

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE MANDO MECÁNICO - HIDRÁULICO EN
LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE LA
CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3, DE LA COMPAÑÍA
SERVICIO AÉREO REGIONAL EN LA CIUDAD DE SHELL-MERA,
PROVINCIA DE PASTAZA”**

POR:

VILLACÍS CANSECO FAUSTO JAVIER

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES**

AÑO

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. VILLACÍS CANSECO FAUSTO JAVIER, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

ING. GUILLERMO TRUJILLO
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, Mayo 7 del 2013

DEDICATORIA

Este proyecto de grado se lo dedico a mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Mis abuelos Enma Muñoz y Juan Canseco (QEPD), por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A mi hermano Cristian que desde el cielo me ha guiado y acompañado en todo este caminar enviándome bendiciones innumerables, a mi hermana Lina y mi cuñado Javier por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mis sobrinas Cristina y Paula quienes han sido y son una mi motivación, inspiración y felicidad.

A mis tíos, primos, y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A una personita que llevo en mi corazón la cual en cada momento me demuestra su anhelo de que me supere en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

Fausto Javier Villacís Canseco

AGRADECIMIENTO

En el presente proyecto de grado me gustaría agradecer a Dios y la Virgen Santísima de la Elevación por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque los dos hicieron realidad este sueño anhelado.

Al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de proyecto de grado, Ing. Guillermo Trujillo por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación

Y por último al Cap. Edgar Rosero y a todos quienes conforman la Compañía Aéreo Regional que de una u otra manera aportaron de manera significativa para que el proyecto se transforme en realidad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Fausto Javier Villacís Canseco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN	15
RESUMEN	16
SUMMARY	17

CAPÍTULO I

EL TEMA.....	18
1.1 Antecedentes	18
1.2 Definición del problema.....	18
1.3 Justificación.....	19
1.4 Objetivos	19
1.4.1 General	19
1.4.2 Específicos.....	20
1.5 Alcance	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Concepto de hidráulica.....	21
2.1.1 Campos de aplicación de la hidráulica	22
2.1.1.1 Aplicaciones móviles	22
2.1.1.2 Aplicaciones industriales	23
2.1.1.3 Otras aplicaciones.....	23
2.2 Fluido hidráulico	24
2.2.1 Misión de un fluido en óleo hidráulica	25
2.2.2 Fluidos empleados	25
2.2.3 Propiedades de los fluidos	25
2.2.3.1 Viscosidad.....	26
2.2.3.2 Poder lubricante	27
2.2.3.3 Estabilidad química	27
2.2.3.4 Punto de inflamación.....	27
2.2.3.5 Punto de ignición.....	28
2.2.3.6 Toxicidad mínima	28
2.2.3.7 Densidad y compresibilidad.....	28
2.2.3.8 Tendencia a producir espuma.....	29
2.2.3.9 Limpieza	29
2.3 Sistemas hidráulicos	29
2.3.1 Componentes básicos del sistema hidráulico	29
2.3.1.1 Recipiente o depósito.....	30
2.3.1.2 Filtros hidráulicos	31
2.3.1.2.1 Filtro de flujo pleno.....	33
2.3.1.2.2 Clasificación de filtros hidráulicos.....	33

2.3.1.3 Bomba	34
2.3.1.3.1 Consideraciones técnicas de las bombas hidráulicas	34
2.3.1.3.2 Clasificación de las bombas	36
2.3.1.3.3 Tipos de bombas	38
2.3.1.3.3.1 Bombas hidráulicas manuales.....	38
2.3.1.3.3.2 Bombas hidráulicas de paletas.....	39
2.3.1.3.3.3 Bombas hidráulicas de engranajes	40
Bombas hidráulicas de engranajes exteriores.....	40
Bombas hidráulicas de engranajes múltiples	41
Bombas hidráulicas de engranajes internos.....	41
2.3.1.3.3.4 Bombas hidráulicas de pistón.....	42
2.3.1.3.3.5 Bombas hidráulicas de tornillo.....	43
2.3.1.3.4 Admisión y salida de presión.....	44
2.3.1.4 Acople flexibles (Matrimonio)	45
2.3.1.5 Manómetros	45
2.3.1.6 Válvula de control direccional.....	46
2.3.1.6.1 Tipos de válvulas.....	46
2.3.1.6.2 Válvula de seguridad	47
2.3.1.6.3 Accionamiento de las válvulas	48
2.3.1.7 Cilindros hidráulicos	49
2.3.1.7.1 Cilindro de efecto simple	50
2.3.1.7.2 Cilindro de efecto doble.....	50
2.3.1.8 Cañerías hidráulicas o mangueras hidráulicas.....	50
2.3.1.8.1 Acoples usados en circuitos hidráulicos	50
2.3.1.8.2 Cañerías de servicio	52
2.3.1.8.3 Cañerías de interconexión.....	52
2.3.1.8.4 Caída de presión en tuberías	52

2.3.1.9 Motor eléctrico.....	52
2.3.1.9.1 Fundamentos de operación de los motores eléctricos	53

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA.....	55
3.1 Preliminares	55
3.2 Planteamiento y estudio	55
3.3 Diseño del sistema hidráulico.....	56
3.4 Diseño del circuito hidráulico.....	57
3.5 Fuerzas requeridas para realizar los movimientos	58
3.5.1 Presión requerida para el funcionamiento del sistema.....	60
3.5.2 Caudal requerido para el funcionamiento del sistema.....	62
3.6 Selección de la bomba	63
3.6.1 Alternativas de selección de bombas	63
3.6.2 Criterios de selección de bombas	63
3.6.3 Matriz de calificación	64
3.6.4 Ponderación	64
3.6.5 Matriz normalizada	65
3.6.6 Resultado de selección de bomba hidráulica	65
3.7 Potencia requerida para el funcionamiento del sistema	67
3.7.1 Selección del elemento propulsor (Motor)	68
3.8 Selección del elemento que une el motor y la bomba (Matrimonio)	69
3.9 Selección control de mando	70
3.10 Construcción del depósito hidráulico.....	71
3.10.1 Sistema de medición (Cantidad de líquido).....	73
3.11 Selección del elemento de filtración	73

3.12 Selección de la válvula de alivio.....	74
3.13 Selección del indicador de presión.....	75
3.14 Selección de cañerías.....	77
3.14.1 Alternativas de selección de cañerías.....	77
3.14.2 Criterios de selección de cañerías.....	78
3.14.3 Matriz de calificación.....	78
3.14.4 Ponderación.....	79
3.14.5 Matriz normalizada.....	80
3.14.6 Resultado de selección de cañerías.....	80
3.14.6.1 Línea de succión.....	81
3.14.6.2 Línea de presión.....	82
3.14.6.3 Línea de servicio.....	82
3.14.6.3 Líneas de retorno.....	83
3.14.6.4 Características de las mangueras:.....	84
3.15 Selección del aceite hidráulico.....	84
3.16 Construcción de la estructura de soporte para la unidad de bombeo.....	85
3.17 Maquinaria y herramientas utilizadas.....	86
3.18 Diagrama de procesos.....	87
3.18.1 Diagrama de procesos de la construcción del depósito hidráulico.....	88
3.18.2 Diagrama de procesos de la construcción de la estructura de soporte de la unidad de bombeo.....	89
3.18.3 Diagrama de procesos de la elaboración sistema hidráulico.....	90
3.18.4 Diagrama de procesos del ensamblaje del sistema hidráulico.....	91
3.19 Pruebas de funcionamiento.....	92
3.20 Manuales.....	94
3.20.1 Manual de operación.....	94
3.20.2 Manual de mantenimiento.....	98

3.21 Estudio económico	102
3.21.1 Análisis económico.....	102
3.21.1.1 Materiales.....	102
3.21.1.2 Mano de obra	103
3.21.1.3 Gastos varios	104

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
4.1 Conclusiones.....	105
4.2 Recomendaciones.....	106
GLOSARIO	107
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS	116
HOJA DE VIDA	144
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	147
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1: Elementos del esquema sistema hidráulico	58
Tabla 3. 2: Pesos de elementos de cabina	59
Tabla 3. 3: Fuerzas requeridas para la realización de los movimientos.	60
Tabla 3. 4: Alternativas de selección de bombas.....	63
Tabla 3. 5: Criterios de selección de bombas	64
Tabla 3. 6: Matriz de calificación.....	64
Tabla 3. 7: Ponderación de los criterios de selección	65
Tabla 3. 8: Matriz normalizada.....	65
Tabla 3. 9: Resultado de selección de bomba hidráulica.....	66
Tabla 3. 10: Características de la bomba hidráulica	67
Tabla 3. 11: Características del motor eléctrico.....	69
Tabla 3. 12: Características principales de la válvula de alivio	75
Tabla 3. 13: Características principales del manómetro	77
Tabla 3. 14: Alternativas de selección de cañerías.....	78
Tabla 3. 15: Criterios de selección de Cañerías	78
Tabla 3. 16: Matriz de calificación.....	79
Tabla 3. 17: Ponderación de los criterios de selección	79
Tabla 3. 18: Matriz normalizada.....	80
Tabla 3. 19: Resultado de selección de cañerías	80
Tabla 3. 20: Características del líquido hidráulico	85
Tabla 3. 21: Características de maquinaria y herramientas utilizadas.....	86
Tabla 3. 22: Simbología de los diagramas de procesos.	87
Tabla 3. 23: Prueba de funcionamiento del soporte de carga.....	92
Tabla 3. 24: Materiales usados en la implementación de mando Mecánico – Hidráulico.....	102
Tabla 3. 25: Mano de obra utilizada en el proyecto	103
Tabla 3. 26: Gastos varios	104

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2. 1: Ejemplo del uso de la hidráulica.....	21
Figura 2. 2: Transmisión y control de fuerzas por medio de líquidos	22
Figura 2. 3: Sistema hidráulico básico.....	30
Figura 2. 4: Recipiente o depósito.....	31
Figura 2. 5: Filtro hidráulico de flujo pleno.....	33
Figura 2. 6: Bomba hidráulica.....	35
Figura 2. 7: Bomba hidráulica de desplazamiento positivo	37
Figura 2. 8: Bombas hidráulicas manuales.	39
Figura 2. 9: Bombas hidráulicas de paletas	40
Figura 2. 10: Bombas hidráulicas de engranajes exteriores.....	41
Figura 2. 11: Bombas hidráulicas de engranajes internos.....	42
Figura 2. 12: Bombas hidráulicas de pistón.	43
Figura 2. 13: Bombas hidráulicas de tornillo.....	44
Figura 2. 14: Matrimonio.....	45
Figura 2. 15: Manómetro bourdon	45
Figura 2. 16: Válvula de control direccional.....	47
Figura 2. 17: Válvula de seguridad.....	48
Figura 2. 18: Cilindro hidráulico.....	49
Figura 2. 19: Racores.....	51
Figura 2. 20: Mangueras hidráulicas	51
Figura 2. 21: Motor eléctrico.....	53
Figura 2. 22: Magnetismo.....	53

CAPÍTULO III

Figura 3. 1: Esquema sistema hidráulico	57
Figura 3. 2: Obtención de fuerzas requeridas para realizar los movimientos	59
Figura 3. 3: Bomba hidráulica.....	66
Figura 3. 4: Motor eléctrico bifásico.....	68
Figura 3. 5: Unión del motor a la bomba mediante un acople flexible.	70

Figura 3. 6: Conjunto de válvulas distribuidoras 4/3 mando por palancas	71
Figura 3. 7: Depósito hidráulico.....	72
Figura 3. 8: Sistema de medición mediante bayoneta.....	73
Figura 3. 9: Filtro de malla metálica	74
Figura 3. 10: Válvula de alivio	75
Figura 3. 11: Manómetro	76
Figura 3. 12: Cañería flexible de succión de $\frac{1}{2}$	81
Figura 3. 13: Cañería flexible de presión $\frac{1}{2}$	82
Figura 3. 14: Cañería flexible de servicio de $\frac{3}{8}$	83
Figura 3. 15: Cañería flexible de retorno de $\frac{1}{2}$	83
Figura 3. 16: Estructura de soporte para la unidad de bombeo.....	86
Figura 3. 17: Prueba de funcionamiento de alabeo.....	93
Figura 3. 18: Prueba de funcionamiento de cabeceo	93
Figura 3. 19: Prueba de funcionamiento de guiñada.....	94

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A ESPECIFICACIONES LÍQUIDO HIDRÁULICO	117
ANEXO B CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA	120
ANEXO C CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO DE VÁLVULAS	122
ANEXO D CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO.....	124
ANEXO E CARACTERÍSTICAS DEL MANÓMETRO	126
ANEXO F ESPECIFICACIONES DE LAS MANGUERAS HIDRÁULICAS SAE 100R2AT de 3/8 y ½	128
ANEXO G CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ACOUPLE (MATRIMONIO) UTILIZADO PARA LA UNIÓN BOMBA MOTOR.....	130
ANEXO H TIPOS DE RACORES UTILIZADOS EN HIDRÁULICA	133
ANEXO I SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	135
ANEXO J PLANOS	137
ANEXO K CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE ALIVIO.....	140
ANEXO L CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO	142

INTRODUCCIÓN

Durante varios siglos la aviación ha ido evolucionando día tras día, y se ha convertido en uno de los medios más importantes, por lo que existe una gran demanda de pilotos como de mecánicos aeronáuticos, y debido a estas exigencias es imprescindible el entrenamiento de los mismos.

A través de los simuladores se pretende capacitar y entrenar a los pilotos, por ende en la Compañía Servicio Aéreo Regional ubicada en la Provincia de Pastaza ha creído conveniente realizar un Simulador de movimientos básicos: Alabeo, Cabeceo y Guiñada en la cabina del Avión Douglas DC – 3, la misma que se encuentra en dicha Compañía.

A la cabina del Avión Douglas DC – 3 se le implementará la estructura, el sistema hidráulico y los cilindros hidráulicos los mismos que al realizar su función simularán dichos movimientos que se producen en cualquier aeronave durante vuelo.

Se le adecuará interiormente en la cabina con asientos e instrumentos, además se pintará, y se realizara pruebas de funcionamiento con fin de cumplir con nuestro objetivo.

El proyecto en mención fue posible gracias al apoyo económico del Cap. Edgar Rosero Presidente de la Compañía Servicio Aéreo Regional, donde se ejecutó el proyecto, beneficiando con mucho éxito y prestigio a la Compañía.

RESUMEN

En la Compañía Aéreo Regional cuenta con amplias instalaciones en la que existe un taller de mantenimiento dotado de equipos herramientas, y una cabina de un avión Douglas DC-3 en malas condiciones. Luego de haber realizado una investigación hemos llegado a la conclusión que la compañía no dispone de un simulador de movimientos de una aeronave en la que los pilotos puedan experimentar, las sensaciones producidas en vuelo y así también para el entrenamiento continuo.

Por el motivo se realizó la implementación de mando Mecánico - Hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3, en la que para la implementación de mando fue necesario la construcción de un sistema hidráulico, para lo cual se procedió a realizar un estudio detallado de los elementos que conformaran un sistema hidráulico, una vez realizado el cálculo consecuentemente se seleccionó los elementos más idóneos.

De tal forma se ayuda a la necesidad que tiene la compañía de poseer un simulador de movimientos de una aeronave y de esta manera contribuir con el entrenamiento continuo de los pilotos que esta compañía posee.

Siendo los beneficiados, no solo los pilotos de la compañía sino también los que conformamos el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO logrando así mejores relaciones con empresas o compañías en las que sus estudiantes realizan sus pasantías a más de que el nombre del instituto se lo lleva a los más altos niveles de prestigio a nivel nacional.

SUMMARY

In the Aerial Regional Company has an extensive facility in which there is a maintenance workshop equipped with tools and equipment and a cockpit of a Douglas DC-3 aircraft in poor condition. After doing some research we have concluded that the company does not have a motion simulator of an aircraft in which pilots can experience the sensations produced in flight and so also for ongoing training.

For the reason was implementing control Mechanical –Hydraulic structure simulating the movements of aircraft in the aircraft cabin Douglas DC-3, in which to implement remote controls was necessary to build hydraulic system, for which we proceeded to conduct a detailed study of the elements that will make up a hydraulic system, once the calculation to the selection of the most suitable.

So help with the need for the company to own simulator aircraft movements and thus contribute to the ongoing training of the pilots that the company owns.

Being the beneficiaries, not only pilots but also the company who make the AERONAUTICAL TECHNOLOGICAL SUPERIOR INSTITUTE thus achieving better relationships with companies or companies in which their students do their internships over the name of the school that it takes highest levels of national prestige.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

En la Amazonía Ecuatoriana existe un extenso tráfico aéreo ya que el aeropuerto del Cantón Shell-Mera es de vital importancia en el Ecuador debido a que conecta en gran parte las Regiones de la Costa y Sierra con la Amazonía, en la que se encuentran en operación diversas compañías aéreas.

El problema que más influye en las actividades aéreas en la Región es el clima, porque se relaciona de forma directa en la realización de los vuelos, porque en varios casos la situación climática es crítica, provocando que las operaciones se cierren por periodos extendidos.

La Compañía de Servicio Aéreo Regional, presta servicios durante cuatro años en la Región Amazónica y parte de la Región Sierra en los que ha logrado convertirse en una de las mejores en aviación menor prestando servicios de transporte de carga y pasajeros además de que cuenta con una flota moderna de aviones.

1.2 Definición del problema

Poco tiempo atrás la compañía adquirió la cabina del Avión Douglas DC-3 en mal estado, en la que se planificó construir un simulador para el entrenamiento constante de sus pilotos, debido a que el mal estado del clima en la Región hace que los pilotos pasen tiempo sin volar lo que conlleva a que su entrenamiento continuo se vea detenido.

Por lo que con el presente trabajo se instalará en la cabina del Avión Douglas DC - 3 los movimientos principales a través de cilindros hidráulicos en la estructura de la cabina de dicho avión, con el fin de explicar y visualizar los movimientos que se presentan en vuelo real.

1.3 Justificación

El presente proyecto se justifica por las siguientes razones:

Pensando en la prioridad que tiene la Compañía Servicio Aéreo Regional de implementar de mando Mecánico - Hidráulico a la construcción de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 para brindar un adecuado entrenamiento a los pilotos, para que pueda practicar en situaciones críticas que se presentan al momento del vuelo, debido a que esto es imposible realizarlo de manera segura y directa en la aeronave.

Como alumno de la carrera de Mecánica Aeronáutica contribuiré con los conocimientos adquiridos para el desarrollo adecuado de este proyecto, para lo que se beneficiará de forma directa la Compañía y por consiguiente sus pilotos.

Con la utilización del simulador se estará adiestrando a los pilotos, en los tiempos que por mal estado del clima no se puede volar, y así evitar posibles accidentes.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Implementar de mando Mecánico - Hidráulico en la estructura simuladora de los movimientos de la cabina del avión Douglas DC-3, de la Compañía Servicio Aéreo Regional en la ciudad de Shell-Mera, provincia de Pastaza según normas DIN.

