lado izquierdo		l) Cilindro en diferencial
	f) De doble efecto Freno en lado izquierdo, regulable		m) Convertidor de presión aire/aceite
	g) De doble efecto Freno regulable en ambas carreras.		Mecanismos articulados
	h) De doble efecto Freno regulable en ambas carreras		Conexiones rotativas - de 1 vía - de 3 vías
	i) Cilindro telescópico de simple efecto		Dispositivo de paro brusco
	j) Cilindro telescópico de doble efecto		Dispositivo de enclava- miento
	k) Multiplicador de presión		Termómetro

### VALVULAS DE 3 Y 4 VIAS

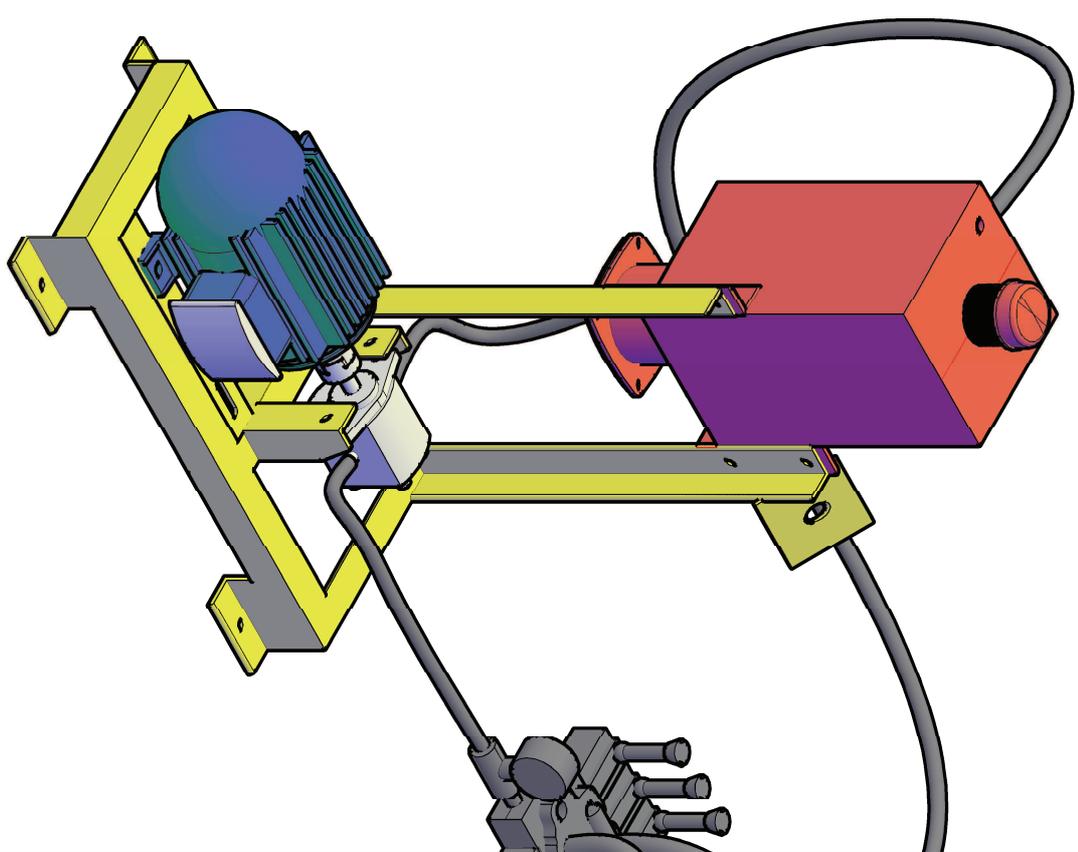
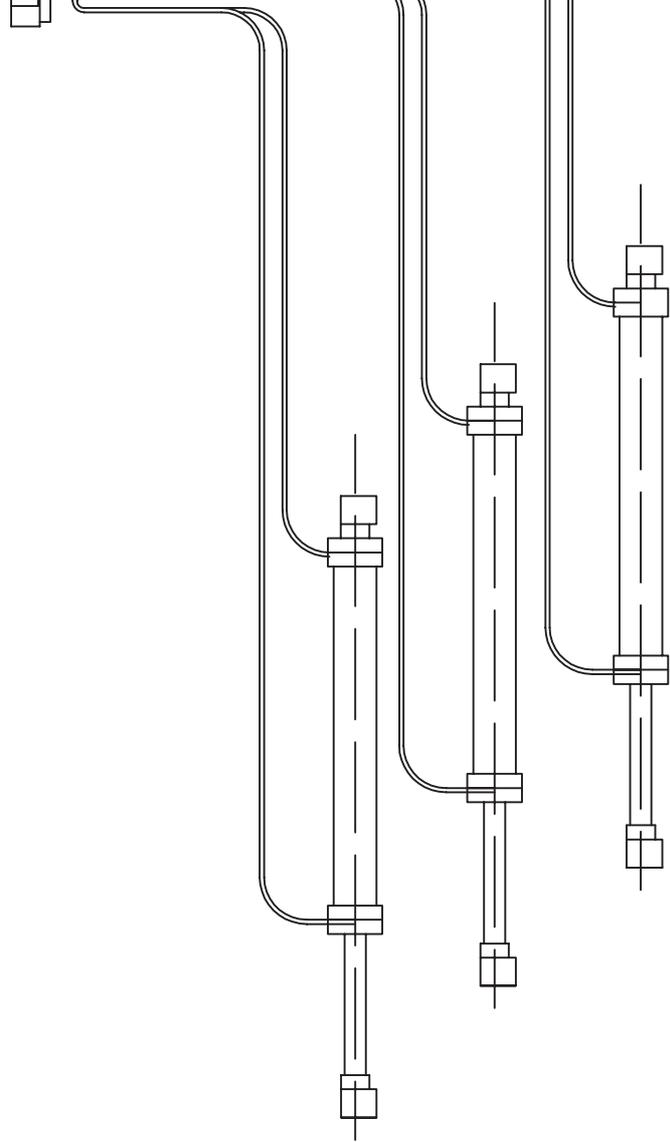
VALVULA EN T		VALVULA EN L	
3 vías	4 vías	3 vías	4 vías
			
