



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
AVIONES Y MOTORES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: REHABILITACIÓN DEL PARKING BRAKE DEL  
CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227J  
PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTOR: SALAZAR SALTOS, LILIA XIMENA**

**DIRECTOR: ING. CRISTOBAL RODRIGO BAUTISTA ZURITA**

LATACUNGA

2015

## AUTORIZACIÓN

Yo, Salazar Saltos Lilia Ximena

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“REHABILITACIÓN DEL PARKING BRAKE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227J PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

---

Salazar Saltos Lilia Ximena

CI: 0603611112

Latacunga, Marzo 2015

## **CERTIFICADO**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la señorita **LILIA XIMENA SALAZAR SALTOS**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**.

---

**ING. BAUTISTA RODRIGO**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, Marzo de 2015

## **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Salazar Saltos Lilia Ximena

### **DECLARO QUE:**

El trabajo de grado denominado “REHABILITACIÓN DEL PARKING BRAKE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227J PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

---

Salazar Saltos Lilia Ximena

CI: 0603611112

Latacunga, Marzo 2015

## DEDICATORIA

El presente proyecto de graduación dedico con todo mi amor y cariño:

A Dios por darme la oportunidad de vivir.

A mi difunto hermano Eriko Salazar Saltos por darme todo su apoyo durante mis estudios y compartir conmigo muchos momentos tanto alegres como tristes, por extenderme siempre su mano y haber creído en mi capacidad de lograr mis sueños, sé que si estuvieras aquí te sentirías muy orgulloso de verme llegar hasta este momento en mi carrera, gracias hermano por todo tu esfuerzo y sacrificio, este y todos mis esfuerzos te los dedico a ti, sé que desde donde estas me brindas la luz y fuerzas para seguir adelante.

A mis padres que con su amor y enseñanzas han sembrado en mí las virtudes de responsabilidad y deseos de superación que he necesitado para alcanzar mis metas.

A mi esposo Stalin a mi hermosa hija Anita Catalina Mendieta, a mi sobrino Erik Salazar Ameza, a mis hermanos Junior y Enrique Salazar quienes con su luz han iluminado mi vida y hacen cada día más claro mi camino a seguir.

Lilia Ximena Salazar Saltos

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haber bendecido mi vida y guiado cada uno de mis pasos.

A mis Padres que son ejemplo de rectitud, honestidad y trabajo a quienes agradezco su cariño, dedicación, comprensión y consejos que me ha brindado durante mi vida y carrera universitaria así como también al desarrollo del presente proyecto.

Al Ing. Guillermo Trujillo quien estuvo conmigo en los momentos difíciles y logros en todo este tiempo de amistad, gracias por ese apoyo incondicional de siempre.

A mi director de proyecto el Ing. Rodrigo Bautista ya que con su tan oportuno y acertado Asesoramiento contribuyó enormemente en la culminación de mi proyecto.

Lilia Ximena Salazar Saltos

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO .....	II
AUTORIZACIÓN .....	II
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
RESUMEN .....	XIII
EL CAPÍTULO I..	
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	2
1.4 OBJETIVOS:.....	2
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	2
1.5 ALCANCE .....	3
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 AVIÓN FAIRCHILD.....	4
2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	5
2.1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL FAIRCHILD FH-227.....	5
2.2 TREN DE ATERRIZAJE.....	6
2.2.1 FUNCIÓN, TIPOS Y REQUISITOS.....	6
2.2.2 ELEMENTOS DEL TREN .....	6
2.3 RUEDAS .....	6
2.4 NEUMÁTICOS .....	7
2.5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE FRENOS.....	8
2.5.2 CONSTRUCCIÓN.....	9
2.5.6 FRENOS AUTOMÁTICOS.....	13
2.5.7 FRENOS DE ESTACIONAMIENTO O PARKING BRAKE .....	15

2.5.7.2 PERIODOS CORTOS DE ESTACIONAMIENTO.....	17
2.5.7.3 CONTROLES E INDICADORES.....	18
2.5.8 NEUMÁTICA.....	20
2.5.8.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL AIRE COMPRIMIDO .....	20
2.5.8.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO.....	22
2.5.8.4 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO .....	23

### CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA.....	26
3.1 PRELIMINARES .....	26
3.2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	26
3.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	27
3.3.1 FACTOR TÉCNICO.....	27
3.3.2 FACTOR ECONÓMICO .....	27
3.3.3 FACTOR OPERACIONAL .....	27
3.4 PROCESO DE REHABILITACIÓN.....	27
3.4.1 LECTURA DE DIAGRAMAS.....	27
3.4.2 REMOSIÓN DE ACCESOS .....	31
3.4.3 LIMPIEZA.....	35
3.4.4 INSPECCIÓN.....	36
3.4.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	40
3.4.6. INSTALACIÓN DE ACCESOS .....	42
3.5 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA REHABILITACIÓN.....	42
3.7 ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS .....	44
3.7.1 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO .....	44
3.7.2 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN .....	46
3.7.3 PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD.....	47
3.8 PRUEBAS DE LA REHABILITACIÓN.....	48
3.9 PRESUPUESTO .....	48
3.9.1 COSTOS PRIMARIOS .....	48
3.9.2 COSTOS SECUNDARIOS .....	49
3.9.3 COSTO TOTAL .....	50



## CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
GLOSARIO .....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA .....	53
ANEXOS.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Herramientas Utilizadas .....	42
Tabla 2: Simbología del Diagrama de Procesos .....	43
Tabla 3: Pruebas de la Rehabilitación.....	48
Tabla 4: Costos Primarios .....	49
Tabla 5: Costos Secundarios .....	49
Tabla 6: Costo Total.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Avión Fairchild .....	4
Figura 2: Avión Fairchild FH-227 .....	5
Figura 3: Conjunto de Ruedas .....	7
Figura 4: Neumático .....	8
Figura 5: Freno Multidiscos .....	10
Figura 6: Frenos de Acero de Berilio y Carbono.....	11
Figura 7: Esquemático del Sistema del Freno .....	12
Figura 8: Controles del Sistema de tres Niveles.....	15
Figura 9: Control e indicación de Posición de Tren .....	18
Figura 10: Esquema de indicación del sistema en Cabina .....	19
Figura 11: Diagrama del sistema .....	28
Figura 12: Cilindro de aire .....	28
Figura 13: Valvulas de Parking brake.....	29
Figura 14: Pedal.....	30
Figura 15: Sistema de Varillaje y controles .....	30
Figura 16: Cilindro y líneas de presión.....	31
Figura 17: Cañerías.....	31
Figura 18: Apertura de Paneles .....	32
Figura 19: Sistema de Parking Brake.....	32
Figura 20: Accesos sistema de control.....	33
Figura 21: Cables Eléctricos.....	33
Figura 23: Conexiones superiores .....	34
Figura 24: Acceso superior .....	35
Figura 25: Tren principal izquierdo.....	35
Figura 26: Limpieza sistema en cabina.....	36
Figura 27: Inspección.....	37
Figura 28: Resorte.....	37
Figura 29: Varilla de pedales.....	38
Figura 30: Revisión de cañerías de desfogue de presión .....	38
Figura 31: Control de parking brake.....	39

Figura 32: Revisión de cañerías parte superior del avión .....	39
Figura 33: Acceso superior avión .....	40
Figura 34: Revisión freno tren principal izquierdo.....	40
Figura 35: Prueba de funcionamiento .....	41
Figura 36: Elevador hidráulico .....	41
Figura 37: Desmonte de conjunto de frenos.....	41
Figura 38: Instalación de accesos .....	42

## RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de mejorar la capacitación práctica de los alumnos de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, siendo una fuente de consulta práctica para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, mismo que debe ir acorde con la tecnología actual y de la mano con la exigencia de la industria aeronáutica quien requiere contar con profesionales de elite capaces de resolver problemas en base a su conocimiento y experiencia dentro del mercado aeronáutico, este proyecto práctico posee un resumen descriptivo y representativo del proceso de la **REHABILITACIÓN DEL PARKING BRAKE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227J PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS** , todo en base al manual de mantenimiento donde se encuentra detallado el funcionamiento y operación de este sistema, el trabajo investigativo está constituido por cuatro capítulos, los cuales se explican a continuación:

El Capítulo I. Describe los antecedentes, justificación, objetivos y alcance.

El Capítulo II. Incorpora un conocimiento en general del avión Fairchild Fh-227 J, y conocimiento básico de los elementos que integran el sistema de CONJUNTO DE FRENOS Y PARKING BRAKE.

El Capítulo III. Establece los procedimientos para la rehabilitación, DEL SISTEMA DE DEL PARKING BRAKE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHIL FH-227J.

El Capítulo IV. Describe las conclusiones y recomendaciones realizadas después de haber concluido el proyecto.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **FRENOS**
- **REHABILITACIÓN**
- **PARKING BREAKE**
- **CAPACITACIÓN**
- **AVIÓN**

## **ABSTRACT**

The present work aims to improve the practical training of students of the Department of Energy Sciences and Engineering Mechanics Career Aeronautics, being a source of practical inquiry to improve the teaching-learning process itself must be consistent with current technology and hand the requirement of the aviation industry who demands have elite professionals capable of solving problems based on their knowledge and experience in the aviation market, this practical project has a descriptive and representative summary of the process "REHABILITATION OF PARKING BRAKE BRAKE ASSEMBLY FAIRCHILD AIRCRAFT FH-227J FOR TECHNOLOGY MANAGEMENT UNIT", all based maintenance manuals where he is detailing the functioning and operation of this system, the research work consists of four chapters, which are explained below:

Chapter I. Describe the background, rationale, objectives and scope.