1.4.2 Específicos

- Recopilar información sobre principios de hidráulica y los distintos componentes que conforman un sistema hidráulico (Depósito, bomba hidráulica, válvula de seguridad, válvula direccional, filtro, indicador de presión, cañería etc.).

- Diseñar un sistema hidráulico el cual cumpla con el objetivo general de este proyecto.

- Seleccionar los elementos idóneos para el sistema hidráulico básico y adquirir los mismos

- Ensamblar todos los elementos de forma correcta para un óptimo funcionamiento de sistema hidráulico

- Someter al sistema a pruebas de funcionamiento.

- Crear manuales los cuales ayuden al manejo correcto del sistema hidráulico en la estructura simuladora y del mismo modo detalle procesos para su mantenimiento.

1.5 Alcance

Con la realización del presente trabajo se propone “Implementar de mando Mecánico - Hidráulico a la construcción de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3” y de esta manera brindar beneficio a la Compañía Servicio Aéreo Regional el mismo que servirá como medio de entrenamiento y de manera precisa y eficaz a los pilotos de esta compañía.

Con este aporte se brindará un apoyo para el entrenamiento de los pilotos de la Compañía Servicio Aéreo Regional.

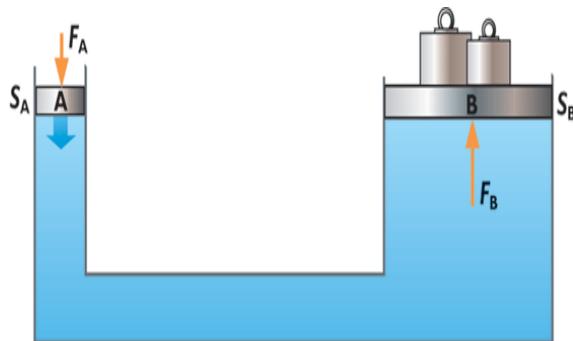
CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto de hidráulica

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

La “hidráulica”, por lo tanto, es una misión que implica que la palabra está de alguna manera tenga que ver con líquidos.



Fuente: <http://www.kalipedia.com>

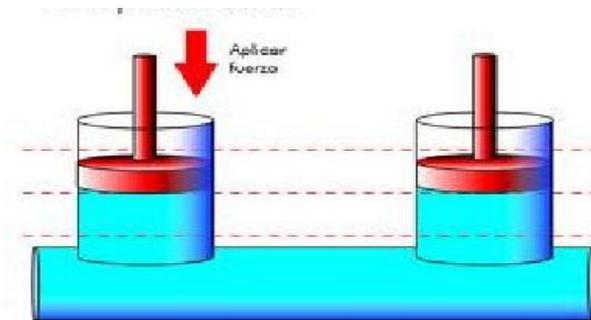
Figura 2. 1: Ejemplo del uso de la hidráulica

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.”¹

¹ <http://energianeumaticaaa.webnode.es/hidraulica/>

“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, 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.



Fuente: <http://3.bp.blogspot.com>

Figura 2. 2: Transmisión y control de fuerzas por medio de líquidos

2.1.1 Campos de aplicación de la hidráulica

Dentro de las aplicaciones se pueden distinguir dos móviles e industriales.

2.1.1.1 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.

2.1.1.2 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.
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada.
- Equipo para montaje industrial.
- Maquinaria para la minería.

2.1.1.3 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.”²

2.2 Fluido hidráulico

“El fluido 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.

² <http://es.scribd.com/doc/60464572/Hidraulica>

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.

2.2.1 Misión de un fluido en óleo hidráulica

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

2.2.2 Fluidos empleados

Aceites minerales procedentes de la destilación del petróleo

- Agua – glicol.
- Fluidos sintéticos.
- Emulsiones agua – aceite.”³

2.2.3 Propiedades de los fluidos

“La fluidez (la característica física de una sustancia que le permite fluir) y la incompresibilidad eran las únicas características requeridas, cualquier líquido no muy denso se podría utilizar en un sistema hidráulico.

³ http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulicaA.htm

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

2.2.3.1 Viscosidad

La viscosidad es una de las características más importantes de los líquidos hidráulicos. Es una medida de la resistencia de un líquido al flujo. Un líquido, tal como gasolina, que fluye fácilmente tiene una viscosidad baja; y un líquido, tal como alquitrán, que fluye lentamente tiene una gran viscosidad. La viscosidad de un líquido es afectada por los cambios en temperatura y la presión.

Mientras que la temperatura de un líquido aumenta, su viscosidad disminuye. Es decir, un líquido fluye más fácilmente cuando está caliente que cuando está frío. La viscosidad de un líquido se incrementa a medida que la presión sobre el mismo sube.

Las pérdidas por filtraciones son mayores con líquidos más livianos (viscosidad baja).

Un líquido que es demasiado liviano también permitirá un rápido desgaste de piezas móviles, o de las piezas que funcionan bajo cargas pesadas. Por otra parte, si el líquido es demasiado espeso (viscosidad demasiado elevada), la fricción interna del líquido causará un aumento en la resistencia al flujo del líquido a través de las separaciones de piezas con ajuste estrecho, de líneas, y de pasos internos.

Esto da lugar a caídas de presión a través de todo el sistema, lentitud de operación del equipo, y un aumento en el consumo de energía.

2.2.3.2 Poder lubricante

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 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.

2.2.3.3 Estabilidad química

Se define como la capacidad del líquido de resistir la oxidación y el deterioro por largos períodos. Todos los líquidos tienden a experimentar cambios desfavorables bajo condiciones de funcionamiento severas. Esto es el caso, por ejemplo, cuando un sistema funciona por un considerable periodo de tiempo a elevadas temperaturas.

Las temperaturas excesivas, especialmente extremadamente altas temperaturas, tienen un gran efecto sobre la vida de un líquido. La temperatura del líquido en el depósito de un sistema hidráulico, no siempre indica las condiciones de funcionamiento a lo largo del sistema.

2.2.3.4 Punto de inflamación

El punto de inflamación es la temperatura a la cual un líquido emite vapor en suficiente cantidad para encender momentáneamente o para producir un destello cuando una llama es aplicada y un alto punto de inflamación es deseable para los

líquidos hidráulicos porque así se proporciona una buena resistencia a la combustión y un grado bajo de evaporación a temperaturas normales.

2.2.3.5 Punto de ignición

El punto de ignición es la temperatura en la cual una sustancia emite el vapor en suficiente cantidad para encenderse y para continuar quemándose cuando está expuesta a una chispa o una llama. Como el punto de inflamación, un alto punto de ignición es deseable en los líquidos hidráulicos.

2.2.3.6 Toxicidad mínima

La toxicidad se define como la calidad, el estado, o el grado tóxico o venenoso. Algunos líquidos contienen productos químicos que son un peligro tóxico serio. Estos productos químicos tóxicos o venenosos pueden ingresar al cuerpo por inhalación, por absorción a través de la piel, o a través de los ojos o de la boca. El resultado es una enfermedad y, en algunos casos, la muerte.”⁴

2.2.3.7 Densidad y compresibilidad

“La densidad de una sustancia, también llamada masa específica, es una propiedad característica o intensiva de la materia y expresa la masa contenida de dicha sustancia en la unidad de volumen. Su valor se determina dividiendo la masa de la sustancia entre el volumen que ocupa.”⁵

“Vimos que bajo presión extrema un líquido se puede comprimir hasta 7 por ciento de su volumen original.

Los fluidos altamente compresibles producen una operación lenta del sistema. Esto no presenta un problema grave en operaciones pequeñas, de baja velocidad, pero debe ser considerado en las instrucciones de manejo.

⁴ <http://es.scribd.com/doc/60464572/Hidraulica>

⁵ <http://fisicamm.blogspot.com/>

2.2.3.8 Tendencia a producir espuma

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.

2.2.3.9 Limpieza

El interior de un sistema hidráulico sólo se puede mantener tan limpio como el líquido agregado al mismo. La limpieza inicial del líquido hidráulico puede ser alcanzada observando rigurosos requisitos de limpieza, o filtrando todo el líquido agregado al sistema.”⁶

2.3 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 figura 2.3).

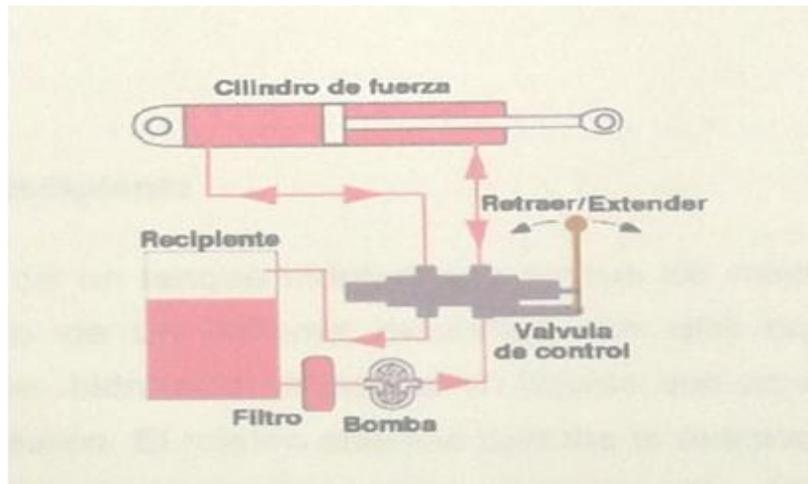
2.3.1 Componentes básicos del sistema hidráulico

El esquema que sigue representa un circuito hidráulico de fuerza clásico, donde el elemento de trabajo es un cilindro de fuerza. Los elementos constitutivos del circuito hidráulico son:

- Un recipiente con aceite.
- Un filtro.

⁶ <http://es.scribd.com/doc/60464572/Hidraulica>

- Una bomba para el aceite.
- Una válvula de control.
- Válvula de seguridad o sobre presión.
- El cilindro de fuerza.
- Conductos de comunicación.



Fuente: <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas/PDF/>

Figura 2. 3: Sistema hidráulico básico

2.3.1.1 Recipiente o depósito

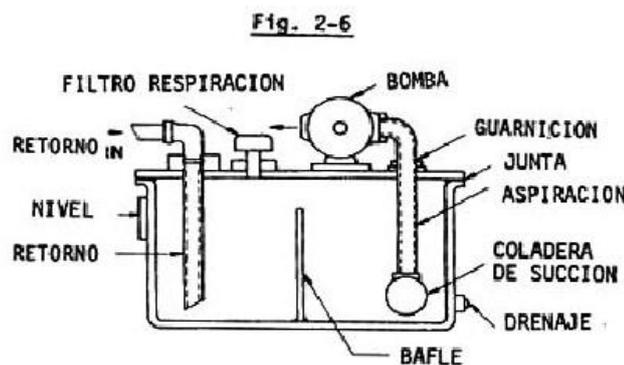
La función natural de un tanque hidráulico o tanque de reserva es contener o almacenar el fluido de un sistema hidráulico. Un tanque de hidráulico almacena un líquido que no está siendo usado en un sistema hidráulico. El mismo además permite la extracción de los gases y materiales extraños del líquido. 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.

En un sistema hidráulico industrial, los tanques hidráulicos consisten de cuatro paredes (normalmente de acero), 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.

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 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.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/60464572/Hidraulica>

Figura 2. 4: Recipiente o depósito

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.

2.3.1.2 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 usado en los sistemas hidráulicos son comúnmente conocidos como tamices (también llamados coladeras) y filtros. 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.

El dispositivo más común instalado en los sistemas hidráulicos para evitar que materias extrañas 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.

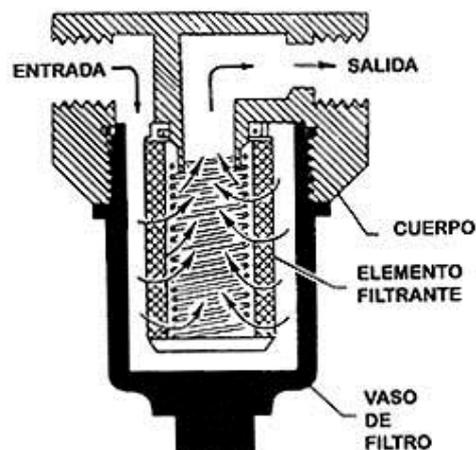
El propósito de la filtración no es solo prolongar la vida útil de los componentes hidráulicos, si no también evitar paradas producidas por la acumulación de impurezas en las estrechas holguras y orificios de las modernas válvulas. Para prolongar la vida útil de los aparatos hidráulicos es de vital importancia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

2.3.1.2.1 Filtro de flujo pleno

Es el más conocido y también usado, proporciona una acción positiva de filtrado; sin embargo, el mismo ofrece resistencia al filtrado, particularmente, cuando el elemento de ensucia. El fluido hidráulico entra al filtro a través del puerto de entrada en el cuerpo y fluye alrededor del elemento de filtro dentro del vaso de filtro. El filtrado tiene lugar a medida que el fluido pasa a través del elemento de filtrado y hacia dentro del núcleo hueco, dejando la suciedad y las impurezas en la parte exterior del elemento de filtro.

El fluido filtrado luego circula desde el núcleo hueco a través del puerto de salida y hacia el interior del sistema.



Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/images/filtro%20hidraulico.jpg>

Figura 2. 5: Filtro hidráulico de flujo pleno

2.3.1.2.2 Clasificación de filtros hidráulicos

Papel micrónico. Son de hoja de celulosa tratada y grado de filtración de 5 a 160 m. 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.”⁷

2.3.1.3 Bomba

“Al contrario de lo que muchos piensan, las bombas hidráulicas no son capaces de generar una presión, solamente suministran un caudal, lo más constante posible, al circuito. La presión aparece cuando el caudal suministrado por la bomba tiene que vencer algún tipo de resistencia. Lo que sí es cierto, es que la bomba hidráulica tiene que ser capaz de trabajar a presiones altas u óptimas. La bomba aspira el fluido que le llega (retorno) del circuito a una presión y tiene que trabajar con esa presión, pero no genera dicha presión.

Las bombas hidráulicas pueden ser puestas en servicio de forma manual o con un motor eléctrico, generalmente trifásico, aunque también podemos encontrarnos motores de corriente continua. Asimismo, también se pueden hacer funcionar las bombas hidráulicas con motores de combustión fósil, ya sean de gasolina o gas-oil.

En los casos industriales, solo veremos que son accionadas las bombas hidráulicas con motores eléctricos, por una cuestión de economía.

2.3.1.3.1 Consideraciones técnicas de las bombas hidráulicas

En las bombas hidráulicas tenemos que tener en cuenta ciertos valores técnicos y otras consideraciones para la correcta elección de la bomba:

⁷<http://www.sapiensman.com/neumatica>

1. Cilindrada. Su expresión es en cm^3/r , donde r son las revoluciones. La cilindrada es el volumen de fluido desplazado según la rotación completa del eje de la bomba.

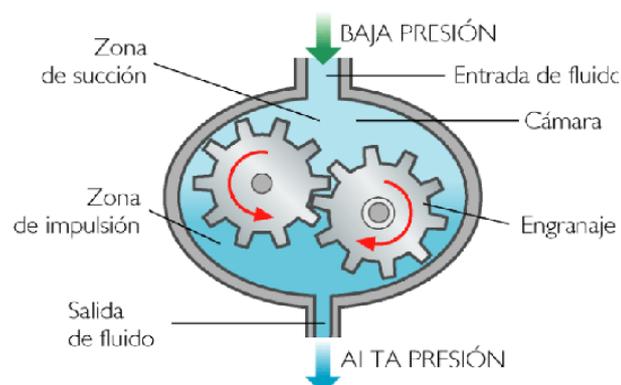
2. Rendimiento volumétrico. Nunca es del 100%, por dos causas, el rendimiento total y la presión.

El rendimiento volumétrico es la relación existente entre el caudal efectivo y el teórico.

3. Caudal. Se expresa en litros/minutos.

4. Cavitación. Es un fenómeno físico que se produce cuando el fluido tiene dificultad de ser aspirado por la bomba, por lo cual, se pierde presión, dando lugar a burbujas en el propio fluido. Las burbujas están constituidas por los vapores del propio fluido.

Existen varias causas para que se produzca el fenómeno de la cavitación. Entre ellas destacan la suciedad en el filtro de aspiración de la bomba, la poca cantidad de fluido, obstrucción de la tubería de aspiración.”⁸



Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres?q=bomba+hidraulico>

Figura 2. 6: Bomba hidráulica

⁸ <http://sitioniche.nichese.com/bombas-hidra.html>

2.3.1.3.2 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).

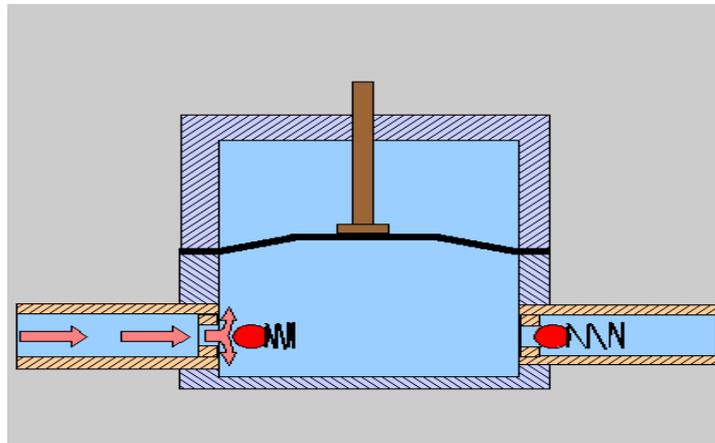
Dado que los cambios en la salida volumétrica afectan la velocidad de la bomba, algunas bombas son clasificadas por su desplazamiento. El desplazamiento de la bomba es la cantidad de líquido que la bomba puede entregar por ciclo. Puesto que la mayoría de las bombas utilizan una impulsión rotatoria, el desplazamiento se expresa generalmente en términos de pulgadas cúbicas por revolución.

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 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.



Fuente:<http://www.sabelotodo.org/aparatos/imagenes/bombadiafragma.gif>

Figura 2. 7: Bomba hidráulica de desplazamiento positivo

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.

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 propulsor no contiene elementos móviles; es decir, que es de una sola pieza, 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.

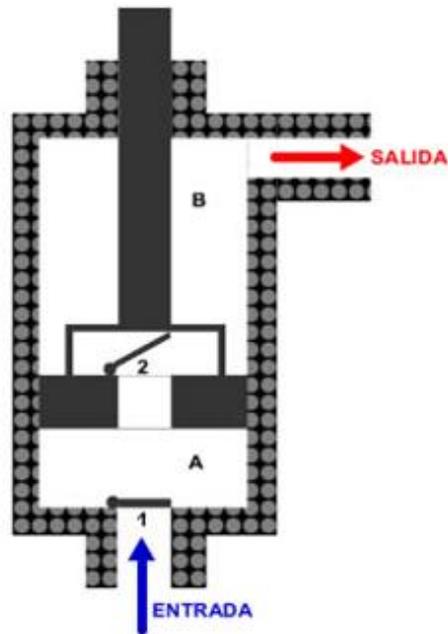
Se dice que una bomba es de desplazamiento positivo, cuando su órgano propulsor contiene elementos móviles de modo tal que por cada revolución se genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, independientemente de la contrapresión a la salida. En este tipo de bombas la energía mecánica recibida se transforma directamente en energía de presión que se transmite hidrostáticamente en el sistema hidráulico.”⁹

2.3.1.3.3 Tipos de bombas

2.3.1.3.3.1 Bombas hidráulicas manuales

“Hay muchas variantes de ésta clase de bomba hidráulica. Son las utilizadas normalmente para extraer agua, ya sea de piscinas, pozos, inundaciones, embarcaciones, etc. Es decir, no suelen tener uso industrial, excepto cuando se trata de vaciar bidones, por ejemplo. Normalmente se accionan con una manivela giratoria o una palanca.

