

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**MONTAJE DEL ESTABILIZADOR VERTICAL DEL AVIÓN
FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD EN EL CAMPUS
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

POR:

ALOMOTO USHIÑA ALVARO RODOLFO

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el A/C ALOMOTO USHIÑA ALVARO RODOLFO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

Subs.Téc.Avc.Ing. Hebert Atencio

Latacunga, Octubre 04 Del 2011

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por llevarme a su lado a lo largo de esta vida siempre llenándome de alegría y gozo; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia mi padre Rodolfo Alomoto que me enseñó todo el valor y toda la fuerza en un solo abrazo a mi madre Pastora Ushiña que dentro de todas sus preocupaciones me dio la posibilidad de brillar, a mis hermanos y a todos mis tíos por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mis compañeros de proyecto de grado porque en esta armonía grupal hemos logrado salir adelante

Álvaro Rodolfo Alomoto Ushiña

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor; A mi madre Pastora por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor; A mi padre Rodolfo por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante; A mis familiares, A mi hermana Tania por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y me apoyo en momentos difíciles; Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

Álvaro Rodolfo Alomoto Ushiña

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	I
Certificación.....	II
Agradecimiento	III
Dedicatoria	IV
Índice de contenidos	V
Índice de tablas	VIII
Índice de figuras	IX
Índice de anexos	XII
Resumen.....	XIII
Summary	XIV

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivos específicos	3
1.6 Alcance.....	3

CAPÍTULO II

2.1 Historia del Avión FAIRCHILD FH – 227	4
---	---

2.2	Generalidades del avión Fairchild Hiller FH-227	5
2.3	Pesos y Dimensiones del avión Fairchild FH-227	7
2.4	Datos Técnicos.....	8
2.5	Versiones.....	8
2.6	Estabilizador vertical.....	11
2.7	Componentes estructurales del estabilizador vertical	12
2.7.1	Largueros	12
2.7.2	Costillas	13
2.7.3	Revestimiento	14
2.7.4	Larguerillos	15
2.8	Tipos de estabilizador vertical	15
2.9	Generalidades del estabilizador vertical del avión Fairchild	19
2.10	Ejes del avión	24
2.11	Timón de Dirección (Rudder)	27
2.12	TrimTab.....	29
2.13	Sujeción del estabilizador vertical	30
CAPÍTULO III		
	Desarrollo del tema	31
3.1	Preliminares	31
3.2	Montaje del estabilizador vertical	33
3.3	Pasos para el montaje del estabilizador vertical.....	34
3.4	Herramientas a utilizada.....	35
3.5	Sujeción y aseguramiento de las eslingas.....	35
3.6	Elevación del estabilizador.....	38

3.7	Instalación de los pernos de Sujeción	41
3.8	Torque a los pernos.....	45
3.9	Conexión del timón de dirección	47
3.10	Conexión de los componentes neumáticos	48
3.11	Conexión del cableado de la luz de anti colisión.....	49
3.12	Remoción de las eslingas.....	52
3.13	Instalación de la Punta del estabilizador Vertical	54
3.14	Análisis económico.....	56
3.14.1	Recursos	56
3.14.2	Presupuesto	56

CAPÍTULO IV

	Conclusiones y recomendaciones.....	58
4.1	Conclusiones.....	58
4.2	Recomendaciones.....	59

GLOSARIO	60
-----------------	-------	----

BIBLIOGRAFÍA	62
---------------------	-------	----

INTERNET	62
-----------------	-------	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

3.1	Talento Humano.....	56
3.2	Costos	57

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Avión Fairchild-227.....	5
Figura 2.2: Avión Fairchild FH-227 de Petro Ecuador.....	6
Figura 2.3: Dimensiones del avión Fairchild FH-227.....	7
Figura 2.4: Avión Fairchild versión FH-227.....	8
Figura 2.5: Avión Fairchild versión FH-227B.....	9
Figura 2.6: Avión Fairchild versión FH-227C.....	9
Figura 2.7: Avión Fairchild versión FH-227D.....	10
Figura 2.8: Avión Fairchild versión FH-227E.....	10
Figura 2.9: Estabilizador vertical.....	11
Figura 2.10: Secciones del larguero.....	13
Figura 2.11: Estructura de la costilla.....	14
Figura 2.12: Estabilizador convencional.....	16
Figura 2.13: Estabilizador en T.....	16
Figura 2.14: Estabilizador cruciforme.....	17
Figura 2.15: Estabilizador doble.....	18
Figura 2.16: Estabilizador triple.....	18
Figura 2.17: Estabilizador en V.....	19
Figura 2.18: partes del estabilizador vertical.....	23
Figura2.19: Los tres ejes Imaginarios del avión.....	24
Figura 2.20: Control del timón de profundidad.....	25
Figura 2.21: Control de los alerones.....	26

Figura 2.22: Control del timón de dirección.....	26
Figura 2.23: Turnbuckles de los cables del timón de dirección	27
Figura 2.24: Timón de Dirección	28
Figura 2.25: Tabs del timón de dirección	29
Figura 2.26: Sujeción del estabilizador vertical	30

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Estabilizador vertical	31
Figura 3.2: Soportes de caucho del estabilizador vertical	32
Figura 3.3: lugar de instalación del estabilizador vertical	33
Figura 3.4: Ubicación de las eslingas en el estabilizador vertical.....	36
Figura 3.5: Perno de izado del estabilizador vertical	36
Figura3.6: Izado del estabilizador vertical	37
Figura 3.7: Elevación del estabilizador vertical.....	38
Figura 3.8: Alineación parcial del estabilizador vertical	39
Figura 3.9: Alineación total del estabilizador vertical.....	39
Figura 3.10: Alineación parcial de los fittings	40
Figura 3.11: Alineación completa de los fittings	40
Figura 3.12: Pernos y arandela de sujeción	41
Figura 3.13: Tuerca y arandela de	42
Figura 3.14: Perno, arandela y tuerca de sujeción	42
FIGURA 3.15: Colocación del perno en el fitting.....	43
Figura 3.16: Perno colocado en el fitting	44
Figura 3.17: Colocación de la arandela y la tuerca	44

Figura 3.18: Llave de $\frac{3}{4}$ utilizada para el ajuste de del estabilizador vertical	45
Figura 3.19: Racha con copa de $\frac{3}{4}$ utilizada para sostener la cabeza del perno .	45
Figura 3.20: Torquímetro de 1000 libras por pulgadas.....	46
Figura 3.21: Timón de dirección (Rudder)	47
Figura 3.22: Componentes neumáticos.....	48
Figura 3.23: conexión de la luz anti colisión	49
Figura 3.24: Instalación de los carenados del estabilizador vertical.....	50
Figura 3.25: Instalación de los carenados de la aleta dorsal.....	51
Figura 3.26: Estabilizador vertical con las eslingas colocados	52
Figura 3.27: Remoción de las eslingas del Estabilizador vertical	53
Figura 3.28: Estabilizador vertical sin eslingas	53
Figura 3.29: Punta del estabilizador vertical.....	54
Figura 3.30: Tornillo de sujeción de la Punta	55
Figura 3.31: Instalación de la Punta del estabilizador	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

Componentes del estabilizador vertical	66
--	----

ANEXO B

Instalación del estabilizador vertical	72
--	----

ANEXO C

Instalación de la punta del estabilizador vertical	76
--	----

ANEXO D

Instalación de los carenados del estabilizador vertical	79
---	----

ANEXO E

Instalación de los carenados de la aleta dorsal.....	82
--	----

HOJA DE VIDA DEL GRADUADO.....	84
---------------------------------------	-----------

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	86
---	-----------

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	87
--	-----------

RESUMEN

En éste proyecto de tesis se han aplican los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida estudiantil atreves de las enseñanzas impartidas por los docentes, también contienen información referente al estabilizador vertical del avión FAIRCHILD FH-227 con sus respectivos componentes estructurales y como poder realizar el montaje del estabilizador vertical de una forma técnica y segura.

Antes de proceder con el desarrollo del proyecto, se realizo un intenso estudio en los Manuales de Mantenimiento del avión FAIRCHILD FH-227 acerca del montaje del estabilizador vertical.

Tomando en cuenta esto se procedió con el montaje de dicho componente, con el fin de completar el ensamblaje total de la aeronave en el Instituto; Todos los procedimientos necesarios están detallados de una manera sencilla y de fácil aprendizaje para todos los estudiantes, en la cual también incluye que herramientas se debe utilizar para un correcto montaje del estabilizador.

El proyecto se realizó con el objetivo de perfeccionar el conocimiento académico de los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, teniendo como aporte didáctico un componente real de la aeronave, donde los estudiantes podrán recibir clases de una manera más didáctica y así poder complementar sus conocimientos al poder mesclar la teoría con la practica.

Para concluir el proyecto e añadido mis propias conclusiones y recomendaciones, las cuales se obtuvieron en el transcurso de la realización del proyecto.

