

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

“DESMONTAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO DEL ALA DERECHA DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 J CON MATRÍCULA HC-BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE N° 11 AL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

POR:

JÉNNIFFER ELÍZABETH MENDOZA MORÁN

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

**TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES**

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. **MENDOZA MORÁN JÉNNIFFER ELÍZABETH**, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

Tlgo. Rodrigo Bautista
Director del Trabajo de Graduación

Latacunga, 4 de octubre de 2011

DEDICATORIA

Con muchísimo cariño este trabajo de graduación va dedicado a aquellas personas que han sido apoyo incondicional para mí, tanto en el aspecto moral como económico durante el tiempo de mi preparación académica: a mi querida Madre y Abuelitos que me ofrecieron la oportunidad de cumplir el sueño de ser una gran profesional.

Jéniffer Elizabeth Mendoza Morán

AGRADECIMIENTO

El camino recorrido ha sido fuerte, lleno de obstáculos pero también lleno de sonrisas y momentos agradables.

A mi Mamá Janeth, mi Hermano Paúl que han sido un pilar fundamental en mi vida y me han entregado esas ganas para continuar, que me apoyaron y cuidaron cuando más lo necesitaba. Gracias por su infinito amor.

A mis Abuelitos Pedro y María Esther por apoyarme todos estos años, por su cariño y ayudarme en todo lo que necesito.

A Enrique, que ha sido como mi papá y me entregó su confianza y apoyo incondicional de muchas formas.

A mi Mary Isabel, que más que ser mi tía es mi gran amiga y me ha mostrado el camino a seguir.

A mis tíos, primos y amigos que me regalaron siempre una palabra de aliento para continuar.

A mis amigos: Evelin, Cristina, Gabriela, Alejandro y Samuel. Gracias por acompañarme durante este tiempo, por sus palabras, por sus sonrisas y por haber aprendido a cuidarnos como una verdadera Familia.

Gracias a tí Papito Dios. Por todos los momentos que me hizo pasar, se que estos tuvieron lugar para formar mi carácter y hacer de mí esa persona que tú quieres que sea. Gracias por no defraudarme nunca y ayudarme en este proceso.

Jéniffer Elizabeth Mendoza Morán

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos.....	V
Índice de figuras.....	VIII
Índice de tablas.....	XI
Índice de anexos.....	XII
Resumen.....	XIII
Summary.....	XIV
CAPÍTULO I: EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Alcance.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Introducción.....	5
2.2 Avión.....	5
2.3 Componentes de una Aeronave.....	6
2.3.1 Fuselaje.....	6

2.3.2	Empenaje de Cola.....	7
2.3.3	Trenes de Aterrizaje.....	8
2.3.4	Grupo Motor.....	9
2.3.5	Ala.....	10
2.3.5.1	Partes Geométricas Móviles del Ala.....	10
2.3.5.1.1	Dispositivo de punta de ala	11
2.3.5.1.2	Dispositivos hipersustentadores.....	11
2.3.5.1.3	Spoiler.....	12
2.3.5.1.4	Slats.....	13
2.3.6	Controles de Vuelo.....	14
2.3.6.1	Controles de Vuelo en el Empenaje.....	15
2.3.6.1.1	Timón de Profundidad.....	15
2.3.6.1.2	Timón de Dirección.....	15
2.3.6.2	Controles de Vuelo del Ala.....	16
2.3.6.2.1	Flaps.....	16
2.3.6.2.2	Tipos de Flaps.....	17
2.3.6.2.3	Alerones.....	18
2.3.6.2.4	Tipos de alerones.....	18
2.3.6.2.5	Aletas de Compensación – Trim Tabs.....	19
2.3.6.2.6	Funcionalidades de las aletas compensadoras.....	19
2.3.6.2.7	Tipos de Trim Tabs.....	20
2.3.6.2.8	Aletas compensadoras fijas.....	20
2.3.6.2.9	Aletas compensadoras controlables.....	20
2.3.6.2.10	Aletas de compensación de equilibrio.....	21
2.3.6.2.11	Aletas compensadoras auxiliares	21

2.3.6.2.12	Servo Tabs.....	21
2.3.6.2.13	Spring Tab.....	22
2.4	Introducción Avión Fairchild FH-227.....	23
2.4.1	Especificaciones técnicas del Avión Fairchild FH-227.....	24
2.4.2	Controles de Vuelo	25
2.4.2.1	Alerón.....	25
2.4.2.2	Rueda de Control (Control Wheel).....	26
2.4.2.3	Auxiliary Shaft / Eje Auxiliar	27
2.4.2.4	Intermediate Sector/ Sector Intermedio.....	28
2.4.2.5	Sector Impulsor y Barra de Torsión.....	29
2.4.2.6	Spring Tab	30
2.4.2.7	Balance Tab.....	31
2.4.2.8	Mecanismo Actuador del Balance-Trim Tab.....	32
2.4.2.9	Mecanismo Actuador del Balance Tab.....	33
2.4.2.10	Mecanismo de Control del Trim Tab.....	34
2.4.2.11	Cables De Control.....	35
2.4.2.12	Trim Cables.....	37
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TEMA.....		38
3.1	Preliminares.....	38

3.2	Procedimientos a seguir antes de realizar el desmontaje....	39
3.3	Remoción de tapas y carenajes del ala.....	39
3.4	Desmontaje de los Cables de Control.....	41
3.5	Desconexión de cables tensores y poleas.....	48
3.6	Desmontaje del Flap del Ala derecha.....	50
3.7	Desmontaje del Alerón del ala derecha.....	54
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO.....		60
4.1	Presupuesto.....	60
4.1.1	Costos Primarios.....	61
4.1.2	Costos Secundarios.....	61
4.1.3	Costo Total.....	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		62
5.1	Conclusiones.....	62
5.2	Recomendaciones.....	63
GLOSARIO.....		64
BIBLIOGRAFÍA.....		67
ANEXOS.....		69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Avión.....	6
Figura 2.2 Fuselaje de una aeronave.....	7
Figura 2.3 Empenaje de cola	7
Figura 2.4 Tren de Aterrizaje Airbus 330.....	9
Figura 2.5 Motor turbo-fan	9
Figura 2.6 Ala.....	10
Figura 2.7 Winglets avión Boeing 767-200.....	11
Figura 2.8 Superficies Aerodinámicas de Ala.....	12
Figura 2.9 Slats en una aeronave	14
Figura 2.10 Timón de Profundidad y Timón de Dirección.....	15
Figura 2.11 Tipos de Flaps	18
Figura 2.12 Alerón.....	19
Figura 2.13 Trim Tab / Aleta de compensación.....	19
Figura 2.14 Aletas compensadoras controlables.....	20
Figura 2.15 Servo Tab.....	22
Figura 2.16 Spring Tab.....	23
Figura 2.17 Avión Fairchild Hiler FH-227 J, HC-BHD.....	24
Figura 2.18 Alerón izquierdo.....	26
Figura 2.19 Control Wheel/Rueda de Control.....	27
Figura 2.20 Auxiliary Shaft/ Eje Auxiliar.....	28
Figura 2.21 Intermediate Sector/ Sector Intermedio.....	29
Figura 2.22 Barra de Torsión y Sector Impulsor.....	30
Figura 2.23 Spring Tab.....	31

Figura 2.24 Balance Tab.....	32
Figura 2.25 Mecanismo Actuador del Balance- Trim Tab.....	33
Figura 2.26 Mecanismo Actuador del Balance Tab en el ala izquierda	34
Figura 2.27 Mecanismo de Control del Trim o compensador del Alerón	35
Figura 2.28 Cables de Control.....	36
Figura 2.29 Turnbuckles de los Trim cables 37.....	37
Figura 3.1 Paneles aerodinámicos ala-fuselaje Fairchild FH-227 J.....	40
Figura 3.2 Remoción de carenajes parte delantera ala central.....	40
Figura 3.3 Remoción de carenajes parte posterior ala central.....	41
Figura 3.4 Desconexión de los Turnbuckles en el ala central.....	42
Figura 3.5 Columna de Control del Alerón.....	43
Figura 3.6 Cables debajo de cabina.....	44
Figura 3.7 Cables detrás del compartimento neumático.....	44
Figura 3.8 Overhead panels abiertos.....	45
Figura 3.9 Tapa entre el larguero frontal y el ala central.....	45
Figura 3.10 Sector Intermedio.....	46
Figura 3.11 Poleas en el compartimento	46
Figura 3.12 Poleas en el larguero posterior del ala.....	47
Figura 3.13 Cables que salen del Sector intermedio.....	47
Figura 3.14 Paneles de acceso abierto en el ala derecha.....	48
Figura 3.15 Lugares donde se encuentran los turnbuckles en la aeronave	48
Figura 3.16 Desconexión de los turnbuckles en el alerón.....	49
Figura 3.17 Cables de control liberados.....	49
Figura 3.18 Turnbuckles de los cables de los trim tabs.....	50
Figura 3.19 Señalización en poleas.....	50

Figura 3.20 Fairing en el flap del ala derecha.....	51
Figura 3.21 Flap Inboard.....	52
Figura 3.22 Actuador para el flap	52
Figura 3.23 Articulación del Flap Externo.....	53
Figura 3.24 Conjunto del Spindle o Eje Giratorio corto del Flap.....	53
Figura 3.25 Spindle o eje corto giratorio	54
Figura 3.26 Flap Outboard extendido, ala derecha.....	55
Figura 3.27 Contour Tool/ Herramienta de contorno.....	55
Figura 3.28 Gust Lock de los alerones.....	56
Figura 3.29 Varilla de doble efecto.....	57
Figura 3.30 Desconexión varilla de doble efecto.....	57
Figura 3.31 Articulación del alerón sin las tapas.....	57
Figura 3.32 Varilla de doble efecto del balance tab.....	58
Figura 3.33 Cable del gust lock del spring tab.....	58
Figura 3.34 Acceso a través del tope del alerón.....	59
Figura 3.35 Articulaciones del alerón.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Costos primarios.....	60
Tabla 4.2 Costos secundarios.....	61
Tabla 4.3 Costo total.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Memorándum de la donación de la aeronave Fairchild FH-227.....	70
ANEXO B: Partes desmontadas del avión.....	72
ANEXO C: Diagrama del Rigging del Alerón.....	74
ANEXO D: Orden Técnica – Desmontaje de los Cables de Control.....	76
ANEXO E: Orden Técnica – Desmontaje del Flap.....	78
ANEXO F: Orden Técnica – Desmontaje del Alerón	80
ANEXO G: Ala Derecha del avión Fairchild FH-227.....	82
ANEXO H: Cabina Del Avión Fairchild FH-227 HC-BCD.....	84
ANEXO I: Controles de Vuelo.....	86
ANEXO J: Cables de control de los controles de vuelo del ala derecha	90
ANEXO K: Cables y Turnbuckles en el Ala central.....	92
ANEXO L: Paneles de Acceso a los Cables de control.....	94
ANEXO M: Cables de control de la cabina hacia las alas.....	96

HOJA DE VIDA DEL GRADUANDO

HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

RESUMEN

El siguiente proyecto trata acerca del desmontaje de los diferentes componentes y sistemas de la aeronave Fairchild Hiler FH-227, con el fin de poder trasladarla de una forma segura y fácil desde el Ala de Transporte No. 11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Se presenta a continuación toda la información que se recopiló desde los Manuales de Mantenimiento para poder seguir paso a paso lo que exigía la orden técnica y cumplir con la tarea propuesta sin afectar el estado de la aeronave.

La información contenida en este proyecto como son: procedimientos de la orden técnica, herramientas que se deben utilizar, materiales y equipo de protección necesarios para realizar el desmontaje, y toda la información técnica de los componentes de la aeronave; resultan muy útil para estudiantes y docentes para relacionarse con el avión.

El tema tratado en el presente proyecto se centra en el desmontaje de los controles de vuelo, procedimiento necesario para poder desmontar posteriormente el ala de una manera más favorable y más segura. Así mismo antes de poder realizar este procedimiento se desconectaron componentes que podrían dañarse en el desmontaje, como por ejemplo cableado, turnbuckles, líneas neumáticas y conexiones eléctricas.

El proyecto se realizó con el fin de mejorar la manera como se reciben las clases, y aumentar los conocimientos prácticos en el Instituto

En la parte final de este proyecto se presentan las conclusiones del mismo, indicando que se cumplieron con los objetivos trazados; de la misma manera tenemos las recomendaciones, muy necesarias para tener referencias en un futuro, en el caso de realizar un proyecto similar a éste.

SUMMARY

This Project is about the Fairchild Hiler's FH-227 systems and components removal procedure, to transport it from Quito's Airport to the Aeronautical Technological Superior Institute in a safe and easy way.

There is the whole information that we could find in the Maintenance Manuals, so we should follow step by step with the personal task and accomplish it, and not affect the plane's condition.

The contained information in this Project are: technical order's procedure, tools, various materials and personal protection equipment, necessary to perform the removal procedure, and the part's technical information of the airplane; They're result so much useful for the teachers and students to know better the plane.

The topic of the Project is about the Flight Control's removal, necessary procedure to remove later the wing in a better and safer way. Before we can do the procedure, we disconnect the parts that could result affected in the removal, for example: cables, turnbuckles, pneumatic lines, electrical connection.

The Project was made with the objective to improve the way that the classes are taught and upgrade the practical knowledge in the Institute.

In the final part of the project are the conclusions, these are indicating that the objectives were performed; also there are the recommendations, necessary to have the references in the future, in case for making a project similar like this.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), ubicado en la ciudad de Latacunga en la provincia de Cotopaxi, es un centro académico de formación tecnológica superior; el cual tiene abiertas sus puertas al personal civil para que ingresen a esta institución para formar profesionales tecnólogos que cumplirán tareas calificadas en el campo de la aviación civil y militar. El Instituto oferta carreras tecnológicas aeronáuticas como son Telemática, Ciencias de la Seguridad Aérea y Terrestre, Electrónica y Mecánica Aeronáutica, siendo esta última carrera en las cuales se centrará el desarrollo y beneficio de este proyecto.

Sobre la base de la investigación realizada, se determinó que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no cuenta con un avión escuela en el cual los estudiantes puedan conocer de una manera más práctica los diferentes sistemas de una aeronave para un mejor aprendizaje.

Actualmente los conocimientos que se están brindando con respecto a este tema, únicamente se los recibe en prácticas pre-profesionales en caso de los niveles superiores, o de manera teórica en las diferentes asignaturas, para los niveles principiantes. Ambos métodos son útiles, pero es necesario implementar nuevas técnicas para que el alumno pueda desenvolverse de una mejor manera y tener conocimientos más claros de lo que es una aeronave.

Es por eso que se realizaron las gestiones necesarias para la donación del avión Fairchild Hiller FH-227 J matrícula HC-BHD por parte de la Fuerza Aérea, el cual será trasladado del Ala de transporte No.11 hacia el campus del Instituto. Esta aeronave al estar inoperativa tendrá el uso de un avión escuela, de esta manera los estudiantes puedan adecuarlo como avión escuela y servirse de él como una gran herramienta didáctica para su formación académica.

1.2. Justificación e Importancia

El ITSA entrega a sus estudiantes suficientes conocimientos a partir del material didáctico con el que cuenta; aún así es necesario estar a la par de los nuevos retos que se requieren actualmente en el campo aeronáutico. Es por eso que se necesita seguir implementando con nuevos métodos, técnicas que permitan al estudiante familiarizarse de una mejor manera con el trabajo y funcionamiento de los diferentes sistemas de una aeronave.

Entonces, tener un avión escuela en el que se pueda conocer más de cerca los sistemas de la aeronave, sus componentes y funcionamiento es la mejor opción para seguir desarrollando aptitudes y conocimientos prácticos en los estudiantes.

El traslado de la aeronave requiere una organización y despliegue logístico por parte un gran equipo técnico y humano, de esta manera se da la oportunidad para que los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico puedan desarrollar destrezas en el desmontaje de los diferentes componentes como alas, superficies de control, antenas, etc para cumplir con los objetivos planteados.

De esta forma, se justifica el traslado de un avión escuela al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, para el estudio del funcionamiento del avión, sus diferentes componentes y sistemas, conocer sus manuales técnicos entre otros, para que así se pueda observar de una manera más apegada a la realidad lo que es una aeronave, que presencien diferentes problemas que se puedan presentar en el mantenimiento correctivo y se corrijan falencias en los procesos

de instrucción; de esta forma los estudiantes lleguen a ser profesionales con conocimientos mucho más fundamentados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Desmontar los controles de vuelo del ala derecha de la aeronave Fairchild FH-227 J de matrícula HC-BHD para su traslado del Ala de Transporte N° 11 al campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recolectar la información necesaria de los manuales de mantenimiento para realizar el desmontaje de los controles de vuelo del avión Fairchild FH-227 J de matrícula HC-BHD
- Buscar las herramientas necesarias para realizar el procedimiento de desmontaje de controles de vuelo
- Tener el equipo de seguridad necesario para ejecutar el proyecto de la mejor manera y sin inconvenientes.
- Realizar un estudio general de los diferentes componentes de los controles de vuelo que se desmontarán
- Determinar el sitio donde se ubicarán los componentes desmontados.
- Desmontar los controles de vuelo y componentes del ala derecha del avión Fairchild FH-227, como por ejemplo: poleas, cables, cableado eléctrico, paneles, entre otros para que no interfieran en el momento del desmontaje del ala derecha.