⁹ http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica5.htm



Fuente:<http://sitioniche.nichese.com/manual-hidra.html>

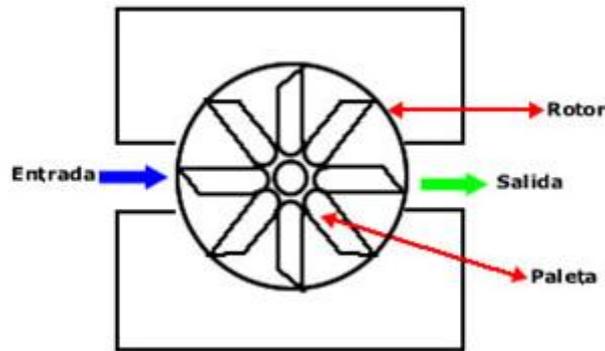
Figura 2. 8: Bombas hidráulicas manuales.

2.3.1.3.3.2 Bombas hidráulicas de paletas

Son empleadas para bajas presiones que no superen los 200 bar. La cilindrada puede ser fija o variable y trabajar en los dos sentidos posibles de rotación. Existen dos tipos de estas bombas:

1. Equilibradas.

2. Caudal variable. Tienen un buen rendimiento en pequeños circuitos hidráulicos, limitando constantemente el caudal suministrado, disponiendo de una velocidad comprendida entre los 500 y los 2000 r.p.m. El caudal está entre los 3 y los 300 l/min.



Fuente:<http://sitioniche.nichese.com/manual-hidra.html>

Figura 2. 9: Bombas hidráulicas de paletas

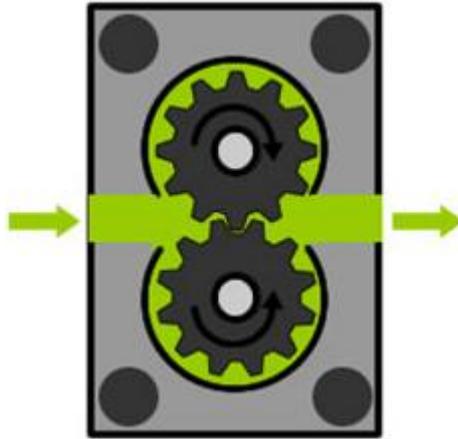
La bomba de paletas está construida con una carcasa, dentro de ella se encuentra un rotor giratorio que sostiene a las paletas. Como nos podemos imaginar, al girar el rotor las paletas son las encargadas de aspirar el fluido, debido a la depresión que provocan con su giro, y de impulsarlo al exterior.

2.3.1.3.3.3 Bombas hidráulicas de engranajes

Existen varios tipos de bombas de engranajes, las principales son las de engranaje interiores, múltiples y exteriores.

Bombas hidráulicas de engranajes exteriores

Son utilizadas en caudales grandes, pero con presiones bajas. El funcionamiento es muy simple y similar a la bomba de tornillos. Uno de los engranajes hace de conductor y mueve al otro engranaje (secundario). El engranaje conductor es el que recibe la fuerza motriz de un eje conectado mecánicamente con un motor eléctrico, en su giro arrastra al engranaje secundario o conducido. Los giros de los engranajes son opuestos, como se puede deducir. Las cámaras de bombeo están formadas entre los engranajes y la carcasa. El fluido circula a través de los dientes de los engranajes. Su rendimiento alcanza el 90%.



Fuente:<http://sitioniche.nichese.com/manual-hidra.html>

Figura 2. 10: Bombas hidráulicas de engranajes exteriores.

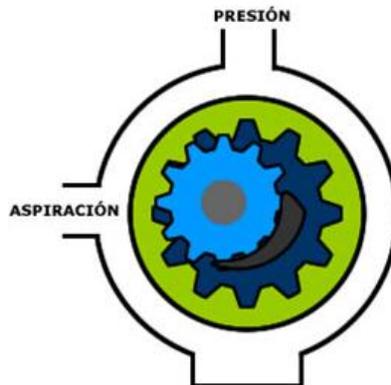
Bombas hidráulicas de engranajes múltiples

Pueden tener varias salidas, independientes entre sí. Las bombas de engranajes múltiples, son en realidad dos bombas de engranajes exteriores combinadas entre sí. La combinación o adaptación se realiza de la siguiente manera, el engranaje secundario de la primera bomba está unido al engranaje conductor de la segunda bomba mediante un eje giratorio, de tal forma que el eje conectado al motor eléctrico continua siendo el engranaje conductor de la primera bomba, es decir, no es necesario usar otro motor o sistema para mover la segunda bomba.

Bombas hidráulicas de engranajes internos

Tienen un rendimiento del 98%, siempre que la bomba este en perfectas condiciones y sea nueva. Como se puede observar en el dibujo, la bomba consta de dos engranajes, una más grande que el otro. Al engranaje grande lo llamamos de interior y al pequeño de exterior. Gracias al engranaje interior los niveles de pulsaciones y de ruido son extremadamente bajos, lo que repercute positivamente en los tubos o circuito hidráulico. El engranaje interior es el que arrastra al engranaje exterior, en el mismo sentido. Como siempre, son los dientes de los

engranajes los que mueven el fluido, es decir, el engranaje interior aspira, y el engranaje exterior impulsa.



Fuente:<http://sitioniche.nichese.com/manual-hidra.html>

Figura 2. 11: Bombas hidráulicas de engranajes internos.

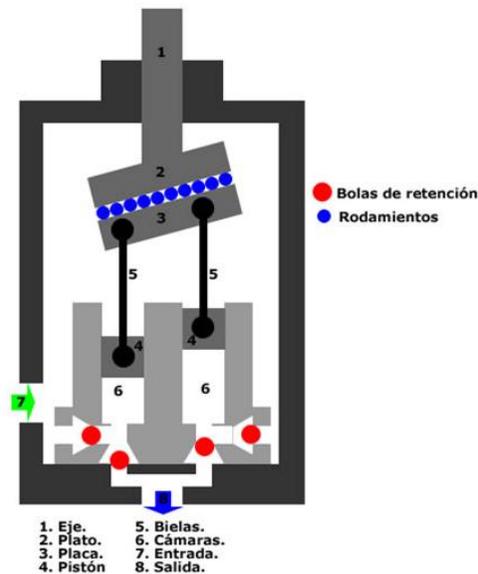
2.3.1.3.3.4 Bombas hidráulicas de pistón

Existen tres clases de bombas hidráulicas de pistón:

- 1. Pistones en línea.** Tienen una construcción muy simple, el rendimiento que es capaz de obtener puede llegar a alcanzar el 97 %, siempre y cuando, la bomba se encuentre en buen estado y sea relativamente nueva. La cilindrada es fija.
- 2. Pistones radiales.** Se puede regular el caudal de cada pistón. Son de dos tipos, cilindrada fija o variable. El rendimiento puede llegar a ser de un 99 %.
- 3. Pistones axiales.** También pueden ser de dos tipos: de cilindrada fija o variable. En las que son de caudal variable, pueden autor regularse.

La figura representa a una bomba de pistones axiales. Las mayores presiones se alcanzan gracias a la inclinación que tiene el plato que está unido al eje. El dibujo no necesita mucha explicación, pues se trata de un eje accionado mecánicamente desde el exterior, que unido a un plato inclinado, hace desplazarse a dos pistones simétricos. Dispone de bolas de retención, para evitar

la entrada y salida del fluido en los momentos en que no se debe producir tales salidas o entradas de fluido. En fin, observando la figura se comprende el funcionamiento a simple vista.



Fuente:<http://sitioniche.nichese.com/manual-hidra.html>

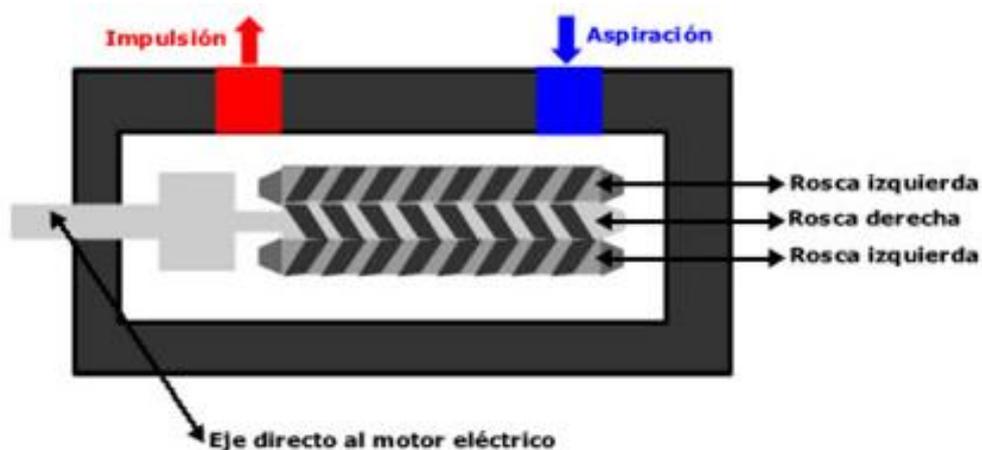
Figura 2. 12: Bombas hidráulicas de pistón.

2.3.1.3.3.5 Bombas hidráulicas de tornillo

Trabajan a grandes velocidades, a pesar de ello es una bomba silenciosa. También se le conoce como bomba helicoidal. El tornillo central tiene rosca de derechas y es el eje del motor; mientras que los otros dos tornillos son de rosca de izquierdas. Al girar se originan cámaras entre los filetes de los tres tornillos haciendo que el fluido circule desde la zona de aspiración a la zona de impulsión. El tornillo central es el que mueve a los otros dos tornillos.

Las velocidades que puede llegar a alcanzar oscila entre los 3000 y los 5000 r.p.m. Pueden trabajar con pequeños y grandes caudales.”¹⁰

¹⁰ <http://sitioniche.nichese.com/manual-hidra.html>



Fuente:<http://sitioniche.nichese.com/manual-hidra.html>

Figura 2. 13: Bombas hidráulicas de tornillo.

2.3.1.3.4 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 bidireccional 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 unas 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."¹¹

¹¹ <http://referencias111.wikispaces.com/file/view/HIDRAULICA3.pdf>

2.3.1.4 Acople flexible (Matrimonio)

La unión motor – bomba se lo realiza comúnmente con un acople flexible o matrimonio (comúnmente llamado) es un accesorio importante, ya que este transmite la potencia y revoluciones desde el motor hacia la bomba con el fin de obtener el caudal adecuado y la potencia necesaria para generar la presión requerida.



Fuente: <http://www.indarbelt.com/> Lovejoy.pdf

Figura 2. 14: Matrimonio

2.3.1.5 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.



Fuente: <http://bimg2.mlstatic.com/manometro>

Figura 2. 15: Manómetro bourdon

El instrumento para medir la presión se denomina manómetro y puede ser de dos clases:

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 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 a un piñón solidario a la aguja que marca la presión en bar o psi.

Los manómetros tipo bordón 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.”¹²

2.3.1.6 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.”¹³

2.3.1.6.1 Tipos de válvulas

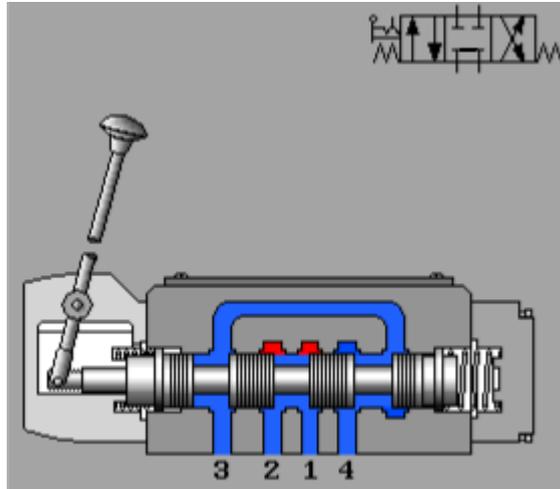
2 Vías, 2 Posiciones

3 Vías, 3 Posiciones

¹² <http://www.monografias.com/trabajos15/manometros/manometros.shtml>

¹³ <http://sistemashidraulicosbasicos.blogspot.com/>

- 4 Vías, 2 o 3 Posiciones
- 5 Vías, 2 o 3 Posiciones
- 6 Vías, 2, 3 o 4 Posiciones



Fuente:<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4831/1/CD-4422.pdf>

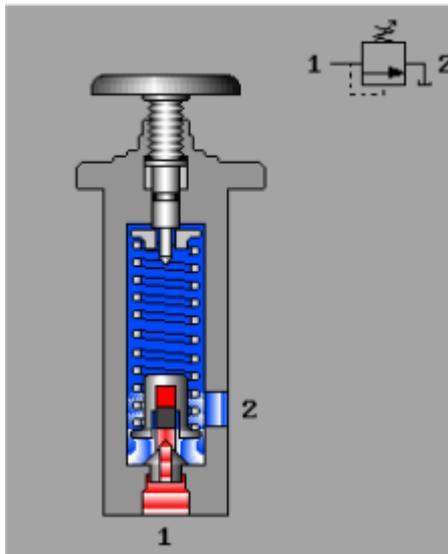
Figura 2. 16: Válvula de control direccional

2.3.1.6.2 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 actúa cuando se alcanza el valor de la presión regulada en el resorte.



Fuente:<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4831/1/CD-4422.pdf>

Figura 2. 17: Válvula de seguridad

2.3.1.6.3 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 solenoides mencionados están formados por dos partes básicas una bobina y un núcleo.”¹⁴

¹⁴ <http://es.scribd.com/doc/19023033/67/Valvula-de-seguridad>

2.3.1.7 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 o émbolo 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.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/110059166/Cilindros-Hidraulicos>

Figura 2. 18: Cilindro hidráulico

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.

2.3.1.7.1 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.

2.3.1.7.2 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.”¹⁵

2.3.1.8 Cañerías hidráulicas o mangueras hidráulicas

“Una manguera es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro. A las mangueras también se les llama tubos, aunque los tubos generalmente son rígidos, mientras que las mangueras son flexibles. Las mangueras usualmente son cilíndricas.

2.3.1.8.1 Acoples usados en circuitos hidráulicos

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

¹⁵ <http://es.scribd.com/doc/110059166/Cilindros-Hidraulicos>



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product.html>

Figura 2. 19: Racores

Se denomina cañería principal a aquella que saliendo del tanque de la estación compresora conduce la totalidad del caudal. Debe tener una sección generosa considerando futuras ampliaciones de la misma.

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



Fuente: <http://www.bo.all.biz/mangueras-hidraulicas-g13782>

Figura 2. 20: Mangueras hidráulicas

2.3.1.8.2 Cañerías de servicio

Las cañerías de servicio son cañerías o “bajadas” que constituyen las alimentaciones a los equipos, dispositivos y herramientas, en sus extremos se disponen de acoplamientos rápidos y equipos de protección integrados por filtros, válvula reguladora de presión.

2.3.1.8.3 Cañerías de interconexión

Las cañerías de interconexión demandan que su dimensión sea tenida en cuenta, ya que no hacerlo ocasiona serios inconvenientes en los equipos, dispositivos y herramientas neumáticas alimentadas por estas líneas.

2.3.1.8.4 Caída de presión en tuberías

Es importante recordar que la pérdida de presión en tuberías "sólo" se produce cuando el fluido está en "movimiento" es decir cuando hay circulación. Cuando esta cesa, las caídas de presión desaparecen y los manómetros darán idéntico valor.

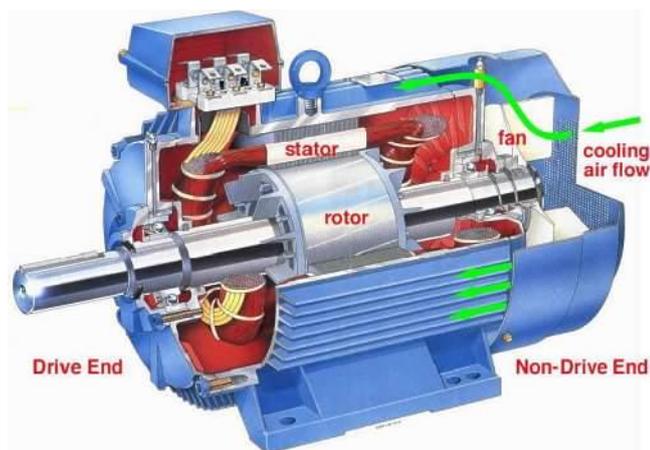
Cuando más larga sea la tubería y más severas las restricciones, mayores serán las pérdidas de presión.

En un sistema bien dimensionado, la pérdida de presión natural a través de la tubería y válvulas será realmente pequeña.”¹⁶

2.3.1.9 Motor eléctrico

“El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio.

¹⁶ http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica2.htm



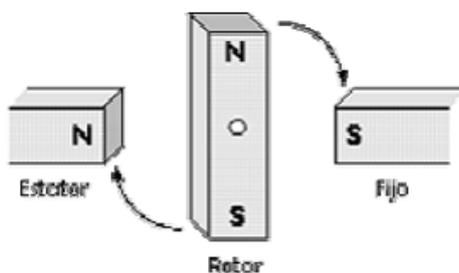
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos74>

Figura 2. 21: Motor eléctrico

2.3.1.9.1 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.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/motores>

Figura 2. 22: Magnetismo

El movimiento giratorio de los motores 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."¹⁷

¹⁷<http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/motores>

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En este capítulo se hace referencia al proceso que se siguió para implementar de mando Mecánico – Hidráulico en la estructura simulador de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 de una manera secuencial y describiendo cada uno de los pasos.

3.1 Preliminares

La implementación de mando Mecánico - Hidráulico en la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 corresponde a una necesidad observada en las instalaciones de la Compañía Aéreo Regional para el entrenamiento continuo de los pilotos que esta compañía posee.

Es por esto que al implementar de mando Mecánico – Hidráulico en la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 los pilotos de la compañía podrán seguir entrenando de manera continua debido a los movimientos producidos que asemeja una aeronave en vuelo real y de esta manera estaremos ayudando a que los pilotos de la compañía no tengan tiempos muertos debido a las malas condiciones climáticas que posee la región.

3.2 Planteamiento y estudio

Para poder realizar la implementación de mando Mecánico –Hidráulico en la construcción de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 se realizó una búsqueda de trabajos con

similares características y se encontró un modelo parecido al propuesto es por esto que se decidió utilizar un modelo en particular.

