

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HIDRÁULICO  
PARA EL CONTROL DE LA PUERTA DE PASAJEROS DEL AVIÓN  
ESCUELA FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD”**

**POR:**

**JONATHAN JAVIER FLORES CHARRO**

**Trabajo de graduación como requisito previo para la obtención de título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2013**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por JONATHAN JAVIER FLORES CHARRO, como requerimiento parcial para la obtención del título de tecnólogo en MECÁNICA AERONAUTICA MENCIÓN MOTORES

---

Ing. Guillermo Trujillo Jaramillo

Latacunga, Febrero 28 del 2013

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios por estar a mi lado en cada momento desde el inicio de mis estudios hasta la culminación de mi carrera.

A mi madre por animarme siempre y haberme acompañado en momentos de tristeza y alegría. Por su tiempo dedicado en el transcurso de mi vida y sus consejos.

A mi hermano que de una u otra forma siempre me ha apoyado en todo momento y no ha dejado que pierda mis objetivos.

No quiero dejar de lado a cada persona que de una u otra manera se hizo presente en mi vida, compañeros con los que compartimos tanto en especial aquellos que siempre me animaron.

**Jonathan Javier Flores Charro**

## **AGRADECIMIENTO**

Antes que nada, quiero dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

Además quiero expresar mi agradecimiento a los lectores del trabajo de graduación, a quienes considero mis más apreciables maestros. Cada uno, desde su área de estudio han contribuido de manera determinante tanto en la elaboración de esta investigación como en mi formación académica.

Por último no quisiera finalizar sin recordar el invaluable aliento y estímulo de mi familia, en especial para mi madre a quien agradezco de todo corazón por su amor, cariño y comprensión, en todo momento la llevo conmigo, también agradezco a mi hermano por la compañía y el apoyo que me brinda. Sé que cuento con ellos siempre.

**Jonathan Javier Flores Charro**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                     |     |
|---------------------|-----|
| Certificación.....  | ii  |
| Dedicatoria.....    | iii |
| Agradecimiento..... | iv  |
| Resumen.....        | x   |
| Summary.....        | xi  |

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1.1 Antecedentes.....                | 1 |
| 1.2 Planteamiento del Problema.....  | 1 |
| 1.3 Justificación e Importancia..... | 2 |
| 1.4 Objetivos.....                   | 2 |
| 1.4.1 Objetivo General.....          | 2 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos.....     | 2 |
| 1.5. Alcance.....                    | 3 |

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

|  |   |
|--|---|
| 2.1 Sistema hidráulico.....                                    | 4 |
| 2.2 Principios de funcionamiento de un sistema hidráulico..... | 4 |
| 2.2.1 Presión.....   | 5 |
| 2.2.2 Presión de un fluido.....                                | 5 |
| 2.2.3 Caída de Presión.....                                    | 6 |
| 2.2.4 Caudal.....  | 6 |
| 2.2.4.1 Caudal laminar .....                                   | 7 |
| 2.2.4.2 Caudal turbulento.....                                 | 7 |
| 2.2.5 Potencia.....  | 8 |
| 2.3 Componentes hidráulicos.....                               | 8 |
| 2.4 Líquido hidráulico Gulf HARMONY HV ISO VG 46.....          | 8 |

|  |    |
|--|----|
| 2.5 Principales funciones del líquido hidráulico.....                              | 10 |
| 2.6 Bomba de engranajes Internos.....  | 11 |
| 2.7 Funcionamiento de la bomba de engranajes.....                                  | 11 |
| 2.8 Ventajas y aplicaciones de la bomba de engranajes.....                         | 11 |
| 2.9 Características generales de la bomba.....                                     | 12 |
| 2.9.1 Temperatura de operación.....  | 12 |
| 2.9.2 Velocidades de la bomba.....   | 12 |
| 2.9.3 Eficiencia Volumétrica.....  | 12 |
| 2.9.4 Factores que afectan el rendimiento de las bombas.....                       | 13 |
| 2.10 Cilindro de simple efecto.....  | 13 |
| 2.11 Características fundamentales para la elección de un cilindro hidráulico..... | 14 |
| 2.12 Mangueras o tuberías.....   | 15 |
| 2.13 Tipos de acoplamientos de mangueras.....                                      | 16 |
| 2.14 Manómetro.....  | 17 |
| 2.15 Depósito o tanque hidráulico.....   | 17 |

### CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Preliminares.....                       | 19 |
| 3.2 Componentes del sistema hidráulico..... | 19 |
| 3.3 Diseño.....                             | 21 |
| 3.4 Parámetros de diseño.....               | 21 |
| 3.5 Diseño del sistema hidráulico.....      | 22 |
| 3.6 Selección de los componentes.....       | 27 |
| 3.7 Selección del cilindro hidráulico.....  | 28 |
| 3.8 Selección de la bomba.....              | 30 |
| 3.9 Selección del Motor.....                | 31 |
| 3.10 Selección del aceite hidráulico.....   | 33 |
| 3.11 Válvula direccional.....               | 35 |
| 3.12 Selección del manómetro.....           | 37 |
| 3.13 Selección de mangueras.....            | 38 |
| 3.14 Selección del tanque o reservorio..... | 40 |

|   |    |
|---|----|
| 3.15 Construcción o implementación.....                   | 41 |
| 3.16 Simbología del proceso de construcción.....          | 41 |
| 3.17 Tecnología y maquinaria utilizada.....               | 47 |
| 3.18 Diagrama de construcción del reservorio.....         | 48 |
| 3.19 Diagrama de construcción del sistema hidráulico..... | 49 |
| 3.20 Prueba de fiabilidad del sistema hidráulico.....     | 50 |
| 3.21 Prueba de funcionamiento.....                        | 50 |
| 3.22 Manual de operación.....                             | 52 |
| 3.23 Manual de procedimientos.....                        | 55 |
| 3.24 Análisis económico.....                              | 60 |
| 3.24.1 Materiales y herramientas.....                     | 60 |
| 3.24.2 Recursos humanos.....                              | 61 |
| 3.24.3 Otros.....   | 61 |
| 3.25 Costo total de la realización del proyecto.....      | 61 |

## CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 4.1 Conclusiones.....     | 62 |
| 4.2 Recomendaciones.....  | 63 |
| Glosario de Términos..... | 64 |
| Siglas.....               | 67 |
| Bibliografía.....         | 67 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2.1: Presión de un fluido.....                                | 6  |
| Figura 2.2: Flujo laminar.....                                       | 7  |
| Figura 2.3: Flujo turbulento.....                                    | 7  |
| Figura 2.4: Bomba de engranajes Internos.....                        | 13 |
| Figura 2.5: Cilindro actuador de pistón de accionamiento simple..... | 14 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.6: Posición de las mangueras.....  | 15 |
| Figura 2.7: Acoplamientos de mangueras.....   | 16 |
| Figura 2.8: Manómetro de Bourdon.....   | 17 |
| Figura 2.9: Tanque hidráulico.....  | 18 |
| Figura 3.1: Esquema del sistema hidráulico.....   | 23 |
| Figura 3.2: Diagrama de fuerzas de la puerta del avión Fairchild FH-227.....                          | 24 |
| Figura 3.3: Cilindro hidráulico de simple efecto.....   | 29 |
| Figura 3.4: Bomba de engranajes internos de caudal fijo.....  | 31 |
| Figura 3.5: Motor monofásico.....   | 33 |
| Figura 3.6: Válvula de mando.....   | 36 |
| Figura 3.7: Manómetro inmerso en glicerina.....   | 38 |
| Figura 3.8: Mangueras de presión y retorno.....   | 40 |
| Figura 3.9: Tanque o depósito de aceite.....  | 41 |
| Figura 3.10: Corte de material.....   | 42 |
| Figura 3.11: Pintado del reservorio.....  | 43 |
| Figura 3.12: Unión del motor a la bomba mediante un mecanismo de acople conocido como matrimonio..... | 44 |
| Figura 3.13: Acoplamiento de la bomba al reservorio.....  | 44 |
| Figura 3.14: Unión de la bomba hidráulica con la válvula direccional.....                             | 45 |
| Figura 3.15: Acoplamiento del manómetro con la conexión tipo cruz.....                                | 45 |
| Figura 3.16: Interruptor del motor.....   | 46 |
| Figura 3.17: Accionamiento de la palanca de mando.....  | 50 |
| Figura 3.18: Desplazamiento del cilindro.....   | 50 |
| <br>  |    |
| Figura B.1. Tanque de aceite.....   |    |
| Figura B.2. Bomba de engranajes.....  |    |
| Figura B.3. Motor monofásico .....  |    |
| Figura B.4. Manómetro inmerso en glicerina.....   |    |
| Figura B.5. Válvula de mando.....   |    |
| <br>  |    |
| Figura B.6. Cilindro hidráulico de simple efecto.....   |    |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1.1. Elementos Hidráulicos.....                              | 19 |
| Tabla 2.1. Descripción de uniones.....                             | 46 |
| Tabla 3.1. Análisis de costos por utilización de herramientas..... | 60 |
| Tabla 4.1. Análisis de costos de materiales.....                   | 60 |
| Tabla 5.1. Análisis de costo de mano de obra.....                  | 61 |
| Tabla 6.1. Análisis de gastos adicionales.....                     | 61 |
| Tabla 7.1. Resumen de gastos totales.....                          | 61 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |  |
|--|--|
| Anexos.....  |  |
| Anexo A: Anteproyecto de Grado.....  |  |
| Anexo B: Elementos utilizados en la construcción del sistema hidráulico..... |  |
| Hoja de Vida.....  |  |
| Hoja de Legalización de Firmas.....  |  |
| Cesión de Derechos de Propiedad Intelectual.....                             |  |

## RESUMEN

El presente proyecto es acerca de la construcción de un sistema hidráulico para habilitar la puerta trasera del avión Escuela Fairchild-227 como un aporte para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, especialmente en la carrera de mecánica y está destinado a complementar el aprendizaje teórico y práctico de los estudiantes.

Antes de realizar el proyecto de construcción del sistema hidráulico fue necesario realizar un estudio bibliográfico y realizar el diseño o esquema del mismo, este mecanismo como se ha mencionado es hidráulico, está conformado por un motor, bomba, válvulas, mangueras y un medidor de presión, el funcionamiento de estos elementos en conjunto permiten que la puerta se accione de forma segura.

Este sistema construido es de fácil maniobrabilidad, el accionamiento de la puerta durante el ascenso y descenso controlado por una válvula distribuidora de mando por palanca y posiciones estables.

Concluida la realización del sistema hidráulico, se realizaron las pruebas de funcionamiento con el propósito de dar el cumplimiento a los objetivos de construcción del mismo.

## **SUMARY**

This project is about the construction of a hydraulic system to enable the rear door of the aircraft School Fairchild-227asa contribution to the Aeronautics Technological Institute, especially in the mechanics career and is intended to supplement the students theoretical and practical learning.

Before developing this hydraulic system construction project it was necessary to conduct a literature review and carry out its design, this mechanism is hydraulic and consists of a motor, pumps, valves, hoses and pressure gauge, the operation of these elements together allow the gate to operate safely.

This system can be operated easily and the work of the door during climb and descent well be controlled by a control valve lever and stable positions.

After the completion of the hydraulic system, some performance tests were conducted in order to comply with the construction objectives.

# **CAPÍTULO I**

## **EL TEMA**

### **1.1. Antecedentes<sup>1</sup>**

La presente investigación se lleva a cabo con la necesidad de habilitar y mejorar los equipos aeronáuticos de instrucción utilizados para la formación y preparación académica de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

En la actualidad el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico capacita al estudiantado en diferentes talleres y laboratorios, además posee un avión escuela Fairchild FH-227 que los estudiantes manipulan de forma continua, para facilitar el aprendizaje en el mundo de la aviación.

De tal manera que se ha creado conveniente habilitar la puerta del avión Fairchild FH-227 que en la actualidad se encuentra operando manualmente, implementando un sistema hidráulico que ayude a mejorar su funcionamiento durante el ascenso y descenso de la misma, permitiendo de esta manera mejorar los conocimientos prácticos y teóricos de los estudiantes de la carrera de mecánica.

### **1.2. Planteamiento del Problema**

En la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi brinda sus servicios a la comunidad ecuatoriana el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico impartiendo enseñanzas en el campo tanto civil como militar, dentro de su amplia oferta académica cuenta con carreras únicas a nivel nacional, y con un alto grado de preparación de los docentes y personal administrativo, brindando así la posibilidad de aprender y ser parte del mundo de la aviación a través del estudio de sus diferentes especialidades como Mecánica Aeronáutica, Logística, Telemática, Seguridad Aérea y Terrestre.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, dentro de sus instalaciones cuenta con varios laboratorios y talleres totalmente equipados para proporcionar un

correcto aprendizaje, uno de los más importantes que utilizamos en el proceso de enseñanza y aprendizaje práctico de docentes y alumnos es el taller de mecánica aeronáutica mención motores (Bloque 42) y el avión escuela Fairchild FH-227 el cual es básico y necesario para enriquecer y fortalecer los conocimientos de los estudiantes mediante la manipulación de herramientas, partes y equipos aeronáuticos del mismo.

Con el fin de conseguir este objetivo, en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, es necesario implementar o rehabilitar las partes inoperables del avión ya que en la actualidad el avión Fairchild FH-227 no está en su totalidad en óptimas condiciones debido al tiempo que estuvo inoperable, una de sus partes que presenta complicaciones es la puerta de pasajeros que en la actualidad carece de un sistema adecuado para ser operada correctamente por tal motivo se ha procedido a planificar su mejor funcionamiento para optimizar las enseñanzas del estudiantado.

### **1.3. Justificación e Importancia**

El diseño e implementación de un sistema hidráulico para el control adecuado de la puerta de pasajeros del avión Fairchild FH-227 ayuda a mejorar el conocimiento teórico como práctico del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. General**

Diseñar e implementar un sistema hidráulico para el control de la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD.

#### **1.4.2. Específicos**

1. Identificar y seleccionar los componentes adecuados para el sistema hidráulico y explicar la operación de cada uno de ellos en base a las condiciones que presenta la puerta.

2. Instalar el sistema en la estructura de la puerta.
3. Analizar el sistema hidráulico mediante pruebas de funcionamiento.

### **1.5. Alcance**

El presente proyecto se basa en diseñar e implementar un sistema hidráulico para el control de la puerta de pasajeros del avión Fairchild FH-227, para facilitar el aprendizaje teórico y práctico que ofrece beneficios al ITSA, como la optimización de diversas áreas en las que brinda su educación académica de manera primordial a los estudiantes e instructores de la Carrera de Mecánica Aeronáutica; tanto en su formación práctica como académica, logrando así obtener conocimientos avanzados acerca de los pasos grandes que la aviación continuamente lo hace.

Es decir que el vigente proyecto beneficia al Instituto y será de gran ayuda e incentivo para que el estudiante desarrolle su destreza práctica en el campo aeronáutico.

## **CAPÍTULO II**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Sistema hidráulico**

Un sistema hidráulico es un método de aplicación de fuerzas a través de la presión que ejercen los fluidos. Es un mecanismo operado por la resistencia que ofrece la transmisión o la presión cuando el líquido es forzado a través de un tubo. Puede verse como una red interdependiente, cuidadosamente equilibrada.

La idea básica detrás de cualquier sistema es muy simple, la fuerza que se aplica en un momento dado en un punto se transmite a otro punto en forma de fluido. El líquido que se usa es casi siempre un aceite de algún tipo (fluido hidráulico). La fuerza se multiplica casi siempre en el proceso.

Un ejemplo de un sistema hidráulico simple, es colocar dos pistones conectados por la parte inferior con una tubería llena de aceite, que puede ser de cualquier tamaño y forma. Si se aplica una fuerza hacia abajo a un pistón, entonces la fuerza se transmite al segundo pistón a través del aceite en la tubería. Lo sorprendente es que la fuerza aplicada que aparece en el segundo pistón es casi la totalidad de la fuerza aplicada en el primer pistón.

Lo que hace importante a los sistemas hidráulicos es la facilidad de poder controlar el aumento y disminución de la fuerza aplicada, esto se consigue cambiando el tamaño de un pistón y el cilindro con respecto a la otra, en los sistemas mecánicos.

En los sistemas hidráulicos hay que evitar las burbujas de aire. Si hay una burbuja de aire en el sistema, entonces la fuerza aplicada del primer pistón se enfoca en la compresión del aire en lugar de pasar el segundo pistón.

#### **2.2. Principios de funcionamiento de un sistema hidráulico**

Para el funcionamiento de un sistema hidráulico se necesitan algunos componentes simples que se combinan para formar un circuito hidráulico.

Debemos, en principio, basarnos en los siguientes conceptos fundamentales:

### 2.2.1. Presión<sup>2</sup>

La presión en un sistema hidráulico será la encargada de empujar o ejercer la fuerza. La presión se origina por medio de comprimir o empujar en un líquido confinado, solo si hay una resistencia al flujo. Hay dos formas de empujar en un flujo, ya sea por la acción de una bomba mecánica o por el mismo peso de flujo.

- **Definición:** Presión es la fuerza normal por unidad de área, y está dada por:

Donde **P** es la fuerza de presión, **F** es la fuerza normal es decir perpendicular a la superficie y **A** es el área donde se aplica la fuerza.

$$P = \frac{F}{A}$$

Esta fórmula permite calcular la fuerza, la presión o el área, si se conocen dos de estas tres variables. Es necesario entender estos tres términos para asimilar los fundamentos de hidráulica.

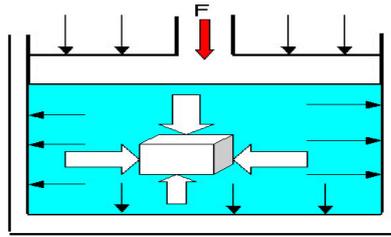
### 2.2.2. Presión de un fluido

La presión de un fluido, no es la misma que la que se ejerce sobre un sólido. Se debe destacar que el fluido, dependiendo de donde se encuentre contenido, puede o no cambiar su forma, está característica de adaptarse a las formas es propia de los fluidos. Para poder obtener la presión de un fluido es necesario que éste se encuentre contenido en un recipiente, ya que, la presión ejercida en el fluido afectara a todo el contenido y no a una parte de él.

El fluido de un recipiente está sometido a mayor presión que el de la superficie esto se debe al peso de líquido que se encuentra arriba.

---

<sup>2</sup>Física, Cap. 4; Fuerza y presión en sólidos y fluidos, pág. 72-74



**Figura 2.1.** Presión de un fluido

**Fuente:** wikipedia./presión de fluidos

Un objeto sólido puede ejercer únicamente una fuerza hacia arriba debido a su peso. A cualquier profundidad en un fluido la presión es la misma en todas las direcciones.

La presión del fluido es directamente proporcional a su profundidad y densidad

La presión en el fondo de un recipiente solo es en función de la profundidad del líquido y es la misma en todas las direcciones. Puesto que el área en el fondo es la misma en ambos recipientes, la fuerza total ejercida sobre el fondo de cada uno de ellos también es igual.

La fuerza total ejercida en el fondo es como una columna de agua que pesa y por lo tanto ejerce presión.

### 2.2.3. Caída de presión

La presión que no se utiliza directamente para proporcionar trabajo se puede definir como caída de presión resistiva. Es la presión requerida para empujar el fluido a través de los conductores hacia el actuador. Esta energía asume la forma de calor en el sistema hidráulico. Esta presión resistiva es acumulativa y se debe agregar a los requisitos generales de presión del sistema.

### 2.2.4. Caudal<sup>3</sup>

Es la cantidad de aceite que se desplaza por una tubería o aparato en un tiempo determinado, siendo el producto de la superficie de la tubería por la velocidad.

$$Q = S \times V$$

Q= caudal

S= área

<sup>3</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Flujos>

V= velocidad

Existen las siguientes clases de flujo:

#### 2.2.4.1. Caudal laminar

Se produce cuando las moléculas del fluido se desplazan dentro de una conducción de forma ordenada. Las partículas se mueven a alta velocidad en el centro pero paralelas una a la otra. Con el flujo laminar la fricción se reduce al mínimo.