1.4 Alcance

Al tener el avión escuela se logrará optimizar el estudio de la aeronave, siendo los principales beneficiarios los estudiantes del ITSA de todas las carreras, y de igual manera los Docentes encargados de impartir las diferentes asignaturas, ya que se podrán valer de esta excelente herramienta didáctica, tanto en forma teórica como práctica ya que les permitirá tener un conocimiento más claro, actualizado y preciso de lo que es la aviación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El presente capítulo contiene toda la información complementaria e introductoria acerca de la aeronave Fairchild FH-227 J, el desmontaje de los controles de vuelo del ala derecha para una correcta comprensión de los instrumentos, materiales y herramientas que se utilizaron durante el procedimiento, además da a conocer breves nociones de temas concernientes al desarrollo de este proyecto.

2.2 Avión¹

También denominado aeroplano, es un aerodino de ala fija, o máquina con mayor densidad que el aire, provisto de alas y un torso de carga capaz de volar, impulsado por uno o más motores.

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n>



Figura 2.1: Avión

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3 Componentes de una Aeronave

En un avión tenemos como partes o componentes principales los siguientes:

- Fuselaje
- Empenaje de cola
- Tren de aterrizaje
- Controles de vuelo
- Grupo Motor
- Alas

2.3.1 Fuselaje

El fuselaje es el cuerpo del avión al que se encuentran unidas las alas y los estabilizadores tanto horizontales como verticales. Su interior es hueco, para poder albergar dentro a la cabina de pasajeros y la de mandos y los compartimentos de carga. Su tamaño, obviamente, vendrá determinado por el diseño de la aeronave.

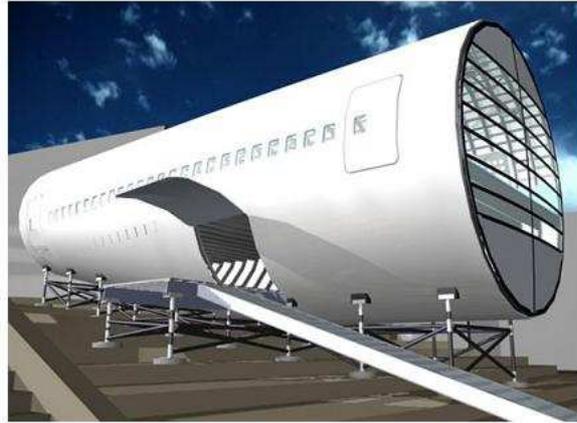


Figura 2.2: Fuselaje de una aeronave

Fuente: <http://escenarios.ideario.es/post.php/39802>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.2 Empenaje de Cola

Consta de dos superficies básicas, la horizontal y la vertical. Cada una tiene secciones fijas para proporcionar estabilidad y móviles para controlar mejor el vuelo. La sección fija de la superficie horizontal se llama estabilizador horizontal y suele estar en la parte frontal, mientras que en la posterior se encuentra la parte móvil llamada timón de profundidad o elevador.



Figura 2.3: Empenaje de cola

Fuente: <http://guerradevietnam.foros.ws/t1107/fairchild-c-123-provider/>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.3 Trenes de Aterrizaje²

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

El tren de aterrizaje tiene por función permitir el desplazamiento de una aeronave cuando ésta se encuentra en tierra, tanto sea para despegar, aterrizar o trasladarse de un punto a otro. Durante el aterrizaje debe absorber la energía cinética producida por el impacto. La cubierta es el primer elemento que absorbe tal impacto, pero no es suficiente; así el tren de aterrizaje debe poseer un sistema de amortiguación para poder disminuir el impacto.

Según la categoría en la que la aeronave se encuentre certificada, el sistema debe cumplir distintos requisitos de absorción de energía. Debe ser capaz, además, de permitir el remolque de la aeronave para movilizarla en caso de "push-back" o remolque desde posiciones desde donde no pueda salir por sus propios medios. En este caso, las fuerzas actuantes serán no solo verticales.

El peso total del avión, su distribución sobre las ruedas principales, la velocidad vertical de aterrizaje, la cantidad de unidades de ruedas, las dimensiones y presión de las cubiertas y otros, son los factores que influyen sobre la amortiguación del choque y ésta debe ser tal que la estructura del avión no esté expuesta a fuerzas excesivas.

² http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje



Figura 2.4: Tren de Aterrizaje Airbus 330

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Underc.a330 arp.750pix.jpg>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.4 Grupo Motor

Son los motores que tiene el avión para obtener la propulsión que requiere para seguir un curso frontal, contrarrestando el efecto del viento en contra, el cual opone resistencia y lo empujaría hacia atrás.

Provocan el empuje para el despegue y vuelo. Entre los motores más conocidos y utilizados tenemos: turbo-reactor, turbo-hélice, de pistones o turbo-fan.



Figura 2.5: Motor turbo-fan

Fuente: <http://www.tcas.es/blade-off-test>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.5 Ala³

Cuerpo o superficie aerodinámica formado por una estructura muy fuerte estructuralmente, compuesta por un perfil aerodinámico o perfil alar envolviendo a uno o más largueros y que es capaz de generar una diferencia de presiones entre su intradós y extradós al desplazarse por el aire lo que, a su vez, produce la sustentación que mantiene el avión en vuelo. Esto lo consigue desviando la corriente exterior, lo que a su vez (principio de acción y reacción) genera una fuerza cuya componente vertical equilibra al peso. El ala compensará por tanto el peso del avión y a su vez generará una resistencia.



Figura 2.6: Ala

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Plane_wing.JPG

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.5.1 Partes Geométricas Móviles del Ala

En las alas del avión se encuentran ubicadas las superficies flexibles o aerodinámicas del ala.

³ [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

2.3.5.1.1 Dispositivo de punta de ala

Son formas geométricas instaladas en el extremo del ala, de tipo 'wingtip fence' en este caso, su misión es reducir la resistencia inducida del ala ya que evita la conexión entre intradós y el extradós. La distribución de sustentación a lo largo del ala no es uniforme y se produce un fenómeno de barrido de aire hacia la punta del ala, provocando la formación de los vórtices de punta de ala. Esto provoca que el ala dé energía cinética (en forma de torbellino) al aire consumiendo energía en este proceso. Los winglets o aletas reducen este fenómeno, pero en contra generan un elevado momento flector en el encastre del ala.



Figura 2.7: Winglets avión Boeing 767-200

Fuente: Jéniffer Mendoza

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.5.1.2 Dispositivos hipersustentadores

Son usados durante el despegue o el aterrizaje. La misión de estos elementos es reducir la velocidad mínima que el avión necesita para despegar o aterrizar. Para lograrlo hay varias técnicas: aumentar la superficie de ala, el coeficiente de sustentación del ala, aumentar el coeficiente de sustentación máximo del ala. De esta forma se incrementa la fuerza total de sustentación a una velocidad dada, pudiendo aterrizar a una menor velocidad. La deflexión de estos dispositivos incrementa la resistencia aerodinámica del avión. Pueden ser dispositivos pasivos (mediante una modificación de geometría) o activos (mediante la inyección de energía al aire).

Entre ellos tenemos:

- Flaps
- Carenados de los flaps
- Slats

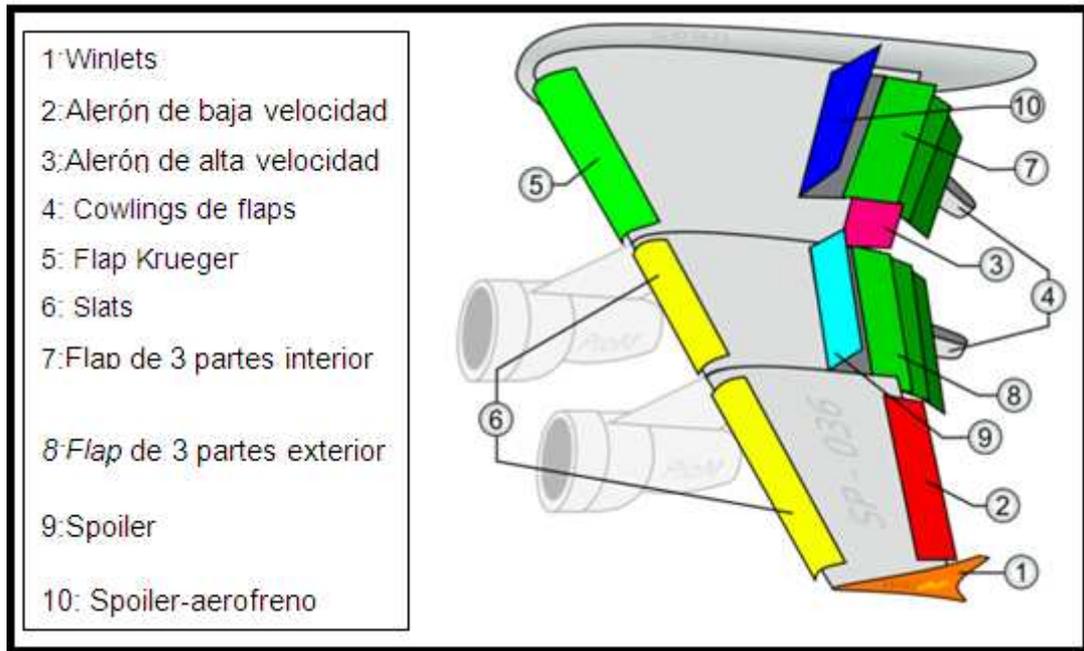


Figura 2.8: Superficies Aerodinámicas de Ala

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.5.1.3 Spoiler

Son unos elementos usados para destruir la sustentación del ala. Son usados durante el aterrizaje, una vez que el avión toca suelo con las ruedas se despliegan estos dispositivos que evitan que el avión vuelva al aire, a su vez también son usados en caso de descompresión en cabina, al romper la sustentación el avión baja rápidamente a un nivel de vuelo donde la presión sea la adecuada. Finalmente son usado por muchos aviones para bajar más rápidamente (se deflexionan ligeramente).

2.3.5.1.4 Slats

Situados en el borde de ataque del ala, son dispositivos móviles que crean una ranura entre el borde de ataque del ala y el resto del plano. A medida que el ángulo de ataque aumenta, el aire de alta presión situado en la zona inferior del ala trata de llegar a la parte superior del ala, dando energía de esta manera al aire en la parte superior y por tanto aumentando el máximo ángulo de ataque que el avión puede alcanzar.

Son superficies hipersustentadoras que actúan de modo similar a los flaps. Situadas en la parte anterior del ala, al deflectarse canalizan hacia el extradós una corriente de aire de alta velocidad que aumenta la sustentación permitiendo alcanzar mayores ángulos de ataque sin entrar en pérdida. Se emplean generalmente en grandes aviones para aumentar la sustentación en operaciones a baja velocidad (aterrizajes y despegues), aunque también hay modelos de aeroplanos ligeros que disponen de ellos.

En muchos casos su despliegue y repliegue se realiza de forma automática; mientras la presión ejercida sobre ellos es suficiente los slats permanecen retraídos, pero cuando esta presión disminuye hasta un determinado nivel (cerca de la velocidad de pérdida) los slats se despliegan de forma automática. Debido al súbito incremento o disminución (según se extiendan o replieguen) de la sustentación en velocidades cercanas a la pérdida, se debe extremar la atención cuando se vuela a velocidades bajas en aviones con este tipo de dispositivo.



Figura 2.9: Slats en una aeronave

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Wing.slat.600pix.jpg>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.6 Controles de Vuelo⁴

La actitud de un aeroplano se define como su orientación relativa al horizonte y a la dirección de su movimiento.

Se controla por medio de tres sistemas de mandos de vuelo, cada uno de los cuales actúa en su eje correspondiente moviendo el timón de profundidad, el timón de dirección o los alerones que se encuentran en la parte posterior de las alas. Todos se accionan desde la cabina de pilotos.

⁴ <http://avion.jaj.com.mx/opcione.php>

2.3.6.1 Controles de Vuelo en el Empenaje

2.3.6.1.1 Timón de Profundidad

El timón de profundidad o estabilizador horizontal 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 de profundidad, disminuye su sustentación, baja la cola y, por tanto, sube el morro. Si se mueve la palanca hacia adelante se produce el efecto contrario haciendo picar al avión.

2.3.6.1.2 Timón de Dirección

Los pedales controlan el movimiento de dirección y hacen girar al avión sobre el eje vertical. En coordinación con los alerones, permiten cambiar el rumbo del avión. Cuando se presiona el pedal derecho, el timón de dirección (estabilizador vertical) se mueve y hace girar el avión hacia la derecha y si se empuja el pedal izquierdo, el giro será hacia la izquierda; pero hay que inclinar la palanca a la vez y hacia el mismo lado para evitar que el avión derrape. El alabeo es al avión lo que el peralte de una curva al automóvil.



Figura 2.10: Timón de Profundidad y Timón de Dirección

Fuente: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/BUENOS_AIRES/1315/cv2.html

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.6.2 Controles de Vuelo del Ala

2.3.6.2.1 Flaps

Forman parte del borde trasero de las alas. La función de los flaps o “wing flaps” es modificar la forma aerodinámica del ala proporcionando una mayor sustentación al avión cuando vuela en régimen de velocidad lento y a baja altura, tanto en el despegue como en el aterrizaje. Durante el despegue los flaps se despliegan parcialmente unos grados hacia afuera y hacia abajo. Esta variación permite un mayor desvío de aire en el ala originando un incremento en la sustentación.

Los flaps únicamente deben emplearse en las maniobras de despegue, aproximación y aterrizaje, o en cualquier otra circunstancia en la que sea necesario volar a velocidades más bajas.

Los efectos que producen los flaps son:

- Aumento de la sustentación.
- Aumento de la resistencia.
- Algunos aumentan la superficie alar.
- Posibilidad de volar a velocidades más bajas sin entrar en pérdida.
- Se necesita menor longitud de pista en despegues y aterrizajes.
- La senda de aproximación se hace más pronunciada.
- Crean una tendencia a picar.
- En el momento de su deflexión el avión tiende a ascender y perder velocidad.

En los aviones comerciales se necesita incluir FTFs (Flap Track Fairing), son una especie de railes sobre los que los flaps se extienden.

2.3.6.2.2 Tipos de Flaps

Hay varios tipos de flaps:

- Sencillo: Es el más utilizado en aviación ligera. Es una porción de la parte posterior del ala.
- De intradós: Situado en la parte inferior del ala (intradós) su efecto es menor dado que solo afecta a la curvatura del intradós.
- Zap: Similar al de intradós, al deflectarse se desplaza hacia el extremo del ala, aumentando la superficie del ala además de la curvatura.
- Fowler: Idéntico al flap zap, se desplaza totalmente hasta el extremo del ala, aumentando enormemente la curvatura y la superficie alar.
- Ranurado: Se distingue de los anteriores, en que al ser deflectado deja una o más ranuras que comunican el intradós y el extradós, produciendo una gran curvatura a la vez que crea una corriente de aire que elimina la resistencia de otros tipos de flaps.
- Krueger: Como los anteriores, pero situado en el borde de ataque en vez del borde de salida.

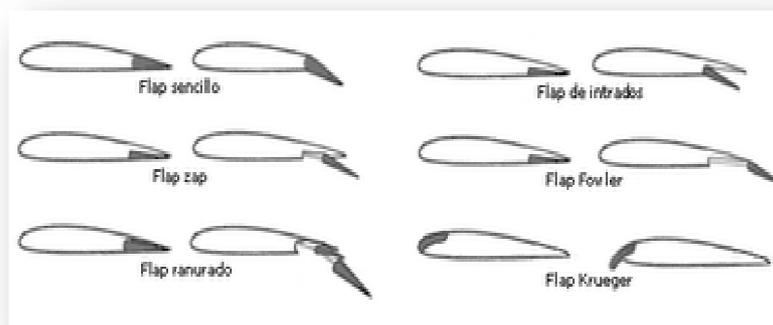


Figura 2.11: Tipos de Flaps

Fuente: <http://alturl.com/8z33h>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.6.2.3 Alerones

Se encuentran situados en el borde trasero de ambas alas, cerca de las puntas. Su función es inclinar el avión en torno a su eje longitudinal "X", con el fin de levantar un ala más que la otra, sobre todo al hacer un giro para cambiar la dirección. Esta inclinación la ejecuta el piloto haciendo girar el timón o la palanca hacia la derecha o la izquierda, según se quiera inclinar las alas en un sentido o en otro. Los alerones se mueven en sentido opuesto, es decir, cuando uno sube el otro baja.

2.3.6.2.4 Tipos de alerones

Existen dos alerones en el ala:

- Alerón de baja velocidad: usado para realizar giros con el avión a bajo Mach.
- Alerón de alta velocidad: usado para realizar giros con el avión a Mach de crucero.



Figura 2.12: Alerón

Fuente: <http://www.powermodel.es/blog/edge-540-castrol-aviator-30cc/>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.6.2.5. Aletas de Compensación – Trim Tabs⁵

Las aletas compensadoras son pequeños planos unidos o asegurados en la depresión cóncava del borde de salida de la superficie principal de control. Su función es ayudar al piloto a mover la superficie principal de control o sostener la superficie en la posición deseada (para no ejercer presión constante sobre uno o más controles).



Figura 2.13: Trim Tab / Aleta de compensación

Fuente: <http://www.sabermfg.com/trim.htm>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.6.2.6 Funcionalidades de las aletas compensadoras

- Ahorra combustible
- Incrementa la velocidad del aire
- Puedes volar sin ejercer presión constantemente sobre los controles
- Añade seguridad
- Elimina la fatiga
- Mantiene el ala nivelada

⁵ <http://elmundodelaaviacion.com.ar/manuales-tecnicos/35-caracteristicas-y-teorias-del-vuelo-de-los-aviones/51-sistemas-auxiliares-de-control>

2.3.6.2.7 Tipos de Trim Tabs

2.3.6.2.8 Aletas compensadoras fijas

Es una pequeña pieza de metal plana unida al borde de salida de la superficie principal. Su función es corregir las pequeñas desviaciones en el vuelo verdadero causadas por las tolerancias de fabricación. Esta aleta compensadora está instalada y ajustada en la fábrica después de una serie de vuelos de prueba. Bajo condiciones normales esta aleta compensadora no necesita ajuste posterior, sin embargo, sí necesitará un ajuste, se puede realizar prensando la aleta compensadora entre dos tablas de madera doblándola hacia arriba o hacia abajo. Después de cada ajuste se necesita hacer un vuelo de prueba para determinar si el ajuste es correcto.