Chapter II. It includes a general knowledge of Fairchild Fh-227 J, and basic Knowledge of the elements of the system SET BRAKE AND PARKING BRAKE.

Chapter III. Establishes procedures for rehabilitation, SYSTEM OF PARKING BRAKE ASSEMBLY OF PLANE FAIRCHIL FH-227J.

Chapter IV. Describe the conclusions and recommendations made after completion of the project.

### **KEYWORDS:**

- **BRAKES**
- **REHABILITATION**
- **PARKING BRAKE**
- **TRAINING**
- **AIRPLANE**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Rehabilitación del parking brake del conjunto de frenos del avión Fairchild FH-227J para la Unidad de Gestión de Tecnologías”

#### 1. ANTECEDENTES

Como centro de instrucción en aviación la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE brinda carreras técnicas innovadoras tales como: Electrónica, Logística y Transporte, Seguridad mención Aérea y Terrestre, Telemática y Mecánica Aeronáutica mención Motores y Aviones.

Cada una de estas encaminadas a la formación de tecnólogos capaces de enfrentar las nuevas tecnologías que el futuro de la aviación trae consigo.

Una de las dificultades con las que los estudiantes de la Unidad cuentan es la falta de herramientas, maquetas, sistemas etc., específicamente en el área de trenes de aterrizaje mismos que son de gran importancia

Para que los conocimientos de la asignatura sean tomados de una forma más clara y concreta, desarrollando así mayor destreza en la misma.

Con el fin de conseguir este objetivo es necesario la rehabilitación del sistema de parking brake, del avión Fairchild el mismo que será de vital importancia en la formación de nuevos tecnólogos.

Familiarizándolos con las tareas de mantenimiento en el área aeronáutica y brindándoles una herramienta más para un buen desempeño en campo comercial.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La deshabilitación del parking breake del avión Fairchild FH- 227J provoca que los rotores y estatores de los frenos floten y sea imposible realizar el cambio de ruedas y frenos, limitando así la práctica de los conocimientos teóricos adquiridos por los estudiantes, además podrían ocasionar un posible accidente ya que este trabajo se realizaba con herramientas inadecuadas y con procedimientos que ponían en riesgo la integridad física tanto de las personas que manipulaban el sistema como de la aeronave

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La rehabilitación del sistema de parking brake, es de vital importancia ya que ayudará a la instrucción que imparten los docentes, de tal forma que se podrá asimilar de la mejor manera la teoría impartida y poder adaptarla así con las diferentes prácticas que se realizan, mejorando de esta manera los conocimientos y destrezas de los estudiantes y también consiguiendo incrementar la imagen institucional de la Carrera de Mecánica en la industria Aeronáutica.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Rehabilitar el Sistema de parking brake del avión Fairchild FH- 227 J, ubicado en la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, según los manuales de mantenimiento, para el aporte del aprendizaje práctico de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

### **1.4.2 Objetivo Específico**

- Recopilar y clasificar la información técnica del sistema de parking brake del avión Fairchild FH-227J.
- Remover e inspeccionar cada uno de los mecanismos de parking brake del avión Fairchild FH-227J.



- Instalar y cambiar los elementos de los mecanismos defectuosos inspeccionados que no estén dentro de los parámetros de funcionamiento.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de parking brake.

## **1.5 ALCANCE**

El presente trabajo se limita a la rehabilitación del sistema de parking brake del avión Fairchild FH-227J ubicado en la Unidad de Gestión de Tecnologías, el cual se convertirá en una importante ayuda de instrucción para docentes y estudiantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además servirá de referencia para otras personas que continúen aportando con la rehabilitación de nuevos sistemas, que ayude al mejoramiento de la enseñanza en las diferentes asignaturas que imparte Carrera.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Avión Fairchild

En 1964 Fairchild se fusiona con la fábrica Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporation y comienza los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo del Fokker F.27 y su planta motriz Rolls-Royce Dart. Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro llamaran FH-227. Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un pulgada delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaba doce ventanillas ovales por lado. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los mismos motores de los F-27 J.



Figura 1: Avión Fairchild

Fuente: [ecuadoraviationphotography.blogspot.com](http://ecuadoraviationphotography.blogspot.com)

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y ya se registraba 42 pedidos para el nuevo avión. El primer aparato realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a principio de julio se entregó el primer ejemplar.

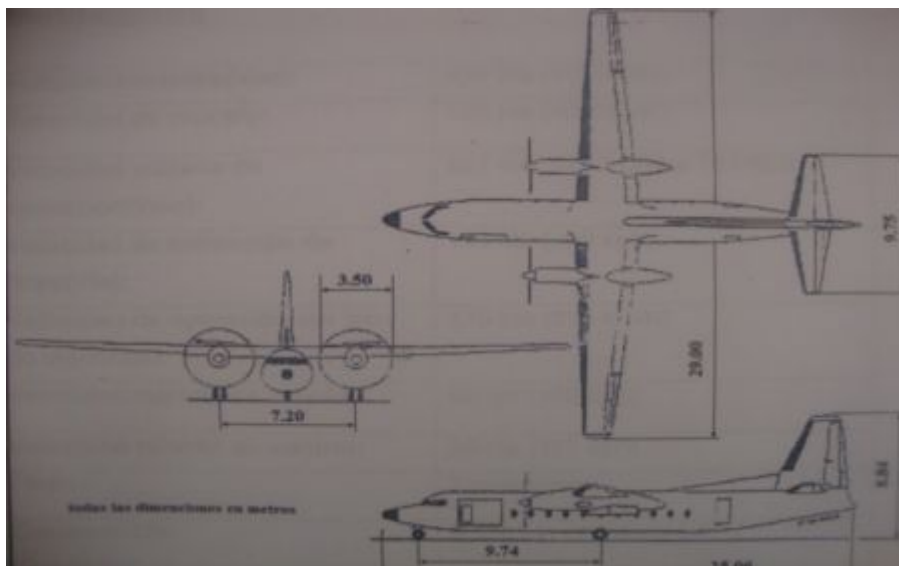


Figura 2: Avión Fairchild FH-227

Fuente: Libro (Oñate, Antonio Esteban, 2007)

### 2.1.1 Características generales

Tripulación: Dos personas (piloto y copiloto)

Capacidad: 52 asientos o un máximo de 56

Longitud: 25.50 m

Altura: 27 pies 7 pulgadas (8.41 m)

Peso vacío: 22.923 libras (10.398 kilogramos)

Peso de despegue máximo: 45.500 libras (20.600 kilogramos)

Planta de poder: 2× Rolls Royce Mk 5327 Turbopropulsores.

### 2.1.2 Especificaciones técnicas del Fairchild FH-227

- **Tipo**..... Avión comercial y de transporte
- **Fabricante**..... Fairchild Hiller
- **Primer vuelo**..... 27 de enero de 1966
- **Introducido**..... 1 de julio de 1966
- **Usuarios principales**..... AcesColombia, Marina Peruana
- **Producción**..... 78
- **Nº. construidos**..... 78 modelos FH-227

## **2.2 Tren de aterrizaje**

### **2.2.1 Función, tipos y requisitos**

La función del tren de aterrizaje es absorber las cargas de aterrizaje, hasta un valor aceptable para las condiciones de resistencia de la estructura del avión.

El tren de aterrizaje consta de dos conjuntos fundamentales: principal y auxiliar.

#### **a) Tren de aterrizaje principal**

Soporta la mayor parte del peso del avión en tierra. Está constituido por dos conjuntos de una o más ruedas, cada uno a un lado del eje longitudinal del avión. Además de esta rueda o combinación de ruedas, el tren principal incluye otros mecanismos que cumplen funciones diversas en la operación del tren, tales como amortiguadores, frenos, cilindros hidráulicos, etc.

#### **b) Tren de aterrizaje auxiliar**

Consiste en un conjunto de una o más ruedas, situadas en la proa o en la zona de cola del avión, que completa la función de trípode.

### **2.2.2 Elementos del tren**

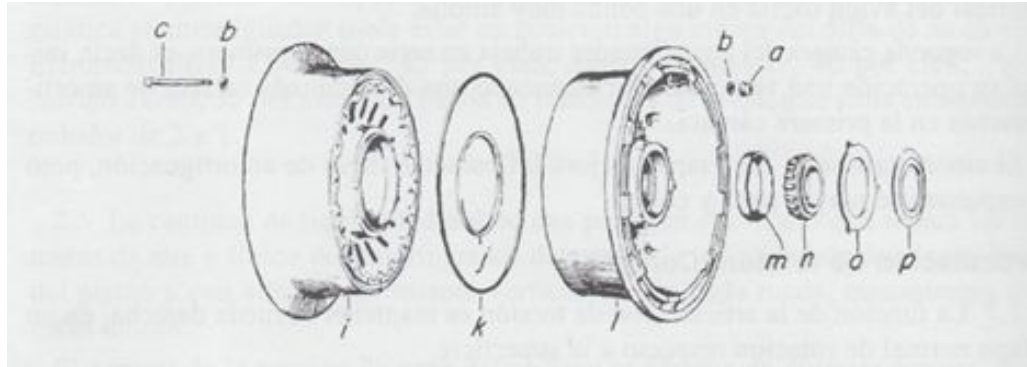
Los componentes fundamentales del tren de aterrizaje son: amortiguadores, articulaciones de torsión, ruedas y frenos.