Por todo lo expuesto el sistema hidráulico fue diseñado en base a una tesis similar que posee el instituto, Luis T. (2011), IMPLEMENTACIÓN 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. Latacunga – Ecuador.

Añadiendo que el sistema inicial fue mejorado según avanzan los trabajos pudiendo comparar o seleccionar las mejores características con el sistema inicial.

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 el sistema tendrá que soportar una presión específica se buscó 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 el sistema utilizado en la tesis tomada de referencia para este propósito y este es:

- Implementación de mando mecánico mediante un sistema hidráulico.

3.3 Diseño del sistema hidráulico

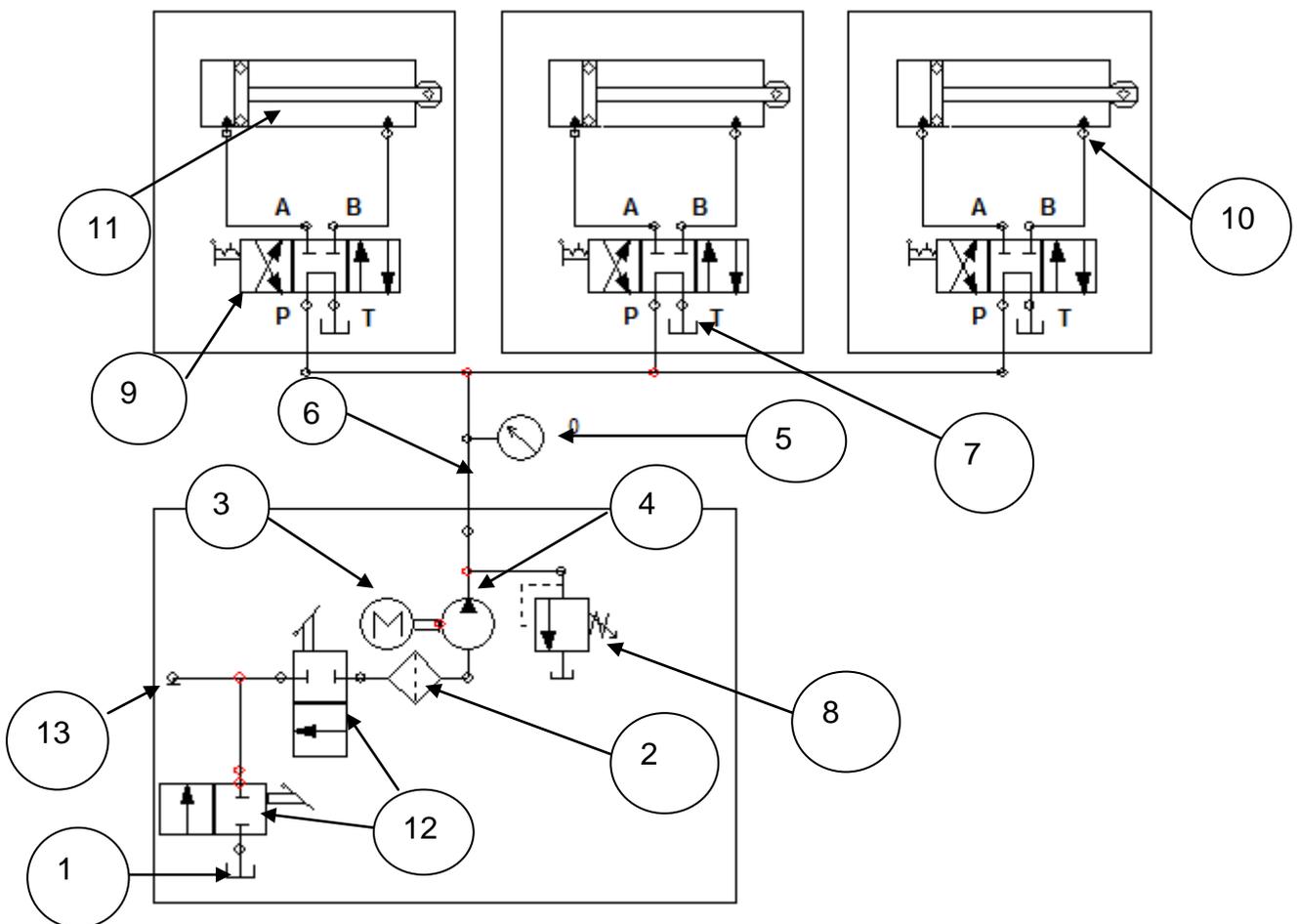
Uno de los pasos más importantes para la Implementación de mando Mecánico - Hidráulico en la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 es la evaluación del trabajo; es decir, estimar, apreciar, calcular el valor exacto de lo que se va a realizar.

Esto conlleva a la selección del diseño del sistema hidráulico así como también como el dimensionamiento de los elementos para conocer las

características que deberá tener el circuito y de esta forma seleccionar los mismos (bombas, cañerías, filtro, conjunto de válvulas, válvula reguladora de presión, indicador de presión, tamaño y capacidad del depósito entre otros) y de esta forma cumplir con el objetivo general de este proyecto.

3.4 Diseño del circuito hidráulico

Para cumplir con el propósito de esta aplicación y lograr los movimientos deseados (alabeo, cabeceo y guiñada), se diseñó el circuito empleando el programa Automation Studio (Ver Fig.3.1) y se nombró sus Elementos (Ver Tabla 3.1).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 1: Esquema sistema hidráulico

Tabla 3. 1: Elementos del esquema sistema hidráulico

Denominación	N° de Orden	Material	Observaciones
Depósito de fluido hidráulico	1	ACERO A-36	Ninguna
Filtro	2	MALLA METÁLICA	Ninguna
Impulsor (Motor)	3	HIERRO COLADO	Ninguna
Bomba	4	ALUMINIO	Ninguna
Manómetro	5	BRONCE	Ninguna
Línea de presión (Abastecimiento)	6	FIBRA, HULE Y METAL	Ninguna
Línea de retorno	7	FIBRA, HULE Y METAL	Ninguna
Válvula de alivio	8	HIERRO COLADO	Ninguna
Conjunto de válvulas (Mandos)	9	HIERRO COLADO	Ninguna
Codo adaptador	10	BRONCE	Ninguna
Cilindro hidráulico	11	ACERO AISI C-1008	Ninguna
Válvulas 2/2	12	ACERO	Ninguna
Tapón	13	ALUMINIO	Ninguna

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.5 Fuerzas requeridas para realizar los movimientos

Para los cálculos se parte de la fuerza que se debe levantar en base de esto se puede determinar y seleccionar los elementos que se utilizó para conformar el sistema.

Para saber las fuerzas que el circuito debe levantar, se sujetó a la cabina de avión Douglas DC – 3 por medio de un tecele y una pesa industrial y se procedió tomar los pesos de los elementos de cabina (Ver Tabla 3.2).

Tabla 3. 2: Pesos de elementos de cabina

PESOS DE ELEMENTOS DE CABINA	
Peso estructural de cabina	150 kg
Tripulación	300 kg
Asientos y tapicería	100 kg
Domo	80 kg
Total	630 kg

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Con todos sus elementos y ocupantes resultó 630 kg y al simular los movimientos que realiza una aeronave en vuelo real (Ver Fig. 3.2) da el mismo resultado con lo que por motivos de seguridad se excedió este peso en casi 200 kg, entonces se tomó la fuerza estimada de 784 kg (Ver Tabla 3.3).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 2: Obtención de fuerzas requeridas para realizar los movimientos

Tabla 3. 3: Fuerzas requeridas para la realización de los movimientos.

FUERZAS REQUERIDAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LA ESTRUCTURA SIMULADORA	
FUERZA # 1 (Alabeo)	784 kg
FUERZA # 2 (Cabeceo)	784 Kg
FUERZA # 3 (Guiñada)	784 kg

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

La fuerza es la misma en todos los movimientos ya que el peso de cabina no cambia al realizar cada movimiento.

3.5.1 Presión requerida para el funcionamiento del sistema

El cálculo de la presión fue calculado con la ayuda de la siguiente ecuación.

$$P = F / A \quad (3.1)$$

Donde F es la fuerza que se necesitará para realizar el movimiento.

$$F = 748 \text{ Kg}$$

A Es el área del cilindro que se utilizará para nuestros cálculos.

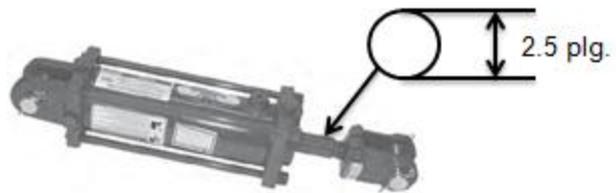
Por su disponibilidad en el mercado, y por qué la longitud de su carrera es la que más se acerca a las necesidades se optó por un cilindro de la siguiente área.

El área fue sacada a partir del diámetro del vástago pistón que es de 2.5 plg ó 6.35 cm, con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3.2)$$

$$A = \frac{\pi \cdot (6.35\text{cm})^2}{4}$$

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



Sabiendo la fuerza y el área procedemos a calcular la presión

$$P = F/A$$

$$P = \frac{748\text{Kg}}{31.65\text{cm}^2}$$

Realizando la operación se obtiene resultado $24.77 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$ que es la presión necesaria para la realización del movimiento.

$$P = 24.77 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}\right) = \text{bar}$$

$$\text{bar} \times 14.15 = \text{PSI} \quad (3.3)$$

ENTONCES

$$24.77 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 14.5 = 359.16 \text{ PSI}$$

De estos cálculos se puede deducir que se necesita una bomba con una capacidad de:

$$P = 359.16 \text{ PSI}$$

3.5.2 Caudal requerido para el funcionamiento del sistema

Para el cálculo del caudal necesario para el sistema, se partirá de la siguiente fórmula.

$$Q = V/A \quad (3.4)$$

Donde

Q (caudal) =?

V (velocidad) =?

A (Área de los 3 cilindros) = 95 cm²

Como se muestra se tiene un solo dato que es el área, el dato de la velocidad es muy importante para el cálculo y al no tenerlo se procede a encontrarlo a partir de la siguiente fórmula.

$$V = d/t \quad (3.5)$$

Dónde:

V (velocidad) =?

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

t(tiempo estimado para la realización del movimiento) = 10 seg.

$$V = \frac{d}{t} = \frac{10\text{cm}}{10\text{seg}} = 1 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}$$

$$V = 1 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}$$

Encontrada la velocidad se procede a calcular el caudal.

$$Q=V.A \quad (3.6)$$

$$Q = 1 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \cdot 95\text{cm}^2$$

$$Q = 95 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}$$

$$Q = \frac{95\text{cm}^3}{\text{seg}} \cdot \frac{1\text{ltr}}{1000\text{cm}^3} \cdot \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}}$$

$$Q = 5.7 \frac{\text{ltr}}{\text{min}}$$

3.6 Selección de la bomba

Luego de haber realizado los cálculos correspondientes se puede dar cuenta de las características que deberá presentar la bomba, para la selección de las alternativas se tomó en cuenta a dos tipos de bombas la de engranajes y la de paletas debido a que son las más empleadas en estos sistemas, la selección se dará por la utilización de la técnica de la matriz de doble entrada.

3.6.1 Alternativas de selección de bombas

A continuación se puede ver las alternativas de las bombas.

Tabla 3. 4: Alternativas de selección de bombas

A	Bomba de engranajes
B	Bomba de paletas

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.6.2 Criterios de selección de bombas

A continuación se pueden ver los criterios de selección de la bomba.

Tabla 3. 5: Criterios de selección de bombas

I	Fácil adquisición
II	Mayor duración
III	Menor costo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.6.3 Matriz de calificación

Para tener mejor criterio se debe realizar una calificación independiente para cada alternativa de bomba hidráulica.

Tabla 3. 6: Matriz de calificación

	I	II	III
A	10	9	10
B	8	7	7
Suma	18	16	17

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Escala de calificación: De 1 a 10 en forma ascendente, desde el menor grado de cumplimiento (1) hasta el mayor grado de cumplimiento (10).

3.6.4 Ponderación

Para determinar la mejor alternativa se debe ponderar según el grado de importancia cada criterio de selección elegido.

Tabla 3. 7: Ponderación de los criterios de selección

Ponderación	
I	30%
II	20%
III	50%

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.6.5 Matriz normalizada

Para encontrar la matriz normalizada se encuentra el porcentaje de satisfacción de cada criterio de selección dentro de las alternativas, y a estos se los junta en una sola tabla.

Tabla 3. 8: Matriz normalizada

	I	II	III	Ponderación	
A	0.556	0.562	0.588	I	0.30
B	0.444	0.438	0.412	II	0.20
Suma	1	1	1	III	0.50
				Suma	1.00

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.6.6 Resultado de selección de bomba hidráulica

Por último se multiplica las dos matrices que se encuentran en la matriz normalizada, para obtener un resultado de mejor conveniencia de las alternativas planteadas.

Tabla 3. 9: Resultado de selección de bomba hidráulica

A	Bomba de engranajes	0.5732
B	Bomba de paletas	0.4268

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Del análisis de los resultados para la selección de la bomba hidráulica se escoge la alternativa A (Bomba de engranajes) de acuerdo a los resultados (Ver Tabla 3.9).

Y para cumplir con el propósito de esta aplicación, para el acondicionamiento del sistema hidráulico, y por no encontrar una bomba que se ajuste con exactitud las necesidades se optó por obtener una bomba cuyas características son las que más se acerca a las necesidades (VER ANEXO B).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 3: Bomba hidráulica

Tabla 3. 10: Características de la bomba hidráulica

CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA HIDRÁULICA		
1	Modelo	05
2	Tipo	1AG2U
3	Presión máxima	1000 PSI
4	Caudal	7 litros - minuto
5	Peso	1.43 Kg

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.7 Potencia requerida para el funcionamiento del sistema

En un sistema hidráulico la potencia queda indicada por el caudal en gpm y la fuerza en psi se utiliza la siguiente ecuación.

$$Hp = (Q \times P) / 1714 \quad (3.7)$$

$$Hp = (gpm \times psi) / 1714$$

Con los valores ya conocidos de:

$$Q = 5.7 \frac{\text{ltr}}{\text{min}} = 1.5 \text{gpm}$$

$$P = 359.16 \text{ PSI}$$

Reemplazando en la ecuación, se obtuvo:

$$Hp = \frac{1.5 \text{gpm} \times 359.16 \text{psi}}{1714}$$
$$Hp = 0.31$$

3.7.1 Selección del elemento propulsor (Motor)

Una vez que se determinó en el apartado anterior la potencia de la que demanda el sistema hidráulico, se decidió que este sea impulsado por un motor eléctrico por tener la ventaja de ser el más económico en relación a la energía que lo impulsa y el menor costo que tiene en comparación a otros elementos propulsores (Ver Fig. 3.4) cuya potencia este sobre en el rango de 0.31 Hp lo cual es la única condición que se pide en el estudio realizado, en lo que las diferencias se dan en marcas del motor y sus conexiones internas lo que no afecta en la cantidad de caballos de fuerza que proporciona un motor eléctrico.

Luego de tener en cuenta lo detallado anteriormente y porque en el mercado existen motores bifásicos sobre los 0.5 hp y no debajo de esta potencia se seleccionó al que se acerca al valor calculado y que es de 0.5 hp, siendo sus características (Ver Tabla 3.11).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 4: Motor eléctrico bifásico

Tabla 3. 11: Características del motor eléctrico

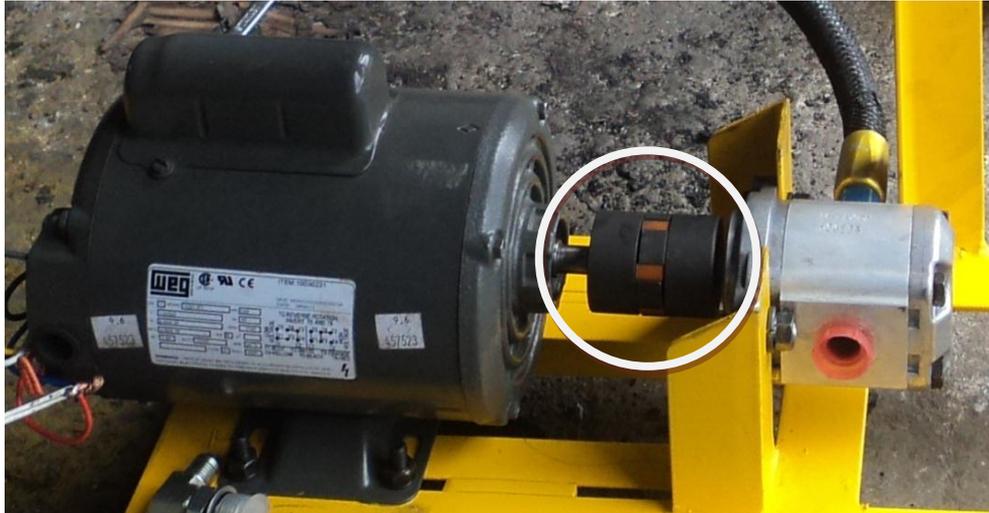
CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO		
1	Modelo	WEG
2	Tipo	Bifásico (220 v AC)
3	Potencia	0.5 Hp
4	RPM	1.720

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.8 Selección del elemento que une el motor y la bomba (Acople flexible)

Para unir la bomba y el motor se utilizó un mecanismo de acople flexible conocido como matrimonio(Ver Fig. 3.5) el mecanismo que se seleccionó en este trabajo tiene las ventajas de ser estético, cumple con la necesidad de transmitir las 1.720 revoluciones que produce el motor directamente a la bomba, por lo que no se necesita ningún otro acople relacionado con reducción de revoluciones además que el matrimonio cumple 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 con un precio cómodo (VER ANEXO G).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 5: Unión del motor a la bomba mediante un acople flexible.

3.9 Selección control de mando

El control de la estructura simuladora será realizado por un conjunto de válvulas distribuidoras de 4 vías y 3 posiciones y con características óptimas para el sistema hidráulico (VER ANEXO C) ya que tiene la ventaja de cubrir las necesidades del sistema además que al seleccionar esta válvula compacta se está ahorrando en cañerías y acoples si se seleccionarían válvulas independientes haciendo que el sistema se complique y se vea poco estético.

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 mandará 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 en el cilindro; así el movimiento es efectuado de una manera suave y continua.

Moviendo la placa hacia adelante o atrás permite retraer o extraer los cilindros, posicionando el mecanismo de tal manera que simule los movimientos producidos por una aeronave durante el vuelo.



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 6: Conjunto de válvulas distribuidoras 4/3 mando por palancas

3.10 Construcción del depósito hidráulico

El depósito de líquido hidráulico o también llamado tanque actúa como reserva de aceite, separa el aceite del aire, evacua el calor. 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, es un sistema de 7 gpm operan con un tanque de 2 o 3 galones debido a que estos sistemas móviles operan intermitentemente, no en forma constante.

El sistema estará equipado con un depósito con una capacidad de 11 litros aproximadamente (Ver Fig. 3.7).