2.3.6.2.9 Aletas compensadoras controlables

La aleta compensadora controlable está asegurada en la depresión cóncava del borde de salida de la superficie de control. Está conectada a través de una articulación a un control que está colocado en la cabina del piloto. La aleta compensadora se puede ajustar durante el vuelo para efectuar compensaciones por pequeñas desviaciones del vuelo verdadero. Se puede hacer funcional manualmente por medio de cables y varillas o eléctricamente por medio de un pequeño motor.

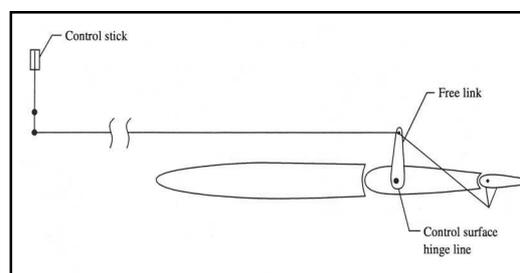


Figura 2.14: Aletas compensadoras controlables

Fuente: <http://history.nasa.gov/monograph12/ch6.htm>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.3.6.2.10 Aletas de compensación de equilibrio

Se emplean para ayudar al piloto a mover la superficie de control principal. La aleta compensadora está asegurada en la depresión cóncava del borde de salida de la superficie de control principal y conectada con dicha superficie en tal forma que cuando la superficie de control principal es movida en una dirección, la aleta compensadora se mueve en la dirección opuesta, haciendo que el aire que fluye contra la aleta compensadora ayude al piloto a mover la superficie de control.

2.3.6.2.11 Aletas compensadoras auxiliares

Se emplea para mover la superficie de control principal y sostenerla en la posición deseada. En este caso, la articulación del control principal está conectada a la aleta de compensación.

Cualquier movimiento del control impartirá un movimiento correspondiente a la aleta compensadora auxiliar. El peso de la carga del aire contra la aleta de compensación consecuentemente moverá la superficie.

2.3.6.2.12 Servo Tabs⁶

Los dispositivos para proveer aumento o multiplicación de fuerza son llamados servomecanismos.

Los Servo tabs se mueven en dirección opuesta a la superficie de control. La aleta tiene un beneficio de hacer palanca, al ser localizado cerca del borde de salida de la superficie y así puede dar palanca a la superficie de control en la

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Servo_tab

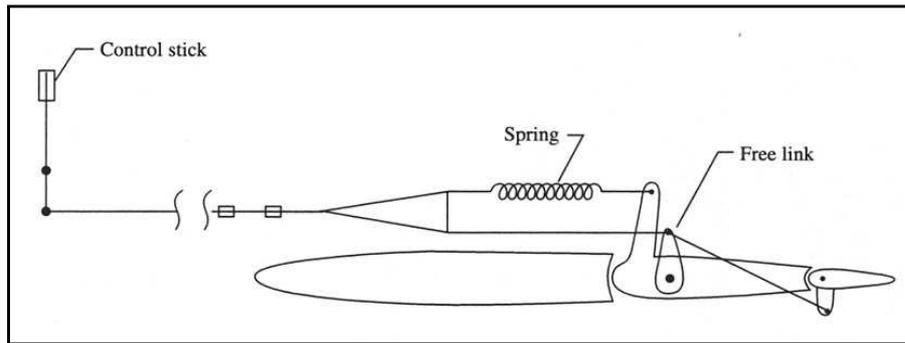


Figura 2.16: Spring Tab

Fuente: <http://history.nasa.gov/monograph12/ch6.htm>

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4 Introducción Avión Fairchild FH- 227⁸

El FH-227 es un monoplano de ala alta y fuselaje de tipo semi-monocoque. La energía es suministrada por dos motores turbohélice equipado con velocidad constante.

Tiene un tren de aterrizaje de tipo triciclo operado neumáticamente, incorporando neumática para la dirección y a los frenos. Un sistema de anti-deslizamiento está incluido en el sistema de frenos, protección de hielo para las superficies de borde de ataque.

La cabina del avión está presurizada con aire acondicionado. El enfriamiento del aire se logra a través del ciclo de aire y sistemas de vapor, calefacción por una norma, calentador de combustión y válvula reguladora.

Los controles de vuelo en el avión son de operación manual, incluyendo los flaps. Alerones, timón de dirección y los sistemas de control de elevadores emplean una rueda para el control de movimiento.

Los alerones incorporan un balance del timón y la aleta de compensación. El sistema de elevadores emplea una aleta en el lado izquierdo. Reguladores de

⁸ Manual de Mantenimiento Fairchild FH-227.

tensión están instalados en el timón y sistemas de elevación por cable. Cerraduras se proporcionan en el elevador, timón, alerones y alerones spring tabs. Flaps son de accionamiento eléctrico mediante un motor impulsado con posibilidad de accionamiento manual en caso de fallo eléctrico.



Figura 2.17: Avión Fairchild Hiler FH-227 J, HC-BHD

Fuente: Jéniffer Mendoza

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.1 Especificaciones técnicas del Avión Fairchild FH-227⁹

Tipo: Transporte bimotor de corto/medio alcance

Dimensiones

- Longitud: 23,56 m
- Envergadura: 29 m
- Superficie alar: 70,0 m²
- Flap outboard: 5 m
- Flap inboard: 1.90 m
- Alerón: 4 m.

⁹ Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.7 - pag. 160, Edit. Delta, Barcelona 1983.

Pesos

- Máximo al despegue: 19.730 kg

Prestaciones

- Velocidad de crucero: 420 km/h
- Radio máximo: aproximadamente 1.930 km
- Techo operativo: 7.500 m
- Planta motriz: 2 turbohélices Rolls Royce Dart Mk 532-7 entregando 1835 SHP/1990 SHP con inyección de agua/metanol.

2.4.2. CONTROLES DE VUELO

2.4.2.1 ALERÓN

El alerón es un conjunto de costillas y largueros cubiertos de metal con un borde de ataque removible de plástico reforzado. La envergadura del frente, la mitad y la parte posterior de los largueros forman la longitud del alerón. Las costillas están en dos secciones y están remachadas perpendicularmente entre los largueros con separaciones iguales. Un conjunto de piel superior e inferior es remachada a los largueros y costillas. El borde de ataque de plástico es sujetado al larguero frontal mediante 19 tornillos con tela que cubre los agujeros de unión. Tres visagras son montadas en el lado delantero del larguero intermedio para unir el alerón al ala; también el alerón es unido al ala en su extremo interno, en la línea de visagra, mediante un accesorio anclado en un cojinete y asegurado por un perno y una tuerca. Las láminas de acceso para alcanzar los accesorios de visagras están localizadas en el interior del alerón.

Una barra de torsión es montada en el larguero intermedio en el extremo interior del alerón. Unida a la barra de torsión está una palanca la cual está unida a push-pull rods entre el sector impulsor en el ala y el spring tab. Cada alerón tiene un spring tab unido al interior del borde de salida. El alerón izquierdo tiene un balance tab unido a la parte exterior del borde de salida mientras que el alerón

derecho tiene una combinación entre trim-balance tab en el exterior del borde de salida. El fairing (carenade) está instalado para cubrir los push-pull rods de las aletas (tabs)

Pesos son añadidos al larguero delantero para equilibrio. Una alerta de tope está unida al extremo interior de la costilla con topes ajustables montados en el ala para facilitar el ajuste para un viaje correcto del alerón.

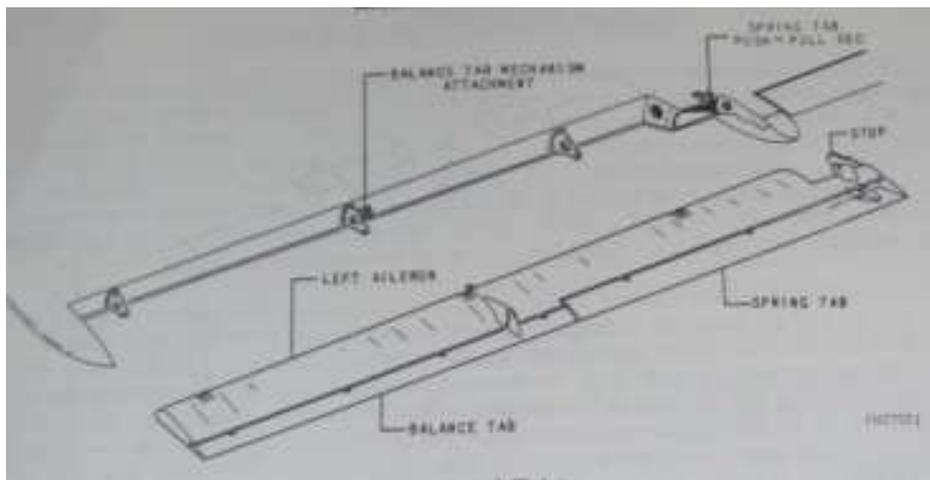


Figura 2.18: Alerón izquierdo

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.2 Control Wheel / Rueda de Control

Una rueda de control convencional está montada en la parte superior de cada columna de control para proveer los medios para manipular y controlar el sistema de alerones desde el compartimento de la tripulación. La rueda y un tambor dentro de la columna control están ranurados para tener un eje común. El cable del alerón está envuelto en el tambor y es asegurado en su posición por dos abrazaderas por delante y por detrás del tambor mientras el cable pasa a través de la red del tambor. Un switch eléctrico (botón o pulsador) está instalado en el extremo interior de la rueda de control con cables que atraviesan el interior del borde de la rueda y por afuera de la parte central de la rueda dentro y a través del centro del eje. Dos topes permanentes están montados en el control de

columna para detener el movimiento de la rueda en 120 grados +0 -1 (grados) hacia la derecha o izquierda.

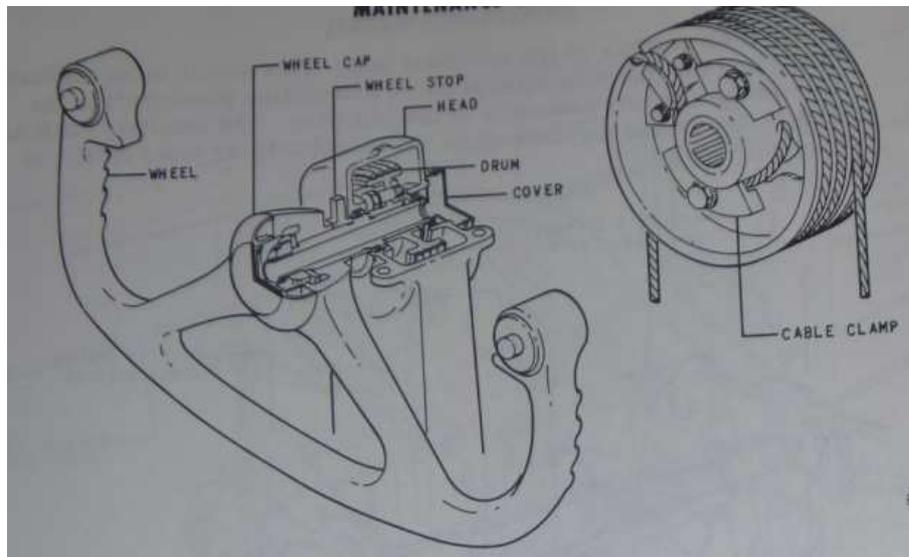


Figura 2.19: Control Wheel/Rueda de Control
Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.3 Auxiliary Shaft / Eje Auxiliar

Un eje, montado en cojinetes detrás de la estación 122 del fuselaje y a continuación del piso de compartimento neumático, monta los sectores delanteros del control del alerón y un nivel del elevador.

Dos sectores pequeños en cada extremo del eje están conectados a los cables reforzando a la rueda de control del piloto o copiloto. Uno de los sectores largos está montado dentro de los sectores más pequeños a mano izquierda. Este sector es la siguiente conexión para los conjuntos de cable principales del alerón que van hacia atrás del conjunto del sector intermedio en el ala izquierda. El eje auxiliar y los sectores están fijados con pernos mientras que la palanca del elevador se desliza libremente en el eje.

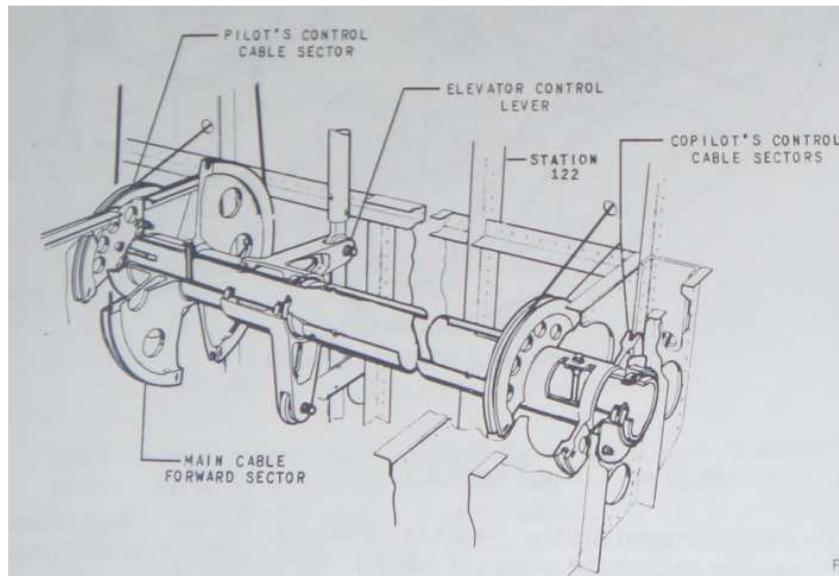


Figura 2.20: Auxiliary Shaft/ Eje Auxiliar
Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.4 Intermediate Sector/ Sector Intermedio

Un sector con triple ranurado está montado en el lado posterior de los largueros traseros del ala en la estación 54 en el ala izquierda. La última ranura retiene el conjunto de cables hacia delante al sector en el eje auxiliar, montado a continuación del compartimento neumático. La ranura central retiene el conjunto del cable extendiendo al sector impulsor del alerón izquierdo mientras que la ranura delantera retiene el conjunto de cables del alerón derecho.

Un corte en el conjunto se alinea con el pin del gust lock cuando el conjunto está en posición neutral. El acceso al conjunto se logra bajando los flaps y abriendo el panel más interior en el borde de salida del ala izquierda.

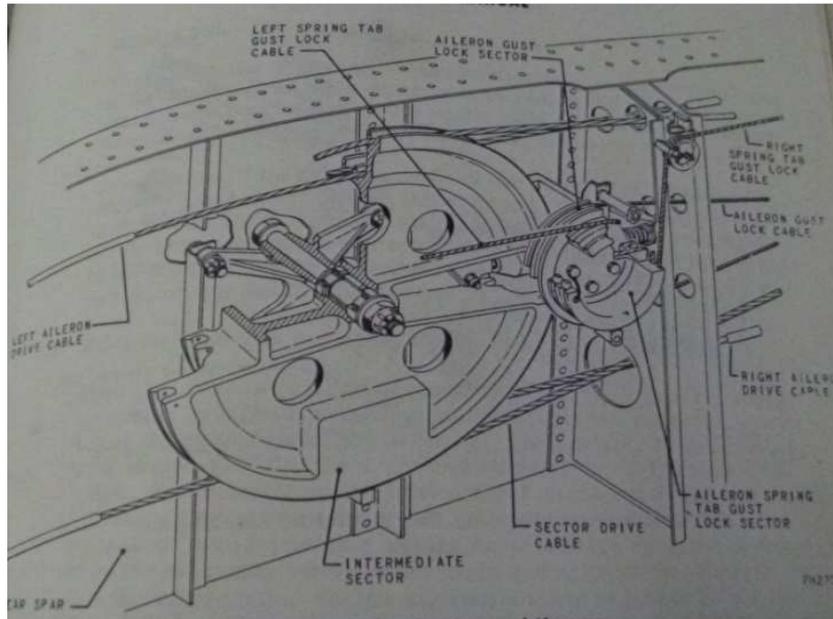


Figura 2.21: Intermediate Sector/ Sector Intermedio
Fuente:Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.5 Sector Impulsor y Barra de Torsión

Un sector o segmento de rueda está montado en un sujetador unido a la parte posterior del larguero trasero justo por fuera de la estación 394 del ala en cada una de las alas. El sector transfiere la acción del cable a una varilla de doble efecto conectada a una palanca unida a uno de los extremos de una barra de torsión, montada en la línea de articulación del alerón. El extremo opuesto de la barra de torsión está asegurado al alerón, así que ninguna fuerza debe pasar a través de la barra para mover el alerón. También, unida a la palanca de la barra de torsión está una varilla de doble efecto conectada al balancín del spring tab. Cuando se encuentra operativo, el alerón será movido por los controles si la carga de aire en la superficie del alerón es menor que la resistencia torsional de la barra de torsión. Con una carga de aire en la superficie del alerón, la barra de torsión se enrosca y la palanca rota para mover el spring tab. Un tope es incorporado en la barra de torsión montado para limitar la cantidad de giro que puede ser aplicada a la barra. Una lámina de acceso es instalada en el interior del ala a continuación del conjunto del sector y los fairings cubren las varillas de doble efecto, la palanca y el balancín de la aleta.