## **2.3 Ruedas**

La rueda es el soporte circular sobre el que asienta el neumático.

Las ruedas que se montan en los aviones deben cumplir cinco requisitos básicos:  
1) resistencia a las cargas estática y de remolque máximas del avión; 2) dimensiones

adecuadas para acomodar el neumático preciso; 3) volumen interno suficiente para acomodar el sistema de frenos; 4) peso mínimo; 5) facilitar el cambio de neumáticos.



Detalles. a) Tuerca autofrenable; b) Llave; c) Perno; i) Semillanta interior; k, j) Juntas; l) Semillanta exterior; m) Pista; n) Rodamiento de rodillos cónicos; o) Guardapolvo; p) Junta del guardapolvo.

Figura 3: Conjunto de Ruedas

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban;, 2007)

## 2.4 Neumáticos

Los neumáticos para aviación están constituidos por cuatro elementos fundamentales: talón, carcasa, flancos y banda de rodadura Construcción

### a) Talón

El talón es la parte más resistente del neumático. Está constituido por uno o más alambres de acero al carbono, de alta resistencia, embebidos en pliegues de caucho y capas de nylon ("lonas") que aíslan los alambres del resto de la carcasa.

Todas las fuerzas que se producen en el neumático pasan por el talón. Los alambres de acero proporcionan la integridad geométrica del neumático. Con el neumático a presión el talón se fija en las pestañas de la llanta de la rueda.

### b) Carcasa

La carcasa está formada por capas sucesivas de nylon revestidas de caucho. Dichas capas reciben el nombre de "lonas".

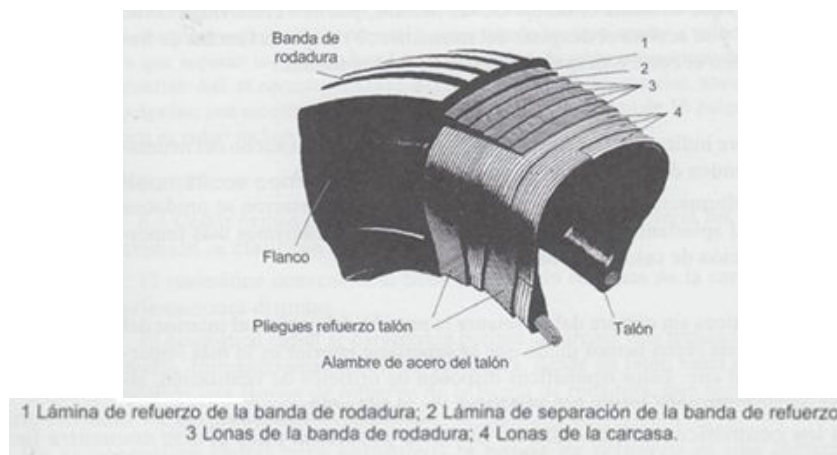


Figura 4: Neumático

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban, 2007)

### b) Banda de rodadura

La banda de rodadura está fabricada en caucho y es la zona del neumático en contacto con el pavimento. La banda de rodadura sufre el desgaste por rozamiento.

### d) Flancos

Como su nombre indica, los flancos son las partes laterales de caucho del neumático, que se extienden desde la banda de rodadura hasta el talón.

## 2.5 Frenos

Los frenos son los mecanismos fundamentales para detener el avión, sobre todo en la carrera de aterrizaje de baja velocidad.

### 2.5.1 Clasificación de los sistemas de frenos

Dejando aparte los antiguos frenos de zapata y otros tipos elementales, los actuales son frenos de disco, bien monodisco o multidisco.

El freno monodisco se emplea en aviones ligeros, donde no es necesario disipar gran cantidad de energía cinética durante la frenada. Todos ellos actúan por presión hidráulica, salvo en aviones ligeros donde se aplican de forma mecánica.

El freno monodisco simple es fácilmente comprensible con las explicaciones que siguen.

En relación con los materiales de fabricación, los frenos pueden ser de berilio, de acero, y los más modernos de carbono.

### **2.5.2 Construcción**

El conjunto de frenos multidisco típico consiste en una serie de discos móviles, que forman un conjunto llamado rotor, y otro conjunto igual, fijo, llamado estator (hay 4 discos de rotor en la figura y 3 estatores).

Todo este conjunto de discos está situado entre dos placas, llamadas placas de retención y de presión.

La placa de presión recibe directamente la presión de los pistones hidráulicos, colocados en el alojamiento de los frenos, hasta un número de siete en la figura y cinco en la fotografía adjunta.

Los discos del rotor están unidos a la rueda de manera que participan de su rotación. Por el contrario los discos del estator son estacionarios y se unen a un anillo de torsión fijo a la pata del tren.

Si a este mecanismo se aplica presión de contacto resulta que los discos de estator rozan con los del rotor y se produce así el rozamiento entre unos y otros.

La fuerza de rozamiento se comunica a la rueda donde va montado el paquete de frenos.

El nivel de frenada depende de la superficie de contacto y de la fricción entre los discos, y por tanto del número de ellos.

La ventaja fundamental de los frenos multidisco es que permite el aumento de la superficie de rozamiento en un espacio relativamente pequeño.

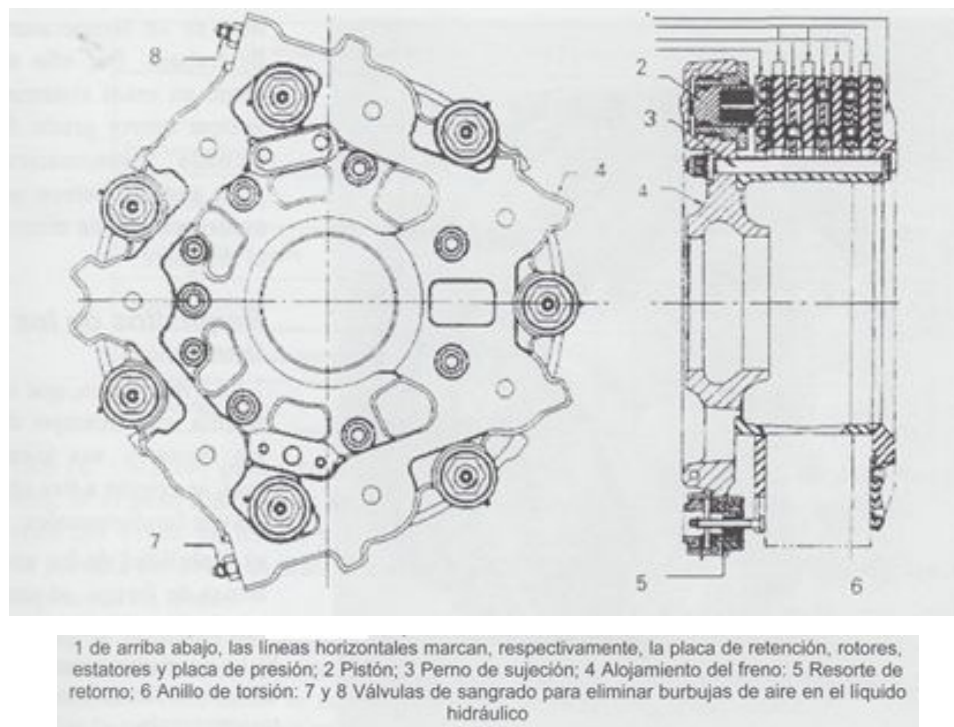


Figura 5: Freno Multidiscos

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban;, 2007)

La presión que los pistones hidráulicos ejercen sobre los discos, y por tanto el rozamiento entre las superficies móviles y estacionarias, está regulada por la válvula medidora de presión hidráulica.

La presión hidráulica que la válvula envía a los pistones de los frenos es proporcional a la presión que se ejerce sobre los pedales.

### 2.5.3 Tipos de Frenos

#### 2.5.3.1 Frenos de acero, de berilio y de carbono

Admitido en aviación de forma general el freno multidisco, es más frecuente en la actualidad clasificar los frenos por el material de fabricación de los discos.

De este modo se dice que hay frenos de acero, de berilio y de carbono. Los frenos con discos de acero han sido el estándar en la aviación comercial hasta la llegada de los modernos frenos de carbono.



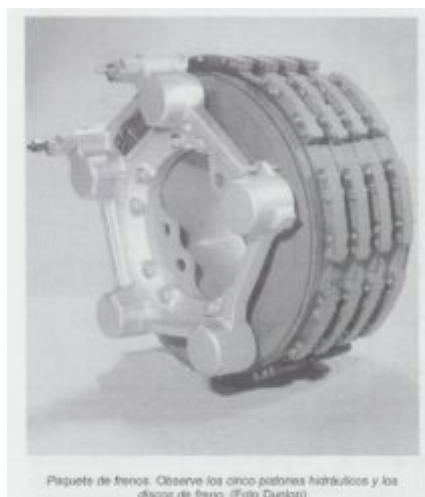


Figura 6: Frenos de Acero de Berilio y Carbono

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban, 2007)

#### 2.5.4 Requisitos de los frenos

La normativa, que es amplia en el campo de los frenos y sus sistemas, se orienta a tres objetivos fundamentales:

- a) Fiabilidad de los sistemas de frenos, al amparo de la filosofía "Failsafe".
- b) La normativa presta atención al freno de estacionamiento.
- c) Reglas sobre capacidad energética de frenada del avión. Siguen breves comentarios a los puntos segundo y tercero.