SUMMARY

In this thesis Project have applied the knowledge gained along the dare of student life lessons taught by teachers, also contains information about the planes vertical stabilizer FAIRCHILD FH 227 with their respective structural components and how to perform the vertical stabilizer assembly in a safe technique.

Before proceeding with the project, an intensive study was conducted in the aircraft maintenance manuals FAIRCHILD FH 227 on the vertical stabilizer assembly.

Taking this into account we proceeded with the assembly of the component, inorder to complete the total assembly of the aircraft the institute all necessary procedures are detailed in a simple and easy to learn for all students, in which also includes what tools to use for a correct assembly of the stabilizer.

The project was conducted with the aim of improving the student's academic knowledge of the aviation mechanics career, taking as input a real component of training aircraft, where students can take classes in a more didactic and so to supplement their knowledge power blend theory with practice.

To conclude the project and added my own conclusions and recommendations, which were obtained in the couse of the project

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, conocedor de la necesidad de profesionales en carreras aeronáuticas, brinda a la población estudiantil del Ecuador carreras únicas como son: mecánica aeronáutica con menciones en motores y aviones, telemática, electrónica, seguridad aérea y terrestre, logística y transporte e idiomas.

Los alumnos se forman en los distintos laboratorios de: de Hidráulica, Mecánica Básica, Electrónica y varios más, con el objetivo de adquirir un buen conocimiento teórico y práctico.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no se han realizado proyectos como la adquisición de un avión escuela, por tal motivo es necesario un avión para prácticas de los estudiantes y así mejorar su formación profesional en el campo de la aviación.

En la actualidad la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) posee varios aviones los cuales por diversos motivos han perdido su aeronavegabilidad, la aeronaves se encuentra en las distintas bases de la FAE, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ha realizado todas las gestiones necesarias para la donación del avión Fairchild FH-227 matrícula HC-BHD por parte de la Fuerza Aérea el mismo que será trasladado del Ala de transporte N° 11 hacia el campus del instituto.

Para la realización del presente proyecto se tomó en cuenta el anteproyecto anteriormente aprobado relacionado con el montaje del estabilizador del avión Fairchild FH-227 en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, con el fin de completar el ensamblaje del avión escuela.

1.2 Justificación

Se implementó un avión escuela en el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO con la finalidad de incrementar el material didáctico para brindar una mejor ayuda y enseñanza de manera primordial a los estudiantes e instructores de la carrera de Mecánica Aeronáutica, tanto en forma teórica como práctica, ya que les permite adquirir un conocimiento más amplio acerca de pasos grandes que la aviación continuamente lo hace, además facilitará que el estudiante se incentive en el campo aeronáutico, trazándose metas y así poseer un mejor desenvolvimiento en su vida profesional.

Con la adquisición del avión escuela se facilitará tanto a estudiantes como a docentes una educación más práctica y didáctica para una mejor comprensión de las asignaturas referentes a la Mecánica Aeronáutica,

Para que se pueda realizar el proyecto fue necesario contar con los componentes mayores ya desmontados en el campus del instituto y así proceder con el montaje del estabilizador vertical y así completar el ensamblaje de la aeronave.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Instalar el estabilizador vertical del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD para completar el ensamblaje total de la aeronave en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2 Específicos

- Recolectar la información necesaria de los manuales de mantenimiento del avión FAIRCHILD FH-227 para la correcta instalación del estabilizador vertical
- Determinar las herramientas necesarias para la instalación del estabilizador vertical de una manera técnica y segura.
- Asegurar el estabilizador vertical con las eslingas adecuadas
- Instalar los pernos y tuercas de sujeción como lo indica el manual de mantenimiento de la aeronave
- Dar el torque necesario a los pernos del estabilizador vertical como nos indica el Manual de Mantenimiento ATA 55 pagina 202.

1.4 Alcance

El proyecto tiene como alcance realizar la instalación del estabilizador vertical del avión Fairchild-227 con matrícula HC-BHD para completar el ensamblaje de la aeronave en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y que este sea utilizado como avión escuela para un mejor aprendizaje y desarrollo de los conocimientos adquiridos en clases por parte de los estudiantes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Avión FAIRCHILD FH – 227

“El FH-227 fue un derivado del transporte civil holandés Fokker F27 construido bajo licencia por la Fairchild Hiller en su fábrica de Hagerstown, Maryland, en el estado de Virginia (EEUU). Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952. Ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra remplazar el DC-3. En un principio Fairchild logra obtener la licencia de fabricación de los aviones de entrenamiento Fokker S.11, S.12 y S.14. El 26 de abril de 1956 Fairchild llega a un acuerdo con Fokker para construir bajo licencia el Fokker F27, por entonces en desarrollo en Holanda y se decide la construcción de la fábrica en Hagerstown, Maryland.

El primer pedido americano por los aviones producidos por Fairchild no tarda en llegar: en abril de mismo año se recibe una orden inicial de la aerolínea West Coast Airlines por cuatro aviones, a la que les siguieron en mayo un nuevo pedido de Bonanza Airlines de tres unidades y en junio siete más para Piedmont Airlines. En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporation]] y comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F.27 y su planta motriz Rolls-Royce Dart. Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro se llamarán FH-227.¹”

¹ <http://nueveg.wordpress.com/2009/10/07/fairchild-hiller-fh-227/>

“El primer aparato realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a principios de julio se entrega el primer ejemplar a la Mohawk Airlines . Esta compañía había seguido con mucho detalle todo el desarrollo y producción de sus aviones, teniendo permanentemente un representante técnico en la fábrica de Hagerstown”².



Figura 2.1: Avión Fairchild-227

Fuente: <http://www.pilotoviejo.com/fh227fau572carrasco.htm>

2.2 Generalidades del avión Fairchild Hiller FH-227

“El avión Fairchild FH-227 es la última versión de las series F-27 y sus características son las siguientes:

- Construcción completamente de metal.

² <http://nueveg.wordpress.com/2009/10/07/fairchild-hiller-fh-227/>

- Presión neumática es provista por dos bombas manejadas por el motor que actúan los frenos de llantas, frenos de hélices, la dirección de la llanta de nariz y el escalón integral de la puerta de carga de pasajeros.
- Posee dos tanques de tipo integral en las alas que pueden ser llenados por gravedad, con una capacidad de 2.063 galones
- La presurización en la cabina es provista por los dos motores es decir de sus respectivos compresores.
- Una turbina de gas es la unidad de poder auxiliar localizada en la parte posterior de la nácela derecha.



Figura 2.2: Avión Fairchild FH-227 de Petro Ecuador

Fuente: <http://www.planepictures.net/netshow.php?id=256010>

2.3 Pesos y Dimensiones del avión Fairchild FH-227

Dimensiones:

- **Longitud:** 23.51 m (77'2")
- **Envergadura:** 29m (95'2")
- **Altura:** 8,41m (27'7")
- **Hélices:** 3.5m (11'6")
- **Diámetro de Fuselaje:** 2.46m (8'10")
- **Longitud el estabilizador Horizontal:** 9.75m (32')
- **Longitud del Empenaje:** 4.99m (13'10")³