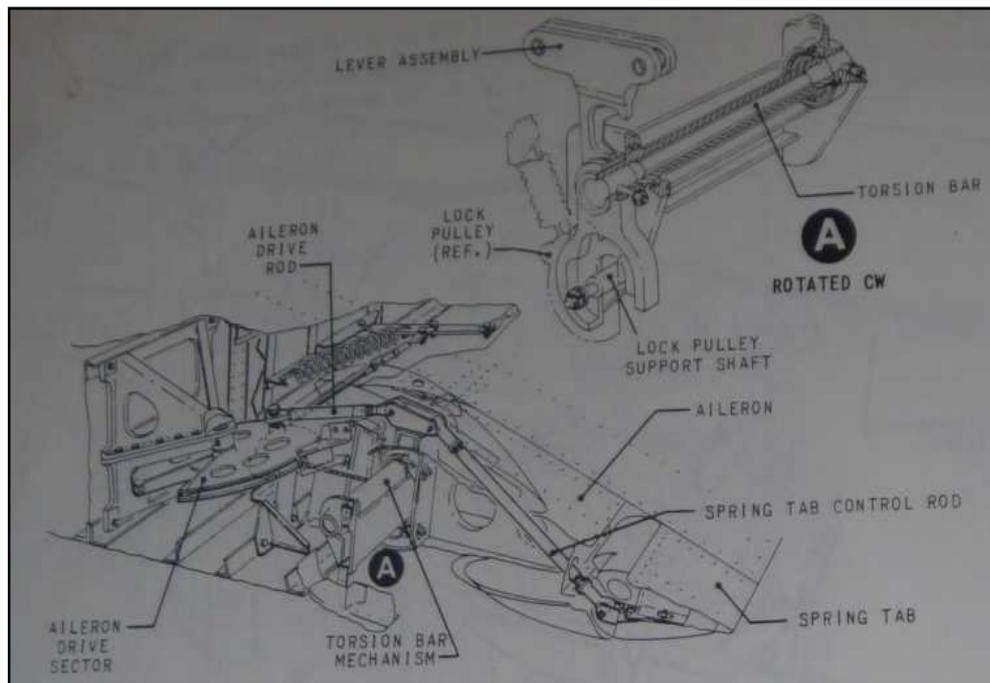


Figura 2.22: Barra de Torsión y Sector Impulsor

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.6 Spring Tab

El spring tab está unido al borde de salida de un extremo hacia el interior del alerón. Su propósito es asistir en el movimiento del alerón en vuelo. La construcción de la aleta o tab consiste de una pieza de piel de aleación de aluminio reforzado con un larguero frontal e intermedio que va a lo largo de la aleta.

El borde de ataque es plástico reforzado sujetado por tornillos al larguero frontal. Los reforzadores y espaciadores están conectados a tierra al fuselaje para tener rigidez, y termina de forma cónica en el borde de salida. La piel está remachada al larguero delantero e intermedio. Las costillas están remachadas a cada extremo y en ambos lados de las aberturas de la articulación delantera del larguero intermedio. Los acoples de las articulaciones son pernos de horquilla unidos al larguero intermedio. Un balancín de alerón está montado en la superficie baja de la aleta o tab como un sujetador para el control de la varilla de doble

efecto y está cubierta por un fairing. El spring tab es una superficie equilibrada con pesos de compensación unidos al larguero delantero.

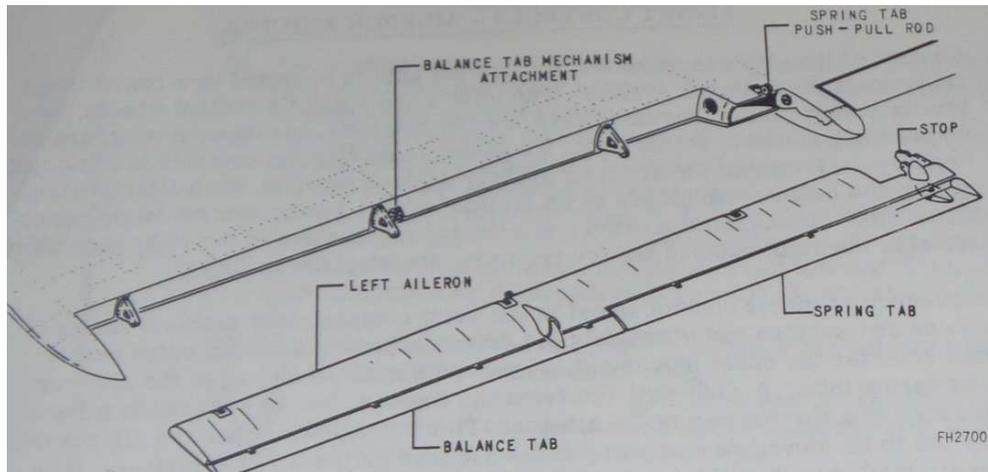


Figura 2.23: Spring Tab

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.7 Balance Tab

El balance tab está unido al borde de salida en el extremo hacia afuera del alerón. La función del tab es de reducir el esfuerzo requerido por el piloto en los controles. El tab en el alerón derecho está también conectado al control del trim del alerón; por consiguiente funciona como un trim tab.

La construcción del tab consiste de una lámina de una pieza, sujeta firmemente por reforzadores y espaciadores que están conectados a tierra y remachados al fuselaje, remachados a un larguero y a una lámina trasera que se extiende a lo largo del tab o aleta. Las articulaciones son cuatro pernos de horquilla sujetos al larguero. Un balancín de alerón está sujeto a la parte superior del tab para proveer conexión para el control de la varilla de doble efecto. Un fairing cubre la varilla y el balancín del alerón.

El borde de ataque es plástico reforzado sujeto por tornillos al larguero frontal. Los reforzadores y espaciadores para tener rigidez y termina en forma cónica en el borde de salida. La piel está remachada al larguero delantero e intermedio. Las costillas están remachadas a cada extremo y en ambos lados de

las aberturas de la articulación delantera del larguero intermedio. Los acoples de las articulaciones son pernos de horquilla unidos al larguero intermedio. Un balancín de alerón está montado en la superficie baja de la aleta o tab como un sujetador para el control de la varilla de doble efecto y está cubierta por un fairing. El spring tab es una superficie equilibrada con pesos de compensación unidas al larguero delantero.

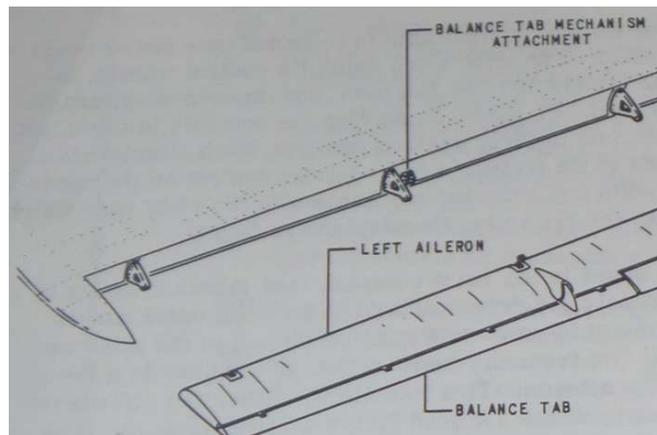


Figura 2.24: Balance Tab

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.8 Mecanismo Actuador del Balance-Trim Tab

Las varillas de doble efecto (push-pull rods), una palanca en el alerón derecho, y un actuador lineal conectado por una cadena hacia un conjunto del tambor controla el balance trim tab en el ala derecha del avión. El actuador es montado en la estación del ala 498 con el tambor y el impulsor de cadena de 17-1/2 pulgadas hacia adentro. El cable desde el control del trim en el pedestal del compartimento de tripulación está envuelto en el tambor. El tambor impulsa al actuador a través de una cadena interconectada. Un engranaje ajustable está montado al larguero posterior entre el tambor y el actuador para tensionar apropiadamente la transmisión de cadena (drive chain). En el alerón, una palanca está articulada a continuación de la línea de articulación a la cual las varillas de doble efecto están conectadas. La varilla baja está sujeta al balancín de alerón y la varilla superior está sujeta al actuador. El movimiento del actuador hará mover al tab para compensar a la aeronave sobre su eje longitudinal en vuelo. El

movimiento del alerón también inicia el movimiento del tab en dirección opuesta causando que el tab ejecute la función de un balance tab. Inspección y servicio es ejecutado a través de un panel acceso

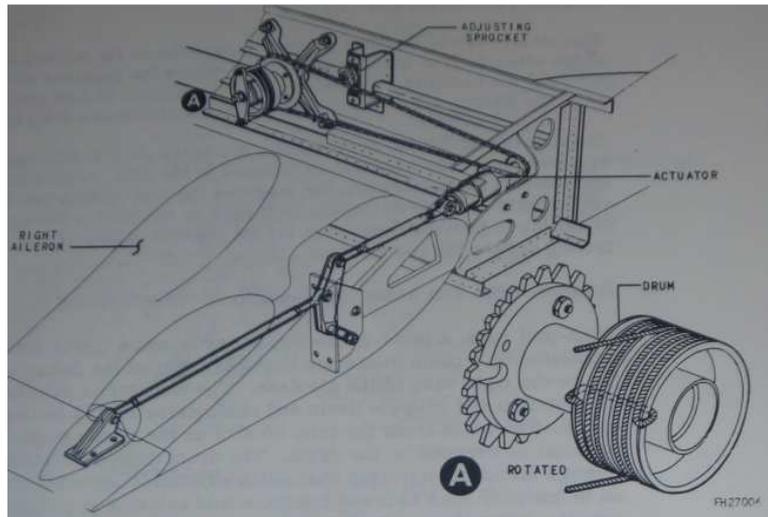


Figura 2.25: Mecanismo Actuador del Balance- Trim Tab
Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.9 Mecanismo Actuador del Balance Tab

El mecanismo actuador del balance tab está localizado en el interior del alerón en la articulación central del ala izquierda. Una articulación de palanca debajo de la línea de articulación del alerón está sujeta a dos varillas de doble efecto, una varilla está también unida a un acople en el borde de salida del ala y la otra está sujeta al balancín de alerón. El movimiento del alerón fuerza a las varillas de doble efecto para mover la superficie del tab en la dirección opuesta a la que se mueve la superficie del alerón.

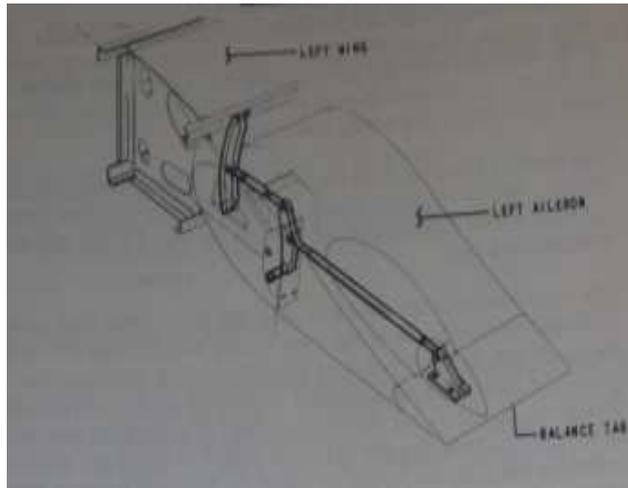


Figura 2.26: Mecanismo Actuador del Balance Tab en el ala izquierda
Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.10 Mecanismo de Control del Trim Tab

La perilla del control del tab del alerón y el indicador están localizados en la parte posterior del pedestal de control en cabina. La perilla de control o rueda gira una rueda dentada para cadena articulada la cual está conectada a un segundo impulsor de rueda dentada montada inmediatamente arriba del nivel del piso. Esta rueda dentada está conectada mediante un eje de unión universal a un engranaje y un conjunto de tambor. Los cables del trim tab del alerón están envueltos en el tambor. La perilla está también instalada (a manera de engranaje) a un indicador el cual muestra el movimiento del tab en grados. El giro extremo del indicador hacia la derecha o la izquierda completamente producirá 1.43 revoluciones en el tambor.

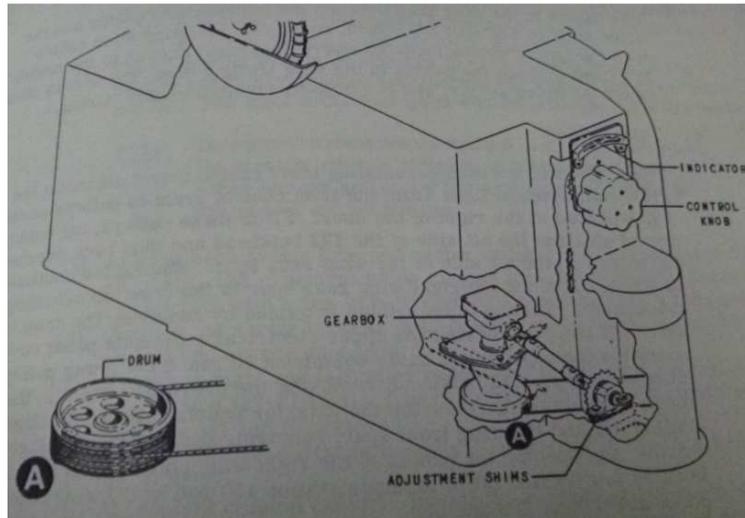


Figura 2.27: Mecanismo de Control del Trim o compensador del Alerón

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227

Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.11 Cables De Control

Los cables de control del alerón están separados en tres secciones diferentes. Una sección de cables es de dos sets de cables conectados a las ruedas de control del piloto o del copiloto hacia sus sectores respectivos en el eje auxiliar (auxiliary shaft) localizado debajo de los compartimentos neumático y radio. Otra sección del sistema de control es la de los cables entre el sector en el eje auxiliar y el sector intermedio en la estación 54 del ala izquierda, finalmente, las secciones de cables entre el sector intermedio y cada sector impulsor en los paneles exteriores del ala.

Los cables de la sección delantera son de 5/32 pulgadas, hechos de hierro resistente a la corrosión. El acceso para propósitos de mantenimiento se lo realiza mediante la remoción del limitador del compartimento de tripulación y a través del corte en el piso del compartimento neumático.

Los cables entre el eje auxiliar y el sector intermedio son de 5/32 pulgadas de metal resistente a la corrosión con las secciones largas en la parte superior

fijadas a una placa metálica, teniendo un tubo de aluminio de 1/4pulgadas estampado al cable donde el cable no pasa sobre poleas o a través del divisorio (bulkhead) presurizado. El acceso a los cables se logra abriendo el compartimento neumático, removiendo los paneles superiores en el compartimento de carga removiendo los paneles exteriores en la parte alta del fuselaje entre la estación 22 y el larguero frontal del ala, removiendo el fairing del ala central y abriendo el panel más interno en el borde de salida del ala.

Los cables en el área del ala entre el sector intermedio y los sectores impulsores son también de 5/32 pulgadas, de metal resistente a la corrosión con los cables más largos fijados a partes metálicas donde sea posible. El acceso a los cables se logra a través de paneles en el borde de salida del ala, el plato de acceso debajo del sector impulsor, y el fairing del ala central hacia el fuselaje.



Figura 2.28: Cables de Control
Fuente: Jéniffer Mendoza (Avión Fairchild FH-227 HC-BCD)
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

2.4.2.12 Trim Cables

Los cables de 3/32 pulgadas de hierro resistente a la corrosión viajan debajo y detrás del piso del compartimento de cabina desde el tambor de control del trim hacia poleas en el compartimento o divisorio 122 a la derecha de la puerta. Desde estas poleas, los cables viajan a lo largo del lado posterior del divisorio 122 y luego regresan por arriba hacia las poleas en el lado posterior del larguero posterior del ala. Los cables continúan viajando a lo largo del larguero posterior del ala derecha hacia el mecanismo actuador del trim tab. El acceso a los cables se logra removiendo la escalera del compartimento de cabina, quitando la cobertura del panel del equipo eléctrico superior, removiendo el equipo de radio apropiado para alcanzar las poleas más bajas detrás del divisorio en la estación 122, removiendo los overhead panels en el compartimento de carga, removiendo los paneles exteriores entre el estación 229 del fuselaje y el larguero frontal del ala, removiendo el fairing del ala hacia el fuselaje, y abriendo los paneles en el borde de salida del ala derecha. Los turnbuckles están localizados detrás de la estación 150 del fuselaje y en panel exterior del ala en las estaciones 280 y 320.



Figura 2.29: Turnbuckles de los Trim cables

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Jéniffer Mendoza (Avión Fairchild FH-227 HC-BCD)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

El presente capítulo contiene toda la información concerniente al desarrollo del desmontaje de los controles de vuelo del ala derecha, indicando paso a paso como se fue realizando el proceso.

Tener un avión escuela para el estudio de los diferentes sistemas de una aeronave responde a una necesidad observada en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico durante el proceso de investigación

La única manera de poder conocer de cerca los sistemas y componentes de un avión era acudir a un centro de Mantenimiento cercano, en este caso al CEMA, localizado en la ciudad de Latacunga, a pocos metros del Instituto. Pero era muy necesario tener un avión escuela en el cual los estudiantes pudieran acudir frecuentemente para mejorar o incrementar sus conocimientos teórico-prácticos.

De esta manera el implementar este Avión Escuela permitirá realizar prácticas a los estudiantes de desmontaje y montaje, conocer los sistemas eléctricos y visualizar más de cerca el funcionamiento de la aeronave, comparándolo con un trabajo aeronáutico profesional. Así, se puede preparar a los futuros Tecnólogos, principales responsables del mantenimiento aeronáutico, para realizar procesos de trabajo de gran precisión y calidad que es lo que busca la Industria Aeronáutica.