Destaca también la alta conductividad térmica del carbono, lo que favorece la velocidad de la transmisión del calor desde el paquete de frenos al exterior. Además, el carbono retiene buenas propiedades de resistencia mecánica a alta temperatura.

Los frenos de carbono han hecho una entrada imparable en el campo de la aviación comercial, pero no siempre se han cubierto todas las expectativas. La predicción de vida, situada en 2.000 y 3.000 ciclos, no se ha cumplido por regla general, debido al desgaste durante los rodajes (lo opuesto a los frenos de acero cuyo desgaste el 80% se produce en los aterrizajes).

En relación con la capacidad energética de los frenos, punto (a), que es exigible en los ensayos de certificación del avión, la normativa contempla dos métodos que puede elegir el fabricante que presenta su avión para Certificación.

### 2.5.5 Esquema del sistema de frenos

En la figura 7 se muestra el esquema simplificado de sistema de freno con válvula medidora y de antideslizamiento para rueda única por sencillez. La presión hidráulica de frenada es función de la fuerza que se aplica en el pedal y del desplazamiento del mismo, y es controlada por la válvula medidora. Nótese la presencia de una válvula antideslizamiento, entre la válvula medidora y los discos de freno. La válvula antideslizamiento tiene la función de modular la presión hidráulica, ajustada por la válvula medidora, con el fin de eliminar el deslizamiento del neumático. Tenga presente el lector que la válvula de antideslizamiento sólo puede hacer una cosa, disminuir la presión hidráulica en las líneas que conducen a los frenos.

Uno de cada 3.000 despegues termina en RTO, conforme a las estadísticas, y una parte de ellos con el avión fuera de la pista. Por ello, para el caso de frenos de discos de acero, se estudia la conveniencia de certificar el avión con "frenos usados", con el 90% al menos de desgaste acumulado. Afortunadamente, los frenos de carbono no guardan esta relación, y exhiben muy poca o nula degradación de energía cinética de frenada con su estado de desgaste.

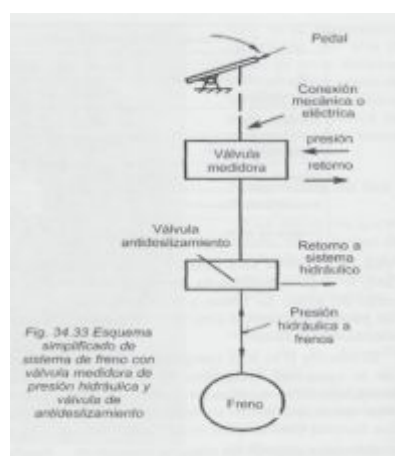


Figura 7: Esquemático del Sistema del Freno

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban, 2007)

El sistema esquemático se puede aplicar a configuraciones de ruedas y frenos más complejas, con adición de nuevos componentes.

- a) Redundancia, que se obtiene por la doble disposición de unidades: si falla el sistema de frenada de ruedas exteriores está disponible la de interiores.
- b) Freno de estacionamiento con capacidad de emergencia.
- c) Medios de frenada alternativa.

### **2.5.6 Frenos Automáticos**

Los frenos automáticos se emplean en muchos aviones comerciales y de aviación general debido a las mejoras en seguridad y confort que aportan para el pasajero. No obstante, recuérdese que el objetivo técnico fundamental de los frenos automáticos es disminuir la carrera de aterrizaje.

Los frenos automáticos permiten aplicar presión hidráulica a los discos de frenos con una intensidad predeterminada, en un modo de funcionamiento alternativo al propio que puede ejecutar el piloto.

El sistema de frenos automáticos está hoy día, como es lógico, integrado en el general de frenos, junto al de antideslizamiento, con el que comparte unidades y forma una unidad integral.

#### **2.5.6.1 Requisitos y operación del sistema de frenos automáticos**

En síntesis, los requisitos son las siguientes:

- a) Optimizar la frenada del avión y mantener desaceleración constante durante toda la carrera de aterrizaje.
- b) Suministrar máxima presión de frenada en caso de despegue abortado (RTO).
- c) Frenada simétrica.

- d) Principio de funcionamiento failsafe.
- e) Compatibilidad con el sistema de antideslizamiento.
- f) Desgaste normal de frenos y neumáticos en operaciones de frenada automática.
- g) Desarme del sistema por avería, por aplicación de frenos por parte del piloto, o por avance de mando de gases.

El sistema es armado por el piloto, bien en el aire antes del aterrizaje o en tierra antes del despegue.

Siendo su control de naturaleza digital, el sistema incorpora inhibidores por distintas funciones del avión, como ajuste del mando de gases, velocidad del avión, condición de velocidad angular de las ruedas, y naturalmente por los cambiadores de modo tierra-aire.

Armado el sistema, si se cumple toda la lógica del circuito, el controlador de frenos automáticos envía señales eléctricas a la válvula medidora de presión hidráulica, que es la encargada de regular la presión de frenada.

La desaceleración del avión se controla de acuerdo con el grado de frenada seleccionado por el piloto. Hay dos sistemas al uso, de tres y cinco niveles.

### **Sistemas de tres niveles**

Son sistemas que se acogen a la norma práctica (SAE ARP 4102/2) de proporcionar al menos tres niveles de frenada, que se distinguen como MIN (LOW), MED y MAX (mínima o baja, media y máxima).

La posición MIN proporciona aceleración de frenada entre 0,1 g y 0,2g; la posición MED de 0,2g a 0,3g, y MAX es la máxima disponible para el avión en particular.



Figura 8: Controles del Sistema de tres Niveles

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban, 2007)

### Sistemas de cinco niveles

Aquí, el piloto puede seleccionar hasta cinco niveles de desaceleración (4 grados de frenada intermedios más uno de máxima). Suelen incluir un modo especial para RTO y AUTO.

En modo RTO, para abortar despegue, el sistema envía presión total de frenada en cuanto se comprueban dos condiciones: a) retracción del mando de gases; b) velocidad del avión superior a 85 nudos.

En modo AUTO los sistemas más avanzados ajustan de forma automática el nivel de frenada a la velocidad de contacto del avión.

#### 2.5.7 Frenos de estacionamiento o Parking Brake

El freno de estacionamiento en el avión comercial cumple tres funciones:

a) Primero, es una exigencia legal, la de aplicar el freno de estacionamiento durante la evacuación de emergencia para permitir un tiempo mínimo de detención del avión de 5 minutos, condición de protección básica para pistas contaminadas (barro, hielo, pequeños taludes, etc).

b) Estacionamiento del avión sin necesidad de calzos. Los operadores aprecian la posibilidad de mantener el avión en esta situación por un periodo largo de tiempo,

digamos 18 horas. (*Nota:* también es cómodo para el piloto aplicar frenos de estacionamiento durante esperas en la calles de rodadura en aeropuertos muy congestionados de tráfico).

c) Precisamente, mantener el avión en posición mientras se calza.

Así, pues, C.

Téngase siempre presente una idea, a los efectos de mantener suficiente frenada de estacionamiento: existe una pérdida paulatina de presión hidráulica a través de las válvulas y componentes del sistema de frenos.

### **2.5.7.1 Periodos largos de estacionamiento**

Para periodos largos de estacionamiento se usan dos variantes. El primer método es el convencional, esto es, cuando los pedales están conectados a la válvula medidora de presión hidráulica mediante cable u otra conexión mecánica. En el segundo, tipo independiente, los pedales transmiten una señal eléctrica que se envía a la Unidad de control de frenos.

El freno convencional se basa en un resorte que, con un gancho, mantiene los pedales en posición de frenada. El gancho está unido con cable a una palanca situada en la cabina. Para poner los frenos el piloto pisa los pedales a fondo y tira de la palanca del gancho.

Cuando retira los pies de los pedales éstos quedan en posición de frenada, fijos por el gatillo del gancho. Para quitar los frenos se pisan ambos pedales (unas veces sin tocar el mando de cabina, otras hay que meterlo). Un acumulador hidráulico suministra presión hidráulica en caso de que no estén en funcionamiento las bombas hidráulicas eléctricas o mecánicas.

El freno de estacionamiento independiente tiene una válvula especial de freno que recibe presión hidráulica a través de la válvula de lanzadera, válvula que separa el sistema normal de frenos del avión y el de estacionamiento.

La presencia de un circuito independiente, con su propio acumulador hidráulico, permite usar este sistema como freno de emergencia en caso de avería del principal, eso sí, a costa de mayor complejidad y número de componentes a bordo.

### **2.5.7.2 Periodos cortos de estacionamiento**

El sistema para períodos cortos de estacionamiento proporciona presión hidráulica en los frenos durante unos 30 minutos. El sistema consta de válvula de dos vías, situada entre la válvula medidora de presión

Hidráulica y los propios frenos. Además, el circuito cuenta con una válvula antiretorno y válvula de alivio térmico.

El piloto aplica los frenos de estacionamiento pisando los pedales a fondo. La válvula antiretorno permite que la presión hidráulica llegue a los frenos.

Cuando quita los pies de los pedales la válvula medidora cierra la línea y la presión hidráulica permanece en las tuberías que conducen a los frenos.

Para quitar los frenos se actúa sobre una palanca en cabina que pone en comunicación directa la línea de frenos y la válvula de control de frenos, sin pasar por el circuito de las válvulas antiretorno y de alivio térmico.

Como se sabe, la válvula de alivio térmico previene de la excesiva presión hidráulica que puede presentarse con el aumento de temperatura del fluido hidráulico después de una frenada.