			
			
			

SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
	<b>Válvulas de secuencia.</b> Permiten e impiden el paso de caudal entre dos puntos de un circuito mediante pilotaje interno o externo. a) Pilotaje interno b) Pilotaje externo c) Con retención.		<b>Accionamiento o pilotaje de válvulas distribuidoras.</b> a) Por pulsador en un sentido y retorno por resorte b) Por accionamiento mecánico y retorno por resorte c) Por palanca manual y enclavamiento mecánico d) Por electroimán y retorno por resorte e) Por aire y retorno por resorte f) Por fluido hidráulico y retorno por resorte g) Por electroimán para las dos posiciones. Queda en el último pilotaje (biestable). h) Por aire para las dos posiciones. i) Por electroimán para las dos posiciones extremas. Al faltar pilotaje vuelve al centro. j) Por palanca manual. Representado en posición centro. k) Por electroimán y manualmente. En reposo, posición centro.
	<b>Válvulas de contrapresión.</b> Estas válvulas originan una contrapresión a la salida de un actuador, que deberá ser vencida para que ésta pueda moverse. a) Pilotaje interno b) Pilotaje externo c) Con retención.		<b>Cilindros hidráulicos</b> a) De simple efecto b) De simple efecto. Retorno por resorte c) De doble efecto d) De doble efecto. Doble vástago.
	<b>Válvulas distribuidoras</b> a) 2 posiciones (2p) 2 vías (2v) b) 2p - 3v c) 2p - 4v d) 3p - 4v e) 3p - 4v f) 3p - 4v g) 3p - 4v h) 3p - 4v		<b>Cilindros hidráulicos</b> a) De simple efecto b) De simple efecto. Retorno por resorte c) De doble efecto d) De doble efecto. Doble vástago.