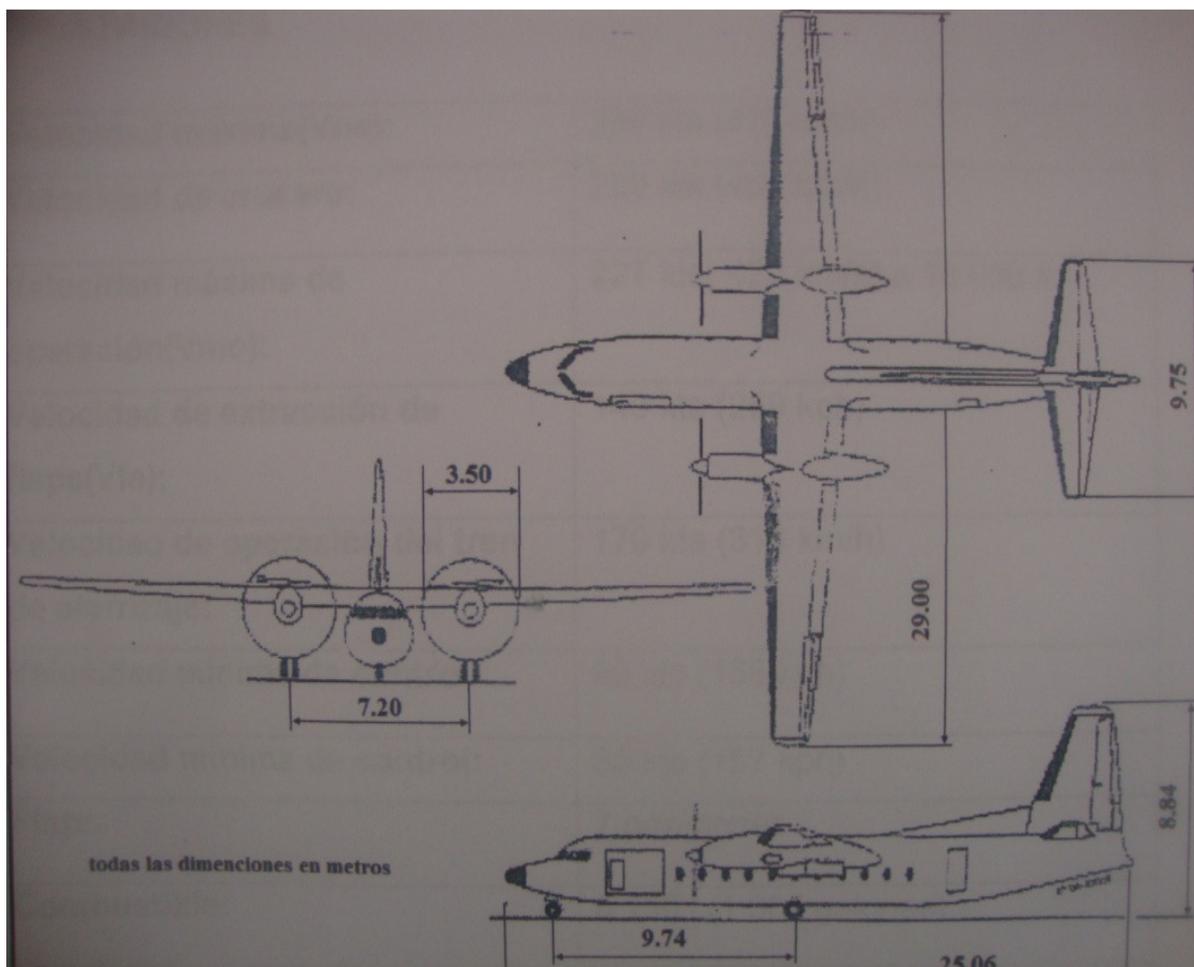


Figura 2.3: Dimensiones del avión Fairchild FH-227

Fuente: Manual de Mantenimiento

³ <http://www.Ata100.com/fairchild/flithg>

2.4 Datos Técnicos

“Tipo: Avión comercial y de transporte

Tripulación: 2

Primer vuelo: 27 de Enero de 1966

En servicio: 1 de Julio de 1966

Constructor: Fairchild Hiller

Diseñado por: Sin datos

Longitud: 25,50 m

Altura: 8,41 m

Envergadura: 29 m

Peso vacío: 18.600 kg

Máximo al despegue: 20.640 kg

Capacidad de carga: 6.180 kg

Techo de servicio: 80535 m

Alcance: 2.661 km

Motores: Dos Rolls-Royce Dart 532-7L

Potencia unitaria: 2.300 cv

Velocidad máxima: 420 km/h

Usuarios (Militares): Uruguay, Colombia, Perú y México.

2.5 Versiones

FH-227

Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 cv. Estos motores tenían una caja de reducción de 0.09:1. Peso máximo en despegue 19.730 kg.



Figura 2.4: Avión Fairchild versión FH-227

Fuente: <http://www.probertencyclopaedia.com/cgi-bin/res.pl?keyword=Fairchild+F-27&offset=0>

FH-227B

Versión reforzada de mayor peso, pedida por Piedmont Airlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967. Como planta motriz se instalan Dart Mk 532-7L de 2.250 cv y el avión es equipado con hélices de mayor diámetro. El peso máximo en despegue pasa a 20.640 kg (45.500 lbs).



Figura 2.5: Avión Fairchild versión FH-227B

Fuente: <http://www.al-airliners.be/d-j/dat/daf-27.jpg>

FH-227C

Basicamente un FH-227 con las hélices del FH-227B. Mismo peso máximo al despegue y motorización.



Figura 2.6: Avión Fairchild versión FH-227C

Fuente: <http://www.todocoleccion.net/britt-airlines-fairchild-hiller-fh-227c-mary-jaynes-railroad~x5637011>

FH-227D

Versión pasajeros-carga convertible. Equipada con frenos mejorados ABS y sistema de flaps con posiciones intermedias para el despegue. Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv y una caja de reducción de 0.093:1. Peso máximo al despegue de 20.640 kg(45.500 lbs).



Figura 2.7: Avión Fairchild versión FH-227D

Fuente: <http://aviation-safety.net/photos/displayphoto.php?id=19971028-0&vnr=1&kind=PO>

FH-227E

FH-227C modificado en FH-227D. Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300cv. Peso máximo al despegue de 19.730 kg (43.500 lbs.)⁴



Figura 2.8: Avión Fairchild versión FH-227E

Fuente: <http://aviation-safety.net/photos/displayphoto.php?id=19971028-0&vnr=1&kind=PO>

⁴ <http://nueveg.wordpress.com/2009/10/07/fairchild-hiller-fh-227/>

2.6 Estabilizador vertical

Definición

“Un estabilizador vertical es un perfil aerodinámico vertical unido a la cola del fuselaje, se divide en parte fija y parte móvil, la parte móvil se le conoce como timón de dirección que va unida a la parte fija y la construcción del plano de cola vertical es similar a la construcción del ala.⁵”.

“Un estabilizador vertical, o deriva de una aeronave, está destinado a reducir el deslizamiento lateral aerodinámico y contribuye en gran medida a la estabilidad direccional del avión para mantenerlo volando derecho sin ninguna acción del piloto.

Generalmente se trata de una superficie aerodinámica simétrica, ya que debe tener posibilidad de generar cargas horizontales.

Al objeto de mejorar la estabilidad direccional sin tener que aumentar el tamaño del estabilizador vertical se suele añadir una aleta dorsal que no aumenta tanto la resistencia parásita como lo haría el hecho de agrandar el estabilizador”⁶



Figura 2.9: Estabilizador vertical

Fuente: <http://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=149642&page=3>

⁵ <http://usuarios.multimania.es/vsinm/velero.htm>

⁶ http://aero.us.es/AVE/archivos/Y0910/Tema5_partel%28WEB%29.pdf

2.7 Componentes estructurales del estabilizador vertical

La construcción del estabilizador vertical es similar a la construcción del ala y consta de:

- Largueros
- Larguerillos
- Costillas
- Recubrimiento

2.7.1 Largueros

“Viga que se extiende a lo largo del estabilizador vertical. Es el componente principal de soporte de la estructura. Soporta los esfuerzos de flexión y torsión.

Las fuerzas que soporta el estabilizador vertical varían a lo largo de la envergadura, por lo cual los largueros pueden ser de sección variable a lo largo de ésta, con lo se consigue disminuir el peso estructural.

Secciones del larguero

Sección rectangular: Es macizo, económico y sencillo.

Sección I: Posee una platabanda inferior y superior unidas mediante el alma.

Sección canal: Soporta mejor los esfuerzos que el rectangular, sin embargo es inestable bajo cargas de corte. Se lo utiliza solo como larguero auxiliar.

Sección doble T: Tiene buena resistencia a la flexión y es liviano.

Sección I compuesta: Tiene la platabanda inferior y superior del mismo material, mientras que el alma es de diferente material y se fija a las platabandas mediante remachado.



Figura 2.10: Secciones del larguero

Fuente: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm

2.7.2 Costillas

Miembro delantero y posterior de la estructura del ala, da forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros

Sus funciones son: 1- Mantener la forma del perfil

2- Transmitir las fuerzas aerodinámicas a los largueros.

3- Distribuir las cargas a los largueros.

4- Mantener la separación de los largueros.

Clasificación por su Función

Costillas de compresión: Unen los largueros entre sí. Transmiten y distribuyen equitativamente los esfuerzos en los largueros. Se colocan donde se producen esfuerzos locales. No siempre se disponen perpendicularmente, pueden colocarse en diagonal.

Costillas Maestras: Mantienen distanciados los largueros y dan rigidez a los elementos.

Costillas Comunes: No son tan fuertes. Su tarea es la de mantener la forma del perfil y transmitir las fuerzas interiores a los largueros, distribuyéndolas en varias partes de ellos.