**Figura 2.2.** Flujo laminar

**Fuente:** [es.wikipedia.org/wiki/flujos](http://es.wikipedia.org/wiki/flujos)

#### 2.2.4.2. Caudal turbulento



**Figura 2.3.** Flujo turbulento

**Fuente:** [es.wikipedia.org/wiki/flujos](http://es.wikipedia.org/wiki/flujos)

En la figura 2.3 vemos una situación de flujo turbulento donde las partículas de fluido se mueven en forma desordenada con respecto a la dirección del flujo. La turbulencia es causada por el exceso de velocidad de circulación, por cambios bruscos del diámetro de la tubería, y por la rugosidad interna de la misma. La turbulencia produce excesiva pérdida de presión en los sistemas y sobrecalentamiento del aceite. A menudo puede ser detectada por el ruido que produce la circulación por las tuberías.

### **2.2.5. Potencia**

La potencia se puede definir como la velocidad de ejecución del trabajo, o trabajo en tiempo expresado en segundos.

Para obtener un significado relativo para la medición de potencia, debemos convertir esto a potencia en HP, o caballos de fuerza, que es una unidad para medir la energía.

La hidráulica es un medio de transmisión de potencia.

$$Potencia = \frac{Fuerza \times Distancia}{Tiempo}$$

### **2.3. Componentes hidráulicos**

Muchos de los circuitos hidráulicos contienen cinco componentes mecánicos básicos: válvulas de control de flujo, una bomba, un tanque de aceite y un cilindro o actuador. También está el fluido hidráulico a considerar.

### **2.4. Líquido hidráulico Gulf HARMONY HV ISO VG 46<sup>4</sup>**

Es un aceite hidráulico de altísimas prestaciones, con aditivos antidesgaste y mejoradores del índice de viscosidad, que lo hacen especialmente adecuado en equipos que trabajen bajo cambios frecuentes de temperatura.

Cualquier sistema de transmisión hidráulica operando bajo condiciones de presión y temperaturas estándar: máquinas herramienta, prensas de inyección de plásticos, equipos hidráulicos móviles.

Utilizable igualmente en otras aplicaciones y en todo tipo de circuito tanto de exterior como de interior que recomiendan un aceite con prestaciones antidesgaste, reductores y variadores de velocidad, rodamientos lubricados por aceite, compresores de aire, etc....

---

<sup>4</sup><http://www.gulf.es/es/content/NT0000F61E.pdf>

- **Propiedades**

- Excelente protección frente al desgaste, ofreciendo una excepcional protección al sistema hidráulico, alargando la vida de sus componentes.
- Altísimo índice de viscosidad, que le permite asegurar siempre la mejor lubricación en cualquier situación presentada, incluso en grandes cambios de temperatura.
- Elevada estabilidad frente a la oxidación, permitiéndole alargar la vida útil del aceite en servicio.
- Gran protección frente a la corrosión y la herrumbre, ofreciendo una inestimable protección de los componentes de los circuitos hidráulicos.
- Excelentes propiedades antiespumantes, mejorando la lubricación del circuito y protegiendo contra la cavitación a la bomba, además de reducir el ruido de funcionamiento de los equipos.
- Muy buena filtrabilidad, incluso en presencia de agua.
- Bajísimo punto de congelación, que le confiere unas excelentes prestaciones incluso a baja temperatura.

- **Características**

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Color                   | rojo   |
| Densidad a 15 °C        | 0.874  |
| Viscosidad a 40 °C      | 46.0   |
| Viscosidad a 100 °C     | 8.4    |
| Índice de viscosidad    | 161    |
| Punto de inflamación °C | 215°C  |
| Punto de congelación °C | -39 °C |

## 2.5. Principales funciones del líquido hidráulico

Las principales funciones del aceite hidráulicos son:

### ✓ **Transmisión de potencia**

Como medio de transmisión de potencia, el líquido fluye con facilidad a través de las líneas y orificios de los elementos, la excesiva resistencia al flujo crea pérdidas de potencia considerables. El fluido es incomprensible como sea posible, a fin de cuando se arranque una bomba o se cambie de posición una válvula, la acción sea instantánea.

### ✓ **Lubricación**

En la mayoría de los elementos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido. Los elementos de la bomba y otras piezas sujetas a desgaste deslizan entre sí con una película de aceite de pro medio, a fin de que elemento tenga una larga duración, el aceite debe contiene los aditivos necesarios para evitar el calor, la fricción, y el desgaste.

### ✓ **Sellamiento**

En la mayoría de los casos, el fluido es el único sello contra la presión en el interior de un componente hidráulico. El estrecho ajuste mecánico y la viscosidad los factores que determinan el porcentaje de fuga que pueda existir en un sistema hidráulico.

### ✓ **Enfriamiento**

El funcionamiento del sistema hidráulico produce calor a medida que se transfiere energía mecánica a energía hidráulica y viceversa. La transferencia de calor en el sistema se realiza entre los componentes calientes y el fluido que circula a menor temperatura. La circulación del aceite a través de las líneas y alrededor de las paredes del depósito, hace que ceda el calor que se genera en el sistema.

## **2.6. Bomba de engranajes Internos**

La bomba de engranajes internos puede ser utilizada en un amplio rango de viscosidades. En este tipo de bombas por cada revolución que dan los engranajes, estos permanecen unidos por un tiempo considerado, de esta manera los espacios entre los dientes se llenan de líquido, impidiendo la formación de cavidades.

La bomba de engranajes internos bombean con éxito líquidos con baja viscosidad, tales como el propano, además a velocidades bajas y las presiones de entradas bajas, proveen flujo constante e incluso descargan a pesar de condiciones de variación de presión.

## **2.7. Funcionamiento de la bomba de engranajes**

El líquido lo podemos describir con los 4 siguientes pasos:

- 1.- El líquido entra a la bomba por el canal de succión, entre los engranajes internos.
- 2.- El líquido fluye a través de la bomba en medio de los espacios que hay entre los dientes. La forma creciente (forma de media luna) divide al líquido y actúa como sello entre la entrada y la salida.
- 3.- La presión del líquido es elevada justo antes de que este salga por el conducto de salida.
- 4.- Los dientes de los dos engranajes se acoplan completamente, formando un sello equidistante, entre el conducto de entrada y el de salida. El sello fuerza al líquido a salir por el conducto de salida.

## **2.8. Ventajas y aplicaciones de la bomba de engranajes**

Las ventajas de esta bomba son:

- Descarga continua sin importar cambios de presión.
- Ideal para líquidos con alta con alto grado de viscosidad
- Operación en cualquier dirección
- Puede operar con una dirección de flujo, con cualquier rotación

- Bajo costo en mantenimiento
- Su diseño permite su uso en una amplia gama de aplicaciones.

Las aplicaciones destacadas para este tipo de bomba son:

- Filtración
- Circulación
- Transferencia
- Lubricación
- Aumento de presión
- Para la industria en general
- Para servicio ligero, medio y pesado

## **2.9. Características generales de la bomba**

### **2.9.1. Temperatura de operación**

Esto determinará los materiales de construcción de la bomba, y la holgura de las partes rotatorias. Frecuentemente la carcasa determina la temperatura máxima de operación.

### **2.9.2. Velocidades de la bomba**

Mientras más altas sean las velocidades de rotación, el desgaste aumenta. Esto se cumple cuando se trabaja con líquidos abrasivos. Al aumentar la velocidad de la bomba disminuye aparentemente la viscosidad de líquidos pseudo plásticos, y aumenta aparentemente la viscosidad de líquidos tixotrópicos.

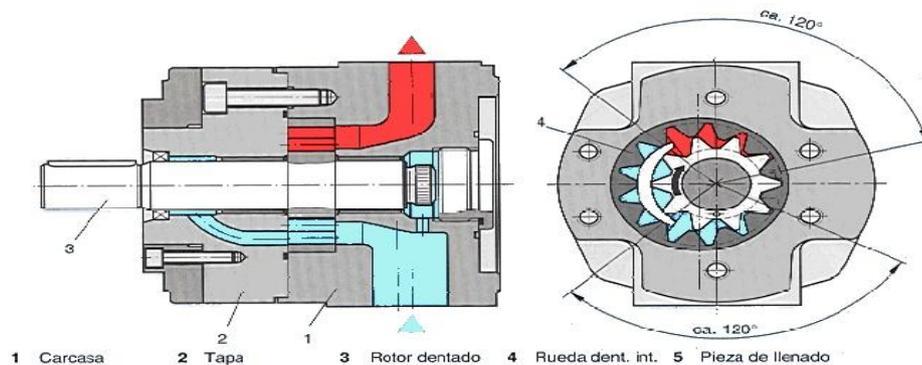
### **2.9.3. Eficiencia Volumétrica**

Expresa la capacidad de entrega por ciclo como porcentaje del verdadero desplazamiento del ciclo. A medida que el deslizamiento interior sea menor la eficiencia volumétrica aumentará. Cuando no hay deslizamiento, la eficiencia volumétrica es del 100%.

#### 2.9.4. Factores que afectan el rendimiento de las bombas

La viscosidad es la medida de la resistencia del líquido a fluir. La viscosidad del líquido reduce la eficiencia de la bomba, ya que requieren más tiempo para llenar las cavidades de la bomba. Los líquidos viscosos pueden también dañar piezas de la bomba y disminuir la tensión en el sistema de bombeo en general.

El rendimiento energético de la bomba puede ser aumentado reduciendo la velocidad de esta. Aunque el contacto del rotor con el engrane crean una sección casi perfecta, reducir la velocidad asegura un nivel más alto de rendimiento energético.



**Figura 2.4.** Bomba de engranajes Internos

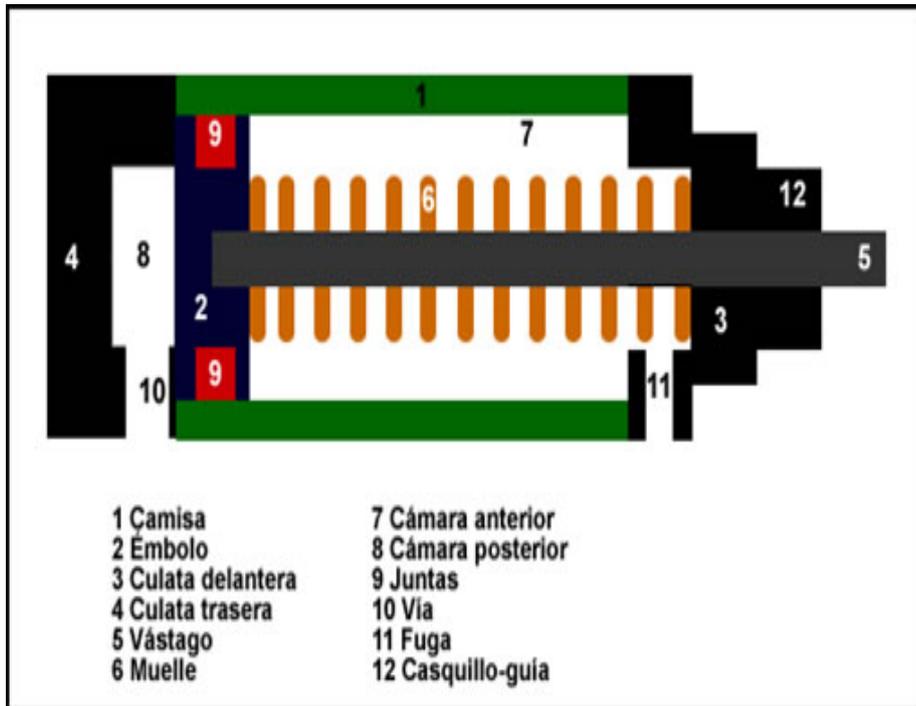
**Fuente:** [es.wikipedia.org/wiki/bombas de engranajes](http://es.wikipedia.org/wiki/bombas_de_engranajes)

#### 2.10. Cilindro de simple efecto

Los cilindros son actuadores lineales utilizados para convertir la potencia hidráulica en fuerza o movimiento mecánico lineal.

Cuando es necesario la aplicación de fuerza en un solo sentido. El fluido es aplicado en la cara delantera y la opuesta conectada a la atmósfera. El cilindro tipo pistón de accionamiento simple es similar en diseño y operación al cilindro simple tipo émbolo. El cilindro tipo pistón de accionamiento simple utiliza la presión del fluido para proporcionar la fuerza en una dirección, y la tensión de un resorte, la gravedad, el aire comprimido, o el nitrógeno se utiliza para proporcionar la fuerza en la dirección opuesta. La figura adjunta muestra un cilindro actuador de accionamiento simple, cargado con resorte, tipo pistón. En este cilindro el resorte ésta situado en el lado del vástago del pistón. En algunos cilindros por

resorte, el resorte está situado en el lado vacío, y el puerto fluido está en el lado del vástago del cilindro



**Figura 2.5.** Cilindro actuador de pistón de accionamiento simple

Fuente: [es.wikipedia.org/wiki/actuador](https://es.wikipedia.org/wiki/actuador)

## 2.11. Características fundamentales para la elección de un cilindro hidráulico

- **Fuerza:** donde se define la fuerza necesaria para el actuador. Es importante elegir Cilindros Hidráulicos sobredimensionados. Este sobredimensionamiento deberá ser calculado en función de la instalación, pero suele estar entre el 20% y el 100% de la fuerza a efectuar.
- **Velocidad:** dado que muchos cilindros forman parte de Sistemas Automatizados más complejos, y deben actuar a un ritmo calculado.
- **Longitud de Carrera:** dado que los Cilindros Hidráulicos tienen limitaciones constructivas y de diseño, por lo que deben elegirse de forma adecuada y calculada previamente a su instalación, o bien instalar limitadores y/o sistemas de control de carrera.

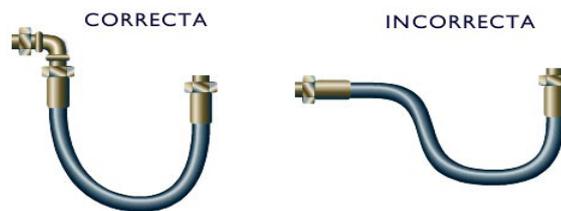
## 2.12. Mangueras o tuberías

Las mangueras hidráulicas se utilizan en aplicaciones en las que las líneas de conducción se deben flexionar o doblar. Al tener en cuenta el uso de mangueras, primero se debe verificar la presión del sistema, los pulsos de presión, la velocidad, la compatibilidad del fluido y las condiciones ambientales.

Los tamaños se designan en dieciseisavos de pulgada, utilizando un guión y un equivalente numérico para el numerador de la fracción.

La vida útil de las mangueras es bastante larga, pero el caucho siempre se deteriora lentamente al estar en contacto con diversas sustancias, como por ejemplo solventes, agua, luz solar, calor, etc. Las mangueras no son tan duraderas como los conductos metálicos y se deben cambiar a los pocos años.

La instalación correcta de la manguera es muy importante. Si se dobla de forma inadecuada o se tuerce o si no está correctamente sujeta, esto puede provocar una falla en la manguera.



**Figura 2.6.** Posición de las mangueras

**Fuente:** fluidhidraulyc.org

- **Funciones de las tuberías**

- ✓ transportar un fluido desde un punto fijo hasta otro móvil.
- ✓ Absorber las fluctuaciones de presión y vibraciones.
- ✓ Simplificar la instalación del sistema neumático.

- **Constitución**

- **Tubo interior:** De caucho sintético resistente al fluido hidráulico.
- **Capas de refuerzo:** Combinaciones de mallas de fibras sintéticas y/o metal que son las que soportan la presión interna.

- **Cubierta exterior:** De caucho sintético resistente a la abrasión, a la intemperie y a los hidrocarburos

### 2.13. Tipos de acoplamientos de mangueras



**Figura 2.7.** Acoplamientos de mangueras

**Fuente:** hydraulics.eaton.com

Los acoplamientos de mangueras se usan en ambos extremos de la longitud de la manguera con el fin de conectar la manguera a los componentes del sistema hidráulico. Se usan tres métodos para unir los acoplamientos a los extremos de la manguera. Estos tres métodos, mostrados en la figura 2.7. son:

1. Rebordeado (arriba) - Permanente, no reutilizable, con bajo riesgo de falla, que trabaja bien en todas las aplicaciones de presión.
2. De tornillo (derecha abajo) - Reutilizable, puede instalarse en las mangueras en campo usando herramientas manuales, útil en aplicaciones de presiones mediana y baja.
3. De collar - Reutilizable, diseñado para aplicaciones de manguera de presión alta, debe armarse y desarmarse usando una prensa de manguera.

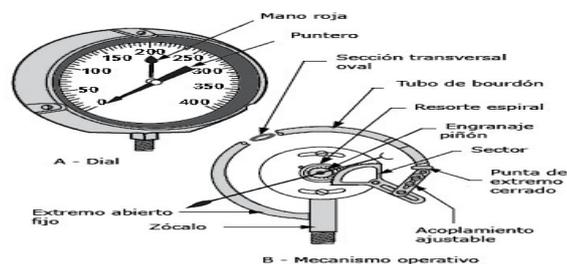
El extremo del acoplamiento de la manguera que no está directamente unido a la manguera unirá otro componente del sistema hidráulico. Se usan dos tipos generales de extremos de acoplamientos: conector de brida y conector roscado. Hay dos espesores para los extremos del conector de brida para algunas mangueras de tamaño específico, determinado por la presión del sistema. Hay varios extremos de conectores roscados, determinados por las conexiones a las

cuales están conectados. Los conectores roscados se restringen generalmente a mangueras de 1,25 pulgadas de diámetro o más pequeñas.

## 2.14. Manómetro

La mayoría de los medidores de presión, o manómetros, miden la diferencia entre la presión de un fluido y la presión atmosférica local. Para pequeñas diferencias de presión se emplea un manómetro que consiste en un tubo en forma de U con un extremo conectado al recipiente que contiene el fluido y el otro extremo abierto a la atmósfera. El tubo contiene un líquido, como agua, aceite o mercurio, y la diferencia entre los niveles del líquido en ambas ramas indica la diferencia entre la presión del recipiente y la presión atmosférica local.

Para diferencias de presión mayores se utiliza el manómetro de Bourdon, este manómetro está formado por un tubo hueco de sección ovalada curvado en forma de gancho. Los manómetros empleados para registrar fluctuaciones rápidas de presión suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea.



**Figura 2.8.** Manómetro de Bourdon

**Fuente:** hydraulic-supply.com

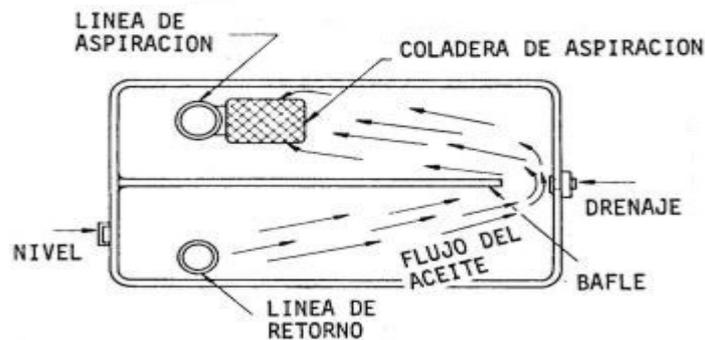
## 2.15. Depósito o tanque hidráulico <sup>5</sup>

La función natural de un tanque hidráulico o tanque de reserva es contener o almacenar el fluido de 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.

<sup>5</sup>[http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica\\_hidraulica4.html](http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica4.html)

El depósito debe ser lo suficientemente grande como para facilitar el enfriamiento y la separación de contaminantes. Como mínimo debe contener todo el fluido que requiere el sistema y mantener un nivel lo suficientemente alto como para que no se produzcan torbellinos en la línea de aspiración de la bomba. En general se utilizan depósitos que tienen 2 o 3 veces la de la bomba en litros/minuto. Por ejemplo si la bomba tiene un caudal 1,5 l/min el depósito que utilizaremos será de 3 ó 4,5 l

Las partículas sólidas más gruesas y los lodos formados por degradación del aceite se van acumulando en la parte inferior del tanque. Cada cierto tiempo habrá que hacer labores de mantenimiento, vaciado del tanque de aceite y limpieza del mismo. Para ello se dispone de la tapa. La chapa separadora que sirve para evitar el paso de burbujas de aire del retorno hacia la aspiración de la bomba, ya que hay que tener en cuenta que el tanque sirve al mismo tiempo de depósito de aspiración e impulsión del sistema.