La válvula de alivio térmico permite el sangrado de líquido al circuito de retorno. Precisamente, en el polo opuesto, con el descenso de la temperatura del líquido disminuye la presión hidráulica en los frenos hasta el punto de ser insuficiente para mantener estacionario el avión.

Por lo general se puede contar con un periodo efectivo de frenada de estacionamiento de unos 30 minutos.

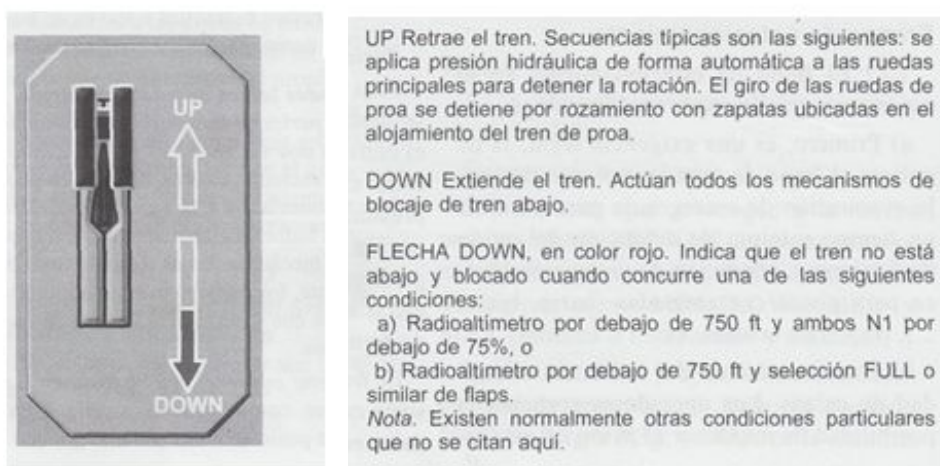


Figura 9: Control e indicación de Posición de Tren

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban, 2007)

### 2.5.7.3 Controles e indicadores

La extensión y retracción del tren se controla con una palanca de tres posiciones (UP, OFF, DOWN), para tren arriba, palanca en posición neutra y tren abajo. Los últimos aviones que entran en el mercado presentan dos posiciones, eliminando la posición neutra OFF.

La posición UP cuenta normalmente con las protecciones siguientes, entre otras que puedan ser aplicables: a) Bloqueo de la retracción cuando alguno de los amortiguadores del tren no está completamente extendido o la rueda de proa no está centrada; b) Detención automática del giro de las ruedas del tren principal y de proa con la apertura de las compuertas del tren.

La posición DOWN cuenta con la extensión automática cuando la velocidad del aire desciende a un cierto valor, digamos 260 nudos. Si el tren no está asegurado y bloqueado en sus posiciones se ilumina una señal o panel rojo de aviso. Así, por ejemplo, en la figura está bloqueado en la posición seleccionada. El triángulo se ilumina en verde si el tren está bloqueado abajo.

La normativa exige un medio alternativo para extensión del tren cuando falla el siste-



ma normal. El mando de emergencia permite bajar el tren por gravedad ante la imposibilidad de hacerlo por otro medio. El mando de extensión del tren en emergencia despresuriza el ramal del sistema hidráulico del tren mediante una válvula de corte.

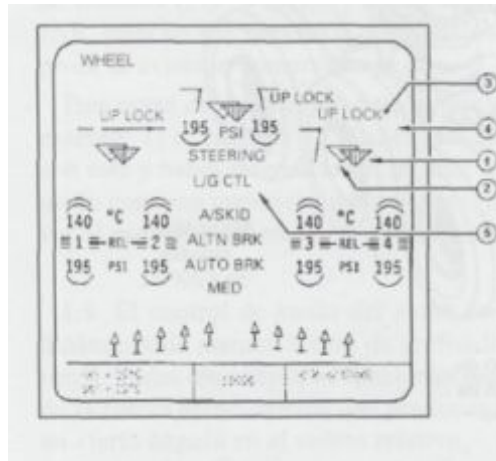


Figura 10: Esquema de indicación del sistema en Cabina

Fuente: (Oñate, Antonio Esteban, 2007)

La figura anterior es un resumen de pantalla digital de presentación de datos del tren de aterrizaje. Estas indicaciones se complementan, según los casos, con otros instrumentos de panel.

Los dos triángulos (símbolos 1 y 2) indican situación de tren conforme a las señales recibidas de los detectores dobles de proximidad. Los símbolos triangulares se muestran en verde o en rojo según las circunstancias detectadas.

La marcación 4 es el símbolo gráfico de posición de las compuertas del tren, en este caso completamente abierta. La marcación 5 en ámbar indica una contradicción entre la posición de la palanca del tren y la física del tren.

La leyenda "STEERING" en el centro del panel indica avería del sistema de dirección de ruedas de proa. Hay indicación que el sistema AUTO BRK de frenos automáticos está armado y ajustado a intensidad media de frenada (MED). Se muestra asimismo la temperatura de frenos en grados centígrados y presión de neumáticos.

La indicación ALTN BRK indica que el sistema de frenos está trabajando con presión hidráulica del sistema alternativo. La indicación A/SKID aparece en ámbar cuando hay averías en los circuitos lógicos del sistema o cuando el interruptor está en OFF. Aunque no están indicadas en la pantalla hay marcaciones previstas para la posición del freno de estacionamiento, con el mensaje PARK BRK, que puede aparecer en verde o en ámbar, según la fase de operación.

## **2.5.8 Neumática**

### **2.5.8.1 Evolución histórica del aire comprimido**

Los griegos, en su búsqueda de la verdad, fueron cautivados por cuatro elementos que se presentaban con relativa continuidad y abundancia, estos eran: el agua, el aire, el fuego y la tierra.

De estos cuatro elementos, uno en particular, el aire, poseía por su naturaleza volátil y presencia transparente, la más fina expresión de la materia, que en otras “densidades” o “estados” era casi el alma.

La navegación a vela, fue quizás la más antigua forma de aprovechamiento de la energía del viento (eólica). Más tarde, los molinos de viento la transformaron en energía mecánica, permitiendo en algunos casos mover moliendas y en otros bombear caudales importantes de agua unos cuantos metros por encima del nivel del mar.

El conocimiento y la aplicación del aire comprimido tomó consistencia a partir de la segunda mitad del siglo XVII, cuando el estudio de los gases es objetivo de los científicos como Torrecelli, Pascal, Marriotte, Boyle, Gay Lussac, entre otros.

Las investigaciones en el campo de las aplicaciones del aire comprimido no han terminado todavía. Los robots, la manipulación, los autómatas programables y otras diversas prestaciones no han hecho perder ni un ápice el atractivo de la NEUMÁTICA en la nueva generación tecnológica.

Sectores industriales como: alimentación, medicina, ensamblaje y manipulación, sistemas robotizados o industrias de procesos continuos, son automatizados, en gran parte, neumáticamente por las ventajas que ésta tecnología ofrece.

- Puede ser almacenada, aun habiendo sido comprimido.
- Velocidad de los actuadores es elevada.
- Los cambios de temperatura no alteran sus prestaciones.
- Técnica limpia (desde el punto de vista macroscópico).
- Su coste no es elevado.
- Simplifica enormemente la mecánica.

### **2.5.8.2 Introducción a la neumática práctica**

Un sistema de potencia fluida es el que transmite y controla la energía por medio de la utilización de líquido o gas presurizado.

En la neumática, esta potencia es aire que procede de la atmósfera y se reduce en volumen por compresión, aumentando así su presión.

El aire comprimido se utiliza principalmente para trabajar actuando sobre un émbolo o paleta.

La utilización correcta del control neumático requiere un conocimiento adecuado de los componentes neumáticos y de su función para asegurar su integración en un sistema de trabajo eficiente; por lo que en este curso se conocerá, no en detalle, el funcionamiento y aplicación de los componentes en sistemas neumáticos tales como: válvulas, actuadores, métodos de conexión y circuitos neumáticos fundamentales

### **¿Qué puede hacer la neumática?**

La tecnología del control neumático tiene un extenso campo de aplicación y no desplaza a otros tipos de control, muy por el contrario se complementan, permitiendo realizar operaciones de mecanización y automatización.

**Mecanización.-** sustituye la potencia muscular del hombre en la realización de trabajos, por una potencia proveniente de una fuente exterior la que se gobierna con pequeños esfuerzos.

**Automatización.-** permite la eliminación parcial o total de la intervención del hombre, de tal manera que éstos asuman funciones intelectuales de cálculo y decisión.

La breve lista que se indica a continuación sirve solamente para indicar la versatilidad y variedad del control neumático en funcionamiento en una industria en continua expansión.

- Accionamiento de válvulas para aire, agua o productos químicos.
- Accionamiento de puertas pesadas y calientes.
- Montaje de plantillas y fijaciones en maquinaria de ensamblado y máquinas herramientas.
- Máquinas de soldadura eléctrica y por puntos.
- Accionamiento de cuchillas de guillotina.
- Transporte de componentes y materiales.
- Manipuladores neumáticos.
- Tornos de dentista.