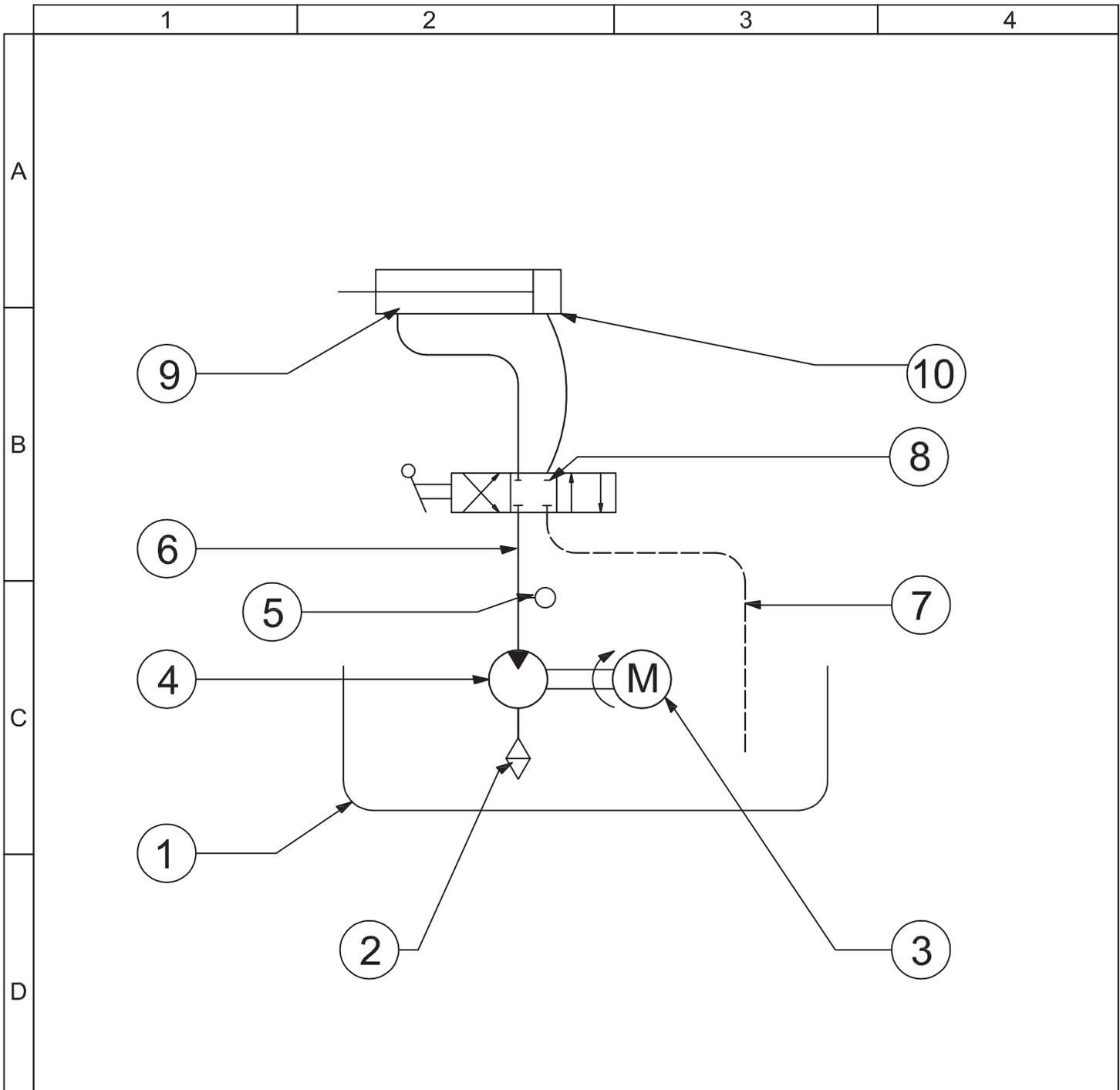


# **ANEXO I**

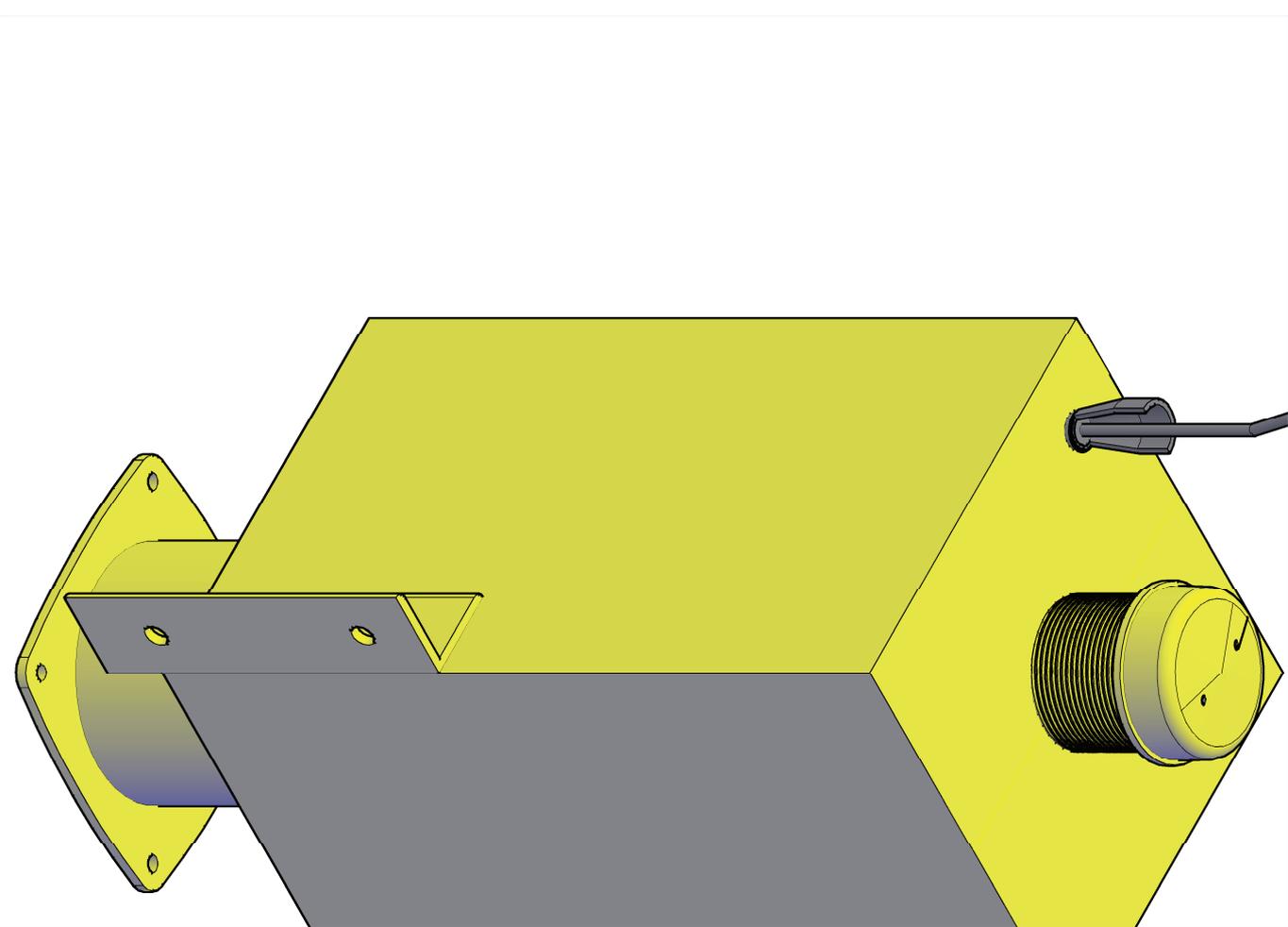
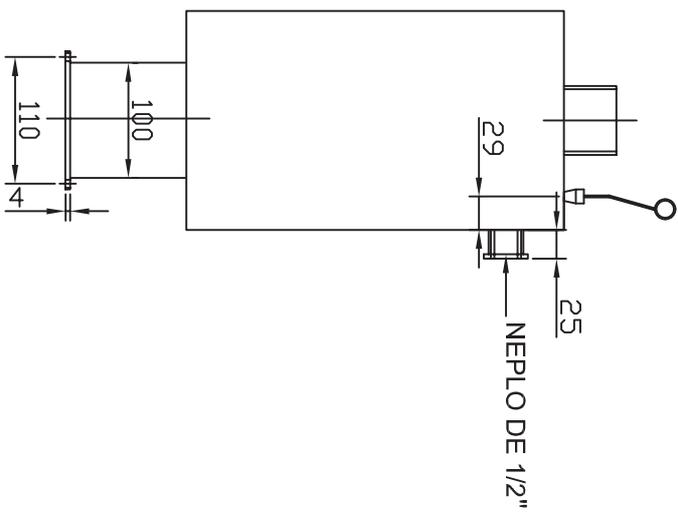