3.2 Procedimientos a seguir antes de realizar el desmontaje

- Para comenzar el trabajo del desmontaje es necesario utilizar el equipo de protección adecuado y necesario como overol, guantes y zapatos de protección protector de ojos y oídos y mascarillas.
- Es necesario también conseguir todas las herramientas y materiales que se utilizarán durante el desmontaje: llaves 5/16, desarmador en cruz y plano, copas, playo, pinza, punta de acero, berbiquí, taladro o martillo neumático, brocas, WD-40 y wipe.
- Contar siempre con el uso de manuales de mantenimiento, catálogo de partes ilustradas, manual de estructuras y demás información necesaria para lograr el objetivo adecuadamente y con seguridad.

3.3 Remoción de tapas y carenajes del ala

- Antes de realizar el desmontaje de cualquiera de los controles de vuelo del ala derecha, fue necesario sacar los carenajes en la parte superior delantera y posterior del ala central para poder manipular los cables de control de alerones y flaps.
- Para remover las tapas que se encontraban en la raíz del ala derecha se utilizó un desarmador estrella y también un berbiquí en el caso de aquellos que estaban difíciles de sacar. También se aplicó un poco de WD-40 para facilitar la remoción de estos tornillos.

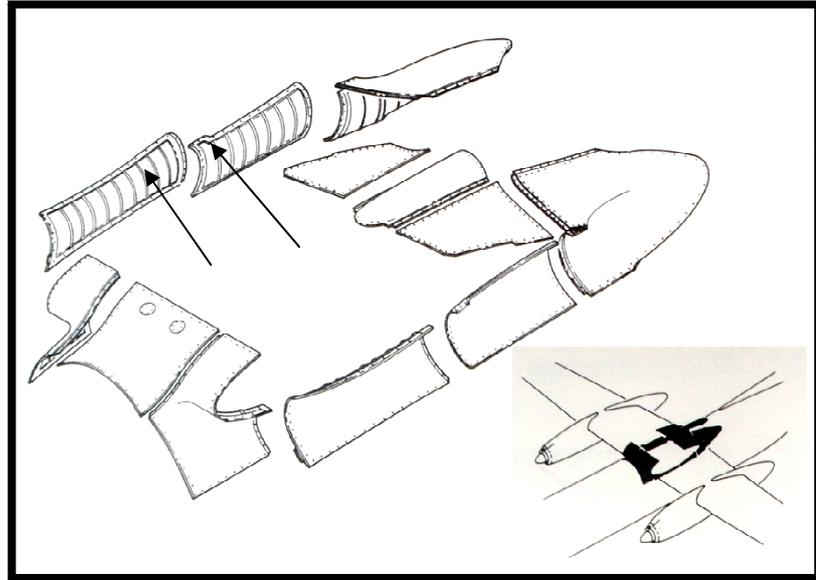


Figura 3.1: Paneles aerodinámicos ala-fuselaje Fairchild FH-227 J

Fuente: FH-227 Series Maintenance Manual

- Muchos pernos presentaban corrosión y se utilizó un taladro neumático.
- Se sacaron también las tapas en la parte superior del fuselaje y en la parte delantera del ala central, delante del ala central. Así se manipularon los cables de control que vienen desde el compartimento de cabina.

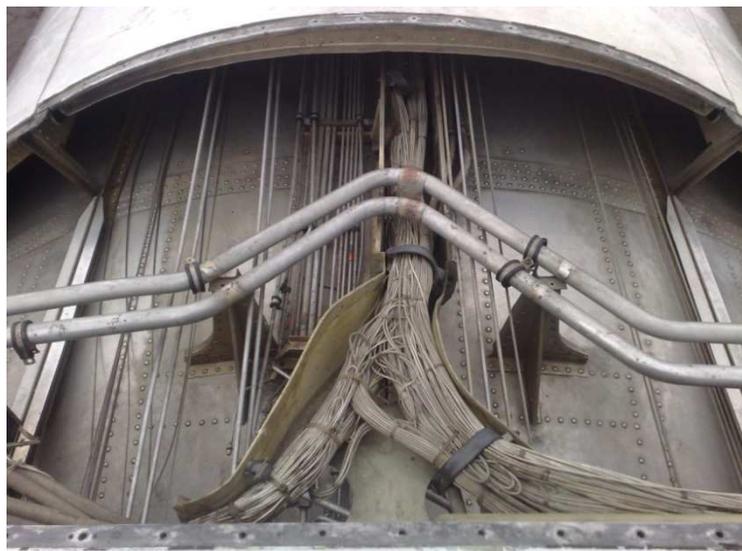


Figura 3.2: Remoción de carenajes parte delantera ala central

Fuente: Jéniffer Mendoza

- Los carenajes posteriores del ala central nos ayudaron a tener el acceso a los demás cables de control que pasan del ala izquierda hacia la derecha, y que fueron removidos para poder desmontar el ala central.



Figura 3.3: Remoción de carenajes parte posterior ala central

Fuente: Jéniffer Mendoza

3.4 Desmontaje de los Cables de Control¹⁰

A. Herramientas y materiales a utilizar

1. Alambre (cata)
2. Desarmador estrella
3. Berbiquí

Equipo de Protección Personal: Overol, guantes, zapatos de protección.

¹⁰ Fairchild Hiller FH-227 Series Maintenance Manual ATA 27-10-10, pág. 201

A. Desmontaje

- Previamente se desconectaron los turnbuckles de la parte posterior del ala central que van hacia los alerones para aliviar la tensión.
- ❖ Para desconectar los turnbuckles y no torcer los cables y dañarlos se utilizó un alambre (cata) que no deje que se muevan los cables de ambos extremos mientras se afloja el turnbuckle.



Figura 3.4: Desconexión de los Turnbuckles en el ala central

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 1) Se abrió la puerta del compartimento neumático y remover las escaleras del compartimento de cabina

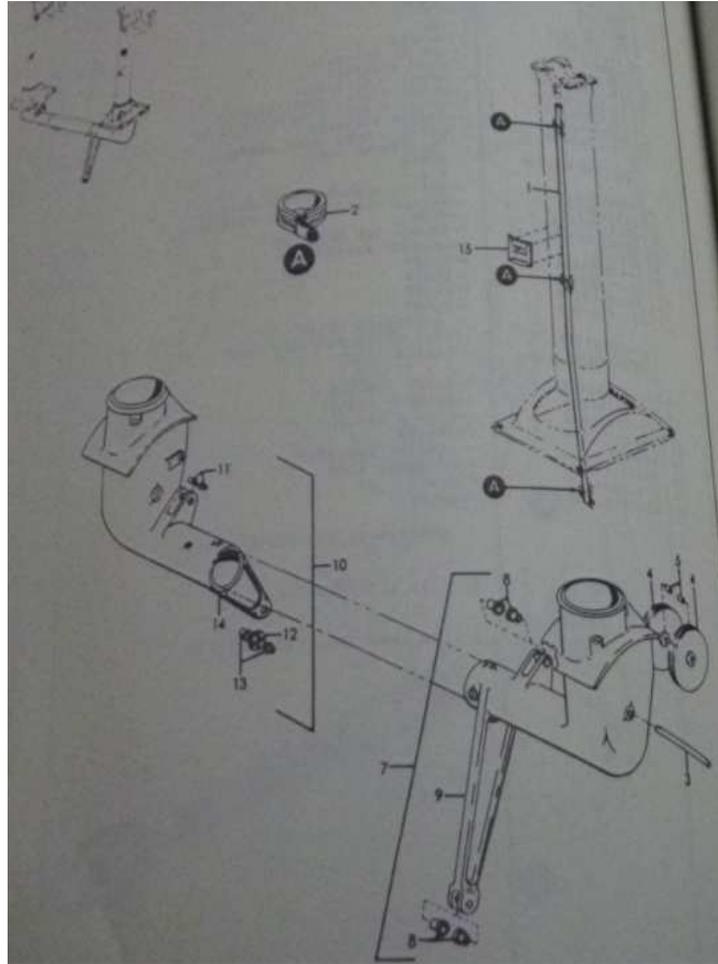


Figura 3.5: Columna de Control del Alerón

Fuente: Illustrated Parts Catalog Fairchild Hiler FH-227

- 2) Se instalaron las herramientas de calibración en la columna de control y el sector del eje auxiliar.
 - Si se tienen estas herramientas se las utiliza para evitar que se enreden los cables que salen de la columna de control.

- 3) Se desconectaron los turnbuckles aplicables debajo del piso del compartimento de cabina
- Se procedió a desconectar los turnbuckles para aliviar la tensión en el resto del cable



Figura 3.6: Cables debajo de cabina

Fuente: Jéniffer Mendoza



Figura 3.7: Cables detrás del compartimento neumático

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 4) Se removieron los cables.
 - 5) Se abrió la puerta del compartimento neumático, se removieron los overhead panels en el compartimento de carga, se removieron los paneles exteriores en la parte superior del fuselaje entre la estación 229 y y el larguero frontal del ala, se removieron los fairings entre el ala central y el fuselaje, y abrir el panel interno en el borde de salida del ala izquierda.
- Este procedimiento fue el primero en realizarse y se utilizaron desarmadores, berbiquís para sacar los paneles, y los fairings.



Figura 3.8: Overhead panels abiertos

Fuente: Jéniffer Mendoza



Figura 3.9: Tapa entre el larguero frontal y el ala central

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 6) Se enganchó el gust lock e instale la herramienta de reglaje en el sector del eje auxiliar.

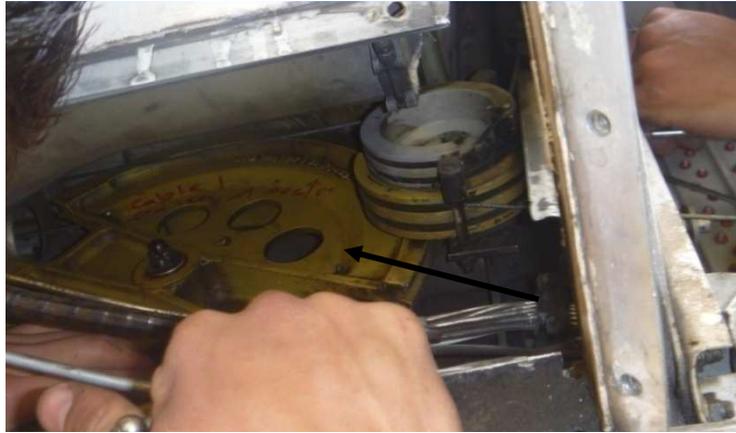


Figura 3.10: Sector Intermedio

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 7) Se desconectaron los turnbuckles apropiados en el compartimento neumático.
- Se utilizó un alambre (cata) para no dañar los cables al girarlos
- 8) Se sujetó fuerte la cuerda hacia el extremo del terminal del cable para facilitar la instalación en caso de reemplazo del cable
- 9) Se removió la protección de los cables desde las poleas de arriba en el compartimento 122



Figura 3.11: Poleas en el compartimento 122

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 10) Se removió el asiento de nylon en la guía de entrada del compartimento presurizado.
- 11) Se removieron las poleas en el larguero posterior del ala.

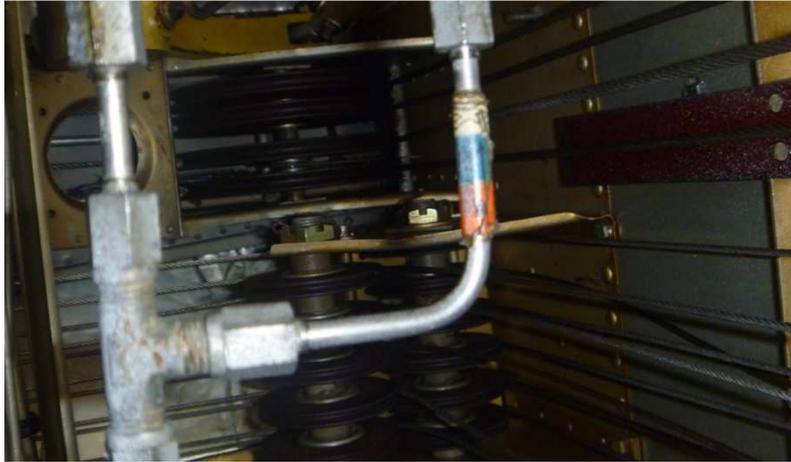


Figura 3.12: Poleas en el larguero posterior del ala.

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 12) Se desconectó el cable desde el sector intermedio



Figura 3.13: Cables que salen del Sector intermedio

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 13) Se haló el cable a través de las guías de entrada, aflojando estas guías de entrada y removiendo las protecciones en las poleas.
- 14) Se removió la cuerda (conexiones) desde el cable

15) Se abrieron los paneles a lo largo del borde de salida removiendo el fairing del ala hacia el fuselaje y se removió el panel del acceso en el ala debajo del sector impulsor (drive sector)



Figura 3.14: Paneles de acceso abierto en el ala derecha

Fuente: Jéniffer Mendoza

3.5 Desconexión de cables tensores y poleas

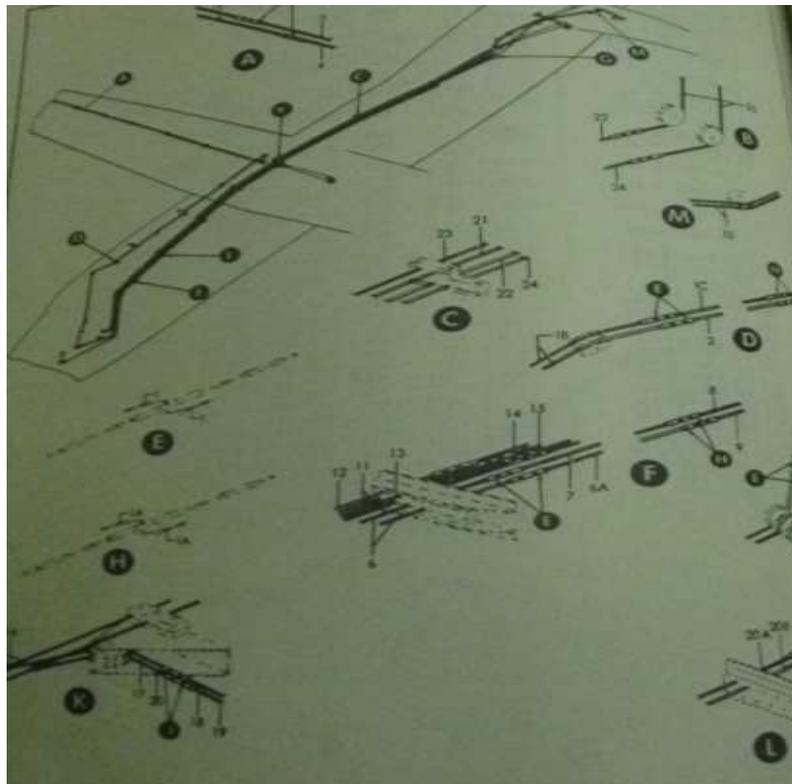


Figura 3.15: Lugares donde se encuentran los turnbuckles en la aeronave

Fuente: Illustrated Parts Catalog Fairchild Hiller FH-227

- Se desconectaron los turnbuckles del alerón derecho



Figura 3.16: Desconexión de los turnbuckles en el alerón derecho

Fuente: Jéniffer Mendoza

- Se halaron los cables hacia el ala central y enrollarlos para que no se enreden.



Figura 3.17: Cables de control liberados.

Fuente: Jéniffer Mendoza

- También se desconectaron los cables que van hacia los trim tabs.



Figura 3.18: Turnbuckles de los cables de los trim tabs

Fuente: Jéniffer Mendoza

- Es necesario que las poleas y los cables que pasan por ellas se las señalicen, para que en el montaje se lo realice correctamente

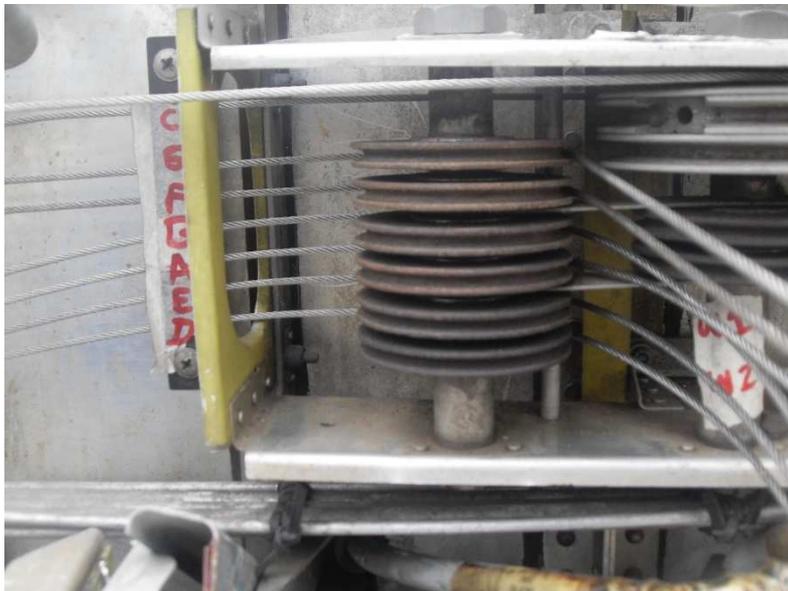


Figura 3.19: Señalización en poleas y cables

Fuente: Jéniffer Mendoza

3.6 Desmontaje del Flap del Ala derecha¹¹

A. Herramientas a utilizar

1. Desarmador plano
2. Llave 5/16
3. WD-40

NOTA: Utilizamos equipo de protección (guantes, overol y zapatos de protección)

NOTA: El desmontaje de los conjuntos del flap es similar excepto por el fairing (carenaje). Para los flaps internos, el borde de salida del ala hacia el fairing del fuselaje es desmontado. Los flaps externos requieren el desmontaje del fairing en la estación 394. El canal del fairing en el lado apropiado debe también ser removido.