**Figura 2.9.** Tanque hidráulico

**Fuente:** hydraulic-supply.com

## CAPÍTULO III

### Desarrollo del tema

#### 3.1. Preliminares

Para realizar el presente proyecto se empleo una metodología activa y participativa en el descubrimiento y experimentación con los materiales que vamos a emplear.

En este capítulo se detalla la alternativa considerada para la construcción del sistema hidráulico dando a conocer los componentes hidráulicos de alta y baja presión.

#### 3.2. Componentes del sistema Hidráulico

En la elaboración del sistema hidráulico se empleará diferentes elementos de alta y baja presión que permitirán accionar el cilindro, logrando así el funcionamiento adecuado de la puerta del avión Fairchild FH-227.

**Tabla1.1. Elementos Hidráulicos**

| <b>Funcionamiento Hidráulico</b> |   |
|----------------------------------|---|
| Actuador Hidráulico              | Cilindro hidráulico de simple efecto  |
| Tuberías o mangueras             | Tubería de retorno y tubería de aspiración  |
| Válvulas                         | Válvula direccional 4/3 incluye válvula de alivio para regular la presión del sistema |
| Bomba                            | Bomba de engranajes internos de caudal fijo   |
| Depósito hidráulico              | Tanque de acero de 4 litros para el depósito de aceite.                               |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Motor eléctrico    | Motor eléctrico monofásico de 220 v con una potencia de 0.5 HP |
| Líquido hidráulico | Aceite hidráulico ISO IVG 46                                   |
| Manómetro          | Manómetro inmerso en glicerina                                 |

- **Funcionalidad**

En nuestro sistema hidráulico el elemento principal es el cilindro hidráulico de empuje con vástago, que se encargara de accionar o levantar la puerta del avión Fairchild, este estará conectado a un circuito hidráulico, compuesto por una bomba hidráulica, válvulas de seguridad, motor y un tanque de almacenamiento.

También tendrá las conexiones correspondientes con la palanca accionadora del sistema, haciendo de esta operación más segura, rápida y efectiva. El operario solo tendrá que accionar esta palanca y el sistema hará el recorrido para accionar el cilindro.

- **Efectividad**

Es un sistema hidráulico sencillo que nos permite comprender su funcionamiento de forma clara y didáctica, en cuanto a su tamaño es muy beneficioso ya que requiere un espacio físico pequeño para su implementación en la estructura de la puerta del avión Fairchild

- **Factibilidad**

Debido a que los recursos son de fácil acceso y se cuenta con el factor económico, es factible la implementación del sistema por su fácil manipulación y fácil utilización, además tiene un grado menor de revisión de los componentes del sistema hidráulico, sin que haya factores que impidan su factibilidad didáctica, ya que con mucha facilidad los estudiantes podrán manipular el sistema.

### **3.3. Diseño**

En el proceso de diseño del sistema hidráulico se aplicara procedimientos de selección de cada uno de los elementos que permitirán el accionamiento adecuado de la puerta del avión. Dichos elementos permitirán el correcto funcionamiento, mantenimiento y control del sistema.

- Parámetros del diseño
- Diseño del sistema hidráulico
  - Fuerza requerida para accionar la puerta
  - Caudal que necesita el sistema
  - Presión requerida para accionar el sistema
  - Velocidad de desplazamiento del cilindro
- Selección de elementos para el sistema hidráulico
  - Cilindro hidráulico
  - Bomba
  - Tanque o depósito de aceite
  - Motor
  - Válvula de alivio
  - Válvula direccional
  - Tubería de retorno
  - Tubería de presión
  - Manómetro
  - Coupling
  - Fluido hidráulico

### **3.4. Parámetros de diseño**

Para la construcción del sistema hidráulico se han considerado varios factores entre los que podemos mencionar el peso de la puerta y principalmente las características del cilindro.

### **Datos de la puerta**

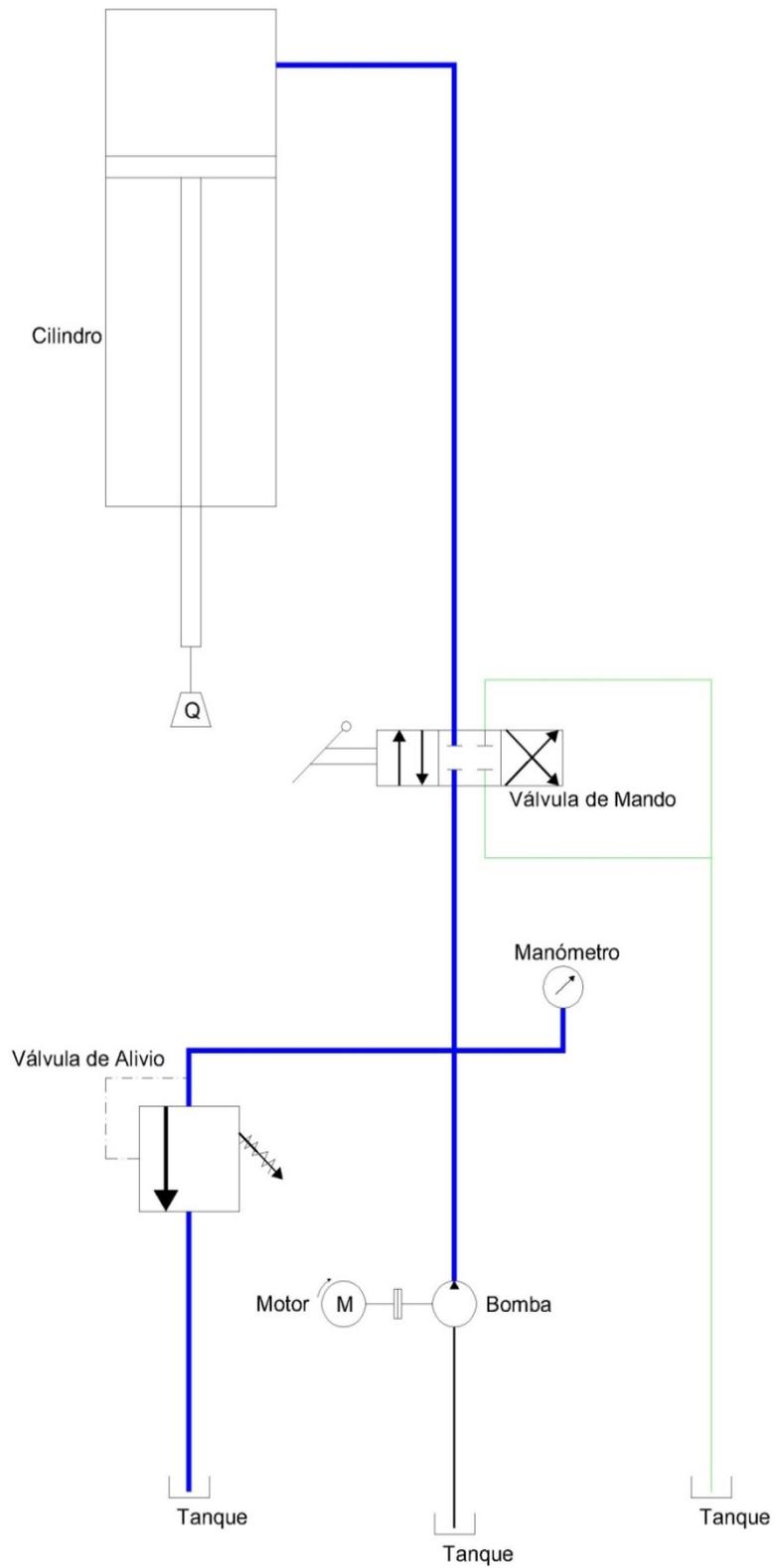
|                |             |
|----------------|-------------|
| Peso           | 100Kg       |
| Longitud total | 1.80 metros |

### **Datos del cilindro**

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| Tipo                              | Simple efecto    |
| Diámetro del pistón               | 4 cm             |
| Diámetro del vástago              | 2.5 cm           |
| Área anular o efectiva del pistón | 8cm <sup>2</sup> |
| Longitud de carrera del vástago   | 80 cm            |

### **3.5. Diseño del sistema hidráulico**

El diseño del circuito conlleva a dos tareas primordiales la primera es la elaboración correcta del diagrama o croquis del sistema y la segunda es el cálculo y definición concreta de los diferentes componentes en función de sus necesidades como la presión, caudal, potencia, etc...



**Figura 3.1 Esquema del sistema hidráulico**

- Línea de presión
- Línea de retorno
- Línea de succión

Cuando un diagrama o esquema está bien realizado se puede fácilmente comprender el funcionamiento del sistema.

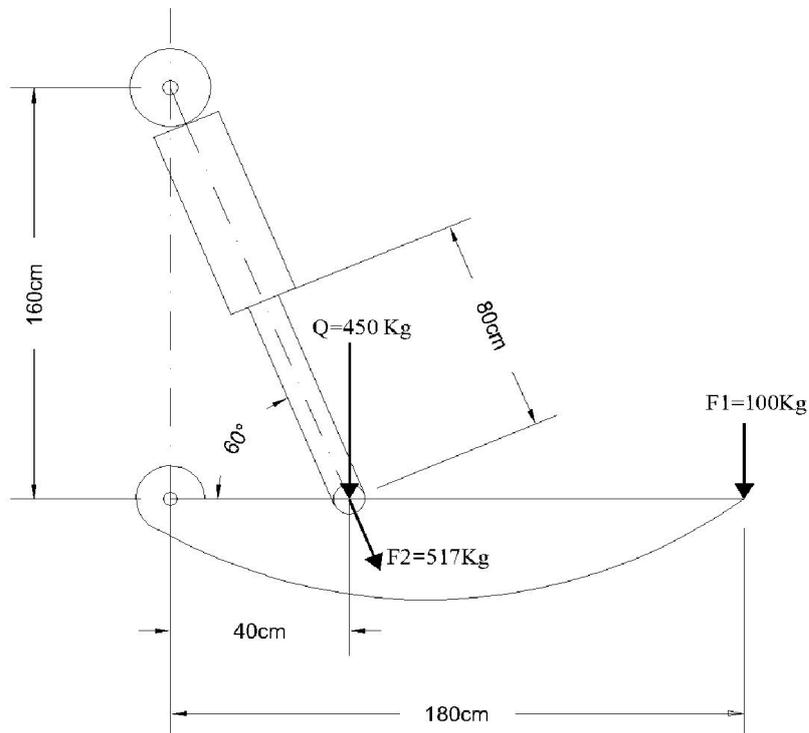
- **Fuerza de empuje que se requiere**

El fluido a presión actúa sobre el pistón produciendo un esfuerzo al vástago que es el que en última instancia realiza la fuerza requerida.

Para el cálculo de la fuerza se tomaran en cuenta las dimensiones del cilindro y el respectivo diagrama de fuerzas de la estructura.

- **Datos del cilindro**

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| Diámetro del pistón               | 4 cm             |
| Diámetro del vástago              | 2.5 cm           |
| Área anular o efectiva del pistón | 8cm <sup>2</sup> |
| Longitud de carrera del Vástago   | 80 cm            |



**Figura 3.2. Diagrama de fuerzas de la puerta del avión Fairchild FH-227**

Para el cálculo de la fuerza de empuje que se requiere en el pistón del cilindro se procede a calcular mediante el uso de la fórmula de la palanca:

$$F1a = Qb \quad (3.1)$$

En donde F1 es la fuerza que ejerzamos y Q es la resistencia o carga, a y b son distancias que hay del punto de apoyo a F1 y Q.

$$F1a = Qb$$

$$Q = \frac{F1 \times a}{b}$$

$$Q = \frac{100 \text{ Kg} \times 180 \text{ cm}}{40 \text{ cm}}$$

$$Q = 450 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{F1 = F2 = Q}$$

$$F2 = \frac{Q}{\sin \theta}$$

$$F2 = \frac{450 \text{ Kg}}{\sin 60^\circ}$$

$$F2 = 517 \text{ Kg}$$

En la práctica, es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos, en condiciones normales de servicio se puede considerar que las fuerzas de rozamiento representan de un 3% a 20% de la fuerza teórica calculada.

$$Fn = Ft - Fr \quad (3.2)$$

Para la fuerza de rozamiento se le ha designado un valor intermedio del 10% de la fuerza teórica calculada por lo que durante el accionamiento del cilindro hidráulico tendremos una fuerza de rozamiento cuyo módulo será:

$$Fr = 0,1 * Ft$$

$$Fr = 0,1 * 517 \text{ Kg}$$

$$Fr = 51.7 \text{ Kg}$$

Para determinar la fuerza real que ejercerá el cilindro sustituimos los valores antes calculados.

$$Fn = Ft - Fr$$

$$Fn = 517 - 51.7 \text{ Kg}$$

$$Fn = 465.3 \text{ Kg}$$

- **Cálculo de la velocidad de desplazamiento del cilindro**

$$\theta = \frac{d}{t} (3.3)$$

$\theta$  = velocidad de desplazamiento

d = longitud de carrera del cilindro

t = tiempo estimado 10 s

$$\theta = \frac{d}{t}$$

$$\theta = \frac{80 \text{ cm}}{10 \text{ s}}$$

$$\theta = 8 \text{ cm/s}$$

Para seleccionar los diferentes componentes del sistema hidráulico es necesario determinar los requerimientos de presión y caudal de aceite en el sistema hidráulico.

- **Cálculo de la presión de trabajo**

La presión que debe entregar la bomba y que tienen que soportar todos los elementos del sistema hidráulico se determinan en base del área del pistón y la fuerza máxima requerida en el pistón.

$$P = \frac{F}{A} \quad (3.4)$$

P = Presión

F = Fuerza

A = Área anular del pistón

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{465.3 \text{ Kg}}{8 \text{ cm}^2}$$

$$P = 58.16 \text{ Kg/cm}^2$$

Para el cálculo se tomara la presión de  $60 \text{ Kg/cm}^2$  que equivale a 825 PSI.

- **Caudal del sistema**

El requerido por el sistema se calcula en función de la velocidad de accionamiento del pistón y el área efectiva del mismo.

$$Q = V \cdot A \quad (3.5)$$

Q= caudal de la bomba

V= velocidad de desplazamiento del cilindro

A= área efectiva del cilindro

$$Q = 8 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot 8 \text{ cm}^2$$

$$Q = 64 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

El valor del caudal a tomar para la selección de nuestra bomba será de  $60 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$  que equivale a 1GLM o 3.6 l/min.

### **3.6. Selección de los componentes**

En este capítulo se pretende desarrollar en primer lugar una descripción de los conceptos básicos que permitan una mejor comprensión del desarrollo del proyecto.

Se explicará cada uno de los componentes a utilizar en el sistema hidráulico, en relación con sus características más generales. Tomando en cuenta; las dimensiones de la estructura de la puerta, la fuerza que se necesita para accionar la puerta y el caudal que requiere el sistema.

### **3.7. Selección del cilindro hidráulico**

Uno de los dispositivos más importantes que interesan en este proyecto es el cilindro hidráulico. Existe una gran diversidad de cilindros, ya que estos deben ser diseñados basándose en los requerimientos y necesidades específicos. Esto será una de las partes esenciales de nuestro sistema hidráulico para que se lleve a cabo la operación, que es el accionamiento de la puerta del avión Fairchild FH-227.

Una de las principales funciones de los cilindros es empujar o levantar en este caso necesitaremos que el cilindro hidráulico funcione de manera que levante la estructura de la puerta, es decir que estará instalado verticalmente en un ángulo de  $60^\circ$  para que el recorrido del vástago se hacia arriba y así pueda operar como lo deseamos.

Para la aplicación de fuerza en un solo sentido se ha previsto la utilización de un cilindro de simple efecto que utiliza la presión del fluido para proporcionar la fuerza en una dirección, y para proporcionar la fuerza en la dirección opuesta utiliza la fuerza de gravedad.

Para la selección se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- Velocidad de desplazamiento del cilindro
- Presión de operación del sistema
- Longitud de desplazamiento del cilindro
- Área efectiva del cilindro

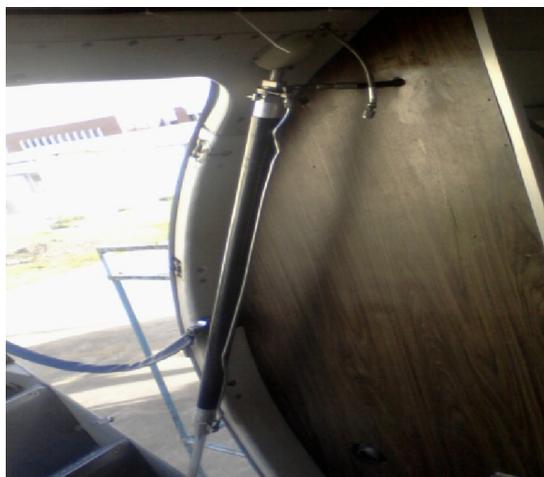
El área efectiva de un cilindro es el área del pistón y de sello de pistón sobre la cual actúa el aceite. Como uno de los extremos del vástago está unido al pistón y el extremo opuesto se extiende fuera del cilindro, el área efectiva del extremo del vástago es menor que el área efectiva del extremo de la cabeza. El aceite no actúa contra el área del pistón cubierta por la unión del vástago.

El volumen de aceite necesario para llenar el extremo del vástago del cilindro es menor que el volumen de aceite necesario para cubrir el extremo de la cabeza del cilindro. Por tanto, para un régimen de flujo dado, el vástago del cilindro se retrae más rápido que el tiempo que tarda en extenderse.

El cilindro de simple efecto posee una sola manguera en uno de sus extremos, el cilindro sólo puede aplicar fuerza para retraer su varilla. La carrera de desplazamiento del cilindro se logra por la fuerza de gravedad y el peso de la puerta.

- **Características del cilindro**

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| Tipo de cilindro     | Simple efecto |
| Diámetro del pistón  | 4 cm          |
| Diámetro del vástago | 2.5 cm        |
| Longitud de carrera  | 80 cm         |



**Figura 3.3.** Cilindro hidráulico de simple efecto

### 3.8. Selección de la bomba

Para la selección de este elemento es importante entender que el único propósito de la bomba es crear caudal, ya que es un mecanismo diseñado para producir un flujo necesario para el desarrollo de la presión.

Por la selección de la bomba se ha procedido a analizar las características de operación y el valor económico.

- **Costo:** se debe considerar al costo como un factor que afecta la selección de la bomba, podría ser que se escoja una demasiado costosa y exceda los requerimientos del sistema.
- **Características de operación:** la bomba efectuara un trabajo intermitente es decir que no realizara trabajos continuos. Otras características a tomar en cuenta son el caudal, presión y la velocidad en la que se desplazara el cilindro.

En nuestro sistema hidráulico la velocidad de desplazamiento del cilindro hidráulico a considerar será de 8 cm/s valor indicado anteriormente en el esquema, de tal forma que el caudal que tiene que proporcionar la bomba se procedió a calcular de la siguiente manera:

$$Q = V \cdot A$$

Q= caudal de la bomba

V= velocidad de desplazamiento del cilindro

A= área del efectiva del cilindro

$$Q = 8 \frac{cm}{s} \cdot 8cm^2$$

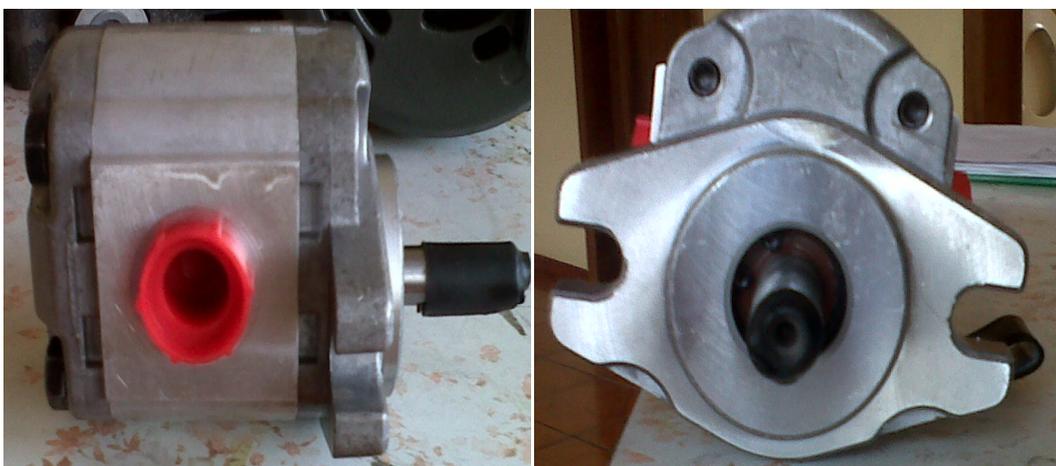
$$Q = 64 \frac{cm^3}{s}$$

El valor del caudal a tomar para la selección de nuestra bomba será de  $60 \frac{cm^3}{s}$  que equivale a 1GLM o 3.6 l/min.