Las dimensiones del depósito son 20 cm × 20 cm y de altura 30 cm (VER ANEXO J) Fabricado de acero A-36 y sus paredes tienen 3 mm de espesor. Tiene una boca de llenado de 6 cm de diámetro, en la parte inferior central de la placa existe un racor de media en el cual se conectó a válvulas de bola para utilizarla cuando se de mantenimiento al sistema.

La disposición 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 lleno y con frecuencia partes de metal se erosionan).

Al inundar la entrada de la bomba 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 del calor. Idealmente, todos los tanques deberían estar expuestos al aire exterior.



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 7: Depósito hidráulico

3.10.1 Sistema de medición (Cantidad de líquido)

La cantidad de líquido hidráulico en el interior del depósito será controlado mediante una bayoneta (Ver Fig. 3.8) la misma que nos servirá para saber la cantidad de líquido existente y dar seguridad al circuito e impedir que el mismo se quede vacío y sufra daños.



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 8: Sistema de medición mediante bayoneta.

3.11 Selección del elemento 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 o cambiando el líquido hidráulico lo que resultará un gasto económico que podría ser evitado implementando un elemento filtrante.

Para lo cual se seleccionó un filtro de malla metálica propio del sistema hidráulico del avión Douglas DC-3(VER ANEXO D) con la ventaja de su disponibilidad ya que se sustrajo del propio sistema hidráulico del avión antes mencionado y al encontrarse en perfectas condiciones y su fácil colocación se garantiza el perfecto funcionamiento en este sistema ya que los sistemas

hidráulicos en aviación trabajan a una presión y caudal elevado en comparación al sistema en elaboración, y cumple con las siguientes características.

- Retienen sobre su superficie externa las partículas contaminantes.
- Su grado de filtración es bueno.
- Es de fácil fijación en el sistema.
- Soporta eficazmente el caudal y presión.



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 9: Filtro de malla metálica

3.12 Selección de la válvula de alivio

La válvula de alivio que se seleccionó es el modelo RD-1850H de PRINCE MANUFACTURING (VER ANEXO K) la que tiene ventajas como fácil adquisición en el mercado local con bajo costo y cumple con su función eficientemente por la facilidad que ofrece, de poder regularse a la presión deseada además de contar con la garantía de una marca reconocida mundialmente en elementos para sistemas hidráulicos por su gran desempeño y buen material empleado en su construcción.

La válvula de alivio se colocó junto a la bomba de engranajes, la salida que tiene la válvula al tanque fue acoplada con una manguera SAE 100R2AT de ½ con una longitud de 1.5 m (Ver Fig. 3.10).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 10: Válvula de alivio

Tabla 3. 12: Características principales de la válvula de alivio

Capacidad	20 gpm máx. flujo de entrada
Presión	250 psi máx.
Peso	2 lbs

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.13 Selección del indicador de presión

El manómetro de Bourdon es el dispositivo seleccionado ya que es universal y comúnmente utilizado para medida de presión de sistemas hidráulicos.

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 el 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 instaló un manómetro de tipo 213.40, este mide presiones entre rangos de 0 a 1000 PSI (VER ANEXO E).

Está ubicado a la salida de la válvula de alivio y entrada a la válvula distribuidora por medio de racores, sus principales características son detalladas (Ver Tabla 3.13).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 11: Manómetro

Tabla 3. 13: Características principales del manómetro

CARACTERÍSTICAS DEL MANÓMETRO 213.40	
Tipo	213.40
Aplicaciones	Para medias con altas cargas dinámicas y vibraciones
Características	Resistente contra vibraciones Construcción muy robusta
Descripción	Diámetro 6.3 – 10 cm
Temperatura de Funcionamiento	T° Ambiente (-40 a + 60°C) T° Máxima (+60 a +100°C)
Líquido de llenado	Glicerina
Material de la ventana	Acrílico
Material del Dial	Aluminio blanco con letras negras
Material del puntero del manómetro	Aluminio negro
Conexión de presión	Material aleación de cobre ¼ Tee de ½

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.14 Selección de cañerías

La selección o instalación de mangueras o tubos 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.

3.14.1 Alternativas de selección de cañerías

A continuación se puede ver las alternativas de cañerías.

Tabla 3. 14: Alternativas de selección de cañerías

A	Mangueras (Flexibles)
B	Tubos (Rígidos)

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.14.2 Criterios de selección de cañerías

A continuación se pueden ver los criterios de selección de la cañería.

Tabla 3. 15: Criterios de selección de Cañerías

I	Flexión
II	Presión de trabajo
III	Menor costo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.14.3 Matriz de calificación

Para tener mejor criterio se debe realizar una calificación independiente para cada alternativa de cañería.

Tabla 3. 16: Matriz de calificación

	I	II	III
A	10	8	10
B	2	9	6
Suma	12	17	16

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Escala de calificación: De 1 a 10 en forma ascendente, desde el menor grado de cumplimiento (1) hasta el mayor grado de cumplimiento (10).

3.14.4 Ponderación

Para determinar la mejor alternativa se debe ponderar según el grado de importancia cada criterio de selección elegido.

Tabla 3. 17: Ponderación de los criterios de selección

Ponderación	
I	30%
II	30%
III	40%

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.14.5 Matriz normalizada

Para encontrar la matriz normalizada se encuentra el porcentaje de satisfacción de cada criterio de selección dentro de las alternativas, y a estos se los junta en una sola tabla.

Tabla 3. 18: Matriz normalizada

	I	II	III	Ponderación	
A	0.833	0.470	0.625	I	0.30
B	0.167	0.530	0.375	II	0.30
Suma	1	1	1	III	0.40
				Suma	1.00

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.14.6 Resultado de selección de cañerías

Por último se multiplica las dos matrices que se encuentran en la matriz normalizada, para obtener un resultado de mejor conveniencia de las alternativas planteadas.

Tabla 3. 19: Resultado de selección de cañerías

A	Mangueras (Flexibles)	0.640
B	Tubos (Rígidos)	0.360

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Del análisis de los resultados para la selección de la cañería se escoge la alternativa A (Manguera flexible) de acuerdo a los resultados (Ver Tabla 3.19).

Por lo que se utilizó cañerías flexibles SAE 100R2AT DIN EN 853 2SN de 3/8 in y 1/2 in (VER ANEXO F) respectivamente hechas de capaz de goma y trenzado de alambre para mayor presión y durabilidad a más de ser fácil de adquirir en el mercado.

3.14.6.1 Línea de succión

Para la conducción del líquido desde el tanque hacia el filtro y de ahí a la bomba se utilizó manguera de 1/2 con una longitud total de 35 cm que puede soportar una presión de hasta 300 PSI ya que por ser una cañería de succión no soportara presión (Ver. Fig. 3.12).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 12: Cañería flexible de succión de 1/2

3.14.6.2 Línea de presión

Desde la bomba hacia el conjunto de válvulas de control se utilizó manguera de ½ SAE 100R2AT con una longitud de 5.5 m en esta manguera se encuentra instalado el manómetro con una tee de ½ (Ver. Fig. 3.13).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 13: Cañería flexible de presión 1/2

3.14.6.3 Línea de servicio

Mediante las palancas de control del conjunto de válvulas se mandará líquido hidráulico a una presión de 359.16 PSI más o menos las mangueras que realizaran este trabajo son 6 mangueras de 3/8 SAE 100R2AT de 6, 3.4 y 4.5 metros cada una de estas mangueras salen desde el conjunto de válvulas hacia cada cilindro respectivamente (Ver. Fig. 3.14).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 14: Cañería flexible de servicio de 3/8

3.14.6.3 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 $\frac{1}{2}$ con una longitud de 5.5 m (Ver. Fig. 3.15).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 15: Cañería flexible de retorno de $\frac{1}{2}$

3.14.6.4 Características de las mangueras:

- 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.

3.15 Selección del 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 menos posible.
- Suministra protección contra el desgaste mecánico.

Elementos principales de los aceites hidráulicos.

- Viscosidad apropiada.
- Sin compresibilidad.
- Buen poder lubricante.

- Buena resistencia a la oxidación.
- Estabilidad térmica e hidráulica.
- Características anticorrosivas.
- Ausencia de acción nociva.

Luego de haber revisado una pequeña introducción acerca de los líquidos hidráulicos se inclinó en utilizar el siguiente líquido hidráulico: DEXRON II (VER NEXO A) por su gran aplicabilidad en sistemas hidráulicos y por su fácil obtención en el mercado. La cantidad necesaria para nuestro sistema es de 3 Gal.

Tabla 3. 20: Características del líquido hidráulico

CARACTERÍSTICAS DEL LIQUIDO HIDRÁULICO	
Viscosidad a 40°C	42.9 mm ² /s
Densidad a 15.6°C	0.8824 Kg/L
Punto de Inflamación	200 °C
Color	Rojo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.16 Construcción de la estructura de soporte para la unidad de bombeo

Para poder unir el motor eléctrico con la bomba, y al mismo tiempo sostener el depósito se construyó una estructura de soporte para la unidad de bombeo o también llamada unidad generadora de presión (Ver Fig. 3.16).

La estructura es de fácil traslado y el montaje de los diferentes elementos es muy sencillo (VER ANEXO J).



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 16: Estructura de soporte para la unidad de bombeo.

3.17 Maquinaria y herramientas utilizadas

Para la elaboración de la parte estructural de la unidad de bombeo, y el correspondiente montaje y ensamblaje de todos los elementos que conforman el sistema hidráulico, para la implementación de mando Mecánico – Hidráulico en la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 fue necesaria la utilización de máquinas y herramientas existente.

Tabla 3. 21: Características de maquinaria y herramientas utilizadas.

MAQUINAS, HERRAMIENTAS	CARACTERÍSTICAS	MARCA
Moladora	110 V	DEWALT
Compresor	110 V	SAGOLA
Soldadora de arco	220 V	LINCOLN ELECTRIC

MAQUINAS, HERRAMIENTAS	CARACTERÍSTICAS	MARCA
Llaves	3/8 - 1	STANLEY
Taladro eléctrico	110V	DEWALT

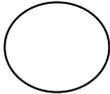
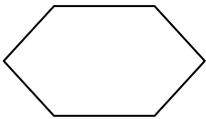
Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.18 Diagrama de procesos

En la siguiente tabla se describe la simbología para cada uno de los procesos de la construcción del sistema hidráulico.

Tabla 3. 22: Simbología de los diagramas de procesos.

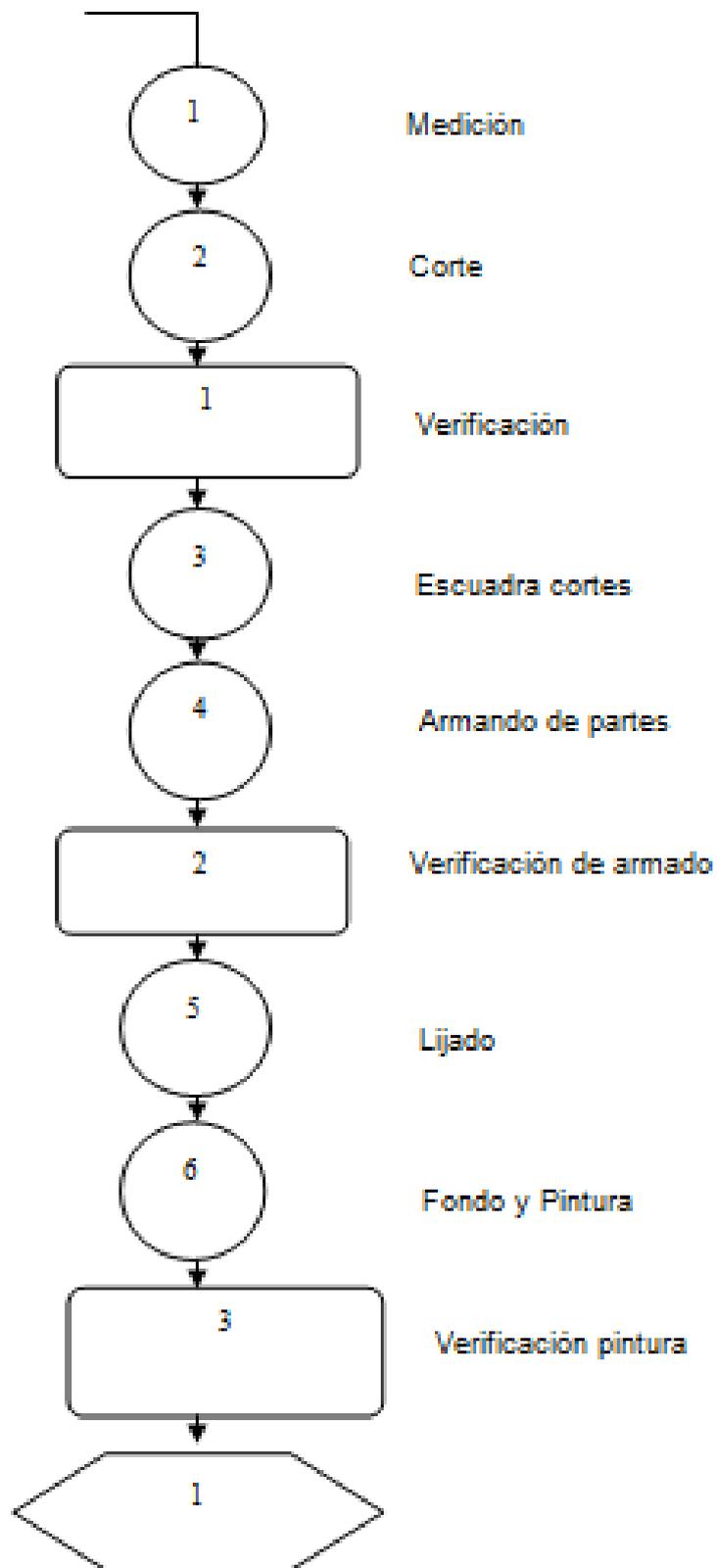
N°	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección y comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

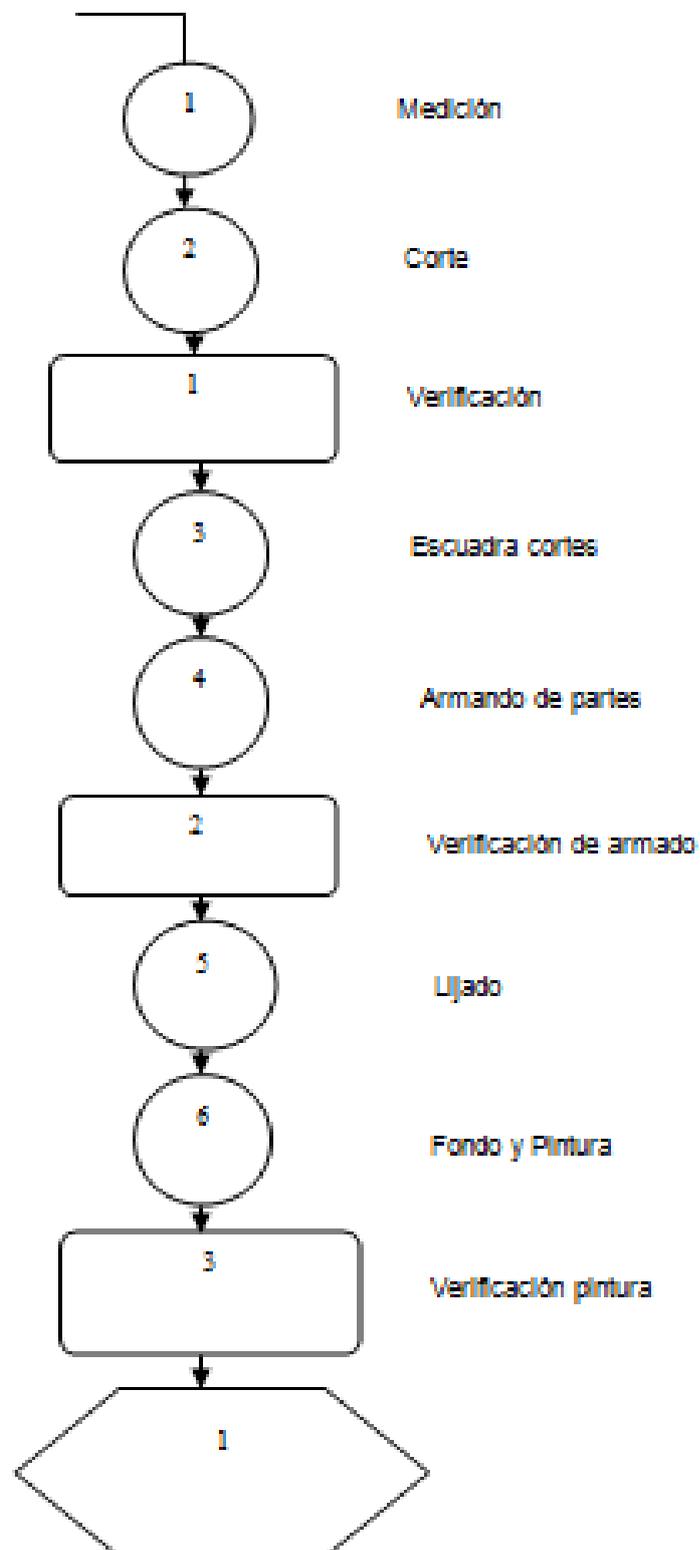
3.18.1 Diagrama de procesos de la construcción del depósito hidráulico