Falsas costillas: Solo sirven para mantener la forma del revestimiento, y se ubican entre el larguero y el borde de ataque o salida

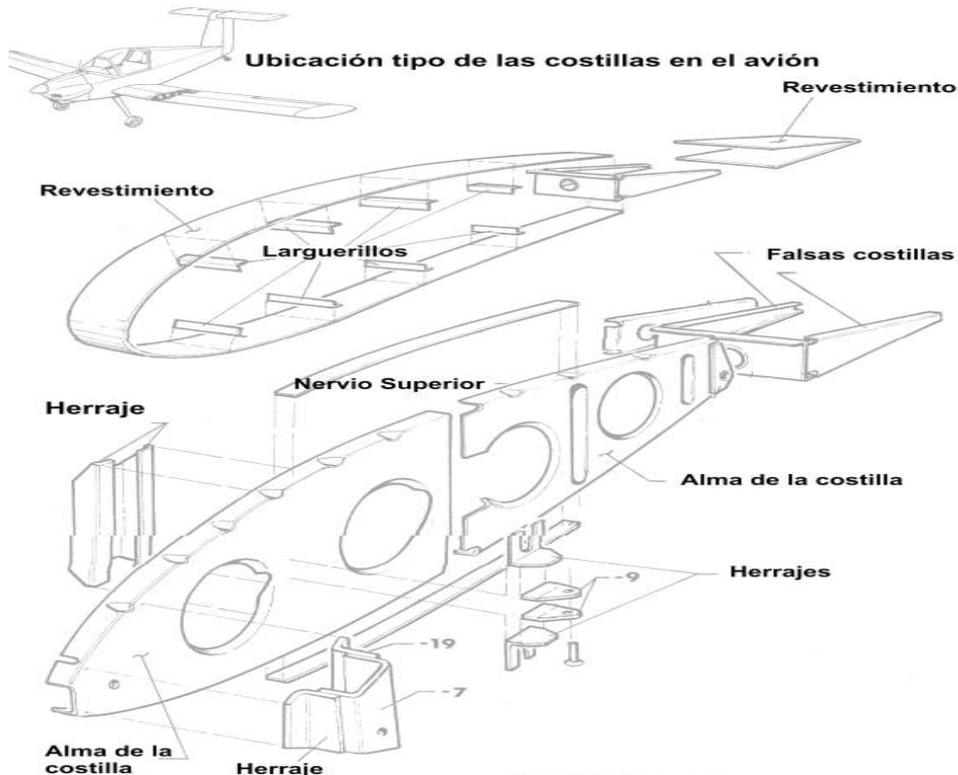


Figura 2.11: Estructura de la costilla

Fuente: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm

Ubicación de las Costillas

Se colocan perpendicularmente al larguero a una distancia de separación entre costillas que depende de los siguientes factores:

- A) Velocidad del avión
- C) Construcción de la costilla
- D) Recubrimiento
- E) Tipo de perfil

2.7.3 Revestimiento

El revestimiento de la estructura del estabilizador vertical que proporciona a la misma una forma aerodinámica para alcanzar el máximo rendimiento.

Revestimiento Resistente o Activo

Es el revestimiento del estabilizador vertical realizado con chapa metálica, que contribuye a soportar los esfuerzos de tracción, compresión, flexión, torsión y corte. Contribuye a la resistencia estructural y permite eliminar piezas de refuerzos de la estructura del ala obteniéndose estructuras fuertes y livianas.

2.7.4 Larguerillos

Son miembros longitudinales del estabilizador vertical a lo largo de las mismas que transmiten la carga soportada por el recubrimiento a las costillas del estabilizador vertical,

Los larguerillos proveen rigidez a lo largo de la envergadura para la piel metálica superior e inferior del estabilizador vertical”⁷.

2.8 “Tipos de estabilizador vertical

- **"Convencional**
- **T-cola**
- **Cruciforme cola**
- **Doble cola**
- **Triple cola**
- **V-cola**

Estabilizador convencional

"El estabilizador vertical está montado exactamente en posición vertical, y el estabilizador horizontal se monta directamente en el empenaje (la parte trasera del fuselaje). Esta es la configuración vertical, estabilizador más común.

⁷ http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm



Figura 2.12: Estabilizador convencional

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Singapore_a380-800_9v-skd_takeoff_heathrow_2010_arp.jpg

Estabilizador en T

Un T-cola tiene el estabilizador horizontal montado en la parte superior del estabilizador vertical. Se presenta con frecuencia en motores de las aeronaves trasera, como el CRJ200 de Bombardier , el Boeing 727 y el Douglas DC-9 , así como la Flecha de Plata avión pequeño, y de alto rendimiento la mayoría de los planeadores



Figura 2.13: Estabilizador en T

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Cola_en_T

Estabilizador Cruciforme

La cola cruciforme se organiza como una cruz, la configuración más común es el estabilizador horizontal que corta la cola vertical en algún lugar cerca de la mitad. El PBY Catalina utiliza esta configuración. El "push-pull" bimotor Dornier Do 335 la Segunda Guerra Mundial alemanes de combate II utiliza una cola cruciforme que consiste en cuatro superficies separadas, dispuestas en el dorsal, ventral y horizontal de ambas localidades, para formar la cola cruciforme, justo delante de la hélice trasera.



Figura 2.14: Estabilizador cruciforme

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Cola_en_T

Estabilizador doble

En lugar de un único estabilizador vertical, una cola doble tiene dos. Estos son dispuestos verticalmente, y se cruzan o se montan en los extremos del estabilizador horizontal. El modelo Beechcraft 18 y muchos modernos aviones militares , como el estadounidense F-14 , F-15 y F/A-18utilizar esta configuración.

El F/A-18, F-22 Raptor y F-35 Lightning II están inclinadas hacia el exterior, hasta el punto de que tienen cierta autoridad como superficies de control horizontal, ambos aviones están diseñados para desviar su timón hacia el interior durante el despegue a aumento de pitcheo momento



Figura 2.15: Estabilizador doble

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Chrislea_ch3_superace_series2_g-akuw_arp.jpg

Estabilizador triple

Una variación en la cola doble, cuenta con tres estabilizadores verticales. El mejor ejemplo de esta configuración es el Lockheed Constellation . En la constelación que se hizo para dar a la superficie máxima del estabilizador vertical del avión, pero mantener la altura total lo suficientemente bajo como para que pueda caber en los hangares.



Figura 2.16: Estabilizador triple

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Columbine_III_aircraft.png

Estabilizador en V

Un V-cola no tiene estabilizadores distintos vertical u horizontal. Por el contrario, se combinan en las superficies de control conocido como timón de profundidad que controla tanto cabeceo y guiñada. El acuerdo parece a la letra V, y también se conoce como una cola de mariposa. El Beechcraft Bonanza Modelo 35 utiliza esta configuración, al igual que el F-117 Nighthawk, y muchos de Richard Schreder 's serie HP de la construcción casera de planeadores”⁸



Figura 2.17: Estabilizador en V

Fuente: <http://aviones.herobo.com/F117b.jpg>

2.9 Generalidades del estabilizador vertical del avión Fairchild

La información que se muestra a continuación es una traducción e interpretación del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227 ATA 55 ver anexo A

Descripción

“La aleta vertical o estabilizador vertical es un diseño estructural que consiste de un larguero auxiliar, el cual básicamente es un miembro reforzado por la aleta del Borde delantero, en la parte frontal y trasera del larguero.

El estabilizador es juntado por fittings en la parte frontal y trasera de los largueros. La estructura de la aleta o estabilizador consiste de tres largueros que son contruidos de web type y de trust type a lo largo de la envergadura y tiene

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilizador_vertical

pieles ensambladas con carenados extraíbles, en la punta y en la parte superior del Borde de ataque. Existen carenados en el estabilizador vertical y en la aleta dorsal. La punta es extraíble y es de fibra de vidrio

Componentes

- Borde de ataque
- Punta
- largueros
- costillas
- larguerillos
- Revestimiento
- Aleta Dorsal

Borde de ataque

El borde de ataque está localizado en la parte delantera del estabilizador y son asegurados por el larguero auxiliar, y esta compuesta por una sección fija baja y una sección superior removible.

La parte superior desmontable o removible del borde delantero está construido de honeycomb y está alojado entre dos láminas de aleaciones de aluminio.

La sección baja del borde delantero consiste de costillas y dos capas de piel de aleaciones de aluminio. El borde superior es remachado a la costilla de nariz en la línea 112, en la parte delantera y en el borde inferior, estas son aseguradas a la aleta dorsal y a los carenados delanteros del estabilizador.

La bota de descongelamiento es montada únicamente en la parte superior del Borde de ataque.

Punta

La punta es desmontable y consiste de una lámina con costillas y refuerzos de fibra de vidrio. La punta son provistos de aleaciones de aluminio y pueden ser usadas como componentes o piezas de remplazo. Ambos extremos

de la punta son juntados con tornillos y se extienden desde la aleta del borde de ataque hasta el borde de salida del timón de dirección

La punta también cuenta con montantes de aleaciones de aluminio para la luz de anticolisión y para las tapas de acceso, las tapas de acceso están instaladas en la parte superior del timón de dirección

Largueros

El estabilizador consiste de tres largueros de aleaciones de aluminio: El larguero auxiliar, el larguero frontal y trasero.

El larguero auxiliar consiste de tres tapas en los largueros derechos e izquierdos, los cuales son remachados el uno al otro. El larguero es reforzado por una red.

La construcción de los largueros delanteros y traseros son similares a los largueros auxiliares a excepción que en la parte inferior del larguero frontal y trasero se encuentran los fittings del estabilizador, los cuales son partes integrales de los largueros.

Adicionalmente de los fittings son instalados los hoist fitting (puntos de izado) y se encuentran en la parte superior de los largueros frontal y trasero.

Costillas

Las costillas son divididas en dos clases: costillas de nariz y costillas principales.

Las costillas de nariz tradicionalmente son diseñadas en forma de red, y esta provisto con los puntos de montaje en la parte superior e inferior del borde delantero.

Las costillas principales son divididas en dos clases: costillas tipo red y costillas solidas. Las costillas tipo red son remachadas hacia los largueros y la piel del larguero.