De tal forma que se ha seleccionado una bomba de engranajes internos. Esta bomba posee un gran rendimiento tiene la capacidad de suministrar la misma cantidad de aceite por cada revolución del eje de entrada, mantiene una eficiencia volumétrica mayor del 90% cuando se conserva la presión dentro de los estándares especificados en el sistema hidráulico.

- **Especificaciones de la bomba**

|                 |                                    |
|-----------------|------------------------------------|
| Modelo          | P102-RU01GT                        |
| Tipo            | Caudal fijo de engranajes internos |
| Presión nominal | 200 bar                            |
| Velocidad       | 1800/3600 rpm                      |
| Caudal          | 3.6 l/min                          |



**Figura 3.4.** Bomba de engranajes internos de caudal fijo

### 3.9. Selección del Motor

El motor tiene la capacidad de convertir la energía hidráulica en torque y como resultado en una fuerza. El funcionamiento óptimo de un motor varía en cuanto a su diseño por la capacidad que soporta la presión y grandes fuerzas.

El funcionamiento de un motor, en general, se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica y la posibilidad de crear, a partir de ellas, unas determinadas fuerzas de atracción y repulsión encargadas de actuar sobre un eje y generar un movimiento de rotación.

El funcionamiento óptimo del motor está determinado por:

- Capacidad de soportar presiones y grandes fuerzas hidráulicas.
- La velocidad del motor
- La potencia

- **Potencia del motor**

El cálculo de la potencia del motor se lo realiza de la siguiente manera:

$$N=QP \tag{3.6}$$

N= potencia requerida (HP)

Q= caudal de la bomba ( $\frac{cm^3}{s}$ )

P= presión del sistema o trabajo ( $\frac{kg}{cm^2}$ )

$$N = 60 \frac{cm^3}{s} * 60 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$N = 3600 Kg \cdot \frac{cm}{s}$$

Este valor multiplicamos por 1 HP que equivale  $7500 Kg \cdot \frac{cm}{s}$

$$N = 3600 Kg \cdot \frac{cm}{s} * \frac{1HP}{7500 Kg \cdot \frac{cm}{s}}$$

$$N = 0.48 HP$$

Con este resultado se requerirá un motor eléctrico monofásico con una potencia de 0.5 HP es decir medio caballo de fuerza.

- **Especificaciones del motor**

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| Modelo    | WEG                               |
| Tipo      | Eléctrico monofásico de 110/220 V |
| Potencia  | 0.5 HP                            |
| Velocidad | 1750 rpm                          |



**Figura 3.5. Motor monofásico**

### **3.10. Selección del aceite hidráulico**

A partir de tener el conocimiento del trabajo que desarrollara el fluido hidráulico, se buscara seleccionar aquel que nos ofrezca el mayor número de prestaciones y satisfacción de nuestro sistema hidráulico.

Para evitar la obstrucción por sedimentos, el desgaste prematuro de los componentes y un colapso eventual del sistema.

Para elegir nuestro aceite hidráulico lo hacemos en función de:

- Tipo de circuito

- Temperatura de ambiente
- Presión de trabajo
- Tipo de bomba

Por las exigencias en el sistema se ha seleccionado el aceite hidráulico Gulf HARMONY HV ISO VG 46.

- **DEFINICION**

Gulf HARMONY HV ISO VG 46 es un aceite hidráulico de altísimas prestaciones, con aditivos antidesgaste y mejoradores del índice de viscosidad, que lo hacen especialmente adecuado en equipos que trabajen bajo cambios frecuentes de temperatura.

- **APLICACIONES**

Todo tipo de circuitos hidráulicos, tanto de interior como de exterior, y que estén sometidos a extremas presiones, alta velocidad en bombas o cambios bruscos de temperatura.

- **PROPIEDADES**

- Excelente protección frente al desgaste, ofreciendo una excepcional protección al sistema hidráulico, alargando la vida de sus componentes.
- Altísimo índice de viscosidad, que le permite asegurar siempre la mejor lubricación en cualquier situación presentada, incluso en grandes cambios de temperatura.
- Elevada estabilidad frente a la oxidación, permitiéndole alargar la vida útil del aceite en servicio.
- Gran protección frente a la corrosión y la herrumbre, ofreciendo una inestimable protección de los componentes de los circuitos hidráulicos.
- Excelentes propiedades antiespumantes, mejorando la lubricación del circuito y protegiendo contra la cavitación a la bomba, además de reducir el ruido de funcionamiento de los equipos.
- Muy buena filtrabilidad, incluso en presencia de agua.
- Bajísimo punto de congelación, que le confiere unas excelentes prestaciones incluso a baja temperatura.

- **Características**

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Color                   | rojo   |
| Densidad a 15 °C        | 0.874  |
| Viscosidad a 40 °C      | 46.0   |
| Viscosidad a 100 °C     | 8.4    |
| Índice de viscosidad    | 161    |
| Punto de inflamación °C | 215°C  |
| Punto de congelación °C | -39 °C |

### **3.11. Válvula direccional**

En nuestro sistema hidráulico para enviar el suministro de aceite al cilindro se lo realiza mediante el uso de una válvula direccional de accionamiento manual por palanca.

Para seleccionar se analizó los siguientes puntos:

- **Golpes de presión**

Existe la posibilidad de que en algún momento dado la presión trascienda a un valor considerable, más allá de la presión continua.

- **Tiempo de respuesta**

En algunos casos puede suceder que se necesite una velocidad de respuesta de la válvula, pues este puede afectar el funcionamiento del ciclo de trabajo.

- **Accionamiento de la válvula**

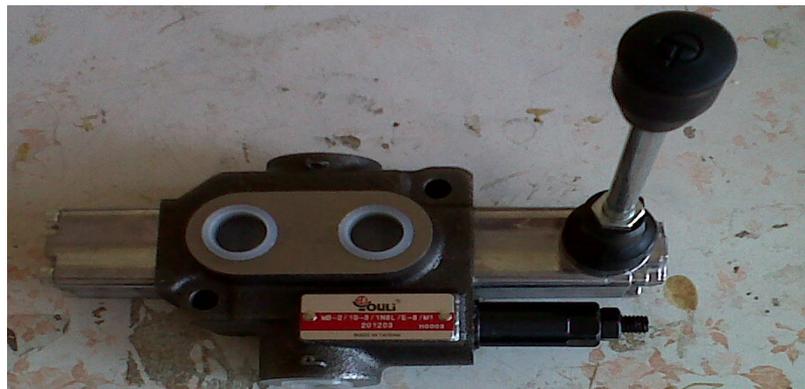
Para operar la válvula dependerá del tipo de accionamiento seleccionado anticipadamente para el cambio de corredera, en nuestro caso el accionamiento será manual y de fácil manejo para el operario.

- **Compatibilidad del fluido**

Debido a que existen válvulas limitadas a determinadas aplicaciones en el uso de aceite mineral, la válvula direccional a utilizar en nuestro sistema hidráulico es compatible con una variedad de fluidos.

- **Especificaciones Técnicas**

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| Válvula direccional | Incluye válvula de alivio de presión |
| accionamiento       | Manual por palanca                   |
| Presión nominal     | 200 bar                              |
| Caudal nominal      | 20 gpm                               |



**Figura 3.6.** Válvula de mando

El sistema hidráulico se diseña para operar a un cierto límite de presión, pero si se excede esta presión puede dañar los componentes del sistema o convertirse en un peligro potencial para el operador. De tal forma que se emplea una válvula de alivio también llamada válvula de accionamiento directo para mantener la presión dentro de los límites específicos permitiendo que el aceite fluya o regrese al tanque.

La válvula de alivio viene incorporada en la válvula direccional antes mencionada, con el puerto primario de la válvula conectada a una línea de presión y el puerto secundario conectado al depósito.

- **Características de la válvula de alivio de acción directa**

|                   |              |
|-------------------|--------------|
| Presión máxima    | 200 bar      |
| Ajuste de presión | 35 a 200 bar |
| Caudal máximo     | 20 gpm       |

### 3.12. Selección del manómetro

En el sistema que vamos a operarse generan varias presiones y vamos a centralizar el control de la presión en el uso de un manómetro.

En este sistema se empleo un manómetro del tipo tubo Bourdon, la presión de fluido hidráulico se aplica a dicho tubo a través de un conducto de alta presión proveniente de la bomba hidráulica produciéndose así un enderezamiento parcial del tubo de Bourdon, proporcional a la presión.

Este movimiento es transmitido a una aguja que se mueve sobre un cuadrante, registrando así la presión del aceite. En la parte interna de su carátula contiene glicerina para que pueda soportar las variaciones de presión a la que va a estar sometida, además de medir presiones de 200 bar o 300 psi, lo cual nos va a dar una lectura más exacta en cualquier magnitud.

- **Especificaciones**

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| Modelo            | AT-100-100K-A1-N                     |
| Escala de presión | 10-200 bar                           |
| Acometida rosca   | 1/4 NPT                              |
| Intervalos        | De 0 a 300PSI<br>De 0 a 200 Bar      |
| Graduaciones      | De 100 en 100 PSI<br>De 10 en 10 Bar |



**Figura 3.7.** Manómetro inmerso en glicerina

### **3.13. Selección de mangueras**

Para la selección previa de las mangueras se toma en cuenta los siguientes factores:

- Compatibilidad con el fluido
- Condiciones ambientales
- Presión de trabajo

- **Compatibilidad de fluidos**

Los materiales del tubo y de la cubierta son susceptibles al ataque de corrosión cuando el fluido entra en contacto, el material del tubo es la consideración más importante ya que es el más factible de ser atacado.

- **Condiciones ambientales**

Se refiere a la temperatura máxima del líquido, las condiciones de altas temperaturas pueden causar efectos adversos a las mangueras debido a la degradación del caucho, reduciendo así la utilidad de la manguera y la retención de las conexiones.

- **Presión de trabajo**

Golpes de presión, en casi todos los sistemas hidráulicos se producen aumentos momentáneos de presión superiores a la presión ajustada en la válvula de alivio.

Para nuestro sistema es aconsejable utilizar mangueras flexibles, ya que las tuberías están sujetas a movimiento.

- **Manguera hidráulica fabricada bajo norma SAE 100R1AT**

Considerando los factores anteriormente expuestos se ha procedido a seleccionar manguera hidráulica con las siguientes especificaciones:

- ✓ Tubo interior: De caucho sintético resistente a los aceites.
- ✓ Cubierta: Caucho sintético resistente a la abrasión e intemperie.
- ✓ Refuerzo: Una malla de trenzada de alambre de acero endurecida y templado.
- ✓ Tiempo de almacenaje: 10 años
- ✓ Tiempo de empleado: 10 años

- **Especificaciones Técnicas de las mangueras hidráulicas**

| Medida    | Diámetro Interior | Diámetro Exterior | Presión de prueba |             | Presión de Ruptura |              | Radio Curvatura |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|--------------------|--------------|-----------------|
|           |                   |                   | Bar               | PSI         | Bar                | PSI          |                 |
| m.m       | (Pulg/mm)         | m.m(1/2)          | Bar               | PSI         | Bar                | PSI          |                 |
| <b>4</b>  | <b>1/4 / 6.4</b>  | <b>13.4</b>       | <b>190</b>        | <b>2750</b> | <b>758</b>         | <b>11000</b> | <b>102</b>      |
| <b>5</b>  | <b>5/16 / 7.9</b> | <b>15</b>         | <b>172</b>        | <b>2500</b> | <b>275</b>         | <b>10000</b> | <b>114</b>      |
| <b>6</b>  | <b>3/8 / 9.5</b>  | <b>17.4</b>       | <b>155</b>        | <b>2250</b> | <b>248</b>         | <b>9000</b>  | <b>127</b>      |
| <b>8</b>  | <b>1/2 / 12.7</b> | <b>20.6</b>       | <b>138</b>        | <b>2000</b> | <b>220</b>         | <b>8000</b>  | <b>178</b>      |
| <b>10</b> | <b>5/8 / 15.9</b> | <b>23.7</b>       | <b>103</b>        | <b>1500</b> | <b>165</b>         | <b>6000</b>  | <b>203</b>      |
| <b>12</b> | <b>3/4 / 19.0</b> | <b>27.7</b>       | <b>86</b>         | <b>1250</b> | <b>138</b>         | <b>5000</b>  | <b>241</b>      |
| <b>16</b> | <b>1 / 25.4</b>   | <b>35.6</b>       | <b>69</b>         | <b>100</b>  | <b>110</b>         | <b>4000</b>  | <b>305</b>      |
| <b>20</b> | <b>1 ¼ / 31.8</b> | <b>43.5</b>       | <b>43</b>         | <b>625</b>  | <b>69</b>          | <b>2500</b>  | <b>419</b>      |
| <b>24</b> | <b>1 ½ / 38.1</b> | <b>50.7</b>       | <b>34</b>         | <b>500</b>  | <b>55</b>          | <b>2000</b>  | <b>508</b>      |
| <b>32</b> | <b>2 / 50.8</b>   | <b>64.6</b>       | <b>26</b>         | <b>375</b>  | <b>41</b>          | <b>1500</b>  | <b>635</b>      |



**Figura 3.8.** Mangueras flexibles de 1/4 “

### **3.14. Selección del tanque o reservorio**

El depósito, o más comúnmente llamado tanque, cumple diferentes funciones. En primer término es el depósito de aspiración e impulsión del sistema de bombeo, además sirve de almacén y reserva de aceite. Por otra parte tiene como misiones la separación, en lo posible, del aire del líquido hidráulico, la refrigeración del aceite por simple transmisión de calor por sus paredes al exterior, la toma de contacto del aceite con la presión atmosférica.

Todo depósito debe estar lo suficientemente ventilado para poder eliminar las burbujas de aire disueltas en el aceite. Además se debe poner en contacto el aceite a la presión atmosférica. Pero por otro lado se debe evitar que la contaminación del ambiente contamine el fluido hidráulico.

Para la construcción del reservorio o depósito se seleccionó una plancha de acero A-36 de 1m con una aleación mínima para permitir la soldadura de los materiales, se estableció la longitud, anchura y altura del tanque para una capacidad de 4 litros.

Soldamos los bordes de la plancha donde se juntan haciendo una soldadura continua para asegurarse de que la unión sea a prueba de fugas.

El depósito posee los siguientes orificios o puertos:

- Orificio para la línea de succión de la bomba
- Orificio de ventilación
- Orificio para la línea de retorno
- Orificio de reabastecimiento de líquido hidráulico

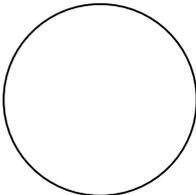


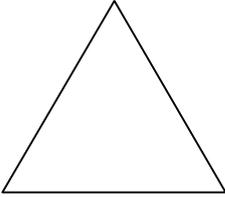
**Figura 3.9.** Tanque o depósito de aceite

### 3.15. Construcción o implementación

Una vez seleccionado todos los elementos hidráulicos a emplear en nuestro sistema hidráulico para llevar a cabo la operación del accionamiento de la puerta de pasajeros del avión Fairchild se inicia con el proceso de construcción que será descrito en esta sección, teniendo como antecedentes las características de operación en base al trabajo bajo presión que van a desarrollar, el tamaño de los componentes, material del que están fabricados, medidas de los acoples y cañerías.

### 3.16. Simbología del proceso de construcción

| SÍMBOLO   | SIGNIFICADO  |
|---|--|
|  | <p style="text-align: center;"><b>Operación</b></p>  |
|  | <p style="text-align: center;"><b>Inspección</b></p> |

|   |                         |
|---|-------------------------|
|  | <b>Fin de operación</b> |
|---|-------------------------|

- **Proceso de construcción del reservorio**

Se procedió a realizar la medición del mismo y se empezó a realizar pequeños cortes para hacer un doblado y formar la estructura.

Además de colocar y asegurar el disco de corte en la amoladora para iniciar a cortar el material. Se empezó cortando: cuatro segmentos del material, cada uno de 60cm; dos segmentos de 50cm

Se debe tomar muy en cuenta la protección al momento de hacer el corte ya que las limallas que se desprende del material al momento de cortar suelen ingresar a los ojos, es recomendable usar gafas de protección y guantes.



**Figura 3.10. Corte de material**

Utilizando la escuadra, nivel y playos de presión para unir el material y que no se deformen o no se desenganchen al momento de realizar el proceso de soldadura.

En el proceso de soldadura no se soldó por completo, ya que primero se debe cerciorar que la estructura esté unida para posteriormente soldar por completo.

Una vez realizado el proceso de soldadura se procede a eliminar el exceso de material producido por la suelda, comúnmente llamado escoria, para realizarlo de una manera rápida se utilizó la amoladora con el disco de desbaste.

Para realizar el proceso final de pintura del reservorio se utilizaron:

- Compresor de aire
- Pistola de pintura
- Amoladora (disco de desbaste), lijas
- Tiñer
- Pintura amarilla

El proceso de pintura se empezó lijando la superficie del reservorio, con la ayuda del disco de desbaste acoplado a la amoladora, una franela humedecida de tiñer fue utilizada para limpiar el polvo metálico sobrante en el soporte y posteriormente se pintó una primera capa de pintura.

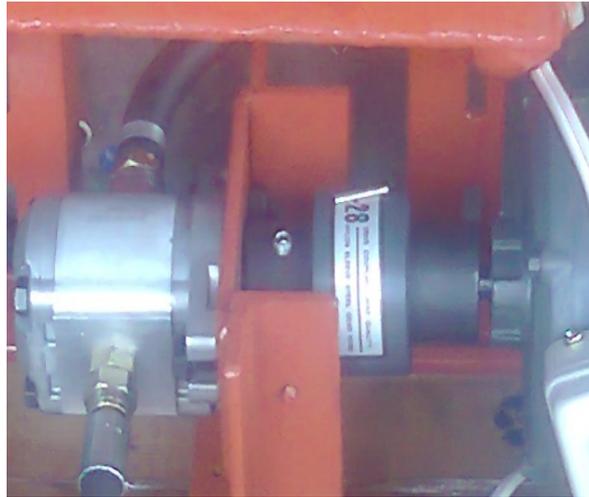
Finalmente se procede a pintarlo con un fondo anticorrosivo y pintura de color rojo la misma que permitirá identificar al reservorio.



**Figura 3.11.** Pintado del reservorio

- **Acoplamiento del motor con la bomba hidráulica**

Como primer paso se procedió a unir el eje del motor con el eje de la bomba mediante un acoplamiento elástico llamado coupling o matrimonio que permite corregir desviaciones angulares y axiales, que de no eliminarse significaría someter a los engranajes de la bomba a una sobrecarga provocando su desgaste prematuro. En este sistema hidráulico el motor y la bomba están acoplados como unidad única, lo que elimina la necesidad de tuberías o mangueras de fluidos entre la bomba y el motor.



**Figura 3.12.** Unión del motor a la bomba mediante un mecanismo de acople conocido como matrimonio

- **Acoplamiento de la bomba hidráulica al reservorio**

Para la unión del reservorio con el puerto de entrada de la bomba se utilizó una manguera flexible de 5/16" de diámetro \* 0.70mts de longitud, el un extremo roscado de la manguera se conectó al reservorio ajustando con una llave 3/4 y de la misma manera se conectó el otro extremo de la manguera a la bomba. La posición de la bomba hidráulica está a 25 cm por debajo del reservorio, lo cual va a dar una carga positiva en la entrada de la bomba ya que es necesario que haya una alimentación constante de líquido hidráulico para mejorar su eficiencia y prolongar su vida y la del sistema en conjunto.