Material: Acero A- 36



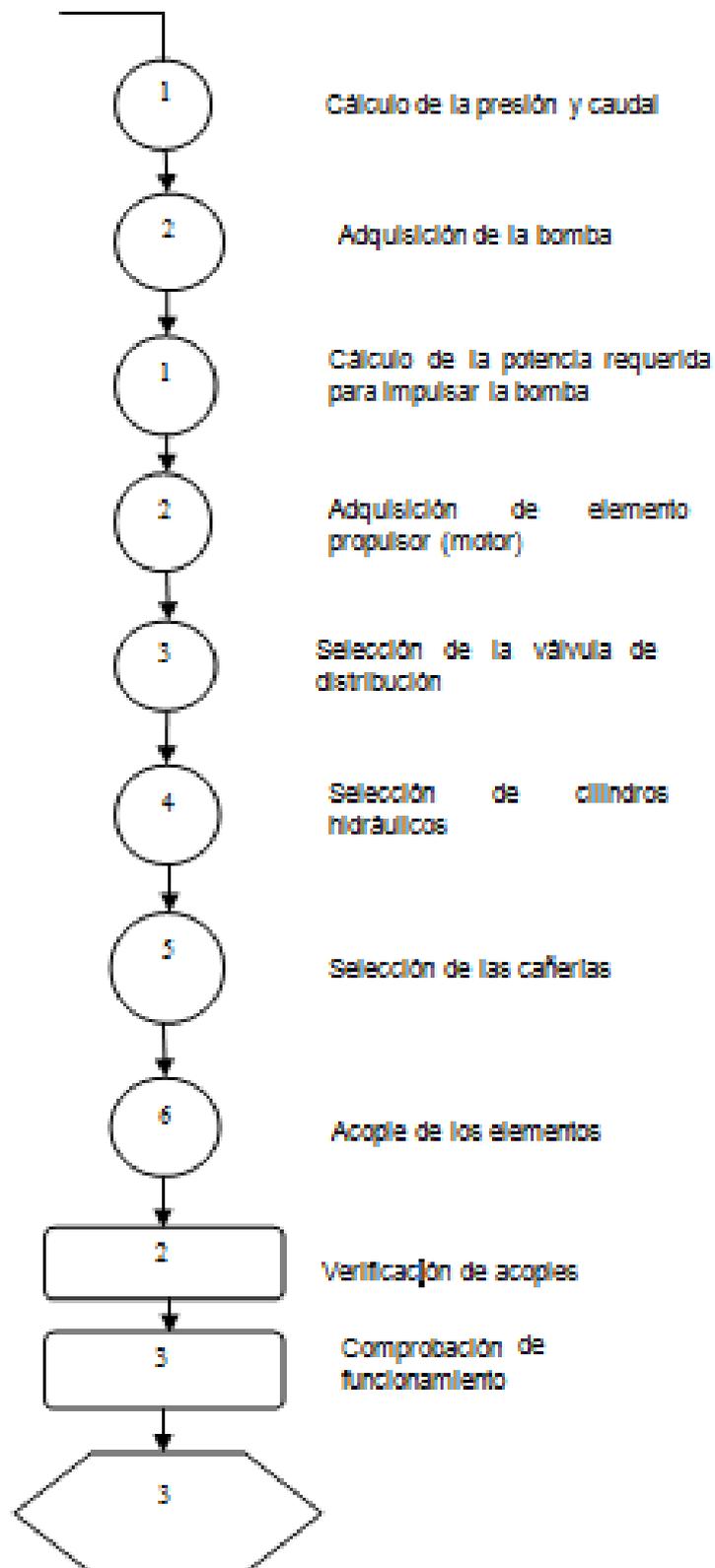
3.18.2 Diagrama de procesos de la construcción de la estructura de soporte de la unidad de bombeo

Material: Perfil



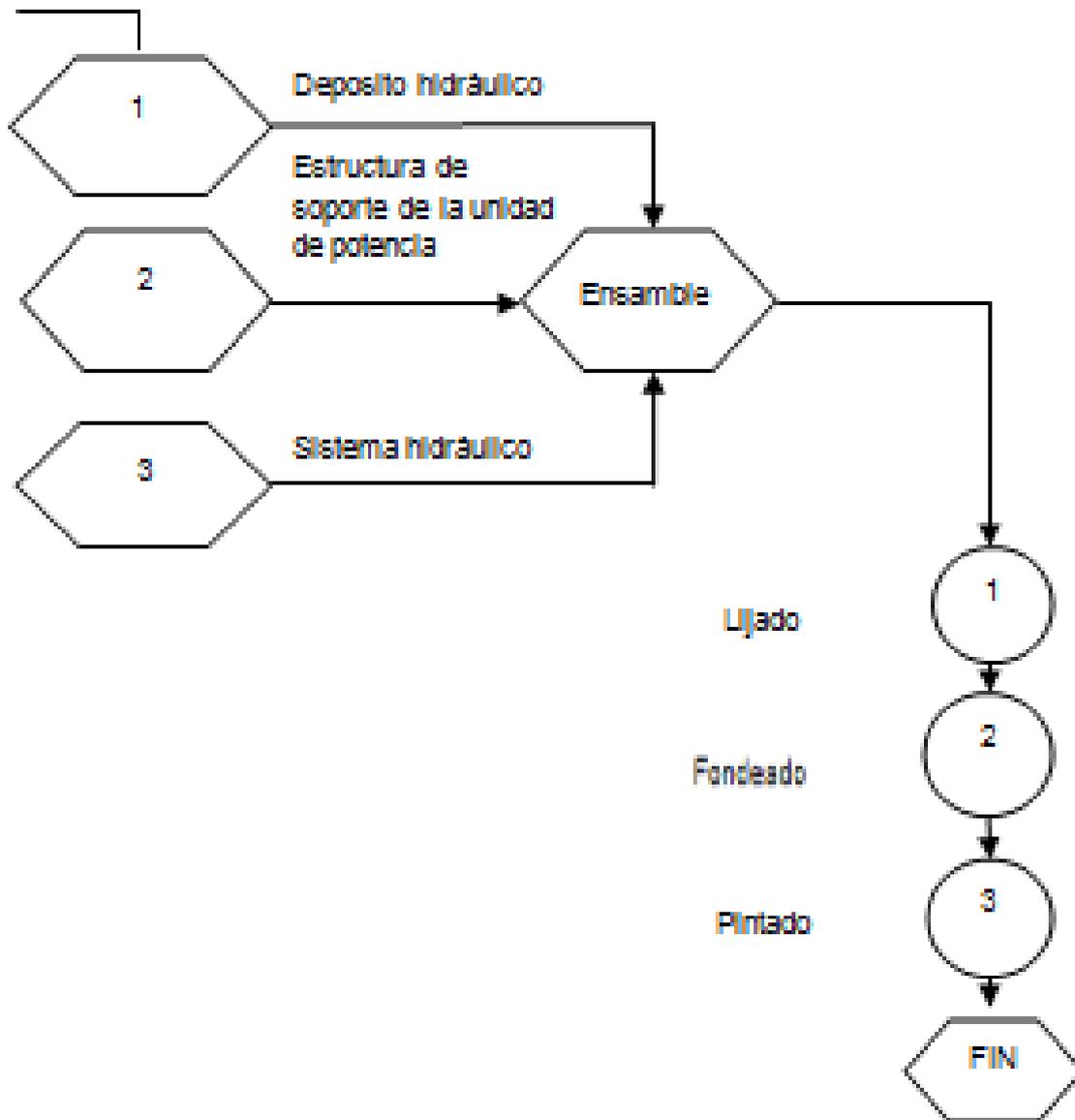
3.18.3 Diagrama de procesos de la elaboración sistema hidráulico

Material: Varios



3.18.4 Diagrama de procesos del ensamblaje del sistema hidráulico

Material: Varios



3.19 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 con los elementos y la tripulación de la cabina del avión Douglas DC-3 para verificar que todos los elementos del sistema hidráulico cumplan las funciones a las que han sido asignadas o construidas.

Tabla 3. 23: Prueba de funcionamiento del soporte de carga.

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

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

En las pruebas se realizó los movimientos de la cabina con las debidas precauciones y siempre observando que los elementos críticos antes mencionados no sufran daños y realizando los movimientos con cautela y muy despacio, los que se pueden observar a continuación sin ninguna anomalía.



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 17: Prueba de funcionamiento de alabeo



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 18: Prueba de funcionamiento de cabeceo



Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Villacís Javier

Figura 3. 19: Prueba de funcionamiento de guiñada

3.20 Manuales

Para realizar un buen manejo del sistema hidráulico que ayudará a implementar de mando en la estructura simuladora se aplicará los siguientes manuales.

3.20.1 Manual de operación

Este manual, da a conocer los procedimientos adecuados de operación del sistema hidráulico utilizado para la implementación de mando Mecánico - Hidráulico a la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE UNA AERONAVE EN LA CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3	
	Elaborado por: Javier Villacís	REVISADO N° 1
	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha:

1.- OBJETIVO:

Descubrir los procedimientos a seguir para la operación de la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3.

2.- ALCANCE:

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

3.- PROCEDIMIENTOS

- Verificar que en la bayoneta del depósito señale F (full) para evitar daños debido a la ausencia de líquido en el depósito hidráulico.



- Realizar un chequeo visual de los diferentes elementos del sistema.
- En caso de existir alguna fuga proceder a reajustar el elemento.
- Cerciorarse de que las válvulas de bola ubicadas después del depósito estén en la posición OPEN para que pase liquido a la bomba para que no sufra ningún daño.



- Posicionar el breaker en ON el cual está ubicado en la pared cerca a la unidad de bombeo para poner en marcha el motor que impulsa la bomba hidráulica.



- Quitar los dos seguros que mantienen la estructura en posición nivelada.



- Antes de realizar los movimientos, es necesario verificar que no exista ninguna persona u objeto dentro de las líneas de seguridad alrededor de la estructura.
- Los movimientos deseados serán producidos mediante el accionamiento de las palancas existentes en el conjunto de válvulas de control direccional ubicado en el interior de la cabina en medio de los timones, debajo de los controles de mezcla.



En cada una de las palancas se encuentran especificados los movimientos que realiza.

- Al accionar la palanca número uno obtendremos el movimiento de alabeo, si la palanca se desplaza hacia arriba la cabina se inclinara hacia la derecha, si la palanca se desplaza hacia abajo la cabina se inclinara hacia la izquierda.
- Al accionar la palanca numero dos obtendremos el movimiento de cabeceo, si la palanca se desplaza hacia arriba la cabina se inclinara hacia adelante, si la palanca se desplaza hacia abajo la cabina se inclinara hacia arriba.
- Al accionar la palanca número tres obtendremos el movimiento de guiñada, si la palanca se desplaza hacia arriba la cabina se inclinara hacia la derecha, si la palanca se desplaza hacia abajo la cabina se inclinara hacia la izquierda.

RESPONSABLE:

Nombre: _____

Firma: _____

3.20.2 Manual de mantenimiento

Este manual, es necesario para llevar siempre un control optimo en el mantenimiento del sistema hidráulico, en general para mantenerlo en buen estado evitando problemas externos ya sean rajaduras y otros fenómenos que puedan afectar el sistema, este manual permitirá dar a conocer al personal sobre la importancia y necesidades en el momento de realizar la limpieza y reparación del sistema.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE UNA AERONAVE EN LA CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3	
	Elaborado por: Javier Villacís	REVISADO N° 1
	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha:

1.- OBJETIVO:

Descubrir 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 Douglas DC-3.

2.- ALCANCE:

Mantener en perfectas condiciones de funcionamiento el sistema hidráulico de la estructura simuladora donde los pilotos de la Compañía Aéreo Regional realizan su entrenamiento.

3.- PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE ACEITE HIDRÁULICO

Los siguientes procedimientos deben ser realizados por el personal de mantenimiento de la Compañía Aéreo Regional.

- Colocar los seguros que mantiene a la cabina en posición nivelada.



- Despresurizar el sistema: Apagar el motor eléctrico mediante el breaker ubicado cerca de estructura y mover todas las palancas de la válvula direccional de arriba hacia abajo tipo bombeo por lo menos dos veces.
- Vaciar todo el aceite del circuito dejando cerrada la válvula de bola ubicada antes del filtro y sacar el tapón ubicado en la T, recogiendo todo el aceite en una bandeja libre de impurezas.



- Limpiar el depósito y filtro de cualquier impureza.
- Colocar nuevamente el tapón.
- Poner aceite nuevo DEXRON II 1 gal. Mínimo.
- Hacer funcionar el sistema.
- Revisar que no existan fugas en los elementos antes removidos.

Nota: El cambio de aceite debe realizarse al cabo de cada año o 12 meses.

4.-MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DEL FILTRO

El filtro se recomienda limpiar cada mes para esto se debe cerrar las llaves de bola ubicadas entre el depósito y el filtro, removemos el filtro, lo limpiamos utilizando gasolina, volvemos a ubicarlo en su lugar, y abrimos las válvula de bola, luego de este procedimiento podemos utilizar el sistema.

El cambio del filtro se realizara por condición, a buen criterio de la persona que realiza el mantenimiento.

5.- MANTENIMIENTO DEL MOTOR

Revisar continuamente las conexiones de los cables de alimentación del motor, si éste falla repararlo o sustituirlo con otro de las mismas características.



6.- MANTENIMIENTO DE LA BOMBA Y VÁLVULA DIRECCIONAL

Cada dos cambios de aceite o a su vez cada 2 años remover la bomba y válvula direccional para realizar una limpieza interna con algún comburente líquido, recomendable usar gasolina para que las partículas como limallas que no hayan sido recogidas por el filtro sean removidas de estos componentes.

7.- MANTENIMIENTO DE CAÑERÍAS

Si se encuentra cualquier tipo de fuga por las mangueras debido a cortes o cualquier otro tipo de desperfecto inmediatamente sustituir las por otra de las mismas características.

RECOMENDACIONES:

- Cuando se realice cualquier mantenimiento se debe realizar un chequeo general de todas las cañerías para asegurar que los racores no presenten fugas.
- El ajuste de los diferentes racores debe ser al buen criterio de la persona que realice el mantenimiento ya que no se especifique ningún torque.

RESPONSABLE:

Nombre: _____ Firma: _____

3.21 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 en la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC 3.

3.21.1 Análisis económico

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

En la implementación de los controles de mando se tomó como base a tres factores fundamentales en los que se invertirá económicamente.

- 1.- Materiales.
- 2.- Mano de obra.
- 3.- Varios.

3.21.1.1 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. 24: Materiales usados en la implementación de mando Mecánico – Hidráulico.

N°	Materiales	Precio	Total
1	Conjunto de válvulas	360	360

N°	Materiales	Precio	Total
	distribuidoras		
2	Bomba hidráulica	280	280
3	Motor eléctrico	130.99	130.99
4	Manguera hidráulica ½" de 11 metros con neplos	160.30	160.30
5	Manguera hidráulica 3/8" de 6, 3.5, 4.5 metros(6 mangueras) con neplos	418.73	303.73
6	Filtro de aceite	32.50	32.50
7	Manómetro 1000 psi	23.50	23.50
8	Matrimonio pequeño	50	50
9	3 Galones de DEXRON II	48	48
10	Válvula de alivio	115	115
TOTAL			\$1504.02

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.21.1.2 Mano de obra

Los costos de la mano de obra comprenden la manipulación de las máquinas, y equipos utilizados para la construcción de este proyecto.

Tabla 3. 25: Mano de obra utilizada en el proyecto

1	Construcción del depósito y estructura de soporte de la unidad de bombeo.	120
TOTAL		120

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

3.21.1.3 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. 26: Gastos varios

1	Impresiones e internet	50
2	Trasporte	80
3	Hospedaje	150
4	Alimentación	300
5	Derecho de grado	170
6	Gastos de dirección	120
7	Asesoramiento externo	80
8	Imprevistos	80
TOTAL		1030

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Villacís Javier

Por lo tanto el costo total para la implementación de mando Mecánico – Hidráulico en la estructura simuladora de los movimientos de la cabina del avión Douglas DC-3, fue de 2.654 Dólares.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Al finalizar el presente proyecto de grado, con base en los datos que se obtuvieron durante la evaluación se puede concluir lo siguiente:

- La información recopilada permitió tener una clara visión de los componentes que conforman un sistema hidráulico.

- El sistema hidráulico que se diseñó para la implementación de mando Mecánico - Hidráulico a la estructura simuladora, es de fácil operación y su diseño fue realizado bajo todos los parámetros establecidos.

- El seleccionar correctamente los elementos para el sistema hidráulico conllevó a que cada uno realice bien su función en el circuito.

- El colocar cada elemento en su lugar con un ensamblado exitoso permitió el buen funcionamiento del sistema.

- El someter a pruebas de funcionamiento sirvió para tener la confianza necesaria de dejar en operación un sistema que cumplió con los requerimientos establecidos.

- Los manuales realizados ayudarán a que los componentes del sistema hidráulico permanezcan en buen estado y las operaciones realizadas en la estructura simuladora de los movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3 sean realizadas correctamente.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda revisar el nivel del fluido hidráulico del depósito, que sea el adecuado y que se encuentre en buenas condiciones antes de poner en marcha el sistema.

- Antes de poner en funcionamiento el sistema hidráulico es necesario realizar el chequeo visual, con el que nos aseguraremos de que todas las conexiones y racores se encuentren bien apretados que no exista fugas de líquido hidráulico o se presente algún tipo de anomalía que ponga en riesgo el buen funcionamiento del sistema hidráulico.

- En el caso de que exista la necesidad de remover algún elemento del sistema ya sea por mantenimiento o para cambiarlo es de suma importancia dejar el sistema sin presión, sin olvidar de dejar asegurada la cabina con sus respectivos soportes para que no realice ningún movimiento los mismos que mantendrán a la cabina nivelada.

- Tomar la debida distancia cuando se realice los movimientos de la estructura simuladora de movimientos de una aeronave en la cabina del avión Douglas DC-3.

- Familiarizarse con los procedimientos, tanto de operación como de mantenimiento del sistema antes de efectuar cualquier tipo de trabajo en el sistema.

- Mantener con los seguros que mantienen a la cabina en posición nivelada siempre que no se estén realizando los movimientos por seguridad.

GLOSARIO

A

Actualizar: Poner al día algo que se ha quedado atrasado.

Alabeo: Movimiento del avión respecto del eje longitudinal.

Alerón: Cada una de las piezas salientes y móviles que están situadas en la parte trasera de las alas de un avión, que sirven para cambiar la inclinación del aparato o facilitar otras maniobras.

Alternativas: Derecho que tiene cualquier persona para ejecutar alguna cosa o goza de ella alterando con otras.

Asesoramiento: Consejo, información que se otorga sobre un material de las que se tiene conocimientos especiales.

Alquitrán: Sustancia untuosa oscura, de olor fuerte, que se obtiene de la destilación de ciertas materias orgánicas, principalmente de la hulla y de algunas maderas resinosas.

Aviación Menor: Nombre que se da para aeronaves pequeñas como son avionetas, helicópteros.

Abatible: Se aplica al mueble o parte de él que puede pasar de la posición vertical a la horizontal y viceversa haciéndolo girar en torno a un eje o bisagra

B

Bomba: Máquina que eleva, comprime y transporta fluidos.

Beneficios: Son pagos financieros no monetarios ofrecidos por la organización a sus empleados.

Bobina: Carrete sobre el que se enrolla hilo, alambre, etc. y el hilo mismo.

C

Caudal: Cantidad de agua de una corriente.

Contribuir: Concurrir voluntariamente con una cantidad para determinado fin.

Cabeceo: Movimiento que hace una aeronave al subir y bajar alternativamente la parte delantera y trasera.

Cabina: Cuarto o recinto pequeño y cerrado donde se encuentran los mandos de un aparato o máquina y tiene un espacio reservado para el conductor, el piloto u otro personal encargado de su control.

Cañería: Conducto o tubería por donde circulan o se distribuyen las aguas o el gas.

Combustión: Acción y resultado de arder o quemarse un cuerpo.

Cavitación: 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.

Cilindro: Tubo en que se mueve el émbolo de una máquina.

Cinética: Del movimiento.

Contrapresión: Presión existente o creada por alguna razón en la línea de retorno que puede afectar negativamente las regulaciones del sistema. En algunos otros casos puede ser una condición deseada.

Carcasa: Armazón o estructura sobre la que se montan otras piezas.

Conmutador: Dispositivo de los aparatos eléctricos que sirve para que una corriente cambie de dirección.

D

Dependencias: Referida a los servicios sociales, es la situación de una persona que o puede valerse por sí misma.

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de una sustancia o cuerpo

Disipar: Desaparecer, esparcir gradualmente, desvanecer.