### **2.5.8.3 Ventajas y Desventajas del Aire Comprimido**

#### **Ventajas:**

- Producción de fuerzas lineales en cualquier dirección
- El aire siempre está disponible
- La compresibilidad del aire permite almacenar energía y evitar movimientos bruscos
- La baja viscosidad de al aire produce pocas pérdidas, hace que éste se puede transportar y usar con grandes velocidades ( 10 – 40 m/s)

- Fácil conducción de esta energía a través de mangueras y tuberías a longitudes relativamente grandes.
- No se necesita tubería de retorno, como en oleohidráulica
- No existe el peligro de sobrecarga, las fuerzas y momentos se limitan por la presión de la línea
- Se puede hacer circuitos lógicos
- Fácil regulación de caudal y presión. La velocidad de los actuadores se logra estrangulando el flujo y variando la presión.
- Se puede aplicar donde hay peligro de explosión debido a chispas ( al aplicar la electricidad)
- Alta seguridad de los elementos neumáticos
- Mantenimiento relativamente sencillo

**Desventajas:**

- Se limita la presión de trabajo hasta un máximo de 25 bar. Normalmente se trabaja con presiones máximas entre 6 a 10 bar con fuerzas hasta de 30000 N.
- La baja viscosidad hace que su efecto de amortiguación sea bajo
- La energía portante del aire no se puede usar en su mayor parte
- Aparecen algunos problemas en la instalación, como ruidos molestos, fugas, condensación y formación de hielo
- El costo de la energía es más caro en comparación con la electricidad.

**2.5.8.4 Propiedades del aire comprimido**

Algunas razones importantes para la extensa utilización del aire comprimido en la industria son:

**Disponibilidad**

Instalaciones industriales y fábricas tienen suministro de aire comprimido en las áreas de trabajo y compresores portátiles que pueden servir en posiciones más alejadas.

**Almacenamiento**

Se puede almacenar fácilmente en grandes cantidades, en el interior de depósitos especialmente diseñados para ello.

**Simplicidad de diseño y control**

Los componentes neumáticos son de configuración y montajes sencillos para proporcionar sistemas automatizados extensos con un control relativamente sencillo.

**Elección del movimiento**

Se puede elegir entre un movimiento lineal o un movimiento de rotación angular con velocidades de funcionamiento fijas y continuamente variables.

**Economía**

Costes relativamente bajos debido a los costes de los componentes, de mantenimiento y su larga duración por las mínimas averías.

**Fiabilidad**

Los componentes neumáticos tienen una larga duración consecuentemente elevada fiabilidad del sistema.

**Resistencia al entorno**

A estos sistemas no le afectan ambientes con temperaturas elevadas, polvo o atmósferas corrosivas en los que otros sistemas fallan.

**Limpieza del entorno**

El aire es limpio y, con un adecuado tratamiento de aire en el escape, se puede

instalar según normas de “sala limpia”.

### **Seguridad**

No presenta peligro de incendio en áreas de riesgo elevado y el sistema no está afectado por la sobrecarga, puesto que los actuadores se detienen o se sueltan simplemente. Los actuadores neumáticos no producen calor.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Preliminares

La rehabilitación del sistema del parking brake del avión Fairchild responde a una necesidad observada en las prácticas de trenes de aterrizaje donde por falta del sistema antes mencionado no se puede realizar las tareas como el cambio de neumáticos y ruedas de la manera que demanda el manual de mantenimiento.

De esta manera al rehabilitar el sistema del parking brake de los trenes principales del avión Fairchild, permitirá que los estudiantes puedan realizar las prácticas relacionadas con lo que se refiere a la remoción e instalación de las ruedas y neumáticos de los trenes de aterrizaje, con la finalidad de complementar la parte teórica con la práctica.

El funcionamiento del sistema de parking brake del avión Fairchild está encaminado al frenado de los discos rotores y estatores del conjunto de frenos, con presión neumática proveniente de una fuente de alimentación, logrando de esta manera que los discos no tiendan a caerse y quedando alineados para el ingreso de una nueva rueda.

El accionamiento del presente sistema es por medio de una palanca que se encuentra a lado izquierdo del asiento del piloto con nomenclatura “parking brake”.

#### 3.2 Estudio de alternativas

Para la presente rehabilitación del sistema de parking brake del avión Fairchild se utilizó los elementos existentes en la aeronave y elementos de aviación adquiridos.

La rehabilitación del sistema fue ejecutada en su totalidad por la investigadora y en tal virtud no se hizo estudio de alternativas debido a que el trabajo se ejecutó



según las especificaciones del manual de mantenimiento, ATA 32 y la colaboración del tutor.

### **3.3 Estudio de Factibilidad**

Para el estudio de factibilidad se consideran los siguientes factores:

- Factor técnico
- Factor económico
- Factor operacional

#### **3.3.1 Factor Técnico**

Es el proceso de rehabilitación de los elementos y mecanismos que intervienen en el funcionamiento del sistema del parking brake del avión Fairchild.

#### **3.3.2 Factor Económico**

Se considera la inversión económica que se debe hacer para la rehabilitación del sistema del sistema del parking brake y la adquisición de materiales fungibles.

#### **3.3.3 Factor Operacional**

Es la rehabilitación del sistema del parking brake culminada, que debe funcionar según lo establecido en los manuales de operación y seguridad con su respectiva interpretación y manipulación.

### **3.4 PROCESO DE REHABILITACIÓN**

#### **3.4.1 Lectura de diagramas**

Para realizar una correcta rehabilitación del sistema de parking brake de los conjuntos de frenos de los trenes principales del avión Fairchild, se procedió revisar el diagrama neumático que abastece de energía a los sistemas, mismos que estaban ubicados en los manuales de mantenimiento específicamente ATA 32 y en el acceso

principal de los controles neumáticos en el avión.

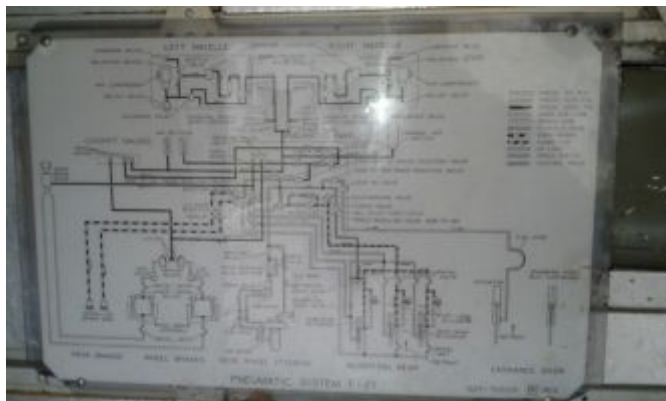


Figura 11: Diagrama del sistema

El diagrama especifica el recorrido que hace el fluido neumático a través de los diferentes componentes como son filtros, válvulas check, válvulas de alivio, etc., desde los motores hacia los sistemas del avión, en vista que el mismo en su totalidad trabaja con energía neumática para la retracción y extensión de los trenes de aterrizaje, el freno de emergencia, freno de la hélice entre otros.

Una de las alimentaciones de aire es hacia la botella del parking brake misma que está alimentada con una presión de 3300 PSI, proveniente de la línea principal de los motores, botella que contiene aire a presión específicamente para el frenado de los conjuntos de frenos sea del tren principal izquierdo o derecho.



Figura 12: Cilindro de aire

Una vez que el aire se encuentra en la botella del parking brake, por medio de una cañería rígida identificada con su respectivo código de color y nombre del sistema, es dirigido hacia dos válvulas mecánicas que se encuentran en la parte posterior del panel de instrumentos.

Hay dos válvulas, una para cada conjunto de frenos de los trenes principales, están alimentadas con 3300 PSI, proveniente de la botella de parking brake, son accionadas mecánicamente por medio de varillajes, señales provenientes de los pedales o la palanca de parking brake, el objetivo de la válvula es de enviar la presión proveniente de la botella hacia el conjunto de frenos o de aliviar la presión que se encuentra en el sistema una vez que ha sido activado.



Figura 13: Válvulas de Parking brake

Las válvulas pueden ser controladas de dos maneras:

Presionando la punta de los pedales, conjuntamente o individualmente accionara su respectiva válvula, quiere decir si se aplasta la punta del pedal izquierdo activara la válvula izquierda y por ende funcionara el conjunto de frenos del tren izquierdo y de igual manera sucede con el pedal derecho.

Si se aplasta las dos puntas de los pedales a la vez se activaran las dos válvulas y por ende los dos conjuntos de frenos de los trenes principales.



Figura 14: Pedal

Otra forma de activar los dos conjuntos de frenos es halando la palanca del parking brake ubicado al lado izquierdo del asiento del piloto, esta palanca mueve un conjunto de varillas simultáneamente, mismas que están conectadas a las dos válvulas de parking brake y a la punta de los pedales quedando activado el sistema con aire a presión proveniente de la alimentación neumática.



Figura 15: Sistema de Varillaje y controles

Cabe mencionar que la palanca del parking brake activa los dos conjuntos de frenos a la vez y no por separado como los pedales.

La presión acumulada en las líneas de parking brake cuando se alivia el sistema es enviada a la atmosfera por medio de unos acoples que están unidos a la válvula que se encuentra en el compartimiento del tren de nariz.



Figura 16: Cilindro y líneas de presión

### Cañerías

Son cañerías rígidas de 174mm. de pulgada de diámetro, de aleación de aluminio. Para identificar las cañerías del sistema que se está trabajando se pudo observar sus códigos, mismos que estaban identificados por colores, figuras y nomenclatura como se indica en la figura siguiente.



Figura 17: Cañerías

Las cañerías son rígidas desde la botella de parking brake hasta el conjunto de frenos de los trenes principales tanto izquierdo como derecho.