**Figura 3.13.** Acoplamiento de la bomba al reservorio

- **Acoplamiento de la bomba hidráulica con la válvula direccional**

Para la unión de la válvula direccional con el puerto de salida de la bomba se utilizó una manguera flexible de 1/4" de diámetro \* 0.50mts de longitud que actúa como línea de presión, el un extremo roscado de la manguera se conectó a la válvula direccional ajustando con una llave 3/4 y de la misma manera se conectó el otro extremo de la manguera a la bomba.



**Figura 3.14.** Unión de la bomba hidráulica con la válvula direccional

- **Acoplamiento de la conexión tipo cruz**

Este acoplamiento tipo cruz posee 4 puntos de conexión de tal manera que se procedió a conectar la parte superior con el manómetro de Bourdon de 1/4".

Seguidamente se realizó el ajuste de las mangueras a la cruz de conexión la cual en su parte derecha va conectada por medio de un acople a la línea de presión que se dirige al puerto de entrada del cilindro, y en la parte inferior esta enroscada con la válvula direccional.



**Figura 3.15.** Acoplamiento del manómetro con la conexión tipo cruz

- **Válvula Direccional**

Este sistema se dispone de una válvula de 4 vías 3 posiciones dispuesta en el primer punto con flujo libre de la bomba hidráulica en el segundo punto al flujo de la presión en el tercer punto se conecta a la unión cruz junto con el manómetro.

Finalmente se procedió a unir la línea de presión con la toma del cilindro hidráulico utilizando manguera flexible de 5/16" con acoples roscados en sus extremos.

Por último se adaptó un interruptor al motor eléctrico de 220V para permitir el paso de corriente continua y estable durante su funcionamiento.



**Figura 3.16.** Interruptor del motor

Para la unión y acoplamiento de las distintas unidades que conforman el sistema hidráulico se han utilizado diferentes clases de accesorios que son directamente los que se acoplan a los racores instalados en las mangueras.

**Tabla 2.1. Descripción de uniones**

| Descripción de uniones | Medidas   | Material       |
|------------------------|-----------|----------------|
| Unión cruz             | 1/4       | Bronce y acero |
| Unión macho rosca      | 1/4 x 1/8 | acero          |
| Unión macho hembra     | 1/4 x 1/4 | Acero          |

### 3.17. Tecnología y maquinaria utilizada

| Herramientas<br>Manuales   |
|--|
| Soldadora SMAW   |
| Torno  |
| Taladro de pedestal  |
| Arco de sierra<br>Martillo, conjunto de<br>llaves, flexómetro,<br>calibrador |

### 3.18. Diagrama de construcción del reservorio

Material: Plancha de acero A-36



### 3.19. Diagrama de construcción del sistema hidráulico



### 3.20. Prueba de fiabilidad del sistema hidráulico

Al cabo de la finalización de los procesos de selección y montaje de los elementos del sistema hidráulico para el accionamiento de la puerta del avión escuela Fairchild FH-227 se procedió a realizar pruebas de campo correspondientes, con el fin de evaluar el desenvolvimiento del sistema hidráulico en condiciones reales de funcionamiento.

### 3.21. Prueba de funcionamiento

- ✓ Se comprobó el accionamiento del sistema hidráulico para ascenso y descenso de la puerta del avión Fairchild mediante la palanca manual de accionamiento.



**Figura 3.17.** Accionamiento de la palanca de mando

- ✓ Durante el accionamiento de la puerta del avión Fairchild el cilindro de empuje con vástago obtuvo un funcionamiento adecuado en el proceso de carrera.



**Figura 3.18.** Desplazamiento del cilindro

- ✓ Con respecto al sistema hidráulico no existieron fugas de aceite ni contratiempos con el motor ni la bomba.

✓ Cumple con el tiempo de recorrido del vástago en un ciclo de 8 segundos.

- **Elementos generadores de presión**

| <b>Elementos</b> | <b>Cumple Tolerancias</b> | <b>Ensamblaje óptimo</b> |
|------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Bomba</b>     | ✓                         | ✓                        |
| <b>Cañerías</b>  | ✓                         | ✓                        |
| <b>Depósito</b>  | ✓                         | ✓                        |
| <b>Fijación</b>  | ✓                         | ✓                        |

- **Elemento de dirección de caudal**

| <b>Elementos</b> | <b>Cumple Tolerancias</b> | <b>Ensamblaje óptimo</b> |
|------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Válvula</b>   | ✓                         | ✓                        |
| <b>Cañerías</b>  | ✓                         | ✓                        |
| <b>Fijación</b>  | ✓                         | ✓                        |

- **Elementos indicadores de presión**

| <b>Elementos</b> | <b>Cumple Tolerancias</b> | <b>Ensamblaje óptimo</b> |
|------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Manómetro</b> | ✓                         | ✓                        |
| <b>Cañerías</b>  | ✓                         | ✓                        |
| <b>Fijación</b>  | ✓                         | ✓                        |

### 3.22. Manual de Operación

|   |  |                              |   |
|---|--|------------------------------|---|
|  | <b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>   |                              |  |
|   | <b>Operación:</b> Encendido del sistema hidráulico y accionamiento de la puerta del avión Fairchild FH-227 |                              |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores  | <b>Revisado<br/>No. 1</b>    |   |
| Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo   |  | <b>Fecha:<br/>14/12/2012</b> |   |

- Es muy importante que antes de operar el sistema hidráulico para el accionamiento de la puerta del avión Fairchild, se realice la lectura minuciosa del manual de operación en el que se especifica paso a paso el procedimiento que el operario deberá entender y conocer.

1.- Estar seguro de que el sistema y componentes se encuentren en su estado y posición óptima para operar.

2.- Inspeccionar que se cuente con una extensión de corriente eléctrica de 220V.

3.- Antes de conectar la extensión eléctrica asegúrese que el botón de control o encendido del sistema hidráulico se encuentre en la posición apagado (off).

4.- Conectar el un extremo de la extensión de corriente eléctrica de 220v a la toma ubicada en el taller de mecánica del bloque 42.



|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>   |  |
|   | <b>Operación:</b> Encendido del sistema hidráulico y accionamiento de la puerta del avión Fairchild FH-227 |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores  | <b>Revisado</b><br><b>No. 1</b>   |
| Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo   | <b>Fecha:</b><br><b>14/12/2012</b>   |   |

5.- El otro extremo de la extensión conectar a la toma del avión Fairchild ubicada en la cámara inferior trasera o cola del avión.



6.- Presione el botón de encendido (ON) y espere un momento (5 minutos) a que todo el sistema se estabilice. Durante este lapso de tiempo verifique que no existan fugas en el sistema hidráulico.

7.- Seguidamente para accionar la puerta del avión retire el seguro de la misma, halando la palanca de seguridad cuidadosamente.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>   |  |
|   | <b>Operación:</b> Encendido del sistema hidráulico y accionamiento de la puerta del avión Fairchild FH-227 |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores  | <b>Revisado</b><br><b>No. 1</b>   |
| Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo   | <b>Fecha:</b><br><b>14/12/2012</b>   |   |



8.- Para generar el movimiento de ascenso y descenso de la puerta, accione la palanca de mando del sistema hidráulico, no tire violentamente de ella ni aumente la fuerza.

9.- Por ningún motivo se debe apagar el sistema a la mitad del proceso, siempre se debe apagar cuando el proceso haya terminado.

### 3.23. Manual de Procedimientos

|   |  |   |
|---|--|---|
|    | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>                        |  |
|   | <b>MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO</b> |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores                        | <b>Revisado No. 1</b>   |
|   | Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo                  | <b>Fecha: 14/12/2012</b>  |
| <p><b>1.- OBJETIVO</b></p> <p>Documentar un manual preventivo para mantener el sistema hidráulico en buen estado de operación mediante la inspección continua de los diferentes componentes que conforman el sistema.</p> <p><b>2.-ALCANCE</b></p> <p>Mantener el sistema hidráulico en óptimas condiciones de operación.</p> <p><b>3.-DEFINICIÓN</b></p> <p>El deterioro de los componentes del sistema hidráulico puede efectuarse por varios factores, uno de ellos y el más importante es el desuso de los mismos.</p> <p><b>4.- PROCEDIMIENTO</b></p> <p>En esta parte se plantea el procedimiento adecuado para la revisión y prevención de los diferentes componentes que conforman el sistema hidráulico.</p> <p>Se aconseja verificar en cada operación el sistema y el tiempo de vida de los componentes.</p> |  |   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>                        |  |
|   | <b>MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO</b> |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores                        | <b>Revisado No. 1</b>   |
|   | Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo                  | <b>Fecha: 14/12/2012</b>  |

#### **4.1. Normas de mantenimiento y revisión del cilindro hidráulico**

Normalmente un cilindro hidráulico requiere poco mantenimiento luego de la puesta de servicio. Una vez que un sistema fue puesto en servicio, se requieren controles regulares para determinar si el cilindro hidráulico funciona correctamente. Durante los controles preste atención a lo siguiente:

- Verificación visual el estado del vástago (rayas, poros, golpes, corrosión o flexión), cualquier daño o corrosión que aparezca en este componente podría aumentar la fricción y dar lugar a condiciones peligrosas.
- Verificar la alineación del vástago.
- Verificar fugas internas, los cuales se pueden verificar por reducción en las velocidades de desplazamiento o por pérdidas de potencia
- Verificar fugas externas, los cuales se pueden detectar por pérdidas de fluido en diferentes partes del cilindro, los cuales ocasionan pérdidas de velocidad, potencia y consumo de aceite
- Sustituya las juntas y retenes en caso de fugas en el cilindro
- Temperaturas externas o suciedad disminuye la vida útil del cilindro hidráulico

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>                        |  |
|   | <b>MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO</b> |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores                        | <b>Revisado No. 1</b>   |
|   | Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo                  | <b>Fecha: 14/12/2012</b>  |

#### 4.2. Normas de mantenimiento y revisión de mangueras

Para el mantenimiento de las mangueras se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Inspeccione periódicamente la manguera para verificar si tiene desgaste.
- Los extremos roscados deben estar acoplados correctamente entre sí para evitar fugas o el desprendimiento del ensamblaje.
- Inspeccione la cubierta visualmente para detectar señales de abrasión, protuberancia, grietas o cortes.
- No permita que la manguera se tuerza, enrolle, comprima, corte o doble de tal manera que el flujo del líquido, dentro de la manguera se bloquee o reduzca.
- Para evitar el deterioro, las mangueras no deben tener contacto con materiales corrosivos, tales como objetos impregnados con aceite y algunas pinturas. El deterioro de la manguera puede ocasionar lesiones personales.
- Antes de reemplazar una manguera identifique cuidadosamente la manguera que ha fallado. Determine la medida exacta del reemplazo que debe transportar fluido hidráulico y se debe saber también la presión del sistema.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>                        |  |
|   | <b>MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO</b> |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores                        | <b>Revisado No. 1</b>   |
|   | Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo                  | <b>Fecha: 14/12/2012</b>  |

#### 4.3. Normas de mantenimiento y revisión de la bomba

- La bomba no debe trabajar en seco.
- Revise la dirección de rotación de la bomba
- Verifique la carcasa de la bomba por si hay rajaduras.
- Una inspección periódica resulta económica en comparación con las apagadas forzosas o fallas de las diferentes partes de la bomba.
- Asegúrese que no exista presión dentro de la carcasa de la bomba o la tubería de succión y descarga antes de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento

#### 4.3. Cambio de aceite

- Cambie el aceite cuando se ensucie o al menos cada 12 meses.
- El aceite sucio incrementa el desgaste de los sellos y provoca fugas.
- El aceite que se recomiendan a continuación se ha seleccionado según las siguientes características:
  - Aceite Hidráulico Gulf HARMONY HV ISO VG 46
  - Excelente protección contra el desgaste de bombas y motores hidráulicos. Excelente resistencia a la oxidación y estabilidad térmica.
  - Protege contra el óxido y la corrosión.
  - Buena resistencia a la espuma

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>                        |  |
|   | <b>MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO</b> |   |
|   | Elaborado por Sr. Javier Flores                        | <b>Revisado No. 1</b>   |
|   | Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo                  | <b>Fecha: 14/12/2012</b>  |

#### **4.5 Normas de mantenimiento y revisión de la válvula direccional**

Es importante realizar un adecuado mantenimiento preventivo de la válvula de seguridad, ya que supone la reducción del número de paradas de emergencia o de accidentes que puedan suceder por deficiente funcionamiento de la misma.

La válvula será inspeccionada verificando su presión de ajuste y así poder determinar su confiabilidad operativa por lo menos cada 6 meses.

#### **4.6 Normas de mantenimiento y revisión del motor**

Funcionamiento

Revisión del matrimonio con la bomba

Limpieza

### 3.24. Análisis económico

En este capítulo se precisa el costo de la construcción, además se detallan los valores de los gastos realizados.

#### 3.24.1. Materiales y Herramientas

**Tabla 3.1. Análisis de costos por utilización de herramientas**

| Herramientas Manuales  | costos     |
|--|------------|
| Soldadora SMAW   | <b>60</b>  |
| Torno  | <b>50</b>  |
| Taladro de pedestal  | <b>25</b>  |
| Arco de sierra, Martillo, conjunto de llaves, flexómetro, calibrador | <b>20</b>  |
| <b>Costo total</b>   | <b>155</b> |

**Tabla 4.1. Análisis de costos de materiales**

| Recursos materiales | costo       |
|---------------------|-------------|
| Bomba               | <b>250</b>  |
| Mando               | <b>300</b>  |
| Coupling            | <b>150</b>  |
| Manómetro           | <b>50</b>   |
| Mangueras           | <b>200</b>  |
| <b>Costo total</b>  | <b>1000</b> |

### 3.24.2. Recursos Humanos

**Tabla 5.1. Análisis de costo de mano de obra**

| Recursos humanos     | costo      |
|----------------------|------------|
| Postulante (5 meses) | <b>200</b> |
| Asesor               | <b>150</b> |
| <b>Costo total</b>   | <b>350</b> |

### 3.24.3. Otros

**Tabla 6.1. Análisis de gastos adicionales**

| otros                           | costos     |
|---------------------------------|------------|
| Papelería                       | <b>50</b>  |
| Recursos de software e internet | <b>25</b>  |
| Transporte                      | <b>80</b>  |
| <b>Costo total</b>              | <b>155</b> |

### 3.25. Costo total de la realización del proyecto

**Tabla 7.1. Resumen de gastos totales**

| Detalle                     | Valor       |
|-----------------------------|-------------|
| Utilización de herramientas | <b>115</b>  |
| Materiales                  | <b>350</b>  |
| Recursos humanos            | <b>1000</b> |
| Otros                       | <b>155</b>  |
| <b>Total de gastos</b>      | <b>1620</b> |

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se ha logrado construir un sistema hidráulico para el accionamiento de la puerta del avión Fairchild HD-227 que cumple con todas las exigencias y normas de seguridad.
- Se tuvo sumo cuidado a la hora de seleccionar los elementos para la construcción del sistema hidráulico complementando con información de textos o sitio de confianza y catálogos del fabricante, fueron de fácil acceso por lo que se los pudo encontrar en varios puntos de venta.
- El sistema hidráulico para el accionamiento de la puerta optimiza el tiempo, costo y beneficio al realizar un trabajo de este tipo y lo más importante es que el sistema junto con sus componentes serán manipulados de forma sencilla ya sea por el instructor o alumno de la carrera de mecánica.
- En conclusión se visualizo que los sistemas hidráulicos de potencia son de vital importancia en la actualidad, ya que se postulan como una de las más viables soluciones ante problemáticas industriales. Específicamente, la realización de este trabajo va dirigida a los estudiantes con el fin de plasmar conocimientos.

## **4.2. Recomendaciones**

- Para la proyección de un sistema hidráulico se debe partir de un diagrama esquemático del circuito.
  
- Antes de operar el sistema hidráulico revisar que las conexiones no tengas fugas para una operación eficiente en el ascenso y descenso de la puerta.
  
- Este sistema de instrucción es útil y servicial, por lo tanto se lo debe operar con cuidado y tener presente los procedimientos de operación sugeridos para disminuir los riesgos.

## Glosario

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

**Abrasión.** Desgaste de la superficie, producido por rayado continuo, usualmente debido a la presencia de materiales extraños, o partículas metálicas en el lubricante. Esto puede también causar la rotura o resquebrajamiento del material (como en las superficies de los dientes de los engranes). También la falta de una adecuada lubricación puede dar como resultado la abrasión.

**Actuador.** Es el elemento hidráulico que convierte la energía hidráulica en energía mecánica. Puede ser lineal o rotativo.

**Área Anular.** Es el área efectiva de trabajo de un cilindro hidráulico en el lado del vástago. Es el área que se tiene en cuenta para hacer los cálculos es cuando el vástago está entrando.

**Anticongelante.** Líquido utilizado en el circuito de refrigeración del motor que desciende el punto de congelación del agua. Según la proporción del anticongelante en el agua varía el punto de congelación. También evita que se produzcan corrosiones por el interior de los conductos de refrigeración del motor, sobre todo en las piezas de aluminio.

**Calidad.** Estándar, meta, serie de requisitos. La calidad es un objetivo alcanzable, un esfuerzo continuo a mejorar, más que un grado fijo de excelencia. Es un resultado.

**Caudal.** - Volumen o masa de fluido que pasa por una conducción por unidad de tiempo.

**Carrera.** La distancia máxima recorrida por un pistón entre el centro estático inferior y el centro estático superior. Cuanto mayor sea la carrera, mayor será el desplazamiento.

**Cavitación.** Fenómeno que produce que en un fluido se forme una bolsa de vapor (de ese fluido) que vuelve a condensarse. Este fenómeno erosiona las partes

metálicas que tiene a su alrededor, al someterlas a grandes gradientes de presión.

**Ciclo.-** Operación completa de un componente que comienza que comienza y termina en una posición neutral

**Corrosión.**Ataque químico y electroquímico gradual sobre un metal producido por la atmósfera, la humedad y otros agentes. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión.

**Densidad.** Es la relación entre el peso de un elemento y el volumen que ocupa.

**Diámetro.**Segmento rectilíneo que une dos puntos de una circunferencia o de la superficie de una esfera pasando por su centro. Todo diámetro divide a un círculo en dos semicírculos.

**Drenaje.-**Conductos internos y externos a donde se envía el fluido utilizado para lubricación o fugas internas que no se utiliza más. Generalmente se conectan por líneas independientes al tanque sin presión.

**Desgaste.-**La pérdida de material de la superficie como resultado de una acción mecánica.

**Efectividad.**Es la capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado. Encambio, eficiencia es la capacidad de lograr el efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles viables.

**Eficiencia.** El estado o cualidad de ser eficiente, de tener la capacidad de producir cierto resultado o efecto; Capacidad de hacer un trabajo minimizando el consumo de recursos; relación entre la cantidad de trabajo realizado o la energía generada por una maquina y la energía suministrada.

**Especificación.** Es el enunciado concreto del conjunto de condiciones que debe satisfacer un producto, un material o un proceso incluyendo si es necesario, los métodos que permitan determinar si tales condiciones se cumplen. En áreas

como la ingeniería y la manufactura, el término especificación representa un documento técnico oficial que establezca de forma clara todas las características, los materiales y los servicios necesarios para producir componentes destinados a la obtención de productos.

**Junta.** Componente que hace estanca la unión entre dos piezas evitando el escape, goteo caída, del líquido o gas contenido en su interior.

**Lubricante.** Acción de reducir el rozamiento entre dos superficies con movimiento relativo al interponer entre ellas una sustancia lubricante.

**Manómetro.** Dispositivo destinado a la medida de presiones.

**Mantenimiento.** Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

**Oxidación.** Degeneración por el ataque del oxígeno a un material o lubricante. El proceso es acelerado por calor, luz, catalizadores metálicos y la presencia de agua, ácidos o contaminantes sólidos.

**Potencia.** Cantidad de trabajo realizada en una unidad de tiempo. La potencia de un motor se mide en caballos de vapor (cv) o en kilovatios (kw) en el sistema internacional.

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

**Rozamiento.** Es la fuerza que aparece entre dos superficies con movimiento relativo entre ellas. Está en función del coeficiente de rozamiento, de la superficie en contacto y de la fuerza que presiona ambas superficies entre ellas.