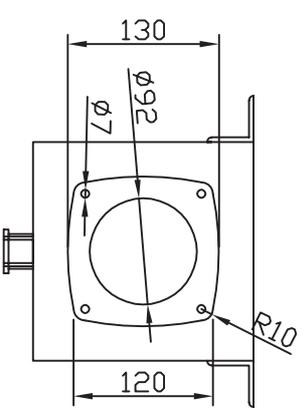
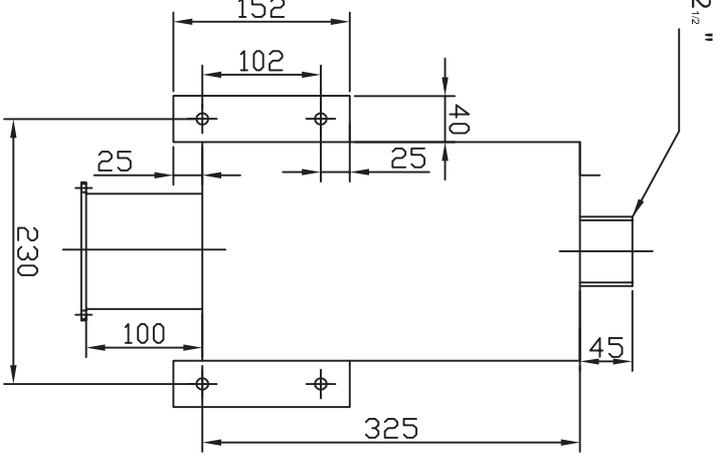
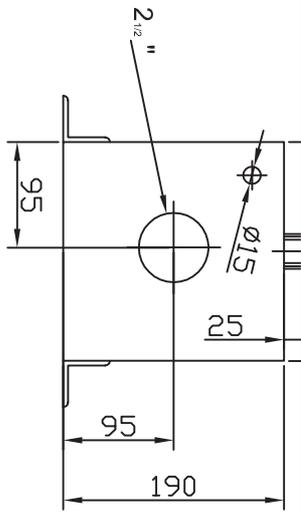
## **PLANOS**