### 3.4.2 REMOSIÓN DE ACCESOS

Una vez revisado el diagrama del sistema de parking brake y obtenido la información de los componentes que interviene en su funcionamiento, se procedió a retirar los accesos que impiden la libre manipulación del sistema.

Como primer punto se procedió a abrir la puerta de acceso donde se encuentra el sistema de alimentación neumática de las botellas principales para los diferentes sistemas del avión. La puerta de acceso está conformada con seguros que con ayuda de un desarmador estrella se pueden desasegurar.



Figura 18: Apertura de Paneles

En el sistema se procedió a revisar que todos los componentes no hayan sido removidos y siguiendo el diagrama se verificó que la mayoría de los componentes del sistema se encontraban en su respectivo lugar.



Figura 19: Sistema de Parking Brake

En el sistema de parking brake, se procedió a realizar una conexión externa con un acople macho neumático debido a que para obtener 3000 PSI se debe encender los motores y como los mismos se encuentran inoperativos se debió obtener la presión de una fuente externa como el de un compresor.

Como siguiente punto se procedió a retirar los accesos laterales en la cabina de mando del lado del piloto debido a que en el lugar se encuentra la palanca que activa el sistema de parking brake de los dos sistemas neumáticos de los trenes principales.



Figura 20: Accesos sistema de control

Una vez retirado el panel lateral, el manual especifica que las conexiones se dirijan al panel frontal donde se encuentran los instrumentos del motor y navegación, para lo cual se procedió a retirar el panel verificando que los cables de conexión eléctrica de los instrumentos se encuentren desconectados para que en el momento de retirar no haya interferencia. Los cables eléctricos se encontraron cortados por tal motivo se procedió a realizar la sujeción de los mismos con material de aviación como es la piola de cera.



Figura 21: Cables Eléctricos



Figura 22: Panel estructura frontal

El panel se encontraba empotrado a la estructura frontal por medio de dos pernos superiores y dos pernos inferiores, los primeros tenían el objetivo de impedir el movimiento del mismo y los segundos tenían la finalidad de servir como bisagras para el movimiento del panel.

Como siguiente paso las conexiones se dirigían por la parte superior de la cabina en la zona del pasillo entre el galey y el compartimiento de carga, procediendo en este punto a retirar los paneles de acceso para verificar las cañerías neumáticas del parking brake las cuales se podían identificar por el código de colores y la figura que representa a dicho sistema.



Figura 22: Conexiones superiores

Las conexiones se dirigían hacia la parte superior del avión, teniendo de esta manera que subirse al mismo y proceder a desarmar el acceso que permitía verificar la continuidad de las cañerías hacia el tren izquierdo y tren derecho, dicho acceso se encontraba en la parte central del avión.





Figura 23: Acceso superior

Las cañerías de los conjuntos de frenos están a la vista del mecánicos debido a que se encuentran unidas al amortiguador del tren por tal motivo no se tuvo que retirar acceso alguno.



Figura 24: Tren principal izquierdo

Todos los paneles de acceso estaban con tornillos de cabeza en cruz y con ayuda de un destornillador se procedió a retirar los paneles de acceso.

### **3.4.3 LIMPIEZA**

Una vez obtenido el acceso hacia el sistema de parking brake, y con el diagrama del sistema se procedió a verificar cada cañería y componente que conforma el sistema.

A continuación se limpió cada uno de los componentes y cañerías con una franela, tiñer y desengrasante debido a que el sistema se encontraba con demasiado polvo y

grasa impidiendo de esta manera verificar el estado de los mismos.



Figura 25: Limpieza sistema en cabina

#### 3.4.4 INSPECCIÓN

La presente inspección se realizó según el orden del proceso de remoción de los paneles debido a que se debió revisar cada sección de cañerías y componentes.

La primera sección a revisar fue el panel de control del sistema neumático, donde se encontraban las botellas neumáticas que abastece a los diferentes sistemas de la aeronave.

En el presente sistema se encuentran las cañerías que conduce el aire desde la botella del parking brake hacia la válvula de mando accionada desde cabina, para la revisión se debió identificar las cañerías que se dirigían del sistema del parking brake la cual se encontraba con la señalética propia del sistema y descrita anteriormente, las mismas se debieron conectar al sistema correspondiente en vista de que estaban desacopladas de la válvula de mando, y una vez conectadas se procedió a realizar una inspección visual y enviar aire a presión para verificar si hay ruido en las mismas.

Existió fuga de aire en los acoples, tomando como media correctiva el ajuste de los mismos.

Para la presente inspección se debió conectar una toma neumática con acoples rápidos para el ingreso de aire desde el compresor hacia el sistema, teniendo como objetivo comenzar la activación del sistema y verificar las fugas.



Figura 26: Inspección

Una vez revisado las cañerías rígidas que se encuentren en perfecto estado y sin ninguna fuga desde la toma neumática hasta la válvula del parking brake se procedió a revisar los mecanismos de accionamiento de la válvula la misma que como se habló anteriormente es activada por los pedales y la palanca del parking.

En la conexión de la palanca del parking brake hacia la válvula se revisó el cableado que une la palanca con el varillaje de accionamiento teniendo como inconveniente que la palanca no se quedaba bloqueada, por tal motivo se revisó cada elemento de accionamiento, comenzando con el cableado para lo cual se verifico con una franela que los hilos no se encuentres sueltos, y que este bien sujeto con la palanca, a continuación se verificó el resorte que se encuentre destrabado y nada impida su libre movimiento.



Figura 27: Resorte

Paso siguiente se revisó el varillaje activando los pedales individualmente y la palanca del parking brake, verificando que el movimiento llegue hasta la válvula. Las varillas del pedal izquierdo tuvieron que ser conectada en vista de que las mismas estaban desconectadas hacia los mecanismos de movimiento.



Figura 28: Varilla de pedales

Una vez conectadas y revisadas las varillas y los mecanismos de movimiento se procedió a desconectar las cañerías que se encuentran en la parte superior del panel de instrumentos, mismas que salen de las válvulas, y verificando que la presión llega hasta este punto.



Figura 29: Revisión de cañerías de desfogue de presión

Se procedió activar cada pedal dando como resultado que la válvula derecha no permitía el paso de aire, verificando que el mecanismo de accionamiento de la válvula se encontraba desubicada, procediendo a conectar de manera correcta, para a continuación activar nuevamente los pedales y dando como resultado el paso de aire

por las dos válvulas y el trabado de la palanca del parking brake.



Figura 30: Control de parking brake

Una vez revisada el accionamiento y verificado que la presión llega hasta la parte superior del panel se procedió a revisar que las cañerías se encuentren conectadas de forma correcta desde el punto descrito hasta el acceso de la parte superior del avión en el ala central.



Figura 31: Revisión de cañerías parte superior del avión

En la parte superior del avión se verificó que las cañerías estaban conectadas de forma incorrecta hacia otros sistemas, para lo cual se procedió a desconectar del lugar que estaban y conectarlas a las tomas correctas tanto del conjunto de frenos izquierdo como derecho.



Figura 32: Acceso superior avión

Una vez conectadas se verifico que no haya fugas de aire ni dobleces incorrectos.

Paso final se procedió a desconectar las cañerías que llegan a la placa de presión en el conjunto de frenos de la toma normal para verificar que el aire llegue desde cabina activando los pedales y el parking brake.



Figura 33: Revisión freno tren principal izquierdo

### 3.4.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para realizar las pruebas de funcionamiento del parking brake se procedió en primer lugar a verificar que la presión que envía el compresor sea la misma que está recibiendo el sistema y esto se pudo verificar con la visualización de la presión en los manómetros propios de cada botella que se encuentran en el avión en la parte derecha del asiento del copiloto dando como resultado la misma presión tanto del compresor como del sistema.



Figura 34: Prueba de funcionamiento

Para verificar el frenado del conjunto de frenos se procedió a levantar los neumáticos tanto del tren principal izquierdo como derecho con ayuda de un elevador hidráulico, para realizar el movimiento angular y proceder activar el parking brake desde la cabina y verificar el frenado del neumático.



Figura 35: Elevador hidráulico

Analizado el sistema y verificando que el mismo funciona con 3300 PSI y activándolo con 90 PSI en tiempo de frenado fue en cinco minutos, dando como resultado el esperado que es el frenado de los discos. Se procedió a desinstalar la rueda del conjunto de frenos y verificar que los discos se encuentren en su lugar y frenados los rotores con los estatores



Figura 36: Desmonte de conjunto de frenos

### 3.4.6. INSTALACIÓN DE ACCESOS

Una vez revisado y activado el sistema se procedió a instalar los paneles de acceso desinstalados en el proceso de la rehabilitación de la misma manera que se encontró sin ninguna modificación.



Figura 37: Instalación de accesos

### 3.5 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA REHABILITACIÓN

Para la rehabilitación del parking brake se utilizaron máquinas y herramientas que se detallan en la siguiente tabla:

Herramientas utilizadas

Tabla N°1

HERRAMIENTAS	CARACTERISTICAS
Compresor	110 V – 100 PSI
Llaves mixtas	1/4" a 3/4"
Desarmador	Estrella y plano


Fuente: Investigación de campo



### 3.6 DIAGRAMA DE PROCESOS

A continuación se presenta la simbología del diagrama de procesos del ensamblaje de los componentes que intervienen en el funcionamiento del sistema del parking brake del avión Fairchild. Simbología del diagrama de procesos

**Tabla N°2**

N°	ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Línea de procesos	
4	Trabajo terminado	

Fuente: Investigación de campo

Diagrama de proceso del montaje de los componentes del sistema del parking brake.