- 1) Se removió el fairing necesario y los paneles de acceso en ambos extremos del conjunto del flap a ser removido.
- Para remover los paneles y tener el acceso al cableado y cables de control se utilizó un desarmador plano y abrimos estas tapas.

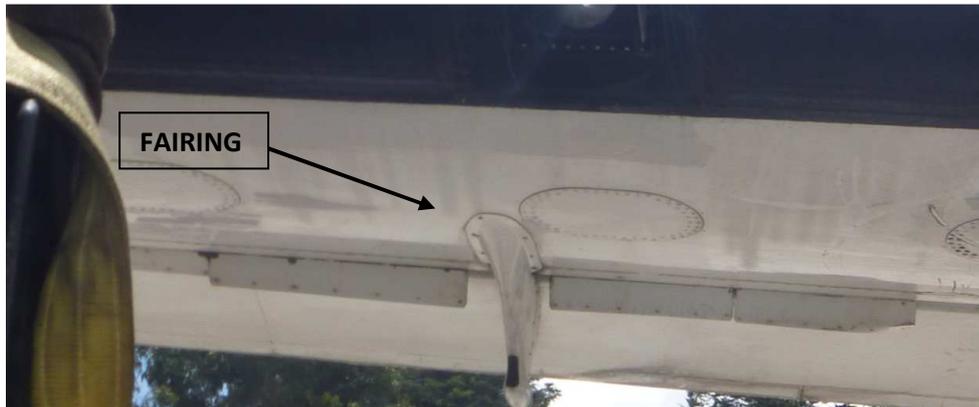


Figura 3.20: Fairing en el flap del ala derecha

Fuente: Jéniffer Mendoza (Avión Fairchild Hiler FH-227)

¹¹ Fairchild Hiller FH-227 Series Maintenance Manual ATA 27-50-01, pág. 201

- 2) Ya que los flaps internos fueron removidos, se desmontó la punta del borde de salida (interno) para facilitar el desmontaje del flap.



Figura 3.21: Flap Inboard

Fuente: Jéniffer Mendoza (Avión Fairchild Hiler FH-227)

- 3) Se extendieron los flaps hacia la posición extendida
- Entre el fuselaje y el ala central encontramos un tornillo sin fin (screwjack) el cual se giró manualmente, y a continuación se movió el conjunto del spindle o eje giratorio corto para conseguir extender el flap.

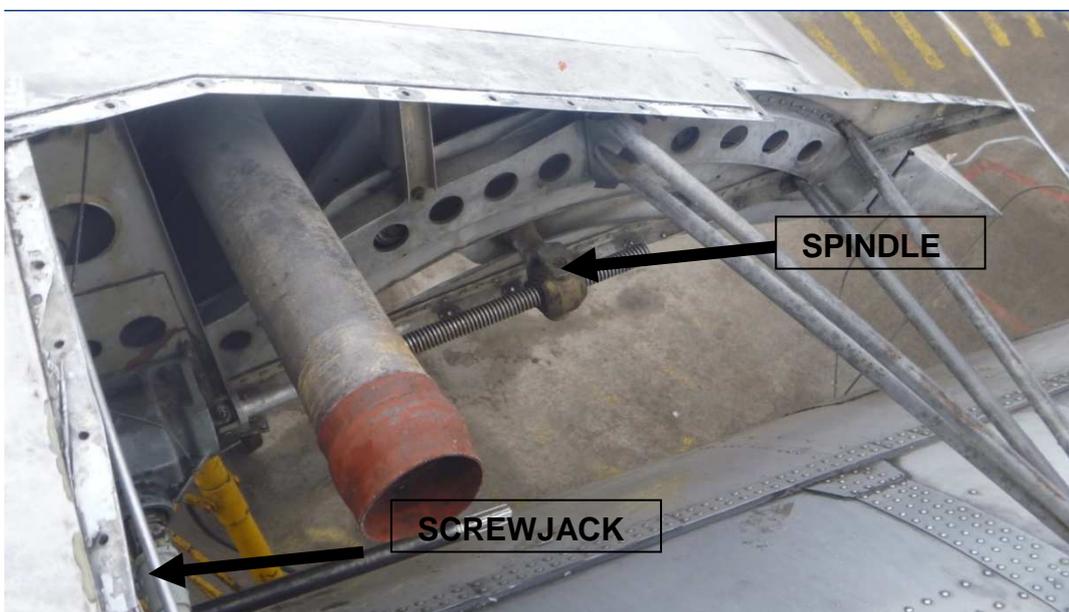


Figura 3.22: Actuador para el flap

Fuente: Jéniffer Mendoza (Avión Fairchild Hiller FH-227)

4) Se desconectó la articulación si el flap externo está siendo removido.

- En caso de remover el flap externo, utilizamos una llave 5/16 para remover las tuercas de esta articulación.

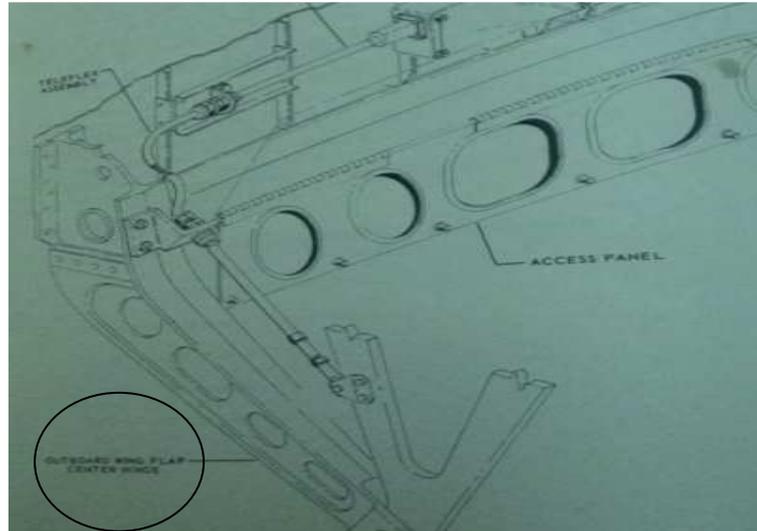


Figura 3.23: Articulación del Flap Externo

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiler FH-227

5) En ambos conjuntos del eje corto giratorio (spindle), se removieron los anillos de retención y la tuerca del tornillo con acoplamiento cardán de los pines de seguridad para poder girarlo.

- Se utilizó una llave de 5/16 para remover el perno y tuerca del conjunto del spindle.

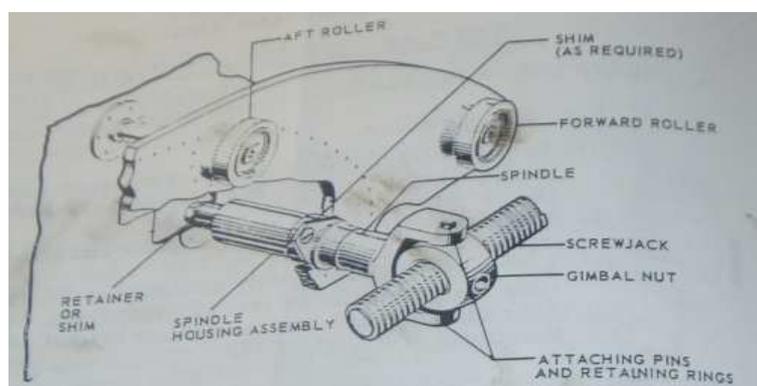


Figura 3.24: Conjunto del Spindle o Eje Giratorio corto del Flap

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiller FH-227

- 6) Se removió el conjunto del eje corto giratorio en caso de remover completamente el flap



Figura 3.25: Spindle o eje corto giratorio

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 7) Se bajó el conjunto del flap sobre los rieles
- Para realizar este procedimiento se requiere de más personas para sostener de ambos lados en flap y bajarlo con seguridad.



Figura 3.26: Flap Outboard extendido, ala derecha

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 8) Se inspeccionaron las partes móviles, los componentes de unión y el tornillo sin fin para una apropiada lubricación para el posterior montaje.
- Utilizamos WD-40 en aquellas partes que estén corroídas.

3.7 Desmontaje del Alerón del ala derecha¹²

A. Herramientas a utilizar

- 1) Desarmador estrella
- 2) Herramienta de contorno- Contour Tool Fairchild P/N 27-810070
- 3) Llave open box de 5/16 in y 3/8 in

NOTA: Utilizamos equipo de protección (guantes, overol y botas de protección)

- 1) Se instaló la herramienta de reglaje o calibración en el sector impulsor y se engancharon los gust locks.
 - Las herramientas de calibración ayudaron a que los cables no pierdan completamente su tensión para que sea más fácil el montaje.
 - El gust lock se lo bloquea para que las superficies de control no se muevan mientras se desconectan los componentes.

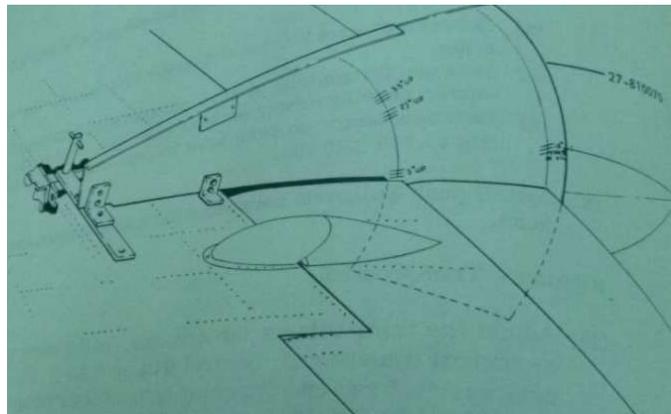


Figura 3.27: Contour Tool/ Herramienta de contorno

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiler FH-227

¹² Fairchild Hiller FH-227 Series Maintenance Manual ATA 27-10-01, pág. 201

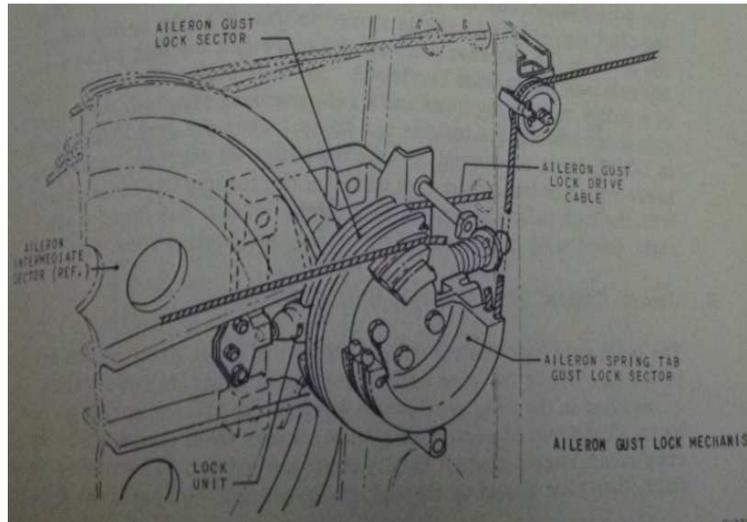


Figura 3.28: Gust Lock de los alerones

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiler FH-227

2) Se removieron los fairings y desconectar la varilla de doble efecto del spring tab de la palanca

- Usando la llave 5/16 se aflojó la tuerca que une esta varilla de doble efecto.

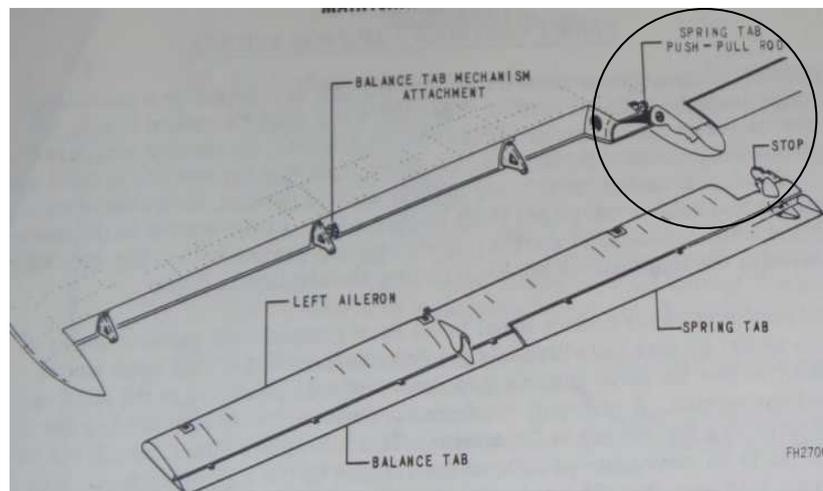


Figura 3.29: Varilla de doble efecto

Fuente: Jéniffer Mendoza (Avión Fairchild Hiller FH-227)



Figura 3.30: Desconexión varilla de doble efecto

Fuente: Jéniffer Mendoza (Avión Fairchild Hiller FH-227)

3) Se removieron los platos cobertores de la articulación

- Utilizando un desarmador estrella sacamos esta tapa.



Figura 3.31: Articulación del alerón sin las tapas

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 4) Se desconectaron las láminas de conexión en las articulaciones en el interior y exterior y se desconectó la varilla de doble efecto del balance tab.
- Utilizando llaves 5/16 y 3/8 se aflojaron las tuercas que unes a la varilla de doble efecto con la articulación.



Figura 3.32: Varilla de doble efecto del balance tab

Fuente: Jéniffer Mendoza

- 5) Se desconectó el cable del gust lock del spring tab

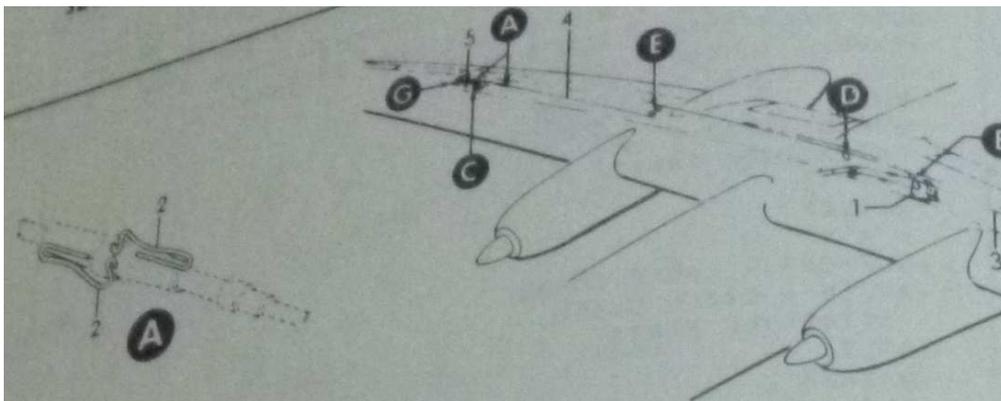


Figura 3.33: Cable del gust lock del spring tab

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiler FH-227

- 6) Se logró el acceso para remover el perno a través de la palanca de tope, y remover también el acople en el ala en el extremo interior del alerón.

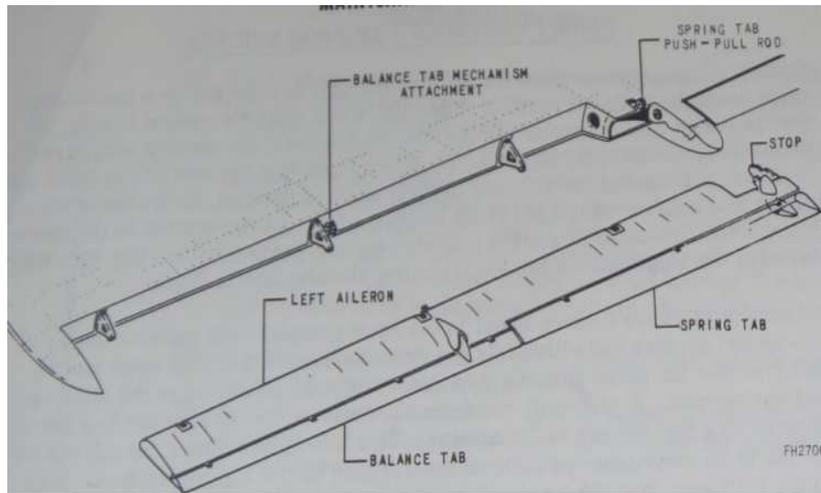


Figura 3.34: Acceso a través del tope del alerón

Fuente: Manual de Mantenimiento Fairchild Hiler FH-227

- 7) Se removi6 el hardware en los acoples de las articulaciones.
- Para remover completamente el aler6n, se utiliz6 una llave 5/16 aflojamos los pernos que se encuentran en las articulaciones, y entre dos personas bajamos el aler6n y lo ubicamos en un lugar adecuado este componente.

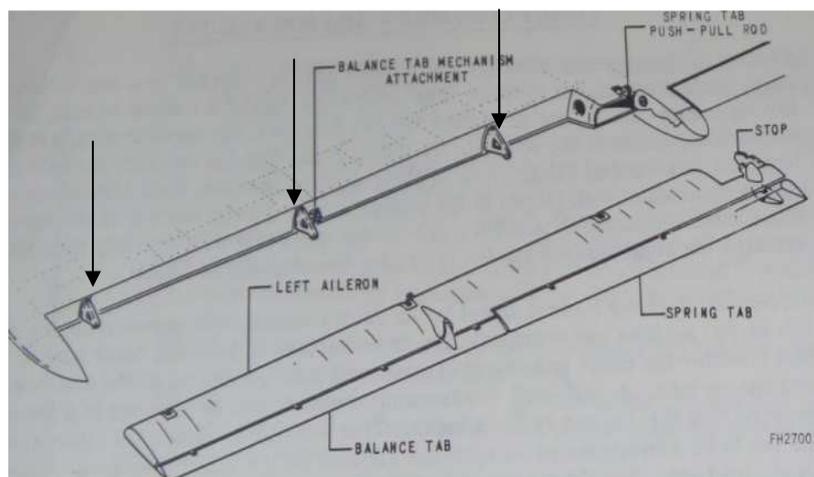


Figura 3.35: Articulaciones del aler6n

Fuente: J6nniffer Mendoza

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1. Presupuesto

Aquí se realizó un análisis de todos los gastos que se generaron durante todo el proyecto, tomando en cuenta el costo de herramientas utilizadas, recursos, material utilizado, transporte, alimentación, estadía, etc.