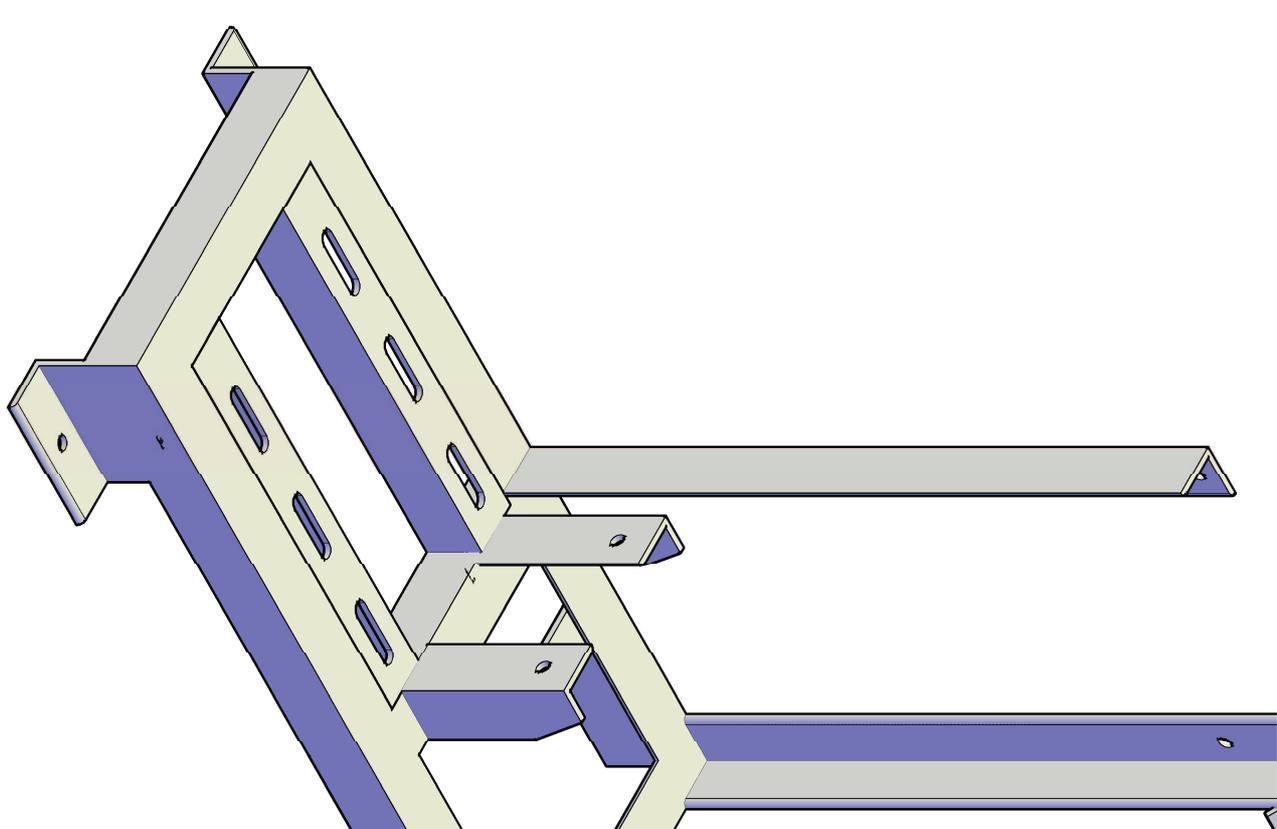
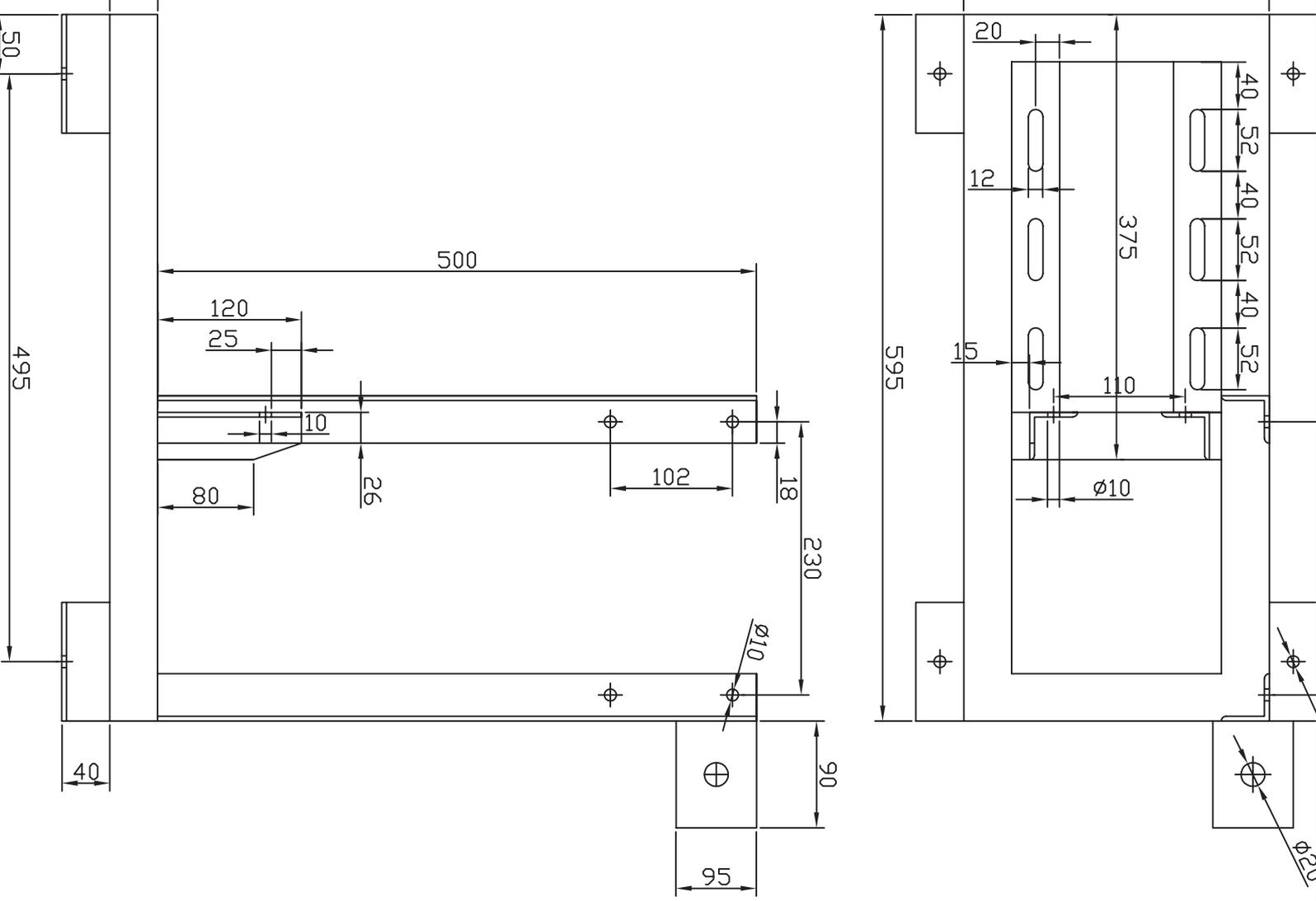