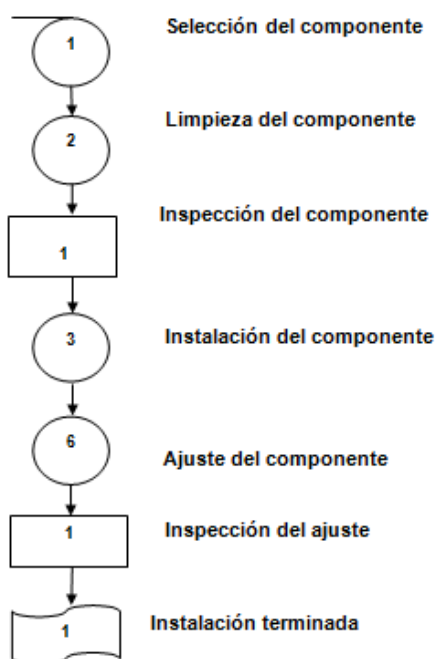



Figura 40: Diagrama de Procesos desmontaje Parking Brake

### **3.7 Elaboración de Procedimientos**

Para la correcta manipulación del sistema del parking brake del avión Fairchild, se elaboraron los procedimientos de mantenimiento y operación que garanticen un correcto funcionamiento.

#### **3.7.1 Procedimiento de Mantenimiento**

A continuación se detalla los Procedimientos de Mantenimiento:

UGT	<b>PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Página 1 de 2</b>
	“REHABILITACIÓN DEL PARKING BRAKE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227J”	<b>FECHA:</b> 25-02-15
		<b>CÓDIGO:</b> M M
	<b>ELABORADO POR:</b> Ximena Salazar	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bautista Rodrigo

### 1. OBJETIVO.

Documentar el procedimiento de mantenimiento del sistema de Parking Brake el avión Fairchild.

### 2. ALCANCE.

Contempla al personal destinado a operar y dar mantenimiento al sistema.

### 3. PROCEDIMIENTOS

#### MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

1. Verificar las conexiones neumáticas del sistema del parking brake que no exista fugas, de ser necesario ajustarlas.
2. Lubricar la palanca del Parking Brake.
3. Limpiar los acoples de desfogue de la válvula neumática del parking brake.

#### MANTENIMIENTO SEMESTRAL




1. Los tres puntos del mantenimiento trimestral
2. Limpiar las conexiones mecánicas que activan las válvulas del parking brake.
3. Verificar los puntos de unión del resorte del sistema mecánico.
4. Verificar el cable de activación de la palanca del parking brake.

#### MANTENIMIENTO ANUAL


1. Los cuatro puntos del mantenimiento semestral.
2. Verificación de fugas neumáticas del sistema de parking brake en la parte superior del ala central.

### 5. FIRMA DE RESPONSABILIDAD \_\_\_\_\_

### 3.7.2 Procedimiento de Operación

<p>UGT</p> 	<p><b>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN</b></p>	<p><b>Página 1 de 1</b></p>
	<p>“REHABILITACIÓN DEL PARKING BRAKE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227J”</p>	<p><b>FECHA:</b> 25-02-15</p>
	<p><b>ELABORADO POR:</b> Ximena Salazar</p>	<p><b>Aprobado por:</b> Ing. Bautista Rodrigo</p>
<p><b>1. OBJETIVO.</b></p> <p>Documentar el procedimiento de operación del sistema de Parking Brake del avión Fairchild.</p> <p><b>2. ALCANCE.</b></p> <p>Operar de manera apropiada el sistema de Parking Brake.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTOS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener una fuente externa de alimentación neumática (0 a 3000PSI).</li> <li>• Conectar la toma neumática de la fuente externa al acople del sistema de alimentación del parking brake.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la presión del sistema en el manómetro del sistema del avión.</li> <li>• Halar la palanca de activación del Parking Brake.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la presión es menor a los 200 PSI esperar unos cinco minutos hasta que la presión ejerza la fuerza correspondiente en el conjunto de frenos.</li> <li>• Para desactivar el sistema empujar la palanca hacia adentro.</li> </ul>		

### 3.7.3 Procedimiento de Seguridad

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Página 1 de 1</b>
	“REHABILITACIÓN DEL PARKING BRAKE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227J”	<b>FECHA:25-02-15</b>
		<b>CÓDIGO:MM</b>
	<b>ELABORADO POR:</b> Ximena Salazar	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bautista Rodrigo
<p><b>1. OBJETIVO.</b></p> <p>Prevenir daños tanto del operador como del sistema de parking brake del avión Fairchild.</p> <p><b>2. ALCANCE.</b></p> <p>Contempla al personal destinado a operar y cuidado del sistema.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTOS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No golpee las cañerías.</li> <li>➤ No exceda la presión del sistema más de 3000PSI.</li> <li>➤ No active el sistema de parking brake si alguna persona está manipulando el conjunto de frenos.</li> </ul> <p><b>4. FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

### 3.8 Pruebas de la rehabilitación

Después de haber culminado con la rehabilitación del sistema de parking brake del avión Fairchild FH-227J se lo sometió a pruebas de funcionamiento.

**Tabla N°3**

No.	PRUEBAS	CUMPLE	
		SI	NO
1	Seguridad	❖	
2	Aseguramiento	❖	
3	Maniobrabilidad	❖	
4	Fuerza	❖	

Fuente: Investigación de campo.

### 3.9 Presupuesto

Se trata de saber el costo del desarrollo del tema, teniendo en cuenta el material utilizado y las máquinas herramientas empleadas, así como transporte alimentación, etc.

#### 3.9.1 Costos primarios

Comprende el costo de los materiales utilizados, herramientas, etc.

Tabla N°4

DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNI. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
LLAVE INGLESA	2	7	14
LLAVES DE 11/16,9/16,7/16	3	3	9
LLAVES ,5/32,3/8	2	3	6
MARTILLO DE GOMA	1	7	7
PINZA	1	4	4
CORTADOR	1	4	4
DESTORNILLADOR ESTRELLA Y PLANO	2	3	6
GUAIPE/FRANELA	6	1	6
ACOPLES	2	15	30
TIÑER	1LT	8	8
<b>TOTAL</b>			<b>254</b>

Fuente: Investigación de campo

### 3.9.2 Costos secundarios

Comprende el gasto realizado aparte de la rehabilitación del proyecto.

Tabla N°5

No.	Detalle	Costo (\$)
1	Anillado	15
2	Impresiones	75
3	Internet	25
4	Transporte	35
5	Alimentación	40
6	Varios	50
<b>TOTAL</b>		<b>240.00</b>

Fuente: Investigación de campo

### 3.9.3 Costo total

Detalla la suma total de los costos primarios con los secundarios.

**Tabla N°6**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR (\$)</b>
Costo primario	<b>254.00</b>
Costo secundario	<b>305.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>559.00</b>

Fuente: Investigación de campo



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se recopiló y clasificó la información técnica referente al sistema de parking brake del avión Fairchild FH-227J.
- Se removió e inspeccionó cada uno de los mecanismos de parking brake del avión Fairchild FH-227J.
- En el proceso de instalación se cambió algunos elementos que ya habían culminado su tiempo de vida por mala manipulación.
- Se procedió a realizar pruebas de funcionamiento dando como resultado el esperado que es el funcionamiento del sistema de parking brake.

#### 4.2 Recomendaciones

- Operar de forma adecuada.
- Permitir seguir realizando este tipo de proyectos ya que al estudiante le permiten demostrar las destrezas adquiridas en la Unidad.
- Leer los Manuales de Mantenimiento, Operación y Seguridad antes de cada manipulación del sistema de parking brake.

## GLOSARIO

- **Aeronave.-** Vehículo que se emplea para la navegación aérea
- **Avión.-** (del francés avion,1 y éste como forma aumentativa del latín avis, ave), también denominado aeroplano, es un aerodino de ala fija, o aeronave con mayor densidad que el aire, dotado de alas y un espacio de carga capaz de volar, impulsado por ninguno, uno o más motores.
- **Fuselaje.-** es uno de los elementos estructurales principales de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión.
- **Tren de Aterrizaje.-** es la parte de cualquier aeronave encargada de absorber la energía cinética producida por el contacto entre la aeronave y la pista durante la fase de aterrizaje.
- **Manual.-** Libro en el que se recoge lo fundamental de una asignatura o ciencia.
- **Mantenimiento.-** Ejecución de trabajos requerido para asegurar el correcto funcionamiento y aeronavegabilidad de la aeronave.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA**

- Oñate, Antonio Esteban;. (2007). CONOCIMIENTOS DEL AVIÓN. España, Madrid : Ediciones Paraninfo S.A.
- (1983). Enciclopedia Ilustrada de la Aviación, 7, 160. Barcelona, España: Edit. Delta.
- (Marzo de 2012). Airliner World. Stamford, Estados Unidos.
- FAA. (1992). Type Certificate Data Sheet No. TAI. Miami.
- FAIRCHILD, F. (s.f.). Manual de Mantenimiento. ATA 32.
- Obtenido de [http://www.worldingo.com/ma/enwiki/es/fairchild\\_Hiller\\_FH227](http://www.worldingo.com/ma/enwiki/es/fairchild_Hiller_FH227) [citado el 10/11/2014]
- Obtenido de <http://www.Airlines.net> [citado el 10/15/2014]
- Obtenido de <http://www.pilotoviejo.com> [citado el 10/18/2014]

# **ANEXOS**