4.1.1. Costos primarios

En esta parte se incluye los gastos que intervienen con la realización del proyecto, como por ejemplo la adquisición de las herramientas el equipo de protección que facilitaron la ejecución de los trabajos de desmontaje.

No.	Razón de gasto	Cantidad	Costo
1	Herramientas	1	100.00
2	Equipo de Protección	1	50.00
3	Traslado	1	300.00
4	Montantes		250.00
TOTAL			700.00

Tabla 4.1: Costos Primarios
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

4.1.2. Costos secundarios

Se detallan los costos de todos los implementos secundarios para la realización del proyecto como por ejemplo: equipo de seguridad, alimentación, transporte, estadía impresiones y otros gastos que implican el mismo.

No.	Razón de gasto	Precio	Costo Total
1	Alimentación	1.50	45.00
2	Transporte	5.00	95.00
3	Aranceles de Grado	300.00	310.00
4	Impresiones y anillados	28.00	25.00
5	Estadía	50.00	25.00
TOTAL			500.00

Tabla 4.2: Costos Secundarios
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

4.1.3. Costo Total

Es la suma entre los costos primarios y costos secundarios del desarrollo del proyecto.

No.	Razón de gasto	Costo
1	Costos primarios	700.00
2	Costos secundarios	500.00
TOTAL		1200.00

Tabla 4.3: Costo Total
Elaborado por: Jéniffer Mendoza

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El desmontaje de los controles de vuelo del ala derecha pudo realizarse con éxito, ya que se siguió paso a paso la información de los manuales de mantenimiento y del IPC, y se cumplió todo el proceso según se requería en la orden técnica.
- Se recopiló toda la información necesaria de los manuales de mantenimiento para el desmontaje de los controles de vuelo.
- Encontramos las herramientas necesarias para realizar el procedimiento de desmontaje de controles de vuelo.
- Se utilizó el equipo de seguridad necesario para ejecutar el proyecto de la mejor manera y sin inconvenientes.
- Se realizó un estudio general de los diferentes componentes de los controles de vuelo que se desmontaron.
- Se determinó el sitio donde se ubicaron los componentes desmontados.
- Se desmontaron correctamente los componentes del ala derecha del avión Fairchild FH-227, como por ejemplo: poleas, cables, cableado eléctrico, paneles, entre otros de esta manera no interfirieron en el momento del desmontaje del ala derecha.
- Señalizar los cables y poleas fue de beneficio para no tener problemas o equivocaciones en el montaje de estas partes.

- Los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico se beneficiarán de gran manera con este avión escuela, ya que podrán realizar prácticas en él y mejorar sus conocimientos.

5.2. Recomendaciones

- Es recomendable desmontar y desconectar los componentes de la mejor manera, sin golpearlos o dañarlos; así se podrá mantener en mejor estado la aeronave
- Para posteriores proyectos de este tipo que se realicen dentro del Instituto se requiere de una mejor organización para trabajar de una manera mucho más eficiente
- Se recomienda que se implementen normas de preservación de la aeronave, de esta manera se la podrá utilizar durante mucho tiempo.
- Es indispensable, durante el tiempo de ejecución del proyecto que se utilice el equipo de protección personal al realizar cualquier tipo de trabajo, así se evitan incidentes o accidentes laborales que terminarían por afectar el desarrollo del mismo.
- Antes de realizar cualquier procedimiento, es necesario tener las herramientas que se utilizarán en el proceso, de esta manera el tiempo se ocupa de una forma más eficiente.

GLOSARIO

A

Aeronave: Dispositivo más pesado que el aire que puede sustentarse en el aire.

Ala: Cada uno de los dos extremos de la parte externa del avión que sustentan el aparato en vuelo.

Alerón: Pieza móvil y de forma rectangular a lo largo del borde trasero de las alas de un avión que sirve para cambiar la inclinación del aparato y efectuar maniobras.

B

Bulkhead: Divisorios o compartimentos

C

Cabina: Área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente, controla la aeronave. Contiene los instrumentos y los controles que permiten al piloto hacer colar, dirigir y aterrizar el aparato.

Controles de vuelo: Son dispositivos instalados en las superficies de vuelo como las alas y los estabilizadores que permiten mover a la aeronave en los diferentes ejes. Los controles primarios de vuelo consisten en las superficies convencionales de alerones, timón de dirección y elevadores. Los controles secundarios consisten en dispositivos hipersustentadores (flaps y slats), spoilers (control lateral, freno aerodinámico en vuelo y tierra)

E

Envergadura: Distancia entre los extremos de las alas de un avión.

F

Fairing: Carenajes, tapas que cubren los componentes en el interior del fuselaje.

Flap: Superficie situada en el borde de salida del ala de un avión que permite aumentar el coeficiente de sustentación variando el ángulo que forma con ella.

G

Gust Lock: El sistema de dispositivo de fijación para proteger en caso de ráfagas de las superficies de control provee un aseguramiento positivo en tierra para los alerones, los spring tabs del alerón, los elevadores y el rudder. Este sistema es operado manualmente por un control instalado en el lado izquierdo del asiento del piloto. Dos cables son enviados desde el sector hacia el área del ala y en este punto, dos cables de los alerones son divididos en los cables de control principales. Los dos cables divididos de los alerones viajan hacia el ala izquierda en el sector de control del gust lock del alerón.

P

Push-Pull Rod: Varilla de doble efecto, que transmite un movimiento hacia algún componente y éste lo transmite hacia otro en sentido contrario.

S

Semimonocoque.- Una estructura del fuselaje en la que los miembros longitudinales (largueros), así como anillos o marcos que van circunferencial alrededor del fuselaje refuerzan la piel y ayudan a llevar el esfuerzo. También conocido como fuselaje rígido con cáscara.

T

Trim Tab: Aleta Compensadora en los alerones de las alas..

BIBLIOGRAFÍA

MANUALES

- Manual de mantenimiento Fairchild Hiller FH-227 Series
 - ATA 27 Controles de vuelo
- Catálogo de partes ilustradas Fairchild Hiller FH-227 Series
 - ATA 27 Controles de vuelo
- Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.7 - pag. 160, Edit. Delta, Barcelona 1983.
- Landau y Lifschitz: "Teoría de la Elasticidad", Reverté, 1969.
- Oliver y Agelet de Saracibar: "Mecánica de Medios Continuos para Ingenieros", Edicions UPC, 2000.
- Título: "Marketing – Enfoque América Latina". Autor: Dr. Rolando Arellano. Editorial McGraw- Hill – Año 2000 - Primera Edición.

INTERNET

- http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227
- <http://elmundodelaaviacion.com.ar/manuales-tecnicos/35-caracteristicas-y-teorias-del-vuelo-de-los-aviones/51-sistemas-auxiliares-de-control>
- <http://www.revolucionesindustriales.com/maquinasindustriales/aviacion/partes-de-avion>
- <http://www.sabermfg.com/trim.htm>
- <http://history.nasa.gov/monograph12/ch6.htm>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Servo_tab
- http://html.rincondelvago.com/aviones_1.html
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))
- http://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_hipersustentador
- http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje
- http://html.rincondelvago.com/aviones_1.html
- <http://avion.jaj.com.mx/opcione.php>
- www.galeon.com

- http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227
- <http://fh227.rwy34.com/> Sitio dedicado al FH – 227 (en inglés)
- <http://www.airliners.net> con información técnica y general de los FH – 227 (en inglés)
- <http://www.pilotoviejo.com/> Información y fotos de los FH – 227 de la Fuerza Aérea Uruguaya.
- www.hguillen.com
- www.embalajesartal.com
- www.asifunciona.com
- www.interempresas.net
- www.quimilock.com

ANEXOS

ANEXO A:
MEMORÁNDUM DE LA
DONACIÓN DEL AVIÓN
FAIRCHILD
FH-227
MATRÍCULA HC-BHD



FUERZA AEREA ECUATORIANA
TELEGRAMA OFICIAL

ETS*

24 63 1
NUMERO :
FECHA : 2011 1435-EL-24-0
DESTINATARIO : Quito DM 05-FEB-11
C.C. : EN
EX, EN-2 ABASTOS, EN-1-3-0,

EN CUMPLIMIENTO H.C.D. No. 9039, OFICIOS NRS. 2010-102 Y 103-EJ-2F-0 DE FECHA 09-DIC-10 DEL SEÑOR COMANDANTE GENERAL FAE, MEDIANTE CUAL AUTORIZA CONTINUAR DONACION AERONAVES FAIRCHILD, F2D, SERIE No. 122, BOEING 727-HC-8LY SERIE No. 329, MOTOR JT8D, MANUALES. AGRADECERE DISPONER QUE EN CORRESPONDA REALIZAR TRAMITES ADMINISTRATIVOS, REGLAMENTARIOS PARA ENTREGA DE MENCIONADAS AERONAVES AL INSTITUTO SUPERIOR AERONAUTICO, ADICIONAL REMITA COPIAS RESPECTIVAS ACTAS ENTREGA-RECEPCION.

Gustavo Valverde H.
Cmde. Tsc. Avc.
DIRECTOR DE ABASTECIMIENTOS FAE

SP/Lb

3679
03 FEB 2011

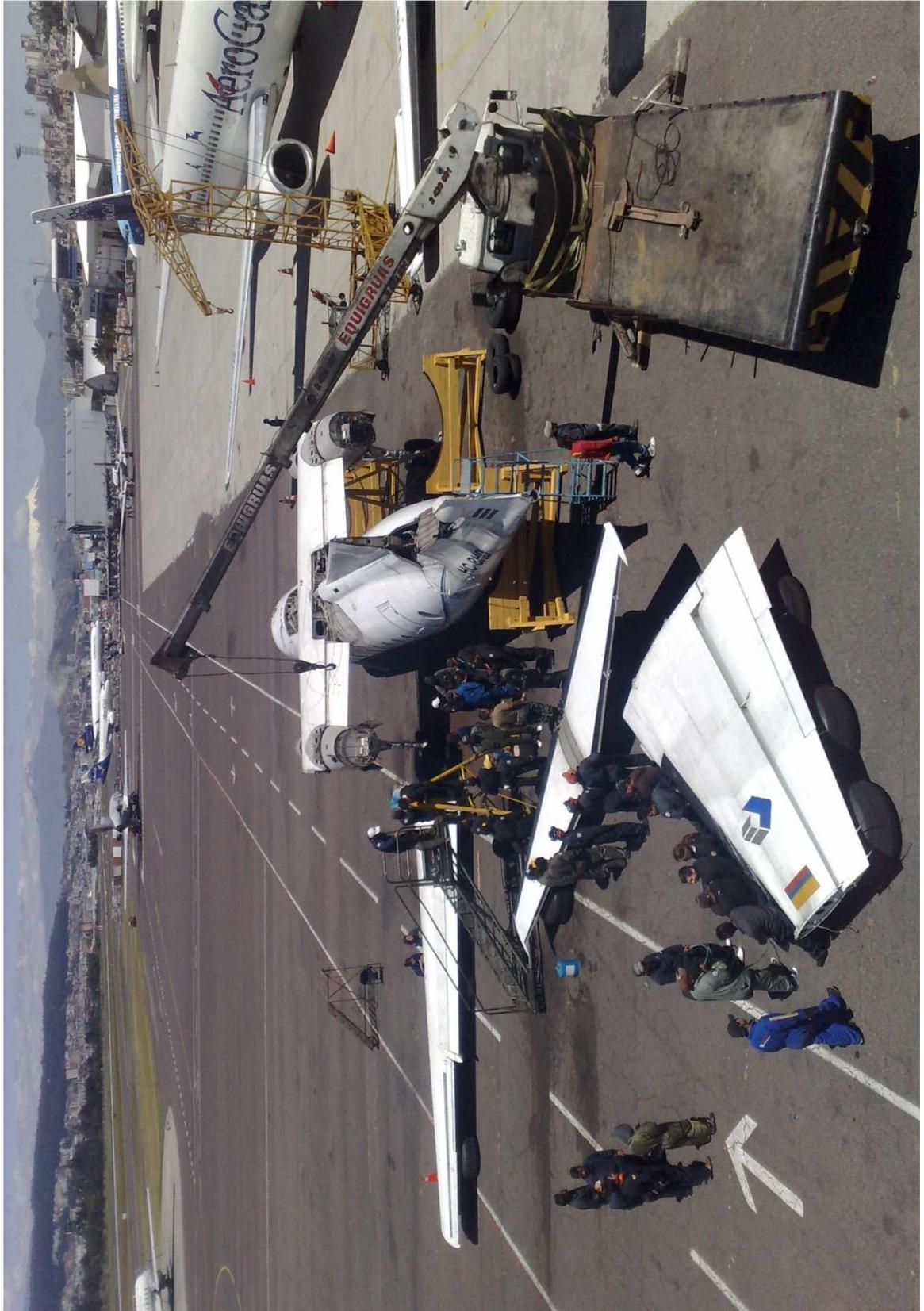
2011-02-05 11:56:02 AM

ANEXO B:

PARTES

DESMONTADAS DEL

AVIÓN FAIRCHILD

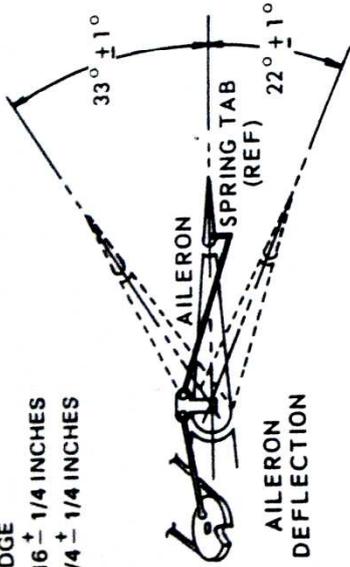


ANEXO C:

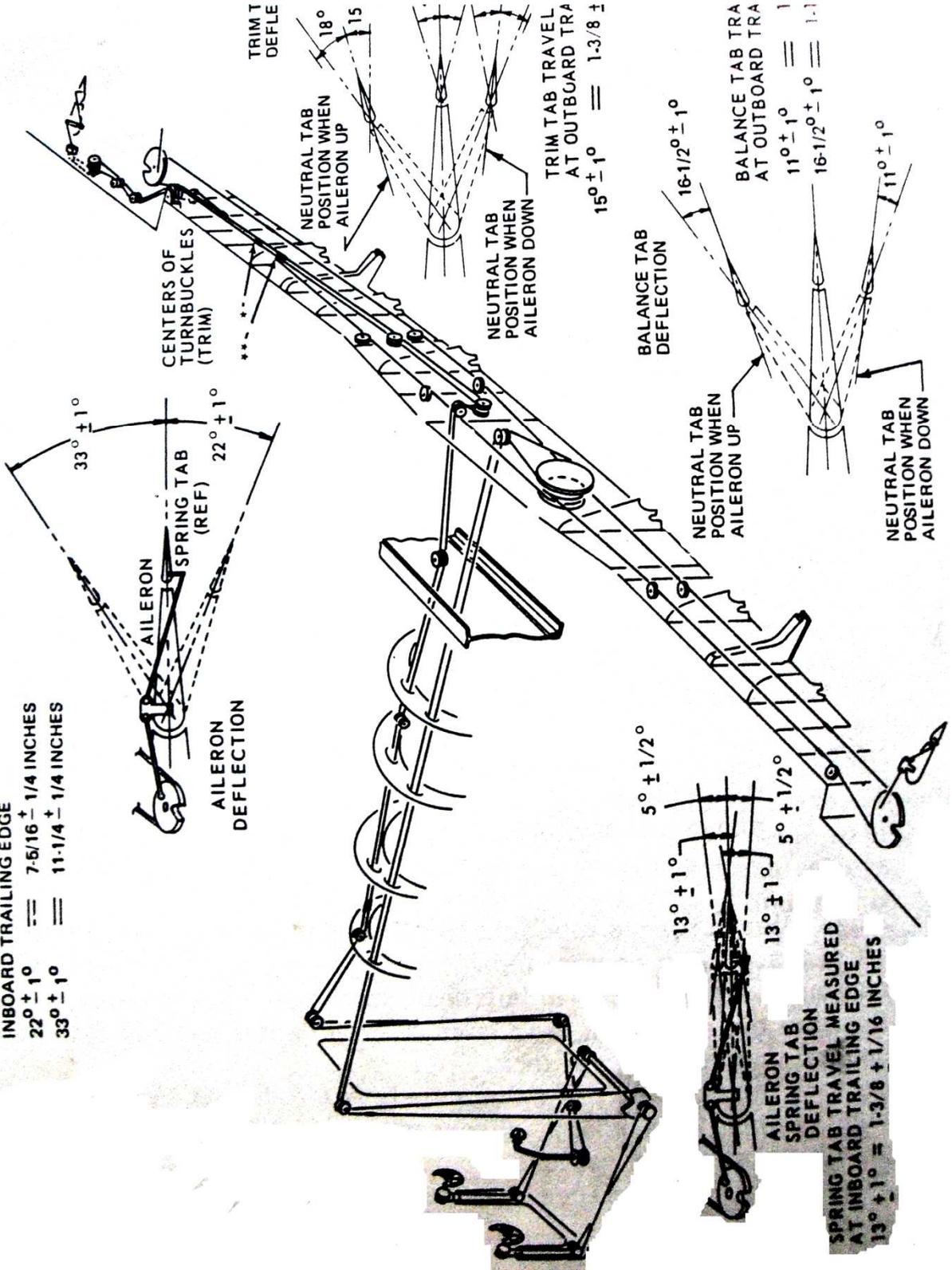
DIAGRAMA DE

RIGGING DEL ALERÓN

AILERON TRAVEL MEASURED AT
 INBOARD TRAILING EDGE
 $22^{\circ} \pm 1^{\circ} \equiv 7-5/16 \pm 1/4$ INCHES
 $33^{\circ} \pm 1^{\circ} \equiv 11-1/4 \pm 1/4$ INCHES



AILERON
 DEFLECTION



AILERON
 SPRING TAB
 DEFLECTION
 SPRING TAB TRAVEL MEASURED
 AT INBOARD TRAILING EDGE
 $13^{\circ} \pm 1^{\circ} \equiv 1-3/8 \pm 1/16$ INCHES

ANEXO D:

ORDEN TÉCNICA –

DESMONTAJE DE LOS

CABLES DE CONTROL

FAIRCHILD HILLER
FH-227
MAINTENANCE MANUAL

AILERON CONTROL CABLES - MAINTENANCE PRACTICES

REMOVAL/INSTALLATION - CONTROL CABLES.