1	Cilindro Doble Efecto			10	ACERO AISI C - 1008		Ninguna
2	Codo Adaptador			9	BRONCE		Ninguna
1	Conjunto de Valvulas (mandos)			8	HIERRO COLADO		Ninguna
1	Línea de Retorno			7	FIBRA, HULE Y METAL		Ninguna
1	Línea de Presión (Abastecimiento)			6	FIBRA, HULE Y METAL		Ninguna
1	Manometro			5	BRONCE		Ninguna
1	Bomba			4	ALUMINIO		Ninguna
1	Impulsor (motor)			3	HIERRO COLADO		Ninguna
1	Filtro			2	MALLA METALICA		Ninguna
1	Depósito de fluido Hidráulico			1	ACERO A-36		Ninguna
Nº de Pieza	Denominación	Nº de Norma/Dibujo	Modelo	Nº de Orden	Material	Peso Kg/pieza	Observaciones
			Tolerancia				
			± 0,05				
			Fecha.	Nombre			
			Dibujo 27-09-11	Luis Toasa			Escala:
			Rev.				
			Aprov.				
			ITSA				
					SH 08		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				
							Sustituye a:



1	Deposito o tanque hidraulico			ACERD
Nº de Pieza	Denominación	Nº de Norma/Dibujo	Modelo	Nº de Orden
		Tolerancia	Peso	
		+ 0.05	5Kg	