En la costilla inferior se encuentran las tres válvulas distribuidoras solenoides de deshielo, el cual controla la presión y succión de la bota de deshielo del estabilizador.

La costilla en la línea 239 se extiende delante del larguero auxiliar y proporciona al extremo superior del borde de ataque el punto del montante.

La costilla tipo red son construidas con redes o telas en cada extremo, uno entre el larguero auxiliar y frontal y uno entre el larguero trasero y el borde de salida.

Larguerillos

Es un miembro longitudinal que sirve para reforzar las láminas y son hechos de aleaciones de aluminio que van unidas a la piel y remachadas a la estructura.

Revestimiento

La estructura de la parte izquierda y derecha del estabilizador vertical está cubierta por hojas de aleaciones de aluminio que forman dos paneles de revestimiento delanteros y tres posteriores en cada lado de la aleta.

Aleta Dorsal

La aleta dorsal va desde la estación 429 hasta la popa del estabilizador vertical y este no se lo remueve bajo circunstancias normales. Es construido por marcos, formadores, largueros longitudinales y refuerzos, esta cubierto de pieles de aleaciones de aluminio. La sección frontal es de plástico reforzado y puede ser removido para poder acceder a diversos sistemas o componentes.

Los marcos de la aleta dorsal son asegurados y juntados por pernos hacia la estructura del fuselaje de la aeronave. La parte inferior forma un canal de cables que contienen guías para juntar los cables en las poleas, ductos de aire, tubos, etc. Dos grandes puertas con bisagras en el lado izquierdo trasero facilitan

el acceso al área del ducto y otros componentes de la misma. Otras pequeñas puertas de acceso son unidas con tornillos.

Los carenados y entornos aerodinámicos son remachados en el fuselaje para completar el recubrimiento de la piel y para ayudar asegurar la aleta dorsal al fuselaje⁹

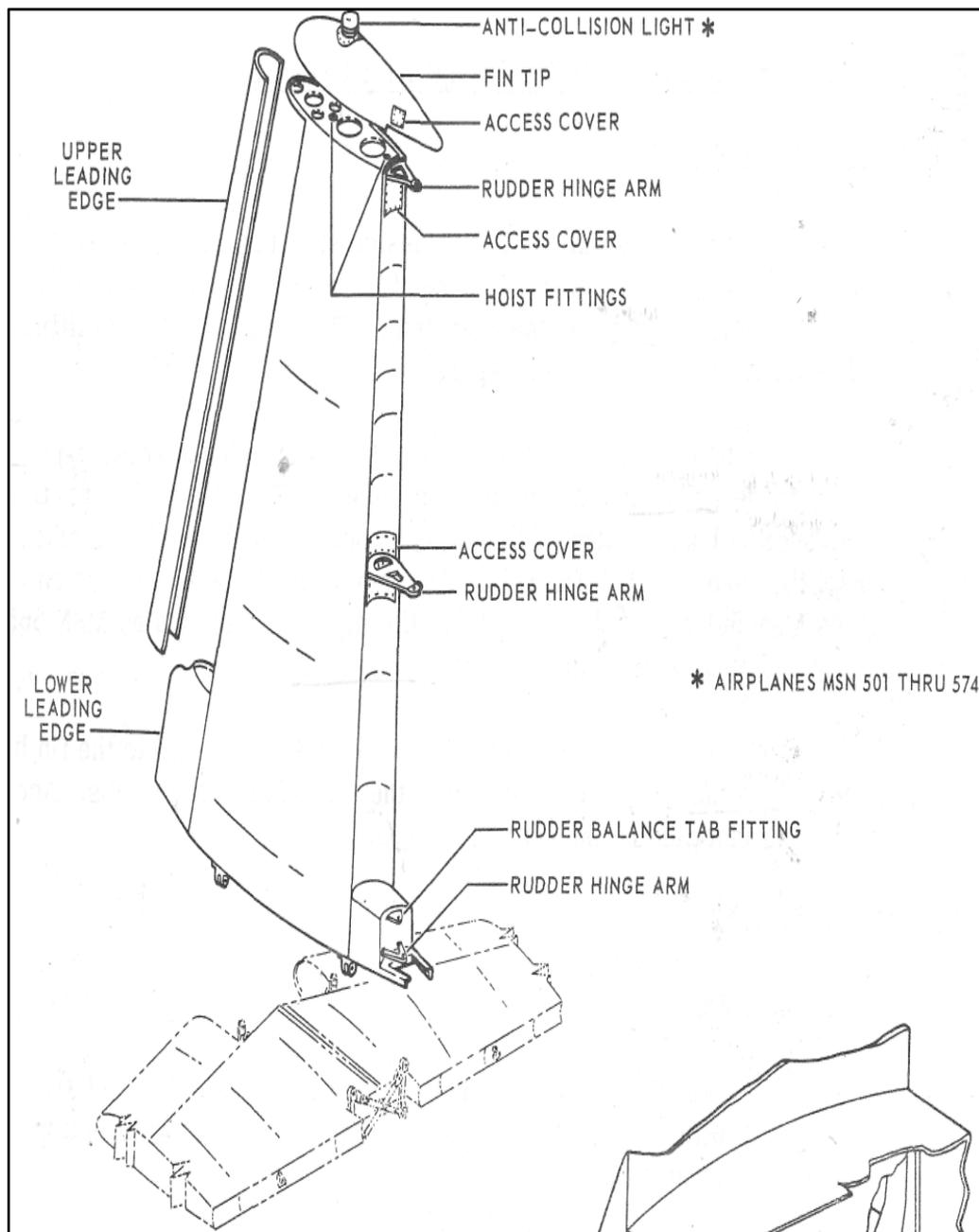


Figura2.18: partes del estabilizador vertical

Fuente: manual de mantenimiento 1-B del avión fairchild fh-227

⁹ Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

2.10 Ejes del avión

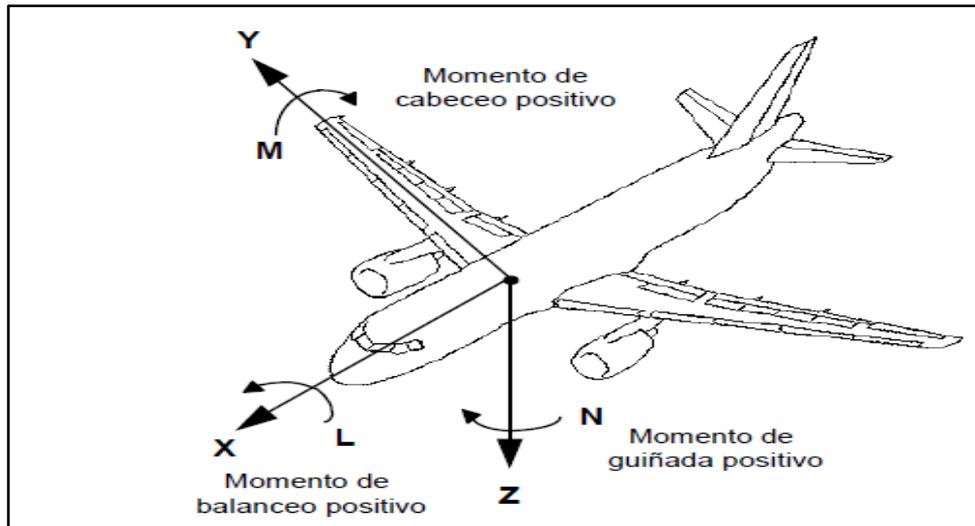


Figura 2.19: Los tres ejes Imaginarios del avión
Fuente: http://www.mecánica_de_vuelo.com

Eje

“Un eje es una línea imaginaria a través de la estructura del avión, alrededor del cual se produce el movimiento.

Ejes del movimiento

Longitudinal

El origen está en el centro de gravedad y está situado en el plano de simetría del avión y hacia el morro. Se le define como eje OX (figura 2.19). Alrededor de este eje se produce un movimiento de balanceo o alabeo (roll)

Lateral

El origen está en el centro de gravedad y es perpendicular al plano de simetría del avión, siendo su sentido positivo hacia el ala derecha. Se le define como OY (figura 2.19). Alrededor de este eje se produce un movimiento de cabeceo (pitch).

Vertical

El origen está en el centro de gravedad, está situado en el plano de simetría del avión y su sentido positivo es hacia abajo. Este eje se define por OZ (figura 2.19). Alrededor de este eje se produce un movimiento de guiñada (yaw).

2.8 Superficies de Control Primarias

Las superficies de control primarias con las que el piloto consigue el equilibrio del avión, son básicamente tres:

- Timón de profundidad
- Alerones
- Timón de dirección

Timón de profundidad

Controla el movimiento longitudinal de cabeceo alrededor del eje lateral OY. Los timones de profundidad están localizados en la parte final o borde de salida del estabilizador horizontal. Los timones de profundidad se actúan empujando y tirando sobre el mando de vuelo o palanca.



Figura 2.20: Control del timón de profundidad

Fuente: http://www.introduccion_ala_aerodinamica.com

Alerones

Los alerones controlan el movimiento de balance alrededor del eje OX.