Drenaje: Material o procedimiento que se usa para eliminar el líquido acumulado en un lugar o una parte del cuerpo.

E

Emulsión: Líquido que tiene en suspensión pequeñísimas partículas de sustancias insolubles en agua.

Estructura: Conjunto de relaciones que mantienen entre sí las partes de un todo.

Evaporación: Transformación de un líquido en vapor o gas.

Erosión: Desgaste de una superficie producido por fricción o roce.

Extracción: Acción y efecto de extraer.

Ensamblar: Unir, acoplar dos o más piezas, especialmente de madera, haciendo encajar la parte saliente de una en la entrante de la otra.

Engranaje: Conjunto de las piezas que engranan.

Émbolo: Disco que se ajusta y mueve alternativamente en el interior de una bomba para comprimir un fluido o para recibir de él movimiento.

Estator: Parte inmóvil de un motor o generador eléctrico, que se contrapone al rotor.

F

Fluidez: La característica física de una sustancia que le permite fluir.

Fricción: Roce de dos cuerpos en contacto.

G

Guiñada: Desvío de la proa hacia un lado u otro del rumbo a que se navega.

Glicol: Es un líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso como el almíbar y leve sabor dulce.

Glicerina: Alcohol incoloro de tres átomos de carbono, viscoso y dulce, que se encuentra en todos los cuerpos grasos como base de su composición.

H

Hidráulica: Parte de la mecánica que estudia las propiedades mecánicas de los líquidos: la hidráulica estudia el equilibrio de los fluidos.

Habilidades: Existen diferentes definiciones que intentan englobar el concepto de habilidad. Es el grado de competencia de un sujeto concreto frente a un objetivo.

Hidrostática: Es la parte de la física que estudia los fluidos en reposo.

I

Implicar: Tener como resultado o producir como consecuencia directa.

Implementación: Poner en funcionamiento, aplicar los métodos y medidas necesarios para llevar algo a cabo.

Inhibidor: Que inhibe o suspende alguna función orgánica.

J

Justificación: Causa, razón, argumento.

L

Limitar: Poner límites a jurisdicción de una autoridad o a los derechos de una persona.

M

Mecanizar: Someter a elaboración mecánica.

Movimiento: Cambio de posición de un cuerpo respecto de un sistema de referencia.

Micrónico: Deriva de la palabra micrón:m. micra.

Manivela: Palanca doblada en ángulo recto que, unida a un eje, sirve para accionar un mecanismo.

Muelle: Pieza elástica, generalmente de metal, helicoidal o en espiral, que recupera su forma después de una deformación.

N

Neumática: Referido a los aparatos que funcionan con aire.

O

Objetivo: Relativo al objeto en sí, independientemente de juicios personales.

Observación: Acción y resultado de observar.

Obturación: Cierre o taponamiento de una abertura o de un conducto:

P

Potencia: Fuerza, poder, energía.

Película: Piel o capa delgada que cubre y protege alguna cosa: se cubre las uñas con una película amarga.

Propulsor: Que propulsa: mecanismo propulsor.

Piñón: Rueda pequeña y dentada que engrana con otra mayor en un mecanismo.

R

Rodete: Es un tipo de rotor situado dentro de una tubería o un conducto y encargado de impulsar un fluido.

Rendimiento: Producto o utilidad que rinde o da una persona o cosa.

Radial: Que tiene sus diversas partes dispuestas alrededor de un punto o de un eje, como los radios de una circunferencia.

Racor: Pieza metálica con dos roscas internas en sentido inverso, que sirve para unir tubos y otros perfiles cilíndricos.

Rodillo: Pieza de metal, cilíndrica y giratoria, que forma parte de diversos mecanismos.

Repulsión: Fuerza que tiende a separar un cuerpo de otro o a no admitirlo en su propia masa o composición.

Rotor: Parte giratoria de una máquina electromagnética o de una turbina.

S

Sintético: Se dice de los productos obtenidos por procedimientos mecánicos, electrónicos o industriales y que imitan otros naturales: lana sintética; sonido sintético.

Simulador: Dispositivo o sistema diseñado para simular un determinado proceso como si fuera real.

Salvaguardar: Defender, proteger, amparar.

Solenoid: Circuito formado por un hilo conductor enrollado en espiral, por el que circula una corriente eléctrica y en cuyo interior se crea un campo magnético.

T

Timón: Pieza articulada, de madera o de hierro, que sirve para gobernar una embarcación o un avión.

Tren de aterrizaje: El tren de aterrizaje, es la parte de cualquier aeronave encargada de absorber la energía cinética producida por el contacto entre la aeronave y la pista durante la fase de aterrizaje.

Tapón: Es una herramienta utilizada para sellar un contenedor .

Tamiz: Utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro.

U

Utilizar: Aprovecharse o servirse de algo o alguien.

V

Viscosidad: Propiedad de los fluidos que se gradúa por la velocidad de salida de aquellos a través de tubos capilares.

Veras: Que habla o actúa de acuerdo con la verdad, confidente veraz.

Volumen: Espacio que ocupa una cosa, bulto, corpulencia.

Vástago: Varilla, barra que transmite el movimiento a algún mecanismo

BIBLIOGRAFÍA

Diez L. (2008), MANUAL DE OLEOHIDRÁULICA. Quinta edición. Editorial COPYRIGHT. Barcelona - España

NETGRAFÍA

- <http://energianeumaticaaa.webnode.es/hidraulica.htm>
- <http://es.scribd.com/doc/60464572/Hidraulica.htm>
- http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulicaA.htm
- <http://fisicamrm.blogspot.com>
- <http://sitioniche.nichese.com/bombas-hidra.html>
- <http://referencias111.wikispaces.com/file/view/HIDRAULICA3.pdf>
- <http://www.monografias.com/trabajos82/disenoinstalacioncircuitoshidraulicospotencia/disenoinstalacioncircuitoshidraulicospotencia2.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos15/manometros/manometros.shtml>
- <http://sistemashidraulicosbasicos.blogspot.com/>
- <http://es.scribd.com/doc/19023033/67/Valvula-de-seguridad.htm>
- <http://es.scribd.com/doc/110059166/Cilindros-Hidraulicos.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/motores.htm>

ANEXOS

ANEXO A

ESPECIFICACIONES

LÍQUIDO HIDRÁULICO



HOJA DE DATOS TÉCNICOS DIVISIÓN AUTOMOTRIZ Aceites para Transmisiones Automáticas

Aceite ATF Tipo DEXRON® II

DESCRIPCIÓN

El Aceite ATF Tipo Dexron® II para Transmisión Automática es un producto multifuncional el cual excede las especificaciones de desempeño de General Motors (Tipo DEXRON® II) y de Ford Motor Company (Tipo MERCON®) para su uso en el mantenimiento de las transmisiones automáticas.

El Aceite ATF Tipo Dexron® II para Transmisión Automática se elabora combinando aceites básicos de alto grado de refinación y la más moderna tecnología en aditivos para cumplir con los requerimientos de desempeño establecidos por fabricantes de transmisiones automáticas y direcciones hidráulicas a nivel mundial.

BENEFICIOS

Reduce ruidos como el rechinido de las transmisiones asegurando un funcionamiento suave y silencioso a cualquier velocidad bajo cualquier condición de servicio.

- El Aceite ATF Tipo Dexron® II para Transmisión Automática presenta muy buenas propiedades de estabilidad térmica, reducción de oxidación, precisa el control de fricción, da limpieza, habilidades de carga, protección contra la corrosión y el desgaste, previniendo la formación de espuma para asegurar una larga vida de su transmisión.

PROPIEDADES

- Mantiene un óptimo control de la fricción para la realización de cambios más suaves previniendo ruidos (rechinidos).
- Presenta un elevado índice de viscosidad favoreciendo la protección de las transmisiones operando en un amplio rango de temperaturas.
- Presenta una excelente comportamiento de fluidez a temperaturas por abajo de los -30°C.
- Su estabilidad térmica propicia el desempeño óptimo de la transmisión de potencia permitiendo una pérdida mínima de la viscosidad, y una mínima degradación del lubricante.
- Elevada resistencia a la oxidación disminuyendo el espesamiento del aceite, así como la formación de lodos, lacas y barnices provocada por las altas temperaturas de operación.
- Presenta una excelente resistencia a la formación de espuma reduciendo la oxidación del aceite.
- Protege de manera ideal contra el desgaste a los componentes de las transmisiones automáticas incrementando su vida útil.
- Excelente compatibilidad con sellos y materiales especiales con los que se fabrican equipos hidráulicos y transmisiones automáticas.
- Reforzado con aditivos de extrema presión para proporcionar una excelente capacidad de carga y arrastre de la transmisión.

APLICACIONES

El Aceite ATF Tipo Dexron® II para Transmisión Automática se elabora especialmente para cumplir con las condiciones de servicio de las transmisiones automáticas utilizadas en automóviles, vehículos comerciales, maquinaria agrícola, equipo de construcción, y otras aplicaciones industriales donde se especifica el uso de fluidos de transmisión del tipo GMC DEXRON® II o FMC MERCON®.

El Aceite ATF Tipo Dexron® II para transmisión Automática es recomendado para el servicio de sistemas de dirección hidráulica, transmisiones y sistemas hidráulicos que requieran de un fluido del tipo DEXRON® II, Allison C-3 o Caterpillar TO-2. Otras aplicaciones mencionan su uso como aceite ligero para el mantenimiento de bombas, rodamientos y compresores de acuerdo con las indicaciones de los manuales de servicio de los equipos el cual determina el fluido de transmisión automática adecuado para ser utilizado en su equipo.

Nota.- No se recomienda la utilización de este producto cuando se especifica la utilización de un fluido del "Tipo F". Consulte el manual del propietario de su vehículo para recomendaciones específicas. No se recomienda la utilización de este producto en aparatos de respiración artificial o equipo médico.

ESPECIFICACIONES

El Aceite ATF Tipo Dexron® II excede las siguientes especificaciones:

General Motors Tipo DEXRON® II
General Motors Tipo DEXRON® II
GM 6137-M y GM 6037-M
Ford Tipo MERCON®
Ford M2C138-CJ y M2C166-H
Allison C-3
Caterpillar TO-2
Sperry-Vickers, Denison y Sundstrand en sistemas de bombas hidráulicas.

DEXRON® es una marca registrada de General Motor Corporation (GMC).
MERCON® es una marca registrada de Ford Motor Company (FMC).

RECOMENDACIONES

- No se espera que este producto tenga un efecto adverso en la salud siempre y cuando se utilice para las aplicaciones aquí recomendadas.
- Evite el contacto prolongado del aceite usado con la piel. El contacto continuo del aceite usado en la piel ha causado cáncer en animales de laboratorio. En caso de tener contacto con el aceite lavar la piel con abundante agua y jabón.
- Mantenga su ropa de trabajo y las áreas de mantenimiento lo más limpias y ordenadas posible.
- Conserve el recipiente de los lubricantes limpio, bajo sombra y bien tapado para contrarrestar su contaminación.
- NO CONTAMINE. No tire el aceite usado o nuevo al drenaje o al suelo, y evite quemarlo. Disponga del aceite usado de acuerdo con las normas de recolección locales, estatales y federales.
- Manténgase fuera del alcance de los niños y de los animales.

Cualquier duda sobre los lubricantes Roshfrans® y sus aplicaciones favor de comunicarse con nuestro Departamento de Soporte Técnico. Para mayor información de los aspectos de seguridad e higiene solicite a través de su Representante o Distribuidor Autorizado Roshfrans® la [Hoja de Datos de Seguridad del Producto](#).



HOJA DE DATOS TÉCNICOS DIVISIÓN AUTOMOTRIZ Aceites para Transmisiones Automáticas

Aceite ATF Tipo DEXRON® II

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

	MÉTODO ASTM D	VALORES TÍPICOS
Color	Vísual	Rojo
Viscosidad Cinemática @ 100 °C, mm ² /s (cSt)	445	7.500
Viscosidad Cinemática @ 40 °C, mm ² /s (cSt)	445	42.09
Índice de Viscosidad	2270	146
Densidad @ 15.6 °C, kg/L	1298	0.8824
Punto de Inflamación, °C	92	200
Punto de Ecurrimiento, °C	97	-42
Características Espumantes, ml/ml	892	
Secuencia I		0/0
Secuencia II		10/0
Secuencia III		0/0

Los valores indicados como Características Físicoquímicas se refieren solamente a valores promedio.
Se podrán esperar pequeñas variaciones en estos valores durante su manufactura las cuales no afectarán el desempeño del producto.

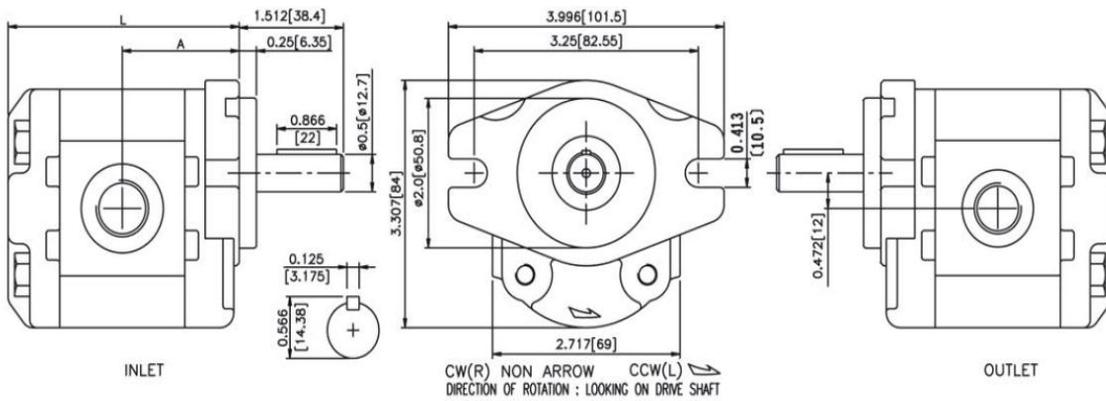
ANEXO B

CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA

APPLICATION

1A gear pumps employ die cast front "AA" two bolt, or "4F-17" four bolt, mounting flange, and die cast rear cover, with the extruded 6061-T6 aluminium body. The A356-T6 pressure loaded bearing blocks offer high volumetric efficiency and smooth performance. High temperature NBR seals are rated up to 100 degrees C. Rated working pressures up to 3000 psi and intermittent up to 3600 psi make this pump a good choice for industrial and mobile applications.

OVERALL DIMENSIONS

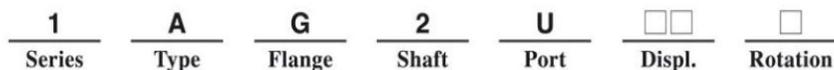


PERFORMANCE DATA

MODEL	DISPLACEMENT		PRESSURE psi(MPa)		RPM RANGE	DIMENSIONS inch(mm)		WEIGHT		PORT
	cu in	cm ³ /r	CONTINUOUS	MAX.		A	L	Kg	LBS	
01	0.08	1.3	3000(21)	3600(25)	600	1.655(42.04)	3.271(83.08)	1.26	2.77	INLET UNF-8 3/4" 16
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)		1.813(46.04)	3.586(91.08)	1.37	3.01	
05	0.31	5.1	3000(21)	3600(25)	4000	1.872(47.54)	3.704(94.08)	1.43	3.15	OUTLET UNF-6 9/16" 18
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)		2.009(51.04)	3.980(101.08)	1.54	3.39	
09	0.55	9.1	2550(18)	2850(20)	600	2.108(53.54)	4.176(106.08)	1.61	3.54	INLET UNF-10 7/8" 14
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	

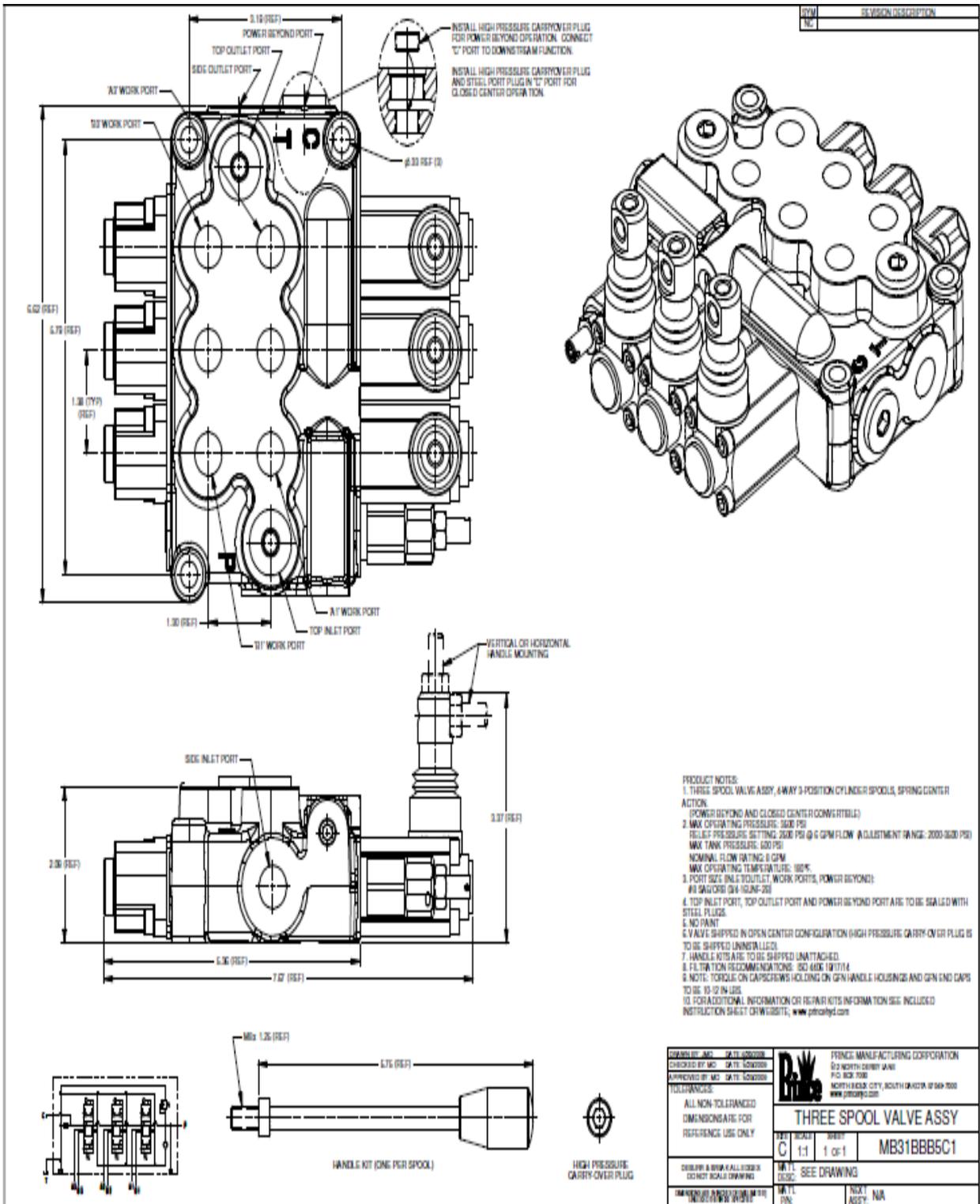
ORDERING EXAMPLE

The pump model number is :



ANEXO C

CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO DE VÁLVULAS



ANEXO D

CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO

PRODUCTS CATALOG - PUROLATOR 1500 PSI HYDRAULIC FILTER AN 6234-3 PR 306



Reference ID: 34002XXX

Purolator 1500 P.S.I. MAX Hydraulic
Filter

AN 6234-3

Type PR 306

ANEXO E

CARACTERÍSTICAS DEL MANÓMETRO

Manómetros con muelle tubular

Modelo 213.40, líquido de relleno, caja de latón estampado

Hoja técnica WIKA PM 02.06



Aplicaciones

- Para puntos de medida con elevadas cargas dinámicas y vibraciones
- Para medios gaseosos y líquidos de baja viscosidad y no cristalizantes compatibles con aleaciones de cobre
- Minería
- Hidráulica
- Industria naval

Características

- Resistente contra vibraciones y golpes
- Construcción de extrema robustez
- Homologación "Germanischer Lloyd"
- Rango de indicación hasta 0...1.000 bar



Manómetro con muelle tubular modelo 213.40

Descripción

Modelo
EN 837-1

Diámetro en mm
63, 100

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

Rangos de indicación
0 ... 0,6 a 0 ... 1000 bar
así como todos los rangos correspondientes de presión negativa y de medición simultánea de presión negativa y positiva

Carga máx.