PINTADO CON FONDO ANTICORROSIVO



1	Estructura de soporte	Nº de Pieza	Nº de Norma/Dibujo	Modelo	1	ANGULLOK
			Tolerancia	Peso		
			+ 0.05	5 kg		

1				2		3		4		
A	6	RACOR Recto		NPT		16	BRONCE		1.4Kg	∅ 3/8
	6	LINEA DE SERVICIO		SAE 100R2AT		15	FIBRA, HULE Y METAL		2.5Kg	LONGUITUD 2 m c/u ∅ = 3/8
	1	LINEA DE ASPIRACION (CON ABRAZADERA KIN DE 1/2 EN CADA EXTREMO)		ALFLEX		13	FIBRA Y HULE		0.4Kg	LONGUITUD 27.2 cm ∅ = 1/2
B	1	MATRIMONIO		LOVEJOY		11	ACERO AISI C-1008		0.6Kg	∅1=14.38mm ∅2=18mm
	3	CILINDRO DOBLE EFECTO		W 250100		10	ACERO AISI C-1008		11Kg	MARCA: WOLVERINE PRESION; 2500psi
	6	CODO ADAPTADOR		NTP		9	BRONCE		1.2Kg	∅ 3/8
C	1	CONJUNTO DE VALVULAS (MANDOS)		MB-3/35- 3/18L/ E8/M11, 201012		8	HIERRO COLADO		3Kg	4VIAS 3 POSICIONES
	1	LINEA DE RETORNO con racor recto en cada extremo de 1/2 NPT		SAE 100R2AT		7	FIBRA, HULE Y METAL		0.5Kg	LONGUITUD 3 m ∅ = 1/2
	1	LINEA DE PRESION con racor recto en cada extremo de 1/2 NPT		SAE 100R2AT		6	FIBRA, HULE Y METAL		0.4Kg	LONGUITUD 2.5 m ∅ = 1/2
D	1	MANOMETRO		213.40		5	BRONCE		0.2Kg	TIPO: GLICERINA PRESION MAX:3000psi
	1	BOMBA		05		4	ALUMINIO		1.5Kg	TIPO: 1AG2U PRESION MAX:3600psi Q:12 L/m
E	1	IMPULSOR (MOTOR)		WEG		3	HIERRO FUNDIDO		9Kg	TIPO: TRIFASICO POTENCIA: 2HP RPM:1720
	1	FILTRO		STAUFF		2	MALLA METALICA		0.2Kg	PRESION MAX: 12BAR CAUDAL: 950 L/m
	Nº de Pieza	Denominación		Modelo		Nº de Orden	Material		Peso Kg/pieza	Observaciones
F				Tolerancia	Peso					
				± 0,05						
				Fecha.	Nombre					
				Dibujo	27-09-11	Luis Toasa	LISTA DE ELEMENTOS NORMALIZADOS			
				Rev.						
				Aprov.						
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ITSA		SH 07				
										Sustituye a:

# **ANEXO J**

## **MANUALES**

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE UNA AERONAVE EN LA CABINA DEL AVIÒN BOEING 707.</b>	
	Elaborado por: Sr. Toasa Luis.	REVISADO No. 1
	Aprobado por: Ing. Juan Yanchapaxi.	Fecha:

**1.-OBJETIVO:**

Describir los procedimientos a seguir para el mantenimiento óptimo del sistema hidráulico de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Boeing 707.

**2.-ALCANCE:**

Mantener en perfectas condiciones de funcionamiento el sistema hidráulico de la estructura simuladora durante las prácticas que realizan los estudiantes del ITSA.

**3.- PROCEDIMIENTOS:**

Los siguientes procedimientos deben ser realizados por los practicantes:

- Despresurizar el sistema.
- Vaciar todo el aceite del circuito.
- Limpiar el depósito y filtro de lodos, y residuos.
- Poner aceite nuevo 5 litro mínimo (GP ATF PLUS DII o su equivalente DEXDRON III) hacerlo funcionar.

*Nota: Vaciar el aceite lentamente para que el aire vaya saliendo poco a poco. Si el aceite presenta burbujas de aire o espuma; debe filtrarse a través de una tela fina. Aparatos de trasvase limpios (embudos, mangueras etc.).*

## Normas de mantenimiento y revisión del filtro

*NOTA: El cambio de aceite debe realizarse al cabo de las primeras 3.000 horas de funcionamiento de la máquina. A partir de entonces el cambio de aceite se realizará cada 10.000 a 15.000 horas de funcionamiento o al menos cada 12 meses. El cambio de filtro de aspiración se realizará junto al cambio de aceite*

- Cuando se realice el cambio del aceite se debe realizar un chequeo general de las diferentes cañerías para verificar que sus neoplos no presenten fugas.
- El ajuste de los diferentes racores debe ser manual no se especifica ningún torque.