A. Obtain Tools and Materials.

- (1) Rigging Tool - Fairchild P/N 27-810055.
- (2) Rigging Tool - Fairchild P/N 27-810058.
- (3) Rigging Tool - Fairchild P/N 27-810064.
- (4) Tensiometer.
- (5) Sealant - Specification MIL-S-7502, Class B-4.

B. Remove.

NOTE: The removal breakdown is as follows: cables between the control columns and auxiliary shaft in steps (1) thru (4), cables between auxiliary shaft and intermediate sector in steps (5) thru (14), and cables between intermediate sector and drive sectors in steps (15) thru (18).

- (1) Open pneumatic compartment door and remove crew compartment steps.
- (2) Install rigging tools, P/N 27-810055 and P/N 27-810058, on control column and sector on auxiliary shaft.
- (3) Disconnect applicable turnbuckles under crew compartment floor.
- (4) Remove applicable cable. To remove forward cable, refer to 27-10-2 and remove control wheel with cable on drum.
- (5) Open pneumatic compartment door, remove overhead panels in cargo compartment, remove exterior panels on top of fuselage between station 229 and wing front spar, remove fuselage-to-wing center fairing, and open inboard panel in left wing trailing edge.
- (6) Engage gust lock and install rigging tool, P/N 27-810058, on sector on auxiliary shaft.
- (7) Disconnect appropriate turnbuckle in pneumatic compartment.
- (8) Fasten strong cord to terminal end of cable to facilitate installation of replacement cable.
- (9) Remove cable guards from pulleys overhead at 122 bulkhead.
- (10) Remove nylon insert at pressurized bulkhead fairlead.
- (11) Remove pulleys on wing rear spar.
- (12) Disconnect cable from intermediate sector.
- (13) Pull cable aft through fairleads, loosening fairleads and removing guards on pulleys as necessary.
- (14) Remove cord from cable.
- (15) Open panels along trailing edge, remove wing to fuselage fairing and remove access panel in wing below drive sector.

ANEXO E:

ORDEN TÉCNICA –

DESMONTAJE DEL FLAP

FAIRCHILD
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL

WING FLAP - MAINTENANCE PRACTICES

1. SERVICING - WING FLAP.

A. Periodic Lubrication.

- (1) Lubricate the universal joints and screwjack gimbal nut attachment pins with light oil, Specification MIL-L-7870, or Coray Oil 40 (Exxon).
- (2) Lubricate gimbal nuts and screwjacks with grease, Anderol 736 or 786. (See Figure 203.)
- (3) Lubricate spindle assembly with Anderol 736 or 786. (Use same lubricant as used for gimbal nuts, see Figure 203.)
- (4) Lubricate outboard flap center hinge bracket with grease, Specification MIL-G-23827.

2. REMOVAL/INSTALLATION - WING FLAP.

A. Obtain Tools.

- (1) Contour Tool - Fairchild P/N 27-810069.
- (2) Contour Tool - Fairchild P/N 27-810071.
- (3) Protractor.

B. Remove.

NOTE: Removal of the flap assemblies is similar except for the fairing. For the inboard flaps, the wing trailing edge-to-fuselage fairing is removed. The outboard flaps requires the removal of the fairing at wing station 394. Channel fairing on the appropriate side of the nacelle must also be removed.

- (1) Remove any necessary fairing and access plates at both ends of flap assembly being removed.
- (2) If inboard flaps are being removed, remove inboard trailing edge tip to facilitate flap removal.
- (3) Extend flaps to down position.
- (4) Disconnect hinge if outboard flap is being removed.
- (5) At both spindle assemblies, remove snap rings and pins securing screwjack gimbal nut to spindle.

NOTE: Tape nuts to jack in position to facilitate installation.

- (6) Remove spindle assembly.
- (7) Roll flap assembly down out of tracks.

ANEXO F:
ORDEN TÉCNICA –
DESMONTAJE DEL
ALERÓN

AILERON - MAINTENANCE PRACTICESREMOVAL/INSTALLATION - AILERON.

A. Obtain Tools.

- (1) Rigging Tool - Fairchild P/N 27-810064.
- (2) Contour Tool - Fairchild P/N 27-810070.
- (3) Protractor.

B. Remove.

- (1) Install rigging tool in drive sector and engage gust locks.
- (2) Remove fairing and disconnect spring tab push-pull rod from lever.
- (3) Remove hinge cover plates.
- (4) Disconnect bonding strips at inboard and outboard hinges and disconnect balance tab push-pull rod.
- (5) Disconnect spring tab gust lock cable from lock pulley.
- (6) Gain access to and remove bolt passing through stop lever and fitting in wing at inboard end of aileron.
- (7) Remove attaching hardware at hinge fittings and remove aileron.

C. Install.

- (1) Lift aileron into position and install attaching hardware at three hinges and through stop lever bearing and fitting in wing.
- (2) Connect bonding strip at inboard and outboard hinge fittings.
- (3) Connect spring tab push-pull rod and adjust with tab and aileron in neutral using contour tool.
- (4) Connect spring tab cable to lock pulley; tension cable in accordance with 27-70-4, figure 201.
- (5) Connect balance tab push-pull rod.

NOTE: Tab and aileron should be in neutral position; also trim actuator if right aileron is being installed. Adjust rod as necessary.

- (6) Remove rigging tool from drive sector and install cover plates and fairings.
- (7) Release gust lock control and adjust stops located in wing at inboard end of aileron to allow proper aileron travel. Refer to 27-10-0, figure 201.
- (8) Refer to 27-10-0, figure 201, and check deflection of aileron balance tabs and spring tabs. Adjust as necessary.

ANEXO G:

ALA DERECHA DEL

AVIÓN FAIRCHILD

FH-227



ANEXO H:
CABINA DEL AVIÓN
FAIRCHILD FH-227
HC-BCD



ANEXO I:

CONTROLES DE VUELO



ANEXO J:

CABLES DE CONTROL

EN LOS CONTROLES DE

VUELO DEL ALA

DERECHA

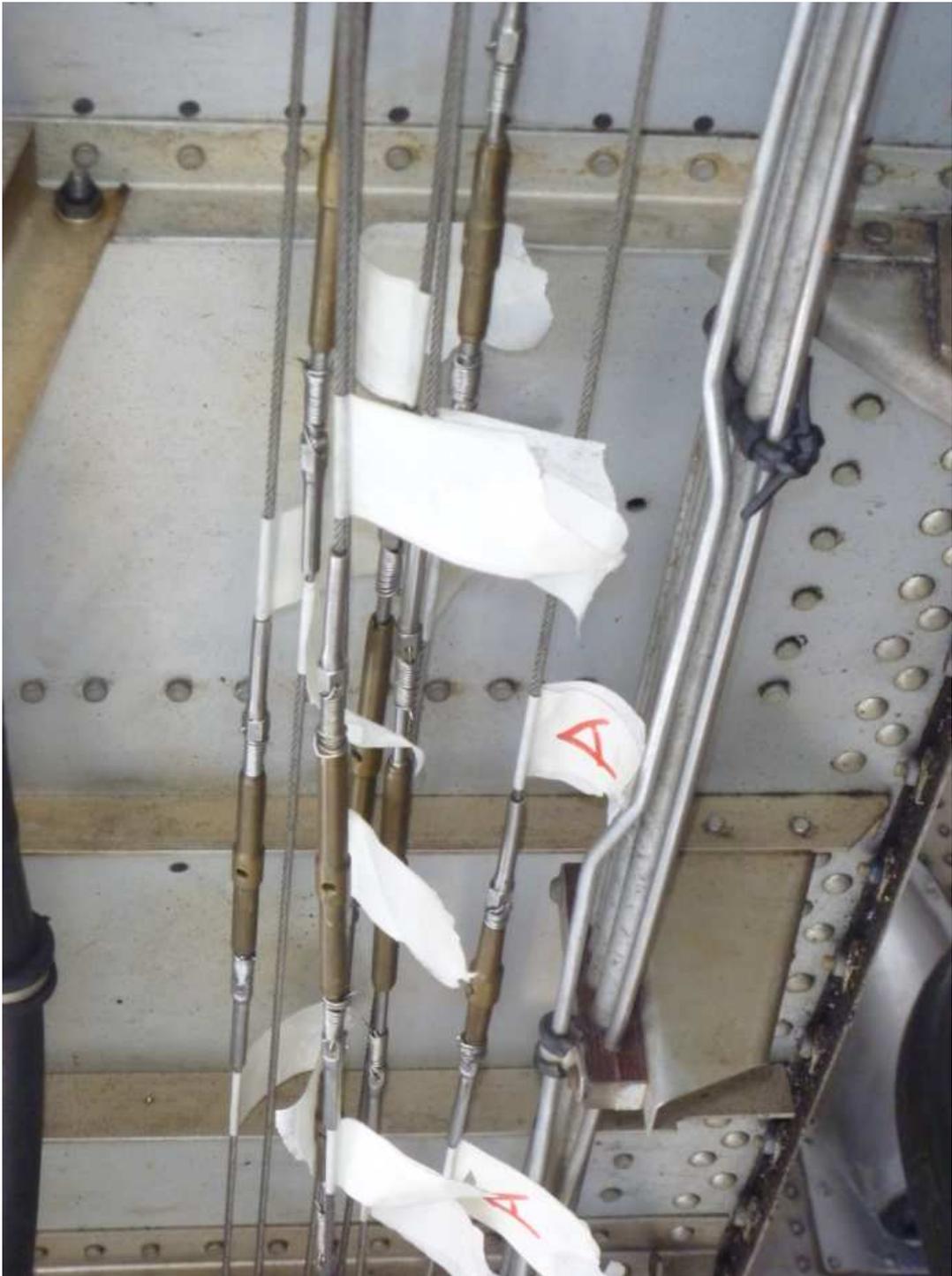


ANEXO K:

CABLES Y

TURNBUCKLES EN EL

ALA CENTRAL



ANEXO L:

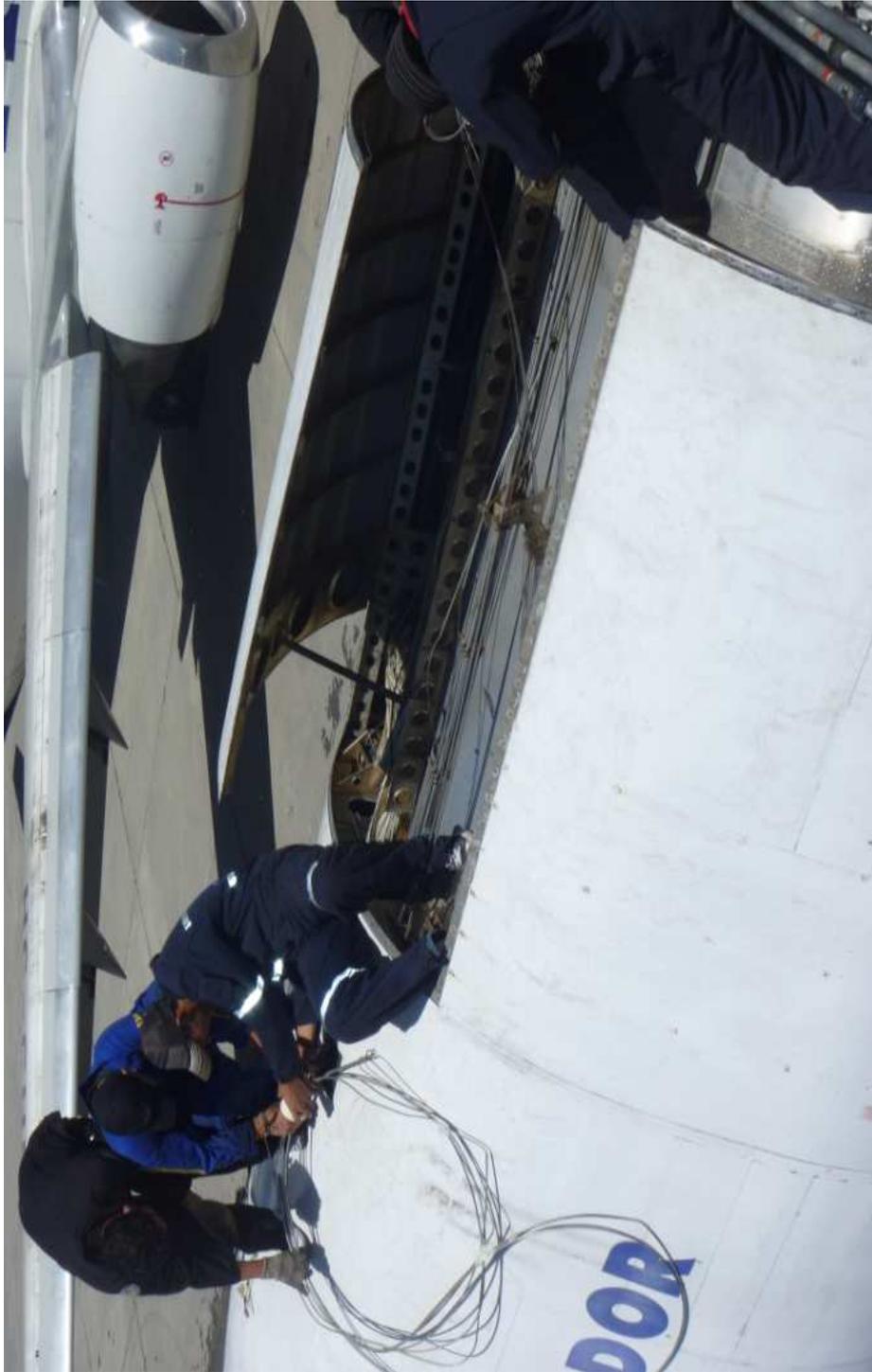
PANELES DE ACCESO A

LOS CABLES DE

CONTROL



**ANEXO M:
CABLES DE CONTROL
DE CABINA HACIA LAS
ALAS**



ANEXO N:
DESMONTAJE DEL ALA
DERECHA



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Jéniffer Elizabeth Mendoza Morán

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 21 de abril de 1991

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0928731413

TELÉFONOS: 087882337 - 042711210

CORREO ELECTRÓNICO: jenniffermendozamoran@gmail.com

DIRECCIÓN: Milagro - Emilio Estrada 612 y Guaranda



ESTUDIOS REALIZADOS

INSTRUCCIÓN SUPERIOR: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA"

Egresada Carrera Mecánica Aeronáutica

Mención Motores

SECUNDARIA: Unidad Educativa "FAE" No. 3 Taura

Título Obtenido: Bachiller en Ciencias

Especialidad: Físico Matemático (Febrero 2009)

PRIMARIA: Unidad Educativa Franciscana "San José"

TÍTULOS OBTENIDOS

- **Bachiller en Ciencias, Especialidad Físico Matemático** - Unidad Educativa "FAE" No. 3 Taura
- **Suficiencia en Inglés** - Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA"

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

CURSOS Y SEMINARIOS

- **Inglés Técnico I y II** - Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA"
- **Curso de Liderazgo** – Unidad Educativa "FAE 3"
- **Mención Honorífica Concurso de Física "Arquímedes"** – ESPOL
- **Curso Básico Motor PT6A-25** – Base Aérea de Salinas
- **Suficiencia en Inglés** - Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA"

EXPERIENCIA LABORAL

- **CEMA - LATACUNGA**

Área: Mantenimiento Motores Jet

Periodo: 1 mes (Agosto-2008 a Septiembre-2008)

- **Pasantías Base Aérea de Salinas**

Área: Mantenimiento de Motores Jet y Recíprocos, Línea de Vuelo

Periodo: 2 meses (Marzo-2010 a Abril-2010)

- **PASANTÍAS AEROLANE GYE**

Área: Mantenimiento

Periodo: 1 mes, 2 semanas (Agosto- Septiembre, Octubre, Noviembre 2010)

- **PASANTÍAS AIFA S.A.**

Área: Mantenimiento

Periodo: 1 mes, 1 semana (Marzo – Abril 2011)

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Jéniffer Elizabeth Mendoza Morán

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio

Latacunga, 4 de octubre de 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **MENDOZA MORÁN JÉNNIFFER ELÍZABETH**, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año **2011**, con Cédula de Ciudadanía N° **092873141-3**, autor del Trabajo de Graduación “DESMONTAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO DEL ALA DERECHA DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 CON MATRICULA HC-BCD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE N° 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

MENDOZA MORÁN JÉNNIFFER ELÍZABETH

Latacunga, 4 de octubre de 2011