Los alerones están localizados en el borde de salida de las alas. Los alerones se activan girando la palanca o mando a izquierda y derecha.

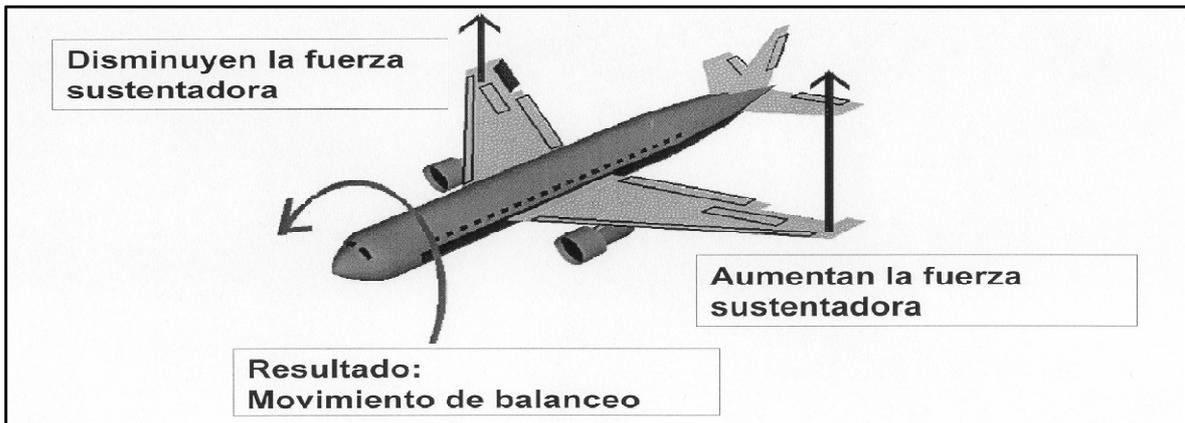


Figura 2.21: Control de los alerones

Fuente: www.introduccion_ala_aerodinamica.com

Timón de dirección

El timón de dirección controla el movimiento de guiñada alrededor del eje vertical OZ. El timón de dirección está localizado en el estabilizador vertical en la sección de cola y cerca del borde de salida. El accionamiento del timón de dirección se efectúa pisando los pedales del timón a derecha e izquierda.¹⁰

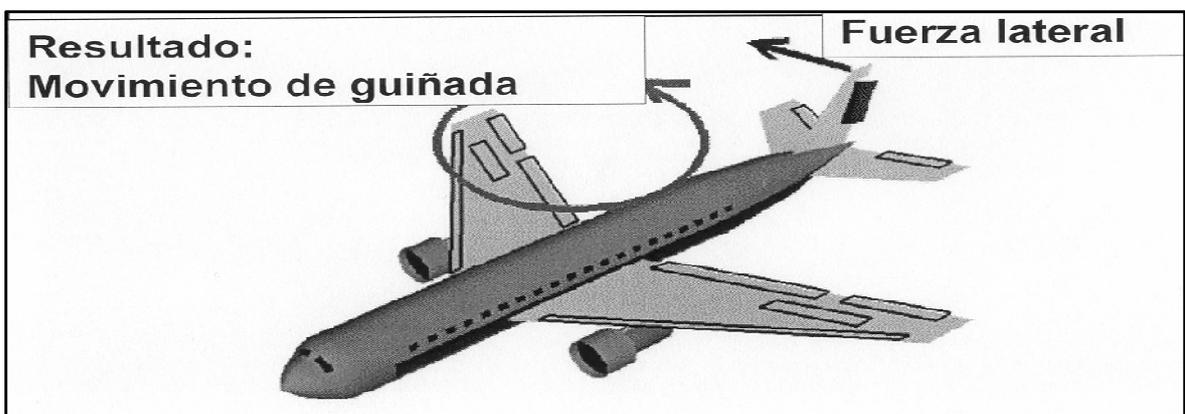


Figura 2.22: Control del timón de dirección

Fuente: http://www.introduccion_ala_aerodinamica.com

¹⁰ http://aero.us.es/AVE/archivos/Y0910/Tema5_parteI%28WEB%29.pdf

2.11 Timón de Dirección (Rudder)

“Es la superficie móvil montada en la parte posterior del empenaje en la cola del avión. Su movimiento provoca el movimiento de guiñada en el avión sobre su eje vertical, sin embargo ello no hace virar a la aeronave, sino que se suele utilizar para equilibrar las fuerzas en los virajes o para centrar el avión en la trayectoria deseada. Suele tener una deflexión máxima de 30° a cada lado.

Esta superficie se maneja mediante unos pedales situados en el suelo de la cabina y van conectados al timón de dirección por medio de cables de acero, y para facilitar tanto el mantenimiento como las instalaciones y desinstalaciones de los cables de acero existen los turnbuckles.”¹¹



Figura 2.23: Turnbuckles de los cables del timón de dirección

Fuente: Investigación de campo

¹¹ <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>

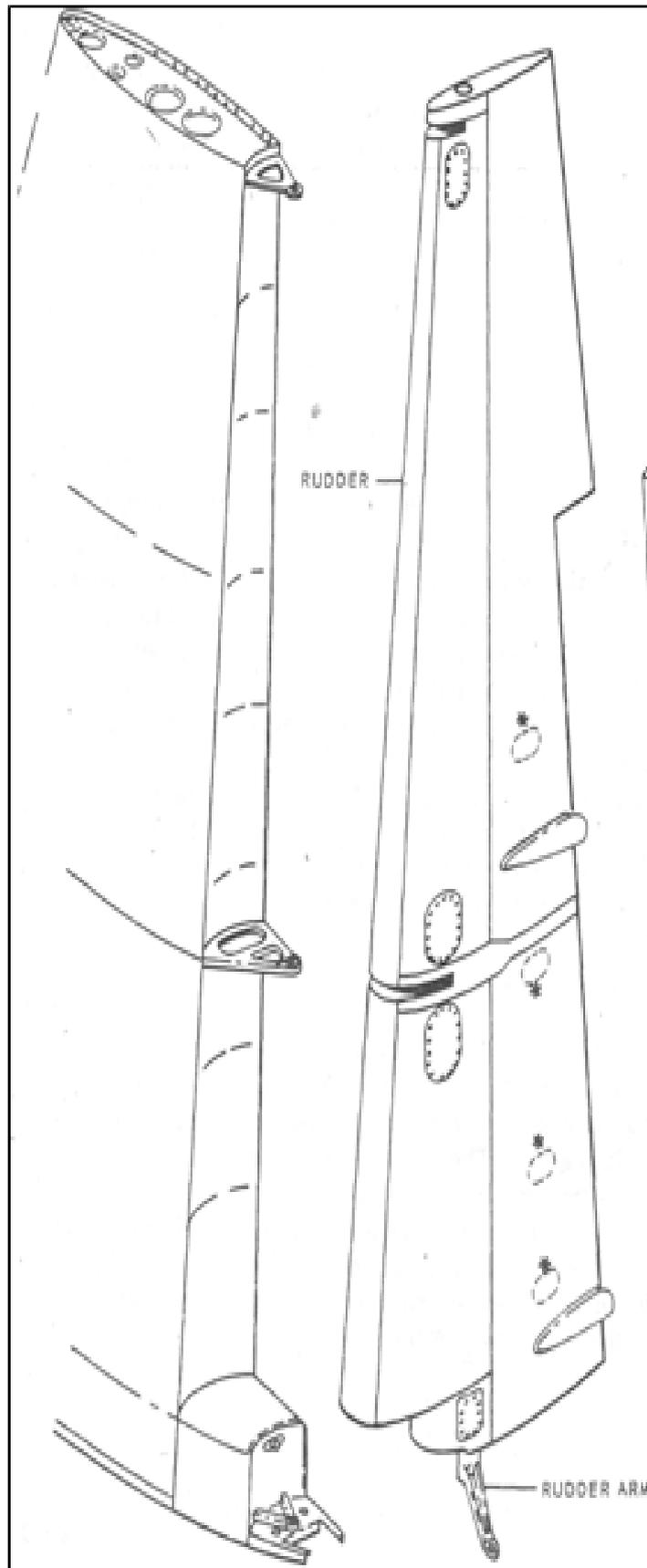


Figura 2.24: Timón de Dirección

Fuente: Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

2.12 TrimTab

TrimTab

“El trim tab de un avión no es el "timón" sino el "compensador". Se trata de un dispositivo que aligera la fuerza necesaria para controlar el avión, facilitando el trabajo del piloto y permitiéndole pilotar con menos esfuerzo físico.