**Sistema.** Una o más piezas conectadas una con otra. Generalmente consta de uno o más circuitos.

**Vástago.** Pieza de forma cilíndrica, de diámetro constante, que se utiliza para transmitir empuje.

**Viscosidad.** Propiedad que tiene fluidos de ofrecer resistencia a los cambios de forma y en particular el deslizamiento por acciones internas moleculares.

➤ **SIGLAS**

**Lpm:** Litros por minuto

**HP:** HorsPower (caballos de fuerza)

**ISO:** Organización Internacional de Normas

**Kw:** Kilowatts

➤ **Bibliografía**

- **De Groote**, J.P. Tecnología de los circuitos hidráulicos, 4ª. Edición. CECSA
- **Creus Solé**, Antonio Neumática e hidráulica, 1ª. Edición
- **Claudio**, Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, 4ª. Edición. Mataix.

➤ **Sitios web**

- <http://www.fluidpowerzone.com>
- <http://www.hidraulicaprado.com>
- <http://www.bosch.com>
- <http://www.hydraulic-supply.com>
- <http://www.hydraulics.eaton.com>
- <http://cidead.cnice.mec.es>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Flujos>
- <http://www.gulf.es/es/content/NT0000F61E.pdf>

# ANEXOS

# **ANEXO A**

## **ANTEPROYECTO**

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi brinda sus servicios a la comunidad ecuatoriana el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico impartiendo enseñanzas en el campo tanto civil como militar, dentro de su amplia oferta académica cuenta con carreras únicas a nivel nacional, y con un alto grado de preparación de los docentes y personal administrativo, brindando así la posibilidad de aprender y ser parte del mundo de la aviación a través del estudio de sus diferentes especialidades como Mecánica Aeronáutica, Logística, Telemática, Seguridad Aérea y Terrestre.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, dentro de sus instalaciones cuenta con varios laboratorios y talleres totalmente equipados para proporcionar un correcto aprendizaje, uno de los más importantes que utilizamos en el proceso de enseñanza y aprendizaje práctico de docentes y alumnos es el taller de mecánica aeronáutica mención motores (Bloque 42) y el avión escuela Fairchild FH-227 el cual es básico y necesario para enriquecer y fortalecer los conocimientos de los estudiantes mediante la manipulación de herramientas, partes y equipos aeronáuticos del mismo.

Con el fin de conseguir este objetivo, en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, es necesario implementar o rehabilitar las partes inoperables del avión ya que en la actualidad el avión Fairchild FH-227 no está en su totalidad en óptimas condiciones debido al tiempo que estuvo inoperable, una de sus partes que presenta complicaciones es la puerta de pasajeros que en la actualidad carece de un sistema adecuado para ser operada correctamente por tal motivo se ha procedido a planificar su mejor funcionamiento para optimizar las enseñanzas del estudiantado.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿De qué manera adecuar y mejorar el funcionamiento de la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild FH-227 del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico con el fin de optimizar las enseñanzas a los estudiantes civiles y militares de la carrera de Mecánica Aeronáutica?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN.**

Con la necesidad de mejorar la formación y preparación académica de nuevos tecnólogos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se lleva a cabo esta investigación, para brindar un material didáctico y tener un buen desempeño en el campo aeronáutico comercial.

Este proyecto beneficiará a los estudiantes del ITSA, ya que se mejoraran las destrezas practicas, se lograra un mejor nivel profesional, además de mejorar la imagen institucional.

Teniendo en cuenta los problemas de aprendizaje práctico que nosotros hemos tenido como estudiantes del ITSA, hemos visto conveniente este proyecto para que se obtengan conocimientos más completos acerca de las diferentes partes del avión una de ellas las puertas de pasajeros que son poco conocidas e indispensables.

## **1.4. OBJETIVOS.**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar la posibilidad de diseñar un sistema adecuado para mejorar el funcionamiento de la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild FH-227 del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico con el fin de optimizar la enseñanza a los estudiantes civiles y militares de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Investigar y recopilar información sobre los diferentes sistemas que operan la puerta de un avión.

- Conocer el estado actual de la puerta del avión Fairchild FH-227.
- Analizar y determinar alternativas de mejoramiento.
- Establecer conclusiones claras y concisas sobre el tema para la elaboración del proyecto.

## **1.5. ALCANCE.**

El presente trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios al ITSA, optimizando las diversas áreas en las que el ITSA brinda su educación académica y de manera primordial a los estudiantes e instructores de la Carrera de Mecánica Aeronáutica; tanto en su formación práctica y académica, logrando así obtener un conocimiento más amplio de la aviación que continuamente crece a grandes pasos, además facilitara a que el estudiante desarrolle su destreza practica, y se incentive en el campo aeronáutico, trazándose metas y poseer un mejor desempeño en su vida profesional.

## **CAPITULOII**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Las puertas de un avión son un elemento vital de control durante la operación en tierra de la aeronave, y por tanto, deben ser utilizadas adecuadamente.

Para la correcta operación de una puerta de avión esta debe estar implementada por un sistema electro neumático, neumático e hidráulico.

Por tal motivo para el estudio y análisis de este proyecto se procederá a recopilar información sobre el diseño de un sistema adecuado para el mejoramiento de la puerta del avión Fairchild además se recurrirá a los manuales propios del avión Fairchild FH-227, como el manual de mantenimiento, el Catalogo Ilustrado de Partes (IPC) entre otros; puesto que son una herramienta de gran importancia ya que en ellos se detallan todas las partes de la aeronave, y principalmente el objetivo a estudiar la puerta de pasajeros y serán de gran ayuda para realizar de mejor manera el proceso de investigación.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, no existe ningún antecedente concerniente a la investigación, es por ello que va ser la primera vez que se realiza un proyecto de esta índole.

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1 Sistema neumático básico**

Para poder diseñar un sistema neumático es importante primero entender la neumática básica y conocer el funcionamiento de los elementos neumáticos que existen actualmente para poder seleccionar aquellos que se acoplen mejor a nuestro proyecto.

La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos. Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.

Un número creciente de empresas industriales están aplicando la automatización de su maquinaria mediante equipos neumáticos, lo que, en muchos casos, implica una inversión de capital relativamente baja. Los elementos neumáticos pueden aplicarse de manera racional para la manipulación de piezas, incluso puede decirse que este es el campo de mayor aplicación. Tomando como base la función de movimiento, hay que resaltar la extensa gama de elementos sencillos para la obtención de movimientos lineales y rotativos.

Por tal razón las instalaciones de aire comprimido son ampliamente usadas en todo tipo de industrias, donde se necesita automatizar algún proceso continuo como en la industria de la aviación.

Esto se debe a que los sistemas neumáticos ofrecen numerosas ventajas.

- **Almacenamiento.**- Se puede almacenar fácilmente dentro de depósitos especialmente diseñados para ello si es necesario.

- **Simplicidad de diseño y control.**- Los componentes son de configuración sencilla y fácil montaje, proporcionando a los sistemas automatizados un control relativamente sencillo.
- **Elección de movimiento.**- Se puede elegir un movimiento lineal o angular, con velocidades fijas o continuamente variables con gran facilidad.
- **Economía.**- La instalación de los sistemas tiene un costo relativamente bajo ya que los componentes son muy económicos y requiere muy poco mantenimiento.
- **Fiabilidad.**- El sistema se vuelve muy fiable gracias a la larga vida de los componentes neumáticos.
- **Resistencia al entorno.**- Las altas temperaturas, polvo o atmósfera no afectan al funcionamiento del sistema neumático.
- **Seguridad.**- No posee características explosivas, aun después de haber sido comprimido. Los actuadores neumáticos no producen calor. En caso de fallo se detiene.
- **Elementos de un sistema neumático**

En todo sistema neumático se pueden distinguir los siguientes elementos:

**a) Elementos generadores de energía.**

Tanto si se trabaja con aire como con un líquido, se ha de conseguir que el fluido transmita la energía necesaria para el sistema. En los sistemas neumáticos se utiliza un compresor.

- **Compresor neumático**

Existen varios tipos de compresores, pero antes de clasificarlos y diseccionarlos, vamos a definirlos o decir para que sirven.

Un compresor es un elemento, aparato o dispositivo que transforma la energía eléctrica o mecánica en energía neumática, es decir, produce aire comprimido. Este fenómeno puramente mecánico lo realiza el compresor de dos formas bien diferenciadas:

- 1.- Transmitiendo energía cinética al aire.
- 2.- Reduciendo el volumen de aire de su alrededor o de un recinto cerrado.

Sabiendo esto ya podemos clasificarlos, pues usaremos los dos puntos anteriores para hacerlo:

- **Por aumento de energía cinética:** Disponemos de los compresores radiales y los compresores axiales. También son denominados compresores centrífugos.
- **Reducción del volumen colindante:** Disponemos de los que funcionan con pistones, tornillo o los de palas.

Cada compresor es útil en la medida de la necesidad de la instalación neumática que vayamos a alimentar, sin quitarle méritos al coste que podamos desembolsar.

Para decidir qué clase de compresor debemos instalar tendremos que seguir las siguientes pautas:

- 1.- Conocer el caudal que se necesita para la instalación, añadiendo las posibles pérdidas de aire comprimido en la instalación.
- 2.- Habrá que instalar un compresor con una capacidad que genere la presión necesaria para nuestro proyecto.
- 3.- Instalaremos el compresor en un lugar que no incremente la temperatura del aire comprimido de esta forma; eliminaremos en lo posible la generación de vapor de agua, ya que este fenómeno es perjudicial para los elementos mecánicos por la oxidación que produce en distintas partes.

- **Tipos de compresores**

En el inicio de esta sección, hemos realizado una primera clasificación de los compresores, aquí vamos a hacer una segunda clasificación más práctica en lo didáctico. Es lo que realmente nos interesa para la elaboración de nuestro proyecto.

- **Compresores volumétricos**

Elevan la presión de aire reduciendo el volumen de aire. Estos a su vez pueden ser:

## - **Alternativos o de émbolo**

Basados en el mecanismo de biela manivela y pueden ser de:

- ✓ **De una etapa:** constan de un cilindro cuyos émbolos se mueven de forma alternativa por medio de un mecanismo biela-manivela similar al de un motor de explosión de un automóvil. Contiene una válvula de entrada o de aspiración y una de escape o salida que entrega aire.
- ✓ **De dos etapas:** constan de dos cilindros de forma que el aire comprimido que entrega el primer cilindro pasa al segundo como el de entrada, una vez refrigerado. Estos compresores obtienen aire a elevada presión, aunque son ruidosos

## - **Rotativos**

Una rueda de paletas empuja el aire hacia una cámara y se dividen en:

### ✓ **Compresores de pistones**

Son muy usados en la actualidad, poseen un pistón que abre y cierra dos válvulas de entrada y salida.

Los compresores de pistón pueden tener de uno o más pistones. Con un solo pistón, llega a generar unas presiones de hasta  $10 \text{ Kp/cm}^2$ . Con dos pistones, genera hasta  $15 \text{ Kp/cm}^2$ . Con más pistones, supera los  $250 \text{ Kp/cm}^2$ . La disposición de los pistones se encuentra sobre un mismo cigüeñal, de otro modo sería muy difícil conseguir el sincronismo entre pistones. En la industria farmacéutica, nos encontraremos el mismo tipo de compresor, pero llamado de membrana. Sucede que entre las válvulas de entrada-salida del compresor y el pistón o pistones, existe una membrana que impide el contacto del aire con el pistón o pistones.

### ✓ **Compresor de paletas.**

Dan menos caudal y presión que los compresores de pistón, pero son más pequeños y silenciosos.

Tienen un rotor con paletas, las paletas dirigen el aire adquirido del exterior hacia unas cámaras que son las que dotan de presión al aire resultante, es decir, al comprimido. Para que podáis haceros una mejor idea, os diré que es como un ventilador que en lugar de expulsar el aire, lo recoge, y lo hace

pasar por unas cámaras que decrecen en tamaño, hasta conseguir la presión. La presión que pueden generar los compresores de paletas son, de  $4 \text{ Kp/cm}^2$ , cuando son de una sola etapa, y de  $8 \text{ Kp/cm}^2$  cuando son de dos etapas.

✓ **Compresor de tornillo.**

Están contruidos con dos o tres tornillos o husillos, solapados entre sí. Se logra generar presiones de hasta 20 bares. Son los más económicos y silenciosos. En la actualidad no son los más usados, pero están adquiriendo mercado industrial, pues su mantenimiento es muy sencillo y tienen un caudal medio.

**b) Acumuladores de energía**

Sirven para almacenar aire comprimido y mantener la presión en unos niveles similares en todos los elementos del sistema.

Sirven como elemento de seguridad, pues si el circuito neumático falla, puede funcionar gracias al aire acumulado en el depósito.

**c) Conductores**

• **Tuberías**

Son del tipo:

- ✓ rígidos
- ✓ flexibles

La elección de un circuito de tubería se fija en función de 2 parámetros:

- ✓ caudal de circulación
- ✓ presión soportada por las paredes

Como dato de referencia para el cálculo de la sección de los mismos tomar:

- ✓ tuberías de alimentación de 0.6 a 1,25 m/s
- ✓ circuitos de presión y de retorno de 2 a 7 m/s

- **Función de las tuberías**

Su función:

- ✓ transportar un fluido desde un punto fijo hasta otro móvil.
- ✓ Absorber las fluctuaciones de presión y vibraciones.
- ✓ Simplificar la instalación del sistema neumático.

- **Constitución**

- ✓ **Tubo interior:** De caucho sintético resistente al fluido hidráulico.
- ✓ **Capas de refuerzo:** Combinaciones de mallas de fibras sintéticas y/o metal que son las que soportan la presión interna.
- ✓ **Cubierta exterior:** De caucho sintético resistente a la abrasión, a la intemperie y a los hidrocarburos.

- **Recomendaciones**

- ✓ No apretar excesivamente las terminales de los tubos durante las instalaciones.
- ✓ Evitar las vibraciones.
- ✓ Jamás debe trabajar a torsión.
- ✓ Alejar los tubos de las partes móviles asegurándose que no se produzcan rozamientos.

#### **d) Elemento de protección**

En el caso de los sistemas neumáticos, debido a la humedad existente en la atmósfera, es preciso proceder al secado del aire antes de su utilización; también será necesario filtrarlo y regular su presión, para que no se introduzcan impurezas en el sistema ni se produzcan sobrepresiones que pudieran perjudicar su funcionamiento.

- **Regulador de presión**

El nivel de presión de aire comprimido que genera el compresor no se mantiene constante y por lo tanto; las oscilaciones de presión en las tuberías, y en los aparatos de consumo de aire pueden incidir negativamente. El regulador de presión mantiene constante la presión en el proceso de trabajo para obtener el máximo rendimiento del equipo o de la instalación neumática. Su funcionamiento

se basa en bloquear o dejar pasar el aire comprimido según la variación de presión.

- **Filtro**

Un filtro es el componente principal del sistema de filtración de una máquina neumática, de lubricación o de engrase. Estos sistemas se emplean para el control de la contaminación por partículas sólidas de origen externo y las generadas internamente por procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.

En función de su situación, las características de diseño y la naturaleza de cada filtro puede ser diferente de manera a responder de manera eficiente a su función, de manera que se distinguen:

- ✓ **Filtro de impulsión o de presión:** situado en la línea de alta presión tras el grupo de impulsión o bombeo, permite la protección de componentes sensibles como válvulas o actuadores.
- ✓ **Filtro de retorno:** en un circuito hidráulico cerrado, se emplaza sobre la conducción del fluido de retorno al depósito a baja presión o en el caso de filtros semi-sumergidos o sumergidos, en el mismo depósito. Actúan de control de las partículas originadas por la fricción de los componentes móviles de la maquinaria.
- ✓ **Filtro de venteo, respiración o de aire:** situado en los respiraderos del equipo, permite limitar el ingreso de contaminantes procedentes del aire.
- ✓ **Filtro de recirculación:** situados *off-line*, normalmente sobre la línea de refrigeración que alimenta el intercambiador de calor, permiten retirar los sólidos acumulados en el depósito hidráulico.
- ✓ **Filtro de succión:** llamados también strainers, se disponen inmediatamente antes del grupo de impulsión a manera de proteger la entrada de partículas al cuerpo de las bombas.
- ✓ **Filtro de llenado:** se instalan, de manera similar a los filtros de venteo, en la entrada del depósito habilitada para la reposición del fluido hidráulico de manera que permiten su filtración y la eliminación de posibles

contaminantes acumulados en el contenedor o la línea de llenado de un sistema centralizado.

### e) Elementos de control

Tanto en sistemas neumáticos como en hidráulicos, se encargan de conducir de forma adecuada la energía comunicada al fluido en el compresor hacia los elementos actuadores.

- **Válvulas distribuidoras**

Con ellas se seleccionan los elementos hacia los que se dirige el fluido. Interrumpen, dejan pasar o desvían el flujo con una presión o caudal fijos.

Las válvulas distribuidoras también pueden controlar a otras válvulas distribuidoras.

Las válvulas distribuidoras se pueden clasificar de diferentes maneras. Vamos a verlo y a estudiarlo con detenimiento:

- **Clasificación por construcción.**

Cuando nos referimos a la clasificación por construcción, lo hacemos respecto a su construcción interna y no a la externa, para poder distribuir el aire. Disponemos de tres tipos o subclases, de corredera, de disco y de asiento. Cada tipo de válvula se utiliza para según que necesidad tengamos. Veamos en que consisten cada tipo de válvulas y que ventajas tienen:

- ✓ **De corredera:** Disponen de un embolo móvil que es el encargado de obturar o liberar el paso del aire.

Como ventaja reseñable podemos decir que se necesita poco energía para accionar la válvula, aunque tenga que vencer al rozamiento por sus características constructivas.

- ✓ **De disco:** Su accionamiento es puramente manual, y consta de uno disco que se coloca manualmente sobre el orificio de paso del aire al accionar una palanca. Pueden obturar o liberar varios orificios de paso.

- ✓ **De asiento:** Disponen en su constitución física de un obturador que se mueve en la misma dirección del aire. Se usan para caudales o muy

grandes o muy pequeños, para el resto de caudales se suele usar las válvulas de corredera.

- **Accionamiento.**

Disponemos de dos tipos de accionamiento, los que se realizan de forma indirecta, es decir, mediante electricidad o mecánica, y los accionamientos manuales o directos, con algún tipo de mecanismo para que un operario interactúe.

#### **f) Elementos actuadores**

Son los elementos que permiten transformar la energía del fluido en movimiento, en trabajo útil. Son los elementos de trabajo del sistema y los que se producen movimientos lineales.

- **Cilindros**

Convierte la energía del aire comprimido en un movimiento lineal que puede ser de avance y retroceso.

- **Ventajas**

- Normalmente la forma de montaje es sencilla.
- Al no haber conversión de movimiento rotatorio a lineal, este posee buen rendimiento.
- La fuerza del cilindro es constante desde principio hasta su final de carrera.
- La velocidad, la cual depende de la cantidad de flujo de entrada, también permanece constante en toda su longitud de carrera.
- Un cilindro puede producir fuerzas tanto de tensión como de compresión.
- En cuanto al dimensionamiento del cilindro, se pueden construir elementos relativamente pequeños que pueden generar accionamientos de gran potencia.