DN 63: Carga estática: 3/4 x valor final de escala
Carga dinámica: 2/3 x valor final de escala
Carga puntual: valor final de escala
NG 100: Carga estática: Valor final de escala
Carga dinámica: 0,9 x valor final de escala
Carga puntual: 1,3 x valor de escala

Temperatura admisible

Ambiente: -20 ... +60 °C
Medio: +60 °C máx

Influencia de temperatura

En caso de desviación de la temperatura de referencia (+20 °C) en el sistema de medida: máx. $\pm 0,4 \%$ /10 K del span de indicación

Protección

IP 65 según EN 60529 / IEC 529

ANEXO F

ESPECIFICACIONES DE LAS MANGUERAS HIDRÁULICAS SAE 100R2AT de 3/8 y 1/2

Manguera con dos trenzas de acero SAE 100 R2AT


Hidráulica
M002M

N° Código	Diámetro interior manguera		Número de la medida	Presión de trabajo		Presión mínima de rotura		Cambio longitud (%) bajo presión	Ø exterior trenzado alambre (mm)	Ø exterior manguera (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)
	pulgadas	milímetros		Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Kg/cm ²	Lb/pulg ²				
03C2T-05	3/16"	4,8	3	415	6010	1650	23920	+0, -6	11,3	13,3	89
04C2T-06	1/4"	6,4	4	400	5800	1600	23200	+2, -4	12,7	14,7	100
05C2T-08	5/16"	7,9	5	350	5070	1400	20300	+2, -4	14,3	16,3	114
06C2T-10	3/8"	9,5	6	330	4780	1320	19140	+2, -4	16,7	18,7	127
08C2T-13	1/2"	12,7	8	275	3980	1100	15950	+2, -4	19,8	21,8	178
10C2T-16	5/8"	15,9	10	250	3620	1000	14500	+2, -4	23,0	25,0	200
12C2T-19	3/4"	19,1	12	215	3110	860	12470	+2, -4	27,0	29,0	240
16C2T-25	1"	25,4	16	165	2390	650	9420	+2, -4	34,8	36,8	300
20C2T-32	1-1/4"	31,8	20	125	1810	500	7250	+2, -4	44,3	47,0	419
24C2T-38	1-1/2"	38,1	24	90	1300	360	5220	+2, -4	50,7	53,4	500
32C2T-51	2"	50,8	32	80	1160	320	4640	+2, -4	63,5	66,2	630
38C2T-60	2-3/8"	60,0	38	90	1300	360	5220	+2, -4	68,8	71,5	650
40C2T-63	2-1/2"	63,5	40	70	1010	300	4350	+2, -4	75,8	78,5	760
48C2T-76	3"	76,2	48	45	650	180	2610	+2, -4	87,8	90,5	900

RECOMENDADA PARA: Mandos hidráulicos de alta presión donde circulan aceites vegetales o minerales, a base de glicoles o poliglicoles, con base en éster sintético y/o en emulsiones acuosas y gas-oil hasta 93°C. Su construcción con dos trenzas de acero le permite soportar variaciones bruscas y fuertes golpes de presión, especialmente cuando se la usa en maquinarias modernas con ciclos de operaciones por impulsos, flexiones y vibraciones. Cumple con la norma DIN EN 853 2SN e ISO 1436-1 2SN/R2AT. Cumple y excede la clasificación SAE 100 R2AT de la norma SAE J517.

TUBO: De caucho sintético, resistente a los aceites y fluidos hidráulicos.

REFUERZO: Dos trenzas de alambre de acero de alta resistencia, calidad cuerda de piano.

COBERTURA: De caucho sintético resistente al aceite, a la abrasión, al envejecimiento provocado por el sol y los cambios climáticos y a las llamas directas (flame resistant).

LIMITES DE TEMPERATURA: -40° C a 100° C.

ANEXO G

CARACTERÍSTICAS DEL

SISTEMA DE ACOUPLE

(MATRIMONIO)

UTILIZADO PARA LA

UNIÓN BOMBA MOTOR

Acoplamiento elástico Lovejoy

Tipo L

El más simple, el más fácil de instalar, el más económico
Ideal para motores eléctricos y construcción de máquinas.

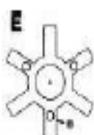


Descripción

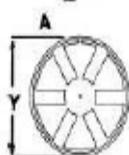


2 cubos simétricos en acero sinterizado
Fabricados con prensas ultramodernas de alta presión. Su perfecto acabado permite producir cubos con agujeros H7, chavetero standard y prisionero

Elemento elástico



Modelo standard "E": Forma de estrella .



Tipo anillo "A": Forma de anillo que se mantiene cerrado con un muelle y en caso de deterioro del elemento elástico los cubos mantienen la transmisión.



Tipo "TN-SHEAR": Anillo de uretano abierto que se mantiene cerrado con un aro metálico y en caso de deterioro del elemento elástico los dientes de los cubos no están superpuestos



Tipo	Temp.	Dureza Shore	Color	Elasticidad	Desalineaciones		Resistencia		Factor de Par
					Ang.	Paral.	Aceite	Química	
E,A	-40 +100°C	80 5A	Negro	++	1	0,38	+	+	1
H	-50+150°C	55D	Hueso	+	0,5	0,38	++	++	3
B	-40+220°C	Rigido	Bronce	0	0,5	0,25	+++	++	3 máx. 250r.p.m.
U	-35+120°C	90 5A	Azul	+	1	0,38	++	+	1,5
0= Baja			+= Regular		++=Buena			+++ = Excelente	

Materiales	Tipo E y A Standard:	Color negro, caucho nitrilo butadieno (NBR), elástico	Tipo B:	Bronce, impregnado en aceite, antideflagrante, rígido
		Tipo H:	Color hueso, Hytrel, menos elástico y más resistente.	Tipo U:

Elastomers In Compression

Lovejoy offers four types of elastomer designs to allow for additional flexibility in addressing specific application requirements. One piece designs are used in the "L" and "AL" models (referred to as spiders) and multiple part "load cushions" are used in the "C" and "H" model couplings. The load cushions are in sets of 6 to 14 pieces depending on coupling size.

Solid Center Spider

- The solid center design is commonly used design when shafts of the driver and driven equipment can be kept separate by a standard gap

Open Center Spider

- The open center design allows for the shafts of the driver and driven to be positioned within a short distance
- Open center spiders offer shaft positioning flexibility but have a lower RPM capacity (1,750 RPM maximum for NBR, 3,600 maximum for Urethane/Hytrel®)

Cushions

- Used exclusively for the C and H Type couplings
- Load cushions are held in place radially by a steel collar which is attached to one of the hubs

Snap Wrap Flexible Spider

- Design allows for easy removal of the spider without moving the hubs
- Allows for close shaft separation all the way up to the hubs maximum bore
- Maximum RPM is 1,750 RPM with the retaining ring, but if used with the LC Type (with collar) the normal RPM rating of the coupling applies
- Style is available in NBR and Urethane only, and in limited sizes

Note: ■ Complete technical data for the new Jaw In-Shear elastomer is contained in the next section of this catalog, labeled "JIS" on the page tabs.



Spider Materials

SOX (NBR) Rubber

- The standard material that is highly flexible material that is oil resistant
- Resembles natural rubber in resilience and elasticity, and operates effectively in temperature ranges of -40° to 212° F (-40° to 100° C)

Urethane

- Has 1.5 times greater torque capacity than NBR
- Good resistance to oil and chemicals
- Material provides less dampening effect and operates at a temperature range of -30° to 160° F

Hytrel

- Flexible elastomer designed for high torque and high temperature operations
- Operates in temperatures of -60° to 250° F (-51° to 121° C)

Bronze

- Rigid, porous, oil-impregnated metal insert exclusively for low speed (max 250 RPM) applications requiring high torque capabilities
- Not affected by water, oil, dirt, or extreme temperatures – operates in temperatures of -40° to 450° F (-40° to 232° C)

ANEXO H

TIPOS DE RACORES UTILIZADOS EN HIDRÁULICA



ANEXO I

SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA

Bomba de caudal constante	Bomba de caudal regulable	Motor de caudal constante	Motor de caudal variable	eje rotativo con sentido de giro indicado	Eje rotativo con dos sentidos de giro
Línea de presión	Línea de pilotaje	Purga de aire	Enclavamiento	Acoplamiento directo	Acoplamiento con válvula antirretorno
Depósito a presión	Depósito con carga	Válvula de aislamiento 2 vías	Purga de aire sin conexión	Purga de aire con conexión roscada	Conducto cerrado por antirretorno
Acumulador hidráulico	Válvula de aislamiento 3 vías	Manómetro	Caudalímetro	Contador	Termómetro
Motor oscilante	Calentador	Refrigerador	refrigerador con fluido refrigerante	Filtro	Filtro con purga
Limitador de presión	Válvula de escape rápido	Reductor de presión	Reductor de presión regulable	Válvula de seguridad	Válvula limitadora de presión
Cilindro de simple efecto	Cilindro de doble efecto	Cilindro D.E. amortiguado	Cilindro D.E. amortiguación variable	Cilindro S.E. Telescópico	Motor térmico
Accionamiento mecánico	Accionamiento por roldana	Accionamiento por resorte	Accionamiento por electroimán	Accionamiento por presión	Accionamiento por depresión
Accionamiento manual	Accionamiento por pulsador	Accionamiento por palanca	Accionamiento por pedal	Accionamiento por electroimán y presión	Accionamiento por motor monofásico

ANEXO J

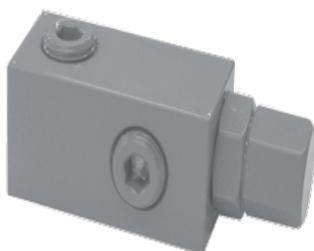
PLANOS

ANEXO K

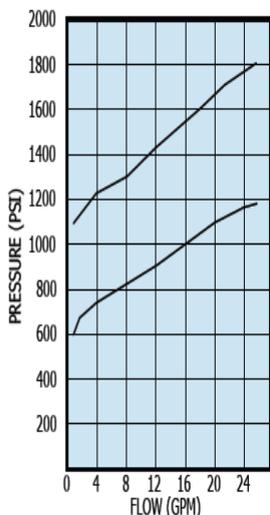
CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE ALIVIO

MODEL RD-1800 PRESSURE RELIEF MODEL RD-900 SELECTOR VALVE

MODEL RD-1800 BALL/SPRING TYPE DIRECT ACTING RELIEF



RELIEF VALVE CURVE
AT VARIOUS SET POINTS
110 SUS OIL AT 115°F.

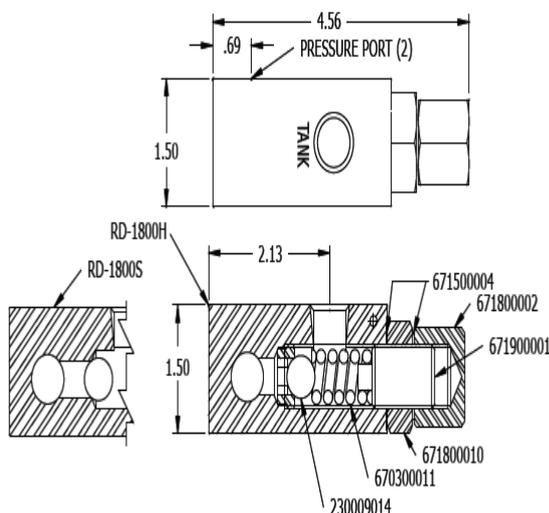
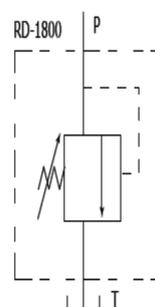


The PRINCE valve model RD-1800 is a direct acting ball/spring type pressure relief. The valve is compact and simple in design. This type relief is fast opening and is well suited for pressure spike protection. The performance curves below indicate the low cracking pressure typical to ball/spring reliefs. Please refer to the model RV relief for a system pressure relief. The valve is available with a standard steel seat, model RD-1800S, or with a hardened seat, model RD-1800H. Both models are externally adjustable.

VALVE SPECIFICATIONS:

Capacity: 20 gpm max inlet flow
Pressure: 2500 psi max
Weight: 2 lb.
Adjustment Range: 1000 PSI to 2500 PSI

SYMBOL



STANDARD MODELS AVAILABLE

MODEL #	PORT SIZES	MAX FLOW
RD-1837S	3/8 NPTF	8 GPM
RD-1850H	1/2 NPTF	16 GPM
RD-1850S	1/2 NPTF	16 GPM
RD-1875S	3/4 NPTF	20 GPM

NOTE: Relief settings are 1500 PSI @ 12 GPM.
For non-standard relief settings specify PSI in
hundreds and GPM after model number.
EX: RD-1850S-12-10 for 1200 PSI @ 10 GPM

ANEXO L

CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO

A petición verbal de la parte interesada:

Yo, Tlgo. Miguel Pozo en calidad de Jefe de mantenimiento de la Compañía Servicio Aéreo Regional, me permito informar lo siguiente:

El proyecto de graduación elaborado por el señor: **VILLACÍS CANSECO FAUSTO JAVIER** con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE MANDO MECÁNICO - HIDRÁULICO EN LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE LA CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3, DE LA COMPAÑÍA SERVICIO AÉREO REGIONAL EN LA CIUDAD DE SHELL-MERA PROVINCIA DE PASTAZA”**

Ha sido efectuado en forma satisfactoria y el mismo que cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual existiendo este aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante Y además agradeciendo al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, por ayudar al desarrollo de la aviación en el Ecuador.



Tlgo. Miguel Pozo

Jefe de Mantenimiento

SERVICIO AÉREO REGIONAL

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: VILLACÍS CANSECO FAUSTO JAVIER

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 24 OCTUBRE DE 1991

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 180462730-3

TELÉFONOS: 032-754-159 0999216348

CORREO ELECTRÓNICO: titojaviv@hotmail.com

DIRECCIÓN: SANTA ROSA - AMBATO



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Instituto Superior Tecnológico Experimental Luis A. Martínez

SECUNDARIA: Instituto Superior Tecnológico Docente Guayaquil

SUPERIOR: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER TÉCNICO EN ELECTRICIDAD 2009

SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS 2012

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA 2013

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

TAME (Transportes Aereos Militares Ecuatorianos)

CARGO: Pasante – Departamento de Mantenimiento Aeronáutico

FUNCIONES: Inspección pre-vuelo, inspección rutinaria, inspección no rutinaria, manejo de herramientas y despacho de aeronaves.

JEFE INMEDIATO: Washington Ramiro Ñacata Sntaxi

Julio 2012 – Agosto 2012 (200 Horas)

ESCUELA DE AVIACIÓN PASTAZA

CARGO: Pasante – Departamento de Mantenimiento Aeronáutico

FUNCIONES: Inspección pre-vuelo, inspección rutinaria, inspección no rutinaria, manejo de herramientas, despacho de aeronaves y manejo de documentación técnica de las aeronaves CESSNA 150M, A 150L, PA-30.

JEFE INMEDIATO: Sr. Manuel Tendentza

Febrero 2012 – Marzo 2012 (200 Horas)

CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO (CEMA)

CARGO: Pasante – Departamento de Mantenimiento Aeronáutico

FUNCIONES: Inspección 1000 horas BOEING 727 de la Empresa RUTACA, chequeo de corrosión en los tanques de combustible BOEING 727 FAE y C130 HERCULES, limpieza de la estructura del avión BOEING 727 ICARO, Instalación de bombas eléctricas de Combustinles en el Avión C-130, etc.

JEFE INMEDIATO: Sgos. Téc. Avc. Misael Vaca

Agosto 2011 – Septiembre 2011 (200 Horas)

ALA DE COMBATE N°11

CARGO: Pasante – Departamento de Mantenimiento Aeronáutico en el escuadrón TWIN OTTER

FUNCIONES: Inspección pre-vuelo, inspección rutinaria, inspección no rutinaria, manejo de herramientas, corrida de motores del Avion TWIN OTTER.

Febrero 2011 – Marzo 2011 (160 Horas)

CURSOS Y SEMINARIOS

- 4^{ta} Conferencia Nacional – Profesionales de Aviación (NGAP) y “Trainair Plus” Las Américas – Quito – 2011
OACI - DAC
30 Horas

- Jornadas de Ciencia y Tecnología ITSA 2010 – Latacunga Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
16 Horas

EXPERIENCIA LABORAL

SERVICIO AÉREO REGIONAL

CARGO: Ayudante Departamento de Mantenimiento Aeronáutico

FUNCIONES: Inspección pre-vuelo, inspección rutinaria, inspección no rutinaria, manejo de herramientas y despacho de aeronaves.

JEFE INMEDIATO: Tgo. Miguel Angel Pozo

Marzo 2012 – Octubre 2012 (800 Horas)

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Fausto Javier Villacís Canseco

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs.Téc.Avc.Ing. Hebert Atencio

Latacunga, Mayo 7 del 2013

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, FAUSTO JAVIER VILLACÍS CANSECO, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en el año 2013, con Cédula de Ciudadanía N° 180462730-3, autor del Trabajo de Graduación IMPLEMENTACIÓN DE MANDO MECÁNICO - HIDRÁULICO EN LA ESTRUCTURA SIMULADORA DE LOS MOVIMIENTOS DE LA CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3, DE LA COMPAÑÍA SERVICIO AÉREO REGIONAL EN LA CIUDAD DE SHELL-MERA, PROVINCIA DE PASTAZA, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Fausto Javier Villacís Canseco

Latacunga, Mayo 7 del 2013