Lo interesante es que a pesar de su tamaño relativamente reducido, los compensadores son capaces de mantener en una posición determinada a un avión de grandes dimensiones.”¹²

“El tab se deflecta en dirección opuesta al control primario (del cual forma parte) en este caso del timón de dirección y se consigue llevar a la posición deseada al control primario sin esfuerzo del piloto.”¹³

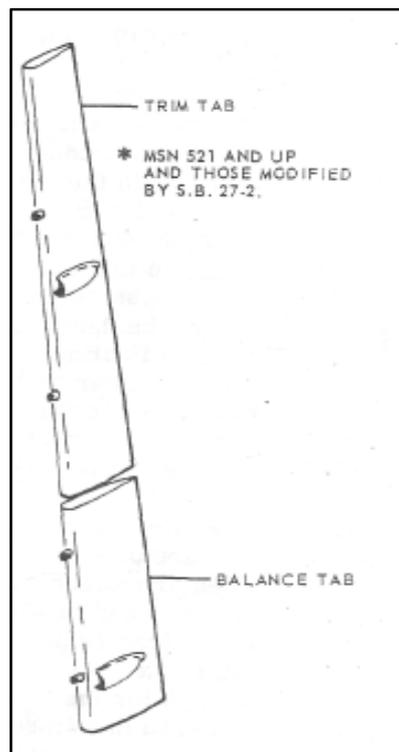


Figura 2.25: Tabs del timón de dirección

Fuente: Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

¹²<http://forum.wordreference.com/showthread.php?t=589328>

¹³http://aero.us.es/AVE/archivos/Y0910/Tema5_partel%28WEB%29.pdf

2.13 Sujeción del estabilizador vertical

“Los fittings que sujetan al estabilizador vertical son construidos de aleaciones de aluminio y son parte estructural del larguero frontal y trasero del estabilizador vertical.

El estabilizador vertical va sujeto al truss assemblee (montante) del estabilizador horizontal por medio de pernos, arandelas y tuercas de sujeción.”¹⁴

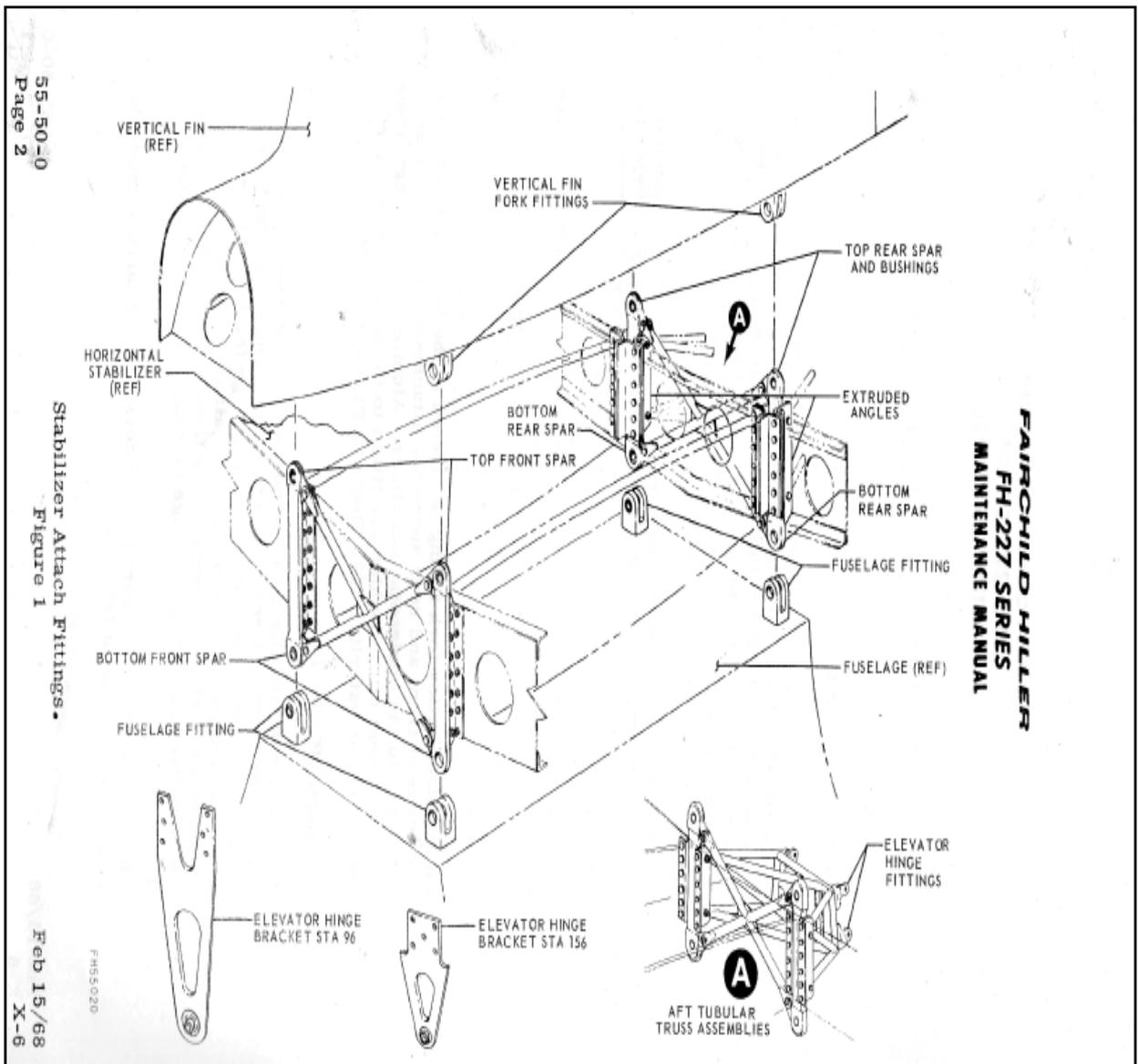


Figura 2.26: Sujeción del estabilizador vertical

Fuente: Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

¹⁴ Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Antes de proceder con el montaje fue necesario realizar una inspección al estabilizador vertical y así poder determinar si se encontraba en condiciones óptimas para su instalación en la aeronave, en la que se pudo obtener los siguientes resultados:

- a. Al realizar una inspección visual al estabilizador vertical se pudo constatar que el componente se encontraba en óptimas condiciones y listo para su posterior instalación en la aeronave



Figura 3.1: Estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo

- b. El estabilizador vertical estaba en buenas condiciones porque se encontraba ubicado sobre unos soportes de caucho, los cuales brindaban las seguridades necesarias al componente para que este no sufriese ningún daño estructural.



Figura 3.2: Soportes de caucho del estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo

Como segundo plano fue importante determinar si el lugar de instalación del estabilizador vertical brindaba las condiciones necesarias y el resultado fue el siguiente.

- La aeronave se encontraba con la mayoría de sus componentes mayores instalados, fundamentalmente con el estabilizador horizontal porque el estabilizador vertical es instalado sobre este componente, el estabilizador horizontal al encontrarse colocado y asegurado en la aeronave, brindaba las condiciones necesarias para la instalación del estabilizador vertical.



Figura 3.3: lugar de instalación del estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo

3.2 Montaje del estabilizador vertical

Para realizar el montaje del estabilizador vertical se contó con el apoyo de herramientas, escaleras, equipos de protección personal y de manera primordial del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227 el cual nos indicó todos los procedimientos necesarios para poder instalar el estabilizador vertical de una manera técnica y segura

3.3 Pasos para el montaje del estabilizador vertical

Para realizar el montaje del estabilizador vertical se debe seguir los pasos establecidos en el manual de mantenimiento del avión Fairchild y son los siguientes:

1. "Sujetar y asegurar las eslingas en los puntos de izado.(consulte en el capítulo 7 del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227)
2. Elevar las eslingas cuidadosamente y alinear los fittings del estabilizador vertical con los fittings de la estructura de la aeronave
3. Instalar los pernos de sujeción con la cabeza hacia delante. Inserte las arandelas P/N AN960D916 debajo de las cabezas de los pernos y las P/N 27-200004-3 debajo de las tuercas. Instale los Bocines, uno por cada lado de los fittings del estabilizador vertical
4. Dar un torque de 450-650 libras x pulgadas a los pernos. Asegurar con cotter pins.
5. Conectar el timón de dirección como se indica en el capítulo 27 del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227
6. Conectar los componentes neumáticos removidos, las cañerías de las válvulas distribuidoras solenoides y conecte las abrazaderas en las respectivas cañerías.
7. Instalar los carenados del empenaje; fijarse que los tornillos removidos sean del mismo largo.
8. Conectar el cableado de la luz anti colisión, y conectar los carenados del borde de ataque (leading edge) de la aleta dorsal.
9. Remover las eslingas

10. Instalar la punta del estabilizador como se indica en la parte 55-30-3 del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227¹⁵

3.4 Herramientas a utilizar

- Grúa con capacidad de 1000 lbs. para levantar, alinear e instalar el estabilizador vertical en la aeronave
- Cuerdas que ayuden a guiar al estabilizador vertical hacia el lugar de instalación.
- Grasa para untar en el cuerpo del perno de sujeción y así evitar que exista rozamiento con el fitting
- Llaves mixtas de $\frac{3}{4}$ para el ajuste de las tuercas del estabilizador vertical
- Racha y copa de $\frac{3}{4}$ utilizada para el ajuste
- Torquimetro capaz de dar un torque de más de 650 libras x pulgadas para que los pernos de sujeción del estabilizador vertical quede ajustados como manda el manual de mantenimiento del avión Fairchild.
- Martillos metálicos que ayuden a la instalación de los pernos de sujeción en sus respectivos fittings.
- Destornilladores estrella y plano que faciliten la instalación de las tapas removidas del estabilizador vertical

3.5 Sujeción y aseguramiento de las eslingas

Para la sujeción y aseguramiento de las eslingas colocamos los pernos de sujeción en los puntos de izado, una vez colocados y asegurados los pernos en

¹⁵ Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

los puntos de izado procedemos a colocar las tres eslingas en sus respectivos lugares, tomando en cuenta que estas deben soportar el peso del estabilizador vertical que es de 1000 libras.