### RESPONSABLE

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRAULICO DE LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE UNA AERONAVE EN LA CABINA DEL AVIÒN BOEING 707.</b>	
	Elaborado por: Sr. Toasa Luis.	REVISADO No. 1
	Aprobado por: Ing. Juan Yanchapaxi.	Fecha:

**1.- OBJETIVO:**

Describir los procedimientos a seguir para la operación de estructura simuladora.

**2.- ALCANCE:**

Proporcionar información adecuada para la correcta utilización de la estructura simuladora.

**3.- PROCEDIMIENTOS:**

- Verificar la cantidad de líquido existente en el depósito para evitar daños en caso de ausencia de líquido en el depósito, la verificación será realizada con la ayuda de la bayoneta de control, que se encuentra en el tanque.



- Realizar un chequeo visual de los diferentes elementos del sistema.
- En caso de existir alguna fuga proceder a ajustar el elemento en el cual se presente la fuga (El ajuste debe realizarse de forma manual no exagerada, no se especifica ningún torque).
- Conectar el interruptor de cuchillas para poner en marcha la unidad de potencia.
- Verificar que el giro de la bomba sea el correcto (observar la flecha de giro existente en la bomba).



- Verificar que la presión del sistema hidráulico en el manómetro no se encuentre por debajo de lo establecido. 85 Bar o a su vez 1200 Psi.



- Antes de proceder a realizar los movimientos, es necesario verificar que no exista ninguna persona invadiendo las señales de seguridad, u objeto que obstruya la operación.
- 
- Los movimientos deseados serán producidos mediante el accionamiento de las palancas existentes en el conjunto de válvulas de control direccional.



- Al accionar la palanca número uno obtendremos el movimiento de alabeo, si la palanca se desplaza hacia adelante la cabina se inclinara hacia la derecha. Si la palanca se desplaza hacia atrás la cabina se inclinara hacia la izquierda, es así que el movimiento de alabeo deberá ser completado al mover la palanca hacia adelante y atrás.

- Al accionar la palanca número dos obtendremos el movimiento de cabeceo, si la palanca se desplaza hacia adelante la cabina se inclinara hacia la adelante. Si la palanca se desplaza hacia atrás la cabina se inclinara hacia atrás, es así que el movimiento de cabeceo deberá ser completado al mover la palanca hacia adelante y atrás.
- Al accionar la palanca número tres obtendremos el movimiento de guiñada, si la palanca se desplaza hacia adelante la cabina girara hacia la derecha. Si la palanca se desplaza hacia atrás la cabina girara hacia la izquierda, es así que el movimiento de guiñada deberá ser completado al mover la palanca hacia adelante y atrás.
- 
- Al accionar la palanca número dos obtendremos el movimiento de Cabeceo.
- Al accionar la palanca número tres obtendremos el movimiento de Guiñada.

**RESPONSABLE**

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_

# **ANEXO K**

**DOCUMENTO DE  
ACEPTACION DEL  
USUARIO**

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: TOASA ALPAPUCHO LUIS CARLOS

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 08 JUNIO de 1988

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 180448048-9

TELÉFONOS: 032-772-232      083172455

CORREO ELECTRÓNICO: luistoasa@yahoo.es

DIRECCIÓN: QUISAPANCHA - AMBATO



### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA:** Escuela Fiscal “Dr. Elías Toro Funes”

**SECUNDARIA:** I.T.S.“Rumiñahi”

**SUPERIOR:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER FISICO MATEMATICO 2005-2006

SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLES 2009

TECNOLOGO EN MECANICA AERONAUTICA

### PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Pasantías en la Sección Motores del Escuadrón Logístico A-37B (FAE Manta)

Pasantías en el taller de mantenimiento, del CIDFAE (Latacunga)

Pasantías en la FUNDACION AEROAMAZÓNICA (Shell, Puyo)

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

**Luis Carlos Toasa Alpucho**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA**

---

**Subs.HebertAtencio Director de la Carrera de Mecánica**

---

Latacunga, octubre 06 del 2011

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, TOASA ALPAPUCHO LUIS CARLOS, Egresado de la carrera de MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N°180448048-9, autor del Trabajo de Graduación “IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTROLES DE MANDOS MECANICO HIDRAULICO A LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE UNA AERONAVE EN LA CABINA DEL AVIÓN BOEING 707”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Luis Carlos Toasa Alpapucho**

---

Latacunga, octubre 06 del 2011