- **Aplicaciones más frecuentes**

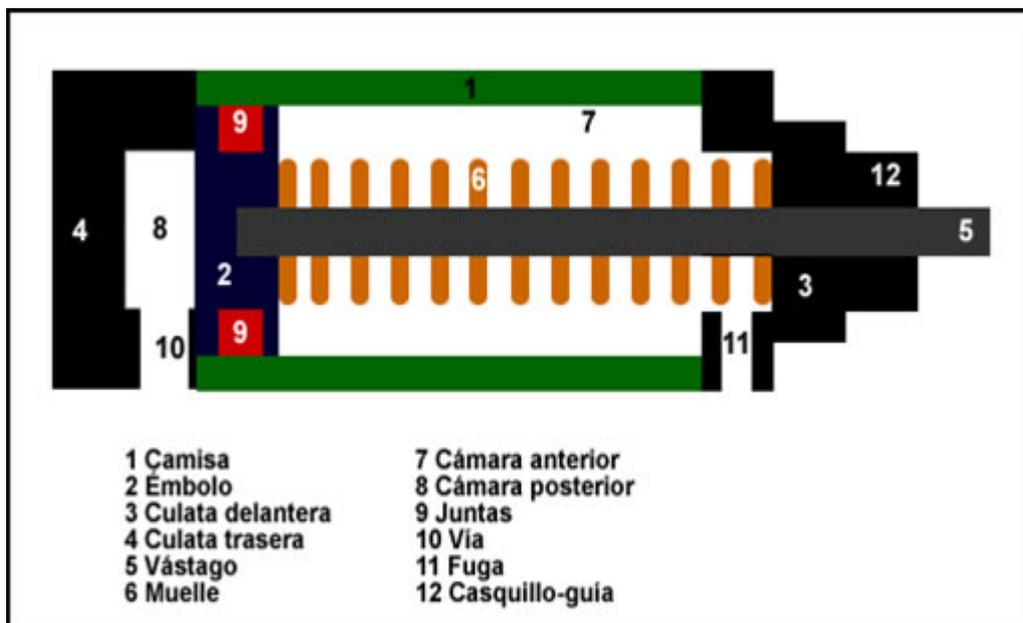
- Elevación de cargas
- Descenso de cargas
- Bloqueo de cargas

- Desplazamiento de cargas

- **Tipos de cilindros**

- ✓ **Cilindro simple efecto.**

Los cilindros de simple efecto pueden realizar un trabajo en la carrera producida por la acción del aire comprimido, la carrera de retorno se realiza de forma externa al propio cilindro, ya sea aplicándole una fuerza o un resorte.



El dibujo solo representa a uno de tantos cilindros simples existentes en el mercado.

No debemos confundir las carreras del vástago. Es decir, existen dos carreras, una de entrada y otra de salida del vástago, pero el aire comprimido puede actuar tanto en la carrera de entrada como en la carrera de salida, en un cilindro simple, nunca lo hará en las dos carreras.

La explicación del cilindro representado aquí es de fácil comprensión: Cuando insertamos aire comprimido por la vía (10), se llena de aire la cámara posterior (8), el muelle se contrae (6) expulsando el aire atmosférico por el orificio de fuga (11) y desplazando el vástago o pistón (5). Cuando desconectamos la vía (10) del aire comprimido y lo conectamos con el

aire atmosférico, se llena de aire atmosférico la cámara anterior (7) por el orificio de fuga (11), se expande el muelle (6) provocando el retorno del vástago o pistón (5).

Existen ventajas y desventajas en el uso de este cilindro, por este motivo es aconsejable conocerlo. Por una parte, si lo comparamos con otro cilindro de doble efecto que disponga de las mismas características, su consumo es de la mitad. Pero por otra parte, al tener un muelle en su interior, el vástago no puede realizar recorridos superiores a los 110 mm. Hay que tener en cuenta, que cuanto más recorrido más fuerza debe ejercer el muelle.

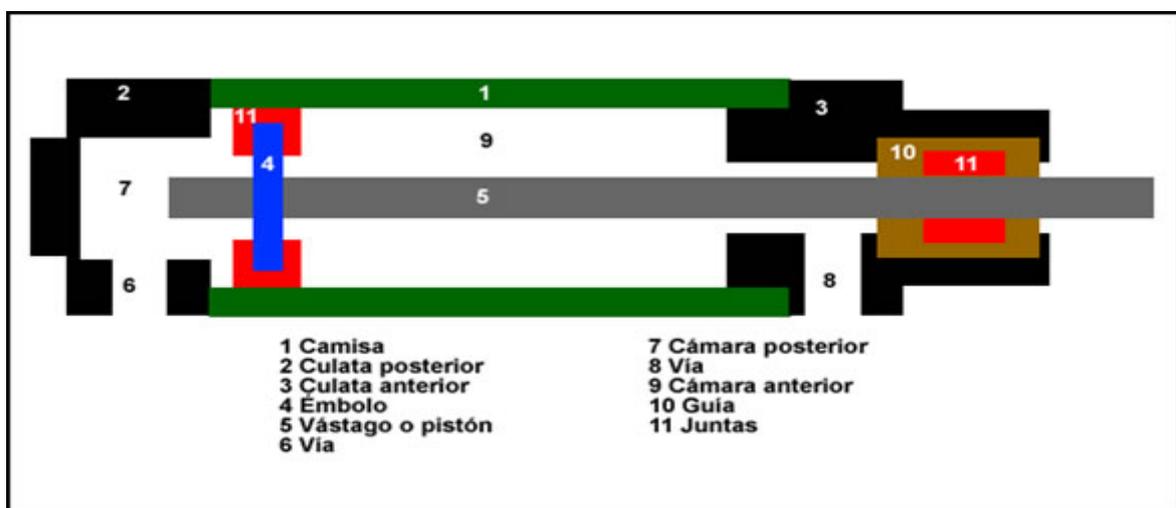
- **Conclusiones:**

- Tienen una sola conexión de aire comprimido.
- Solo realizan trabajo en un solo sentido.
- El retroceso se produce cuando se les deja de aplicar aire.

**Usos:** Para levantar, expulsar, apretar etc. En general para trabajos de carrera corta.

- ✓ **Cilindro doble efecto.**

La diferencia entre el cilindro de doble efecto y el de simple efecto, es que en los primeros, las dos carreras del vástago si que están directamente influenciadas por la acción directa del aire comprimido.



En el dibujo tenemos un cilindro de doble efecto.

El funcionamiento es de fácil comprensión:

Cuando disponemos de la vía (6) con entrada de aire comprimido y la vía (8) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de avance.

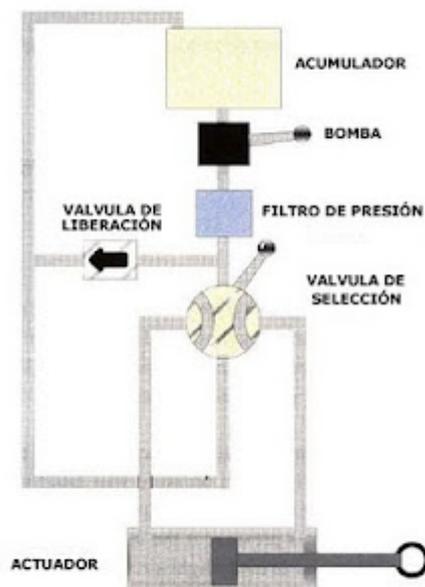
Cuando disponemos de la vía (8) de entrada de aire comprimido y la vía (6) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de retroceso.

La guía (10), se utiliza para evitar el movimiento llamado pandeo, es algo así como la oscilación que puede sufrir el vástago en su desplazamiento. Las juntas (11) tienen dos misiones, una la de evitar la fuga de aire, y otra, la de evitar la entrada de suciedad en la cámara anterior (9) por el retroceso del vástago.

### 2.2.2 Sistema hidráulico básico

Como una segunda esta la implementación de un sistema hidráulico a la puerta del avión Fairchild. El sistema hidráulico básico, esta compuesto por seis elementos principales:

- Un acumulador
- Una bomba
- Una válvula de control
- Un actuador
- Un filtro
- Una válvula de liberación



- **Principio de Funcionamiento**

El fluido hidráulico es bombeado a través del sistema hasta un actuador o servo. Un servo es un cilindro con un pistón en su interior que transforma la potencia del fluido en trabajo y crea la potencia necesaria para operar la puerta de un avión.

Los servos pueden ser de actuación en un sentido o de doble actuación esto significa que el fluido puede ser aplicado en una parte del servo o en las dos, dependiendo de las necesidades del sistema.

La válvula de selección permite controlar la dirección de movimiento del fluido. Se usa para controlar que el sistema actúe en las dos direcciones, como por ejemplo extracción y retracción del tren de aterrizaje, o para hacer retornar el fluido hidráulico al acumulador.

La válvula de liberación proporciona una salida al sistema en caso de producirse un aumento excesivo en la presión del fluido.

La bomba tiene como función introducir presión en el sistema. Puede ser manual, mecánica o eléctrica.

Por último, el sistema debe incorporar un filtro que permita mantener limpio de impurezas o restos el fluido hidráulico.

### **2.2.3. Sistema electro neumático básico**

El circuito electro neumático consta de un circuito neumático más un circuito eléctrico. La parte de la fuerza del circuito es neumática y la única diferencia con los circuitos neumáticos son los pilotajes eléctricos de las electro válvulas. Éstas suelen ser 5/2 que son di biestables, y los detectores finales de carrera que son detectores magnéticos o de palanca o rodillo.

## **Capítulo III**

### **PLAN DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Modalidad básica de Investigación**

En el proyecto de investigación a desarrollarse se utilizara las siguientes modalidades:

**3.1.1 Bibliográfica o Documental.**-En el desarrollo del proyecto se utilizará información de los respectivos manuales del avión, páginas web y libros de la Dirección de Aviación Civil que permitirá garantizar y sustentar la elaboración del mismo.

### **3.1.2. De campo**

La investigación está enfocada de forma directa a la variable dependiente, usando las diferentes técnicas de indagación, las que serán expuestas en el siguiente orden:

- **Observación.**- Se aplicará esta modalidad ya que la investigación se realizará en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en donde se recolectará información necesaria y se constatará si realmente el tema es importante para el desarrollo del inter-aprendizaje.
- **Entrevista.**- este medio permite conocer al investigador el nivel de conocimiento que posee el entrevistado y así llegar a recolectar datos. Se consultará a todas las personas quienes tengan conocimiento sobre el tema a realizar.

## **3.2. Tipos de investigación**

### **3.2.1. No experimental**

Se entiende por investigación no experimental cuando se realiza un estudio sin manipular deliberadamente las variables. Esta investigación ayudará a obtener los requisitos necesarios para la habilitación de la puerta de pasajeros del avión Fairchild Fh-227 con el fin de adquirir los resultados precisos y conocer la factibilidad de realizar este proyecto.

## **3.3. Niveles de investigación**

### **3.3.1. Exploratorio**

Este tipo de investigación permitirá realizar una investigación profunda, donde el objetivo será recopilar la suficiente información tanto de la variable dependiente como la independiente en libros, internet, entre otros. Dicha información adquirida sustentará la realización del anteproyecto.

### **3.3.2. Descriptiva**

La investigación descriptiva en un nivel de investigación permitirá describir los datos obtenidos de documentos y entrevistas, donde estos permitan llegar a conocer las situaciones del problema y su respectiva solución.

### **3.4. Recolección de datos**

La investigación tiene como base en la información técnica que todo el tema a desarrollar abarca, esto lo lograra con la ayuda de entrevistas y observaciones de campo previamente realizadas. Posteriormente se va adjuntar la información adquirida la misma que será analizada para obtener resultados concretos.

#### **3.5.1 Técnicas**

- **Bibliográfica.-** Se utilizara esta técnica ya que va a utilizar los manuales del avión, en donde se encuentra los procedimientos e información para el desarrollo del proyecto.

#### **3.5.2 De campo**

- **Observación.-** La observación ayudara a conseguir un registro sistemático de las tareas que se deban realizar en los sitios en donde se va a desarrollar la investigación, para que sea el complemento idóneo de enseñanza teórica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.
- **Entrevista.-** este medio permite conocer al investigador el nivel de conocimiento que posee el entrevistado y así llegar a recolectar datos. Se consultara a todas las personas quienes tengas conocimiento sobre el tema a realizar.

### **3.5. Procesamiento de la información**

Para procesar la información obtenida se hará un análisis en forma general de todo lo investigado, realizando una clasificación de la información más clara y concisa, y eliminando la información que no sea de mucha utilidad para el desarrollo del proyecto.

### **3.6. Análisis e interpretación de resultados**

Para el análisis e interpretación de datos vamos a utilizar diferentes técnicas como tablas utilizaremos graficas estadísticas en forma porcentual, para obtener una idea clara para la elaboración del proyecto.

### **3.7 Conclusiones y recomendaciones de la investigación**

Luego de haber analizado e interpretado la información recolectada se procederá a determinar las respectivas conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la elaboración y apoyo de la ejecución del presente proyecto.

## **CAPITULO IV EJECUCIÓN DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Modalidad básica de la investigación**

#### **4.1.1. Bibliográfica**

La información se obtuvo de libros y manuales técnicos del avión Fairchild FH-227, como el manual general de mantenimiento, el Catálogo Ilustrado de Partes (IPC), manuales de overhaul, manuales que se los encuentran en el biblioteca de mecánica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, también se obtuvo información del internet, además se ha usado como guía los aportes de compañeros del ITSA.

#### **4.1.2. De campo**

Para realizar esta investigación se procedió a analizar el estado de la puerta de pasajeros del avión Fairchild FH – 227 con matrícula HC-MD en el bloque 42 y nos permitió constatar que el funcionamiento actual no es el adecuado.



Hay que mencionar que existen obstáculos para abrir y cerrar la puerta ya que se necesita la intervención de tres o más personas ya que en la actualidad no posee un sistema neumático ni hidráulico que permita operar la puerta adecuadamente.

## 4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

### 4.2.1 No Experimental

Se utilizó esta técnica con el fin de averiguar el interés y conocimientos acerca del tema a través de una serie de análisis, observaciones y comparaciones los cuales nos ayudarán a determinar la limitación del problema y las posibles soluciones que puede tener el mismo y una vez realizadas estas tareas necesarias, para establecer la posibilidad de la habilitación de la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild Fh-227.

### **4.3. NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.3.1. Exploratorio**

Fue una revisión bibliográfica, por medio de los manuales de mantenimiento, el Catalogo Ilustrado de Partes (IPC), los manuales de overhaul, los mismos que ayudó al investigador a explorar el fenómeno de una manera profunda y más precisa.

#### **4.3.2. Descriptiva**

Fue una investigación de campo la cual me permitió constatar que la puerta de pasajeros del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD no se encuentra en optimas condiciones, sus partes y componentes de la misma no funcionan adecuadamente, constatando así el estado real que posee la puerta.

### **4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **4.4.1. De campo**

- **Observación:**

La técnica investigativa se efectuó mediante una ficha de observación, adicional a esto con el apoyo de fotografías se logro observar, detallar y constatar las condiciones de la puerta del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD.

## Condiciones de la Aeronave

### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**Lugar de observación:** En el Ala de Transporte No 11

**Fecha de observación:** 28/01/2011

**Observadores:**

Sr: Nelson Tigse

Sr: Paúl Vargas

Sr: Darwin Casa

#### **Objetivo:**

- Observar y verificar a simple vista las condiciones en las cuales se encuentra la aeronave.

#### **Observaciones:**

- Ver las Fortalezas y las debilidades del avión.

| PARTES DEL AVIÓN         | CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCUENTRA |         |      |
|--------------------------|-------------------------------------|---------|------|
|                          | Bueno                               | Regular | Malo |
| Trenes                   | X                                   |         |      |
| Cabina                   | X                                   |         |      |
| Alas                     | X                                   |         |      |
| Helices                  | X                                   |         |      |
| Motores                  | X                                   |         |      |
| Estabilizador horizontal | X                                   |         |      |
| Estabilizador Vertical   | X                                   |         |      |
| Ventanas                 | X                                   |         |      |
| Pintura                  |                                     |         | X    |
| Puertas                  |                                     |         | X    |
| Asientos                 |                                     | X       |      |
| Baño                     |                                     | X       |      |
| Tapicería                |                                     | X       |      |

Además que el avión Fairchild, sus componentes y equipos en general no están en su totalidad en perfecto estado, principalmente se logro constatar que la puerta de pasajeros que es nuestro objetivo a investigar no está en buenas condiciones, por tal razón es factible habilitar y mejorar su funcionamiento para optimizar las enseñanzas a los estudiantes.

#### **4.4.2. Bibliográfica:**

Se procedió a recoger datos de varias fuentes de investigación como: libros de aviación entre ellos se encuentra el manual general de mantenimiento del avión Fairchild FH-227, el Catalogo Ilustrado de Partes (IPC), los manuales de overhaul, el manual de reparación estructural, internet, y algunos otros sitios en donde está disponible la información necesaria para mejorar el funcionamiento de la puerta del avión Fairchild ya que para este trabajo necesitamos conocer los diferentes sistemas que podemos implementar, conocer las partes, componentes y las funciones que desempeñan cada uno de ellos.

#### **4.5. Procesamiento de la información**

Para iniciar con el procesamiento de la información obtenida del trabajo de campo, se desprendió de la siguiente manera:

Filtrado de información que consiste en realizar correcciones; verificar errores, etc. de tal manera que permita redactar una información veraz y confiable.

Para el proceso de la información se utilizó como herramienta los programas de básicos de oficio como: Microsoft Excel y Word los cuales ayudaron a procesar la información requerida para la ejecución del vigente anteproyecto.

#### **4.6 Análisis e interpretación de resultados.**

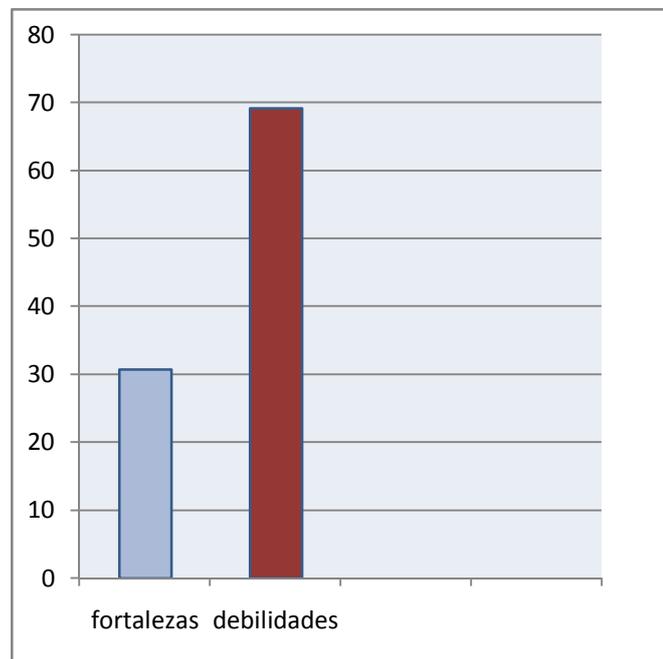
- **Análisis.-** La tabla 1 se realizó con la finalidad de tener un concepto claro y real del estado de la puerta de pasajeros ya que esto nos permitirá en lo posterior concluir con la investigación.

**Tabla 1.** Formato de fortalezas y debilidades

**Tabla estadística de frecuencia**

|             | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Valido | Porcentaje acumulativo |
|-------------|------------|------------|-------------------|------------------------|
| Fortalezas  | 4          | 30.8       | 30.8              | 30.8                   |
| Debilidades | 9          | 69.2       | 69.2              | 69.2                   |
| Total       | 13         | 100.0      | 100.0             |                        |

**Tabla de fortalezas y debilidades**



- **Fuente:** Observación.
  - **Elaborado por:** Flores Jonathan
- 
- **Interpretación.-** Como lo muestra la tabla los resultados se interpretan de la siguiente manera:
    - El 69.2 % de la puerta de pasajeros del avión se encuentra en malas condiciones, debido al tiempo que estuvo inoperable.
    - El 30 % de la puerta de pasajeros del avión está en buenas condiciones.

- **Entrevista**

- La entrevista está dirigida a técnicos en aviación y directivos del ITSA, quienes resolvieron un banco de preguntas de una manera responsable y sincera.

| <b>PREGUNTA</b>     | <b>P 1</b>  | <b>P2</b>  | <b>P3</b>   | <b>P4</b>   | <b>P5</b>  |
|---------------------|---|--|---|---|--|
| <b>ENTREVISTADO</b> | <b>Cree usted que la implementación de un sistema neumático a la puerta de pasajeros del avión Fairchild FH-227 permita la optimizar las enseñanzas a los estudiantes</b> | <b>Cuánto conoce usted sobre el sistema neumático de la puerta de un avión</b> | <b>Para Ud. Cuáles son las razones por las que el Instituto no posea equipos aeronáuticos funcionales</b> | <b>Cree usted que factores tales como la eficiencia, la calidad y la tecnología son importantes para mejorar la educación</b> | <b>Piensa usted que la habilitación de la puerta de pasajeros del avión Fairchild es un proyecto que ayude a los docentes en la perfección académica</b> |

|                     |  |   |  |   |   |
|---------------------|--|---|--|---|---|
| DIRECTOR DE CARRERA | Si, de esta de manera los estudiantes podrán conocer el sistema neumático y sus componentes. | Conozco un 50%  | No posee un proceso de mantenimiento de sus equipos          | Si, de esta manera nuestros estudiantes pueden competir de mejor manera con herramientas actualizadas | Si, de esta manera se pueden realizar prácticas con un componente funcional y parte del avión escuela |
| DOCENTE DE MECÁNICA | Sería más fácil impartir conocimientos a los estudiantes                                     | Conozco un 75% porque cada día se va implementando nuevas cosas | No se realiza con frecuencia el mantenimiento de los equipos | Los estudiantes aprenden de mejor manera  | Si, para complementar mejor sus conocimientos   |
| TÉCNICO             | Ayudaría al conocimiento de los estudiantes  | Conozco un 100%   | No se realiza el mantenimiento adecuado de los equipos       | Es súper bueno el aprendizaje de los alumnos  | Si, para compartir conocimientos prácticos más afondo   |

- **Análisis de la entrevista**

- Mediante la aplicación de la entrevista se pudo conocer el criterio de personas profesionales en aviación, quienes dieron sus ideas, opiniones, explicaciones sobre el tema a tratarse en la entrevista.
- Como se puede observar hay gran aceptación por parte de los técnicos, docentes, y director, lo cual nos lleva a concluir este proyecto debe hacerse.