Figura 3.4: Ubicación de las eslingas en el estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.5: Perno de izado del estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo

La forma de como y donde van colocados los pernos de izado y las eslingas se puede observar en la figura 3.6

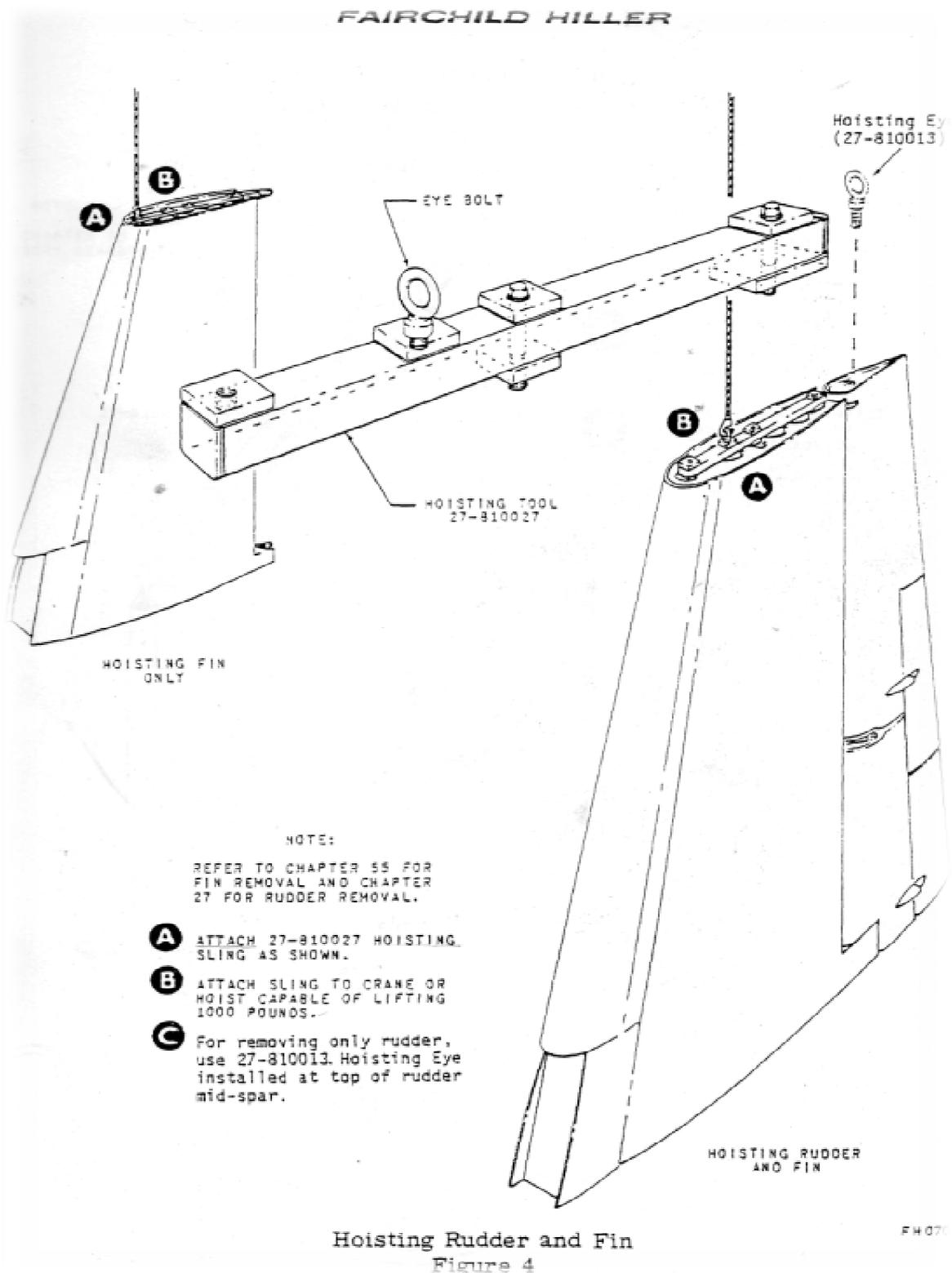


Figura3.6: Izado del estabilizador vertical

Fuente: Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

3.6 Elevación del estabilizador vertical

El Manual de Mantenimiento nos indica como siguiente paso después de haber colocado las eslingas tenemos que levantar el estabilizador cuidadosamente para poder proceder con la instalación.

Lo que se realizó en el campus del Instituto fue levantar el estabilizador con ayuda de una grúa que tenía una capacidad de 5 toneladas, el cual fue suficiente para levantar al estabilizador vertical ya que el peso total del estabilizador es de 1000 libras.



Figura 3.7: Elevación del estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo

Al levantar el estabilizador vertical se lo realizó cuidadosamente y con mucha precisión para poder alinearlos correctamente en el lugar de instalación, para conseguir esa precisión fue necesario controlarlo tanto con la grúa como con cuerdas que fueron colocadas en los extremos del estabilizador vertical y de esta manera poder guiarlo y estabilizarlo.



Figura 3.8: Alineación parcial del estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.9: Alineación total del estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo

Una vez que estuvo alineado el estabilizador vertical el siguiente paso fue hacer coincidir tanto los fittings del estabilizador vertical con los fittings del soporte para poder continuar con el siguiente paso.



Figura 3.10: Alineación parcial de los fittings

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.11: Alineación completa de los fittings

Fuente: Investigación de campo

3.7 Instalación de los pernos de Sujeción

En este punto el Manual de Mantenimiento 1-B ATA 55 pagina 20 del avión Fairchild nos indica que debemos colocar los pernos de sujeción con P/N AN4-6A e insertar las arandelas con P/N AN960D916 debajo de las cabezas de los pernos y las P/N 27-200004-3 debajo de las tuercas para evitar daños de la cabeza del perno y de la tuerca una vez que el torque sea aplicado.



Figura 3.12: Pernos y arandela de sujeción

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.13: Tuerca y arandela de sujeción

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.14: Perno, arandela y tuerca de sujeción

Fuente: Investigación de campo

Una vez que el estabilizador se encuentra perfectamente alineado, colocamos los 4 pernos con sus respectivas arandelas y tuercas de sujeción.

Para que los pernos ingresen en su totalidad en los fittings colocamos grasa en el cuerpo del perno y en el fitting para evitar que exista rozamiento entre los dos componentes y de esta manera facilitar su ingreso, también necesitamos ayudarnos de un martillo para golpear la cabeza del perno, golpeándolo con suavidad y con mucho cuidado para evitar que se dañe la rosca del perno.



FIGURA 3.15: Colocación del perno en el fitting

FUENTE: Investigación de campo



Figura 3.16: Perno colocado en el fitting

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.17: Colocación de la arandela y la tuerca

Fuente: Investigación de campo

3.8 Torque a los pernos de sujeción

En este paso el objetivo fue darle torque a los pernos de sujeción del estabilizador vertical para que este ya quede definitivamente asegurado a la estructura de la aeronave,

Lo primero que se realizó fue darle a los pernos un ajuste momentáneo, para lo cual se utilizó una racha con su respectiva copa de $\frac{3}{4}$ para sostener la cabeza del perno mientras se ajustaba la tuerca con la ayuda de la llave mixta $\frac{3}{4}$



Figura 3.18: Llave de $\frac{3}{4}$ utilizada para el ajuste del estabilizador vertical

Fuente:<http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/141187X/Cinta-el%E9ctrica-3/4-x20mt,-Pack-5-unidades>



Figura 3.19: Racha con copa de $\frac{3}{4}$ utilizada para sostener la cabeza del perno

Fuente:http://ferrotools.com/catalogo/product_info.php?cPath=89_1_45&products_id=205

Luego de dar el ajuste necesario se procedió a dar el torque final como manda el manual de mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227 el cuál es de 450-650 libras por pulgadas, pero por seguridad se dio a los pernos del estabilizador vertical un torque de 550 libras por pulgadas ,esto se realizó con la ayuda de un torquímetro que tiene una capacidad de 0 a 1000 libras x pulgadas facilitado por la compañía Aeromaster con su respectiva copa de $\frac{3}{4}$ y una llave $\frac{3}{4}$ para sujetar la cabeza del perno para que este no se moviera al momento de dar el torque requerido a la tuerca de sujeción.