#### **4.7 Conclusiones y recomendaciones de la investigación**

- **Conclusiones:**

- A través de la investigación se pudo constatar las características y el estado en que se encuentra la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild FH - 227.
- Una vez analizada la situación es necesario implementar un sistema adecuado para el control óptimo de la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild F-227, como un modelo de enseñanza teórico-practico para los estudiantes.

- **Recomendaciones:**

- Se recomienda implementar un sistema neumático para el control de la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild-227.
- Se recomienda realizar más proyectos similares para los estudiantes de la carrera de mecánica del ITSA, puesto que esto fomentara más su formación académica.

## **CAPITULO V**

### **FACTIBILIDAD DEL TEMA**

#### **5.1. FACTIBILIDAD**

##### **5.1.1 TÉCNICA**

Existe una deficiencia en cuanto al aprendizaje Práctico de los alumnos de la carrera de mecánica del I.T.S.A., debido a que la relación de formación Teórico-Práctica es en mayor porcentaje teórica y poca práctica lo cual acarrea futuras deficiencias en los conocimientos de los alumnos o futuros Tecnólogos por la razón de que la información teórica tanto de clases como en libros no es suficiente para comprender muy bien los temas tratados sobre todo con materias de especialidad, acerca de las partes, componentes y sistemas con los que funciona una aeronave enfocándose al correcto mantenimiento de la misma por lo que con la ejecución de este anteproyecto será posible compensar futuras deficiencias.

##### **5.1.2. FACTIBILIDAD LEGAL.**

Para la realización de este anteproyecto no existe algún impedimento legal por parte de la institución ITSA o por parte de la DGAC. Por lo tanto, el proyecto cuenta con todo el respaldo legal reglamentario.

##### **5.1.3. FACTIBILIDAD OPERACIONAL.**

En cuanto a la factibilidad operacional se cuenta con personal Docente e Instructores Técnicos especialistas en esta aérea, contando así con personal calificado que tienen el conocimiento y experiencia necesarios para llevar a cabo el desarrollo y realización de este proyecto.

##### **5.1.4. Economía**

Para la elaboración del presente proyecto se debe contar con recursos económicos ya que el investigador debe adquirir materiales para su ejecución, en caso de ser necesario. El proyecto es factible en su elaboración ya que el presupuesto se encuentra entre los rangos adecuados.

## **5.2. Talento humano**

Las personas que intervinieron o colaboraron en la ejecución del proyecto fueron:

- Autor del proyecto (Jonathan Javier Flores Charro)
- Docentes en materias técnicas de aviación
- Autoridades

## **5.3. Recursos**

### **5.3.1. Institucionales**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico proporciona todo lo necesario para la elaboración y ejecución del presente proyecto de investigación.

### **5.3.2. Físicos**

El instituto posee varios bienes que permiten la elaboración y estudio del proyecto como son:

- ✓ Avión escuela (al que se realizará la adecuación)
- ✓ Talleres de mecánica e hidráulica
- ✓ Laboratorios

### **5.3.3. ECONÓMICO Y FINANCIERO**

Es factible económicamente, de fácil elaboración, y se está en condiciones para realizarlo; se lo puede financiar. El costo de este proyecto entre gastos directos e indirectos puede ser costado por el investigador lo que convierte a este proyecto en algo tangible y posible de realizar. En la factibilidad en cuanto a los

requerimientos a emplearse para la elaboración de nuestro proyecto existen en el mercado y podemos adquirirlos en el medio en el cual nos vamos a desenvolver.

| <b>Nº</b> | <b>Material</b>                | <b>Costo</b> |
|-----------|--------------------------------|--------------|
| 1         | Internet                       | 30 USD       |
| 2         | Transporte                     | 40 USD       |
| 3         | Copias, anillados, impresiones | 20 USD       |
| 2         | Varios                         | 40 USD       |
| TOTAL     |                                | 130USD       |

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Jonathan Flore

#### **5.4. DENUNCIA DEL TEMA**

“Diseño e implementación de un sistema neumático para el control de la puerta de pasajeros del avión escuela Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD”

### 5.5. CRONOGRAMA

|    | Actividades<br>Meses  | ABRIL |   |   |   | MAYO |   |   |   | JUNIO |   |   |   |
|----|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|
|    |   | 1     | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 |
| 1  | Búsqueda de proyecto  |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 2  | Análisis de factibilidad de proyectos encontrados                 |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 3  | Desarrollo de la investigación                                    |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 4  | Análisis de la información recopilada                             |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 5  | Búsqueda de información adicional relativa al proyecto encontrado |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 6  | Redacción del anteproyecto  |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 7  | Trámites para la presentación del anteproyecto                    |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 8  | Presentación del primer Borrador                                  |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 9  | Reunión para detalles del anteproyecto                            |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |
| 10 | Presentación del anteproyecto definitivo                          |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |

## 5.6. Bibliografía.

### Libros:

- **DE AZEVEDO NETTO**, J.M. y **ACOSTA ALVAREZ**, Guillermo. Manual de Hidráulica, México: Harla, 1975. 578 p.
- **Creus Solé**, Antonio Neumática e hidráulica, 1ª. Edición
- **CRANE**, División de Ingeniería. Flujo de fluidos en accesorios. México: McGraw Hill, 1992. 198 p.

### Páginas Web:

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_hiller_FH-227)
- <http://fh227.rwy34.com/> Sitio dedicado a el FH-227(en inglés)
- <http://www.airliners.net/> Con información técnica y general de los FH-227(en inglés)
- <http://www.pilotoviejo.com/> Informaciones y fotos de los FH-227 de la Fuerza Aérea Uruguaya
- *Wikimediafoundation. 2010.*
- [www.taringa.com](http://www.taringa.com)

## 5.7.Glosario de Términos

**Aeroespacial.-** Es una industria de alta tecnología, sus productos incluyen desde transbordadores o lanzadores espaciales, satélites, motores para cohetes, helicópteros, aviones privados, jets, aviones militares y comerciales.

**Aeronave.-** Es un dispositivo que es usado con la intención de ser usado para el vuelo en el aire.

**Esquemas.-** Esquema, organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura grafica y visualmente sencilla que deja claro las relaciones que hay establecidas en dicha obra.

**Estructura.-**En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los otros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados, afianzados y sujetos por medio de montantes y cables de riostramiento, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento.

**Envergadura.-** Distancia entre los extremos de las alas de un avión.

**Factibilidad.-** Que se lo puede realizar, hacer.

**Holísticos.-** Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

**Logística.-** Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio.

**La resistencia.-** Es la oposición que el aeromodelo debe de superar para ser lanzado hacia delante.

**Material didáctico.-** Se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder da manera fácil a la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes o destrezas.

**Motor.-** Un motor aeronáutico o motor de aviación es aquel que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje.

**Obstáculos.-** Como obstáculos físicos se pueden enumerar todas aquellas barreras físicas que se interponen a una acción e impiden el avance o la consecución de algún objetivo concreto.

**Optimización.-** Acción y efecto de optimizar, es decir; buscar la mejor manera de realizar una actividad.

**Timón de profundidad.-** Permite el movimiento de cabeceo y hace girar al avión sobre el eje transversal. Al tirar hacia atrás de la palanca de mando se levanta el timón; disminuye su sustentación, baja la cola y por lo tanto; sube el morro. Si se mueve la palanca hacia adelante se produce el efecto contrario haciendo picar al avión.

**Transporte aéreo.-** El transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros, cargamento, etc. Mediante la utilización de aeronaves con fin lucrativo. El transporte aéreo tiene siempre fines comerciales. Si fuese con fines militares, este se incluye en las actividades de logística.

**Servos:** son unos dispositivos que convierten las señales transmitidas por el emisor en movimiento

- **Abreviaturas**

- **ITSA.-** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
- **FAE.-** Fuerza Aérea Ecuatoriana
- **DGAC.-** Dirección General de Aviación Civil
- **Shp.-** (Shafthorsepower) Caballos de potencia en el eje
- **TSFC.-** Consumo específico de combustible
- **IPC.-** Catalogo Ilustrado de Partes.

# ANEXOS

## (Anexo A)

### 1.4.1. La Ficha de Observación:

|   |  |                                     |         |      |
|---|--|-------------------------------------|---------|------|
| <b><u>INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO</u></b>  |  |                                     |         |      |
| <b>Lugar de observación:</b> En el Ala de Transporte No 11  |  |                                     |         |      |
| <b>Fecha de observación:</b> 28/01/2011   |  |                                     |         |      |
| <b>Observadores:</b>  |  |                                     |         |      |
| Sr: Nelson Tigse  |  |                                     |         |      |
| Sr: Paúl Vargas   |  |                                     |         |      |
| Sr: Darwin Casa   |  |                                     |         |      |
| <b>Objetivo:</b>  |  |                                     |         |      |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Observar y verificar a simple vista las condiciones en las cuales se encuentra la aeronave.</li></ul> |  |                                     |         |      |
| <b>Observaciones:</b>   |  |                                     |         |      |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Ver las Fortalezas y las debilidades del avión.</li></ul>   |  |                                     |         |      |
| PARTES DEL AVIÓN  |  | CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCUENTRA |         |      |
| PARTES DEL AVIÓN  |  | Bueno                               | Regular | Malo |
| Trenes  |  | X                                   |         |      |
| Cabina  |  | X                                   |         |      |
| Alas  |  | X                                   |         |      |
| Helices   |  | X                                   |         |      |
| Motores   |  | X                                   |         |      |
| Estabilizador horizontal  |  | X                                   |         |      |
| Estabilizador Vertical  |  | X                                   |         |      |
| Ventanas  |  | X                                   |         |      |
| Pintura   |  |                                     |         | X    |
| Puertas   |  |                                     |         | X    |
| Asientos  |  |                                     | X       |      |
| Baño  |  |                                     | X       |      |
| Tapicería   |  |                                     | X       |      |

## (Anexo B)

1.4.2. Imágenes actuales del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD, que se encuentra en la plataforma del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.



## ANEXO C

### Cédula de entrevista

Entrevista No.....

Fecha: .....

Entrevista dirigida a: DIRECTIVOS Y PERSONAL ADMINISTRATIVO

#### Preguntas:

1. ¿Cree usted que la implementación de un sistema hidráulico a la puerta de pasajeros del avión Fairchild FH-227 permita la optimizar las enseñanzas a los estudiantes?

Si

No

Porqué?.....  
.....  
.....

2. ¿Cuánto conoce usted sobre el sistema hidráulico de la puerta de un avión?

100%                      50%                      25%                      10%

3. Para Ud. Cuáles son las razones por las que el Instituto no posea equipos aeronáuticos funcionales?

Porqué?.....  
.....  
.....

4. ¿Cree usted que factores tales como la eficiencia, la calidad y la tecnología son importantes para mejorar la productividad?

Si                       No

Porqué?.....  
.....  
.....

5. ¿Piensa usted que la habilitación de la puerta de pasajeros del avión Fairchild es un proyecto que ayude a los docentes en la perfección académica?

Si                       No

Porqué?.....  
.....  
.....

**Observaciones:**

.....  
.....  
.....

**Nombre del entrevistador:**.....

**Datos socio-demográficos del entrevistado:**

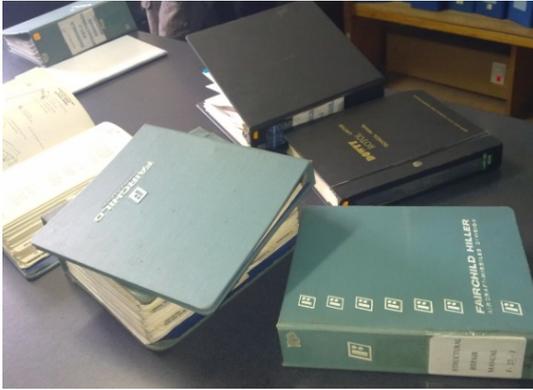
Edad

Estado civil

Nivel de educación

(Anexo D)

- Imágenes de los manuales del avión Fairchild FH-227.



# **ANEXO B**

**Elementos utilizados en la  
construcción del sistema  
hidráulico**

## 1) Tanque o depósito de aceite

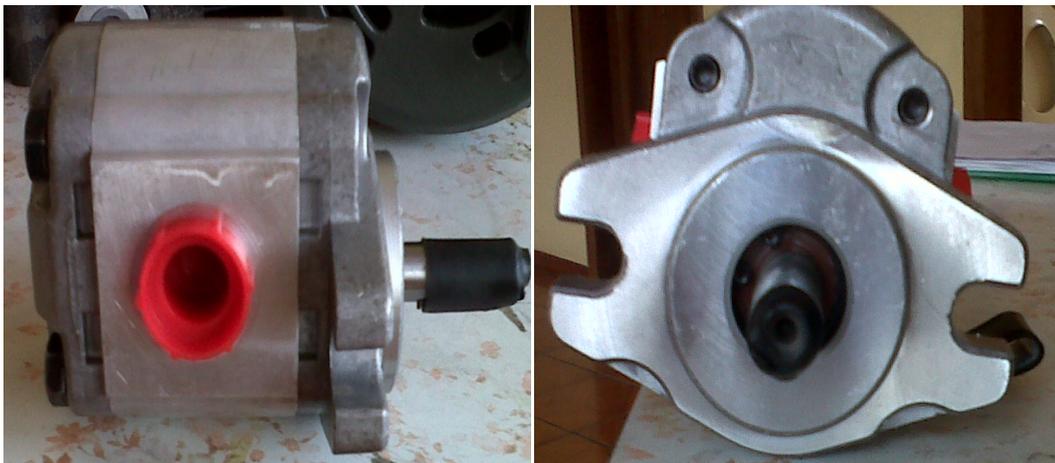
- Volumen: 4 Lts
- Dimensiones: Largo:25 cm;Ancho:10cm;Alto:15cm
- Material: Plancha de 2mmm-3mmm espesor.



**Figura B.1.**Tanque de aceite

## 2) Bomba

- Bomba de engranajes caudal fijo
- Desplazamiento:2 cm<sup>3</sup>/rev.
- Caudal:60 cm<sup>3</sup>/sg = 3,6lts/mint.= 1 gpm
- Presión nominal:200 bar
- Torque al eje:6,5 Nm
- Velocidad: 1800/3600 rpm
- Marca: KOMPASS,model:P102;order:P102RU01GT



**Figura B.2.** Bomba de engranajes

### 3) Coupling

- Coupling elástico
- Torque nominal: 10,2Nm
- Frecuencia: 3000 rpm
- Marca: KOMPASS, model: DC-26

### 4) Motor

- Motor eléctrico 110/220 V monofásico
- Potencia: 1/2 HP
- Velocidad: 1750 rpm
- Torque nominal: 2Nm
- Marca: WEG.



**Figura B.3.** Motor monofásico

### 5) Mangueras Flexibles

Tubería de aspiración

- Manguera línea de aspiración
- Diámetro interior: 15mm
- Diámetro exterior: 24mm
- Presión: 50 bar
- Marca: GATES, model: 12GMVXCTM

Tubería de retorno

- Manguera línea de retorno
- Diámetro interior: 6mm-8mm
- Diámetro exterior: 13mm-15mm
- Presión de retorno: 50bar
- Marca: GATES, model: 12GNVXCTN

Tubería de presión

- Tubería de presión o manguera
- Diámetro interior: 6mm-8mm
- Diámetro exterior: 15mm-17mm
- Presión de trabajo: 350 bar
- Marca sugerida: GATES, model: 5M5KXREEL

## 6) Manómetro

- Manómetro inmerso en glicerina
- Escala de presión: 10bar-350bar
- Diámetro carátula: 60mm
- Acometida rosca: 1/4 NPT
- Marca sugerida: KOMPASS, model: AT-100-100K-A1-N-2

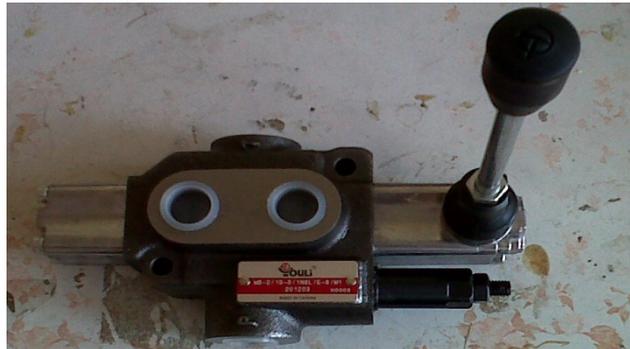


**Figura B.4.** Manómetro inmerso en glicerina

## 7) Válvula direccional

- Válvula direccional accionamiento manual por palanca
- Centro: tándem 4/3; 4 vías 3 posiciones centrado con resorte
- Caudal nominal: 20gpm
- Presión nominal: 200 bar
- Válvula de alivio incorporada
- de acción directa

- Presión máxima: 200 bar
- Ajuste de presión: 35bar/200bar
  
- Caudal máximo: 20gpm
- Marca:KOMPASS,model:DT-02C



**Figura B.5.**Válvula de mando

### **8) Cilindro hidráulico**

- Cilindro hidráulico de simple efecto
- Presión: Hasta 200bar
- Velocidad: 8cm/seg.
- Marca: elemento existente en el avión.



**Figura B.6.** Cilindro hidráulico de simple efecto

## HOJA DE VIDA

### **DATOS PERSONALES**

NOMBRE: Jonathan Javier Flores Charro  
NACIONALIDAD: Ecuatoriana  
FECHA DE NACIMIENTO: 25 de Diciembre de 1988  
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 040152580-3  
TELÉFONOS: 0995109813  
CORREO ELECTRÓNICO: javiducallstar@hotmail.com  
DIRECCIÓN: Av. Tarqui y Sucre



### **ESTUDIOS REALIZADOS**

PRIMARIO:

Escuela Hermano Miguel La Salle

SECUNDARIO:

Estudios Secundarios: Instituto Tecnológico Bolívar

SUPERIOR:

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### **TÍTULOS OBTENIDOS**

Bachillerato en Ciencias Físico – Matemáticas

Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica Mención Motores

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES**

Fuerza Aérea Ecuatoriana, Ala N°11- Hangar Militar “Escuadrón Sabreliner”  
CEMA Centro de Mantenimiento Aeronáutico- Aeropuerto Internacional de  
Cotopaxi

### **CURSOS Y SEMINARIOS**

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Certificación Obtenida: Suficiencia en Inglés (2009)

## **EXPERIENCIA LABORAL**

Empresa: Corporación "El Rosado"

Cargo: Jefe de Sección, cajero, atención al cliente

Año: 2010

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**Jonathan Javier Flores Charro**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA**

---

**Subs. Tec. Avc. Ing. HEBERT ATENCIO V**

Latacunga, Febrero 28 del 2013

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

Yo, JONATHAN JAVIER FLORES CHARRO, egresado de la carrera de mecánica en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N° 040152580-3, autor del Trabajo de Graduación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HIDRÁULICO PARA EL CONTROL DE LA PUERTA DE AVIÓN DE PASAJEROS DEL AVIÓN ESCUELA FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD” cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente sección de propiedad intelectual.

---

**Jonathan Javier Flores Charro**

Latacunga, Febrero 28 del 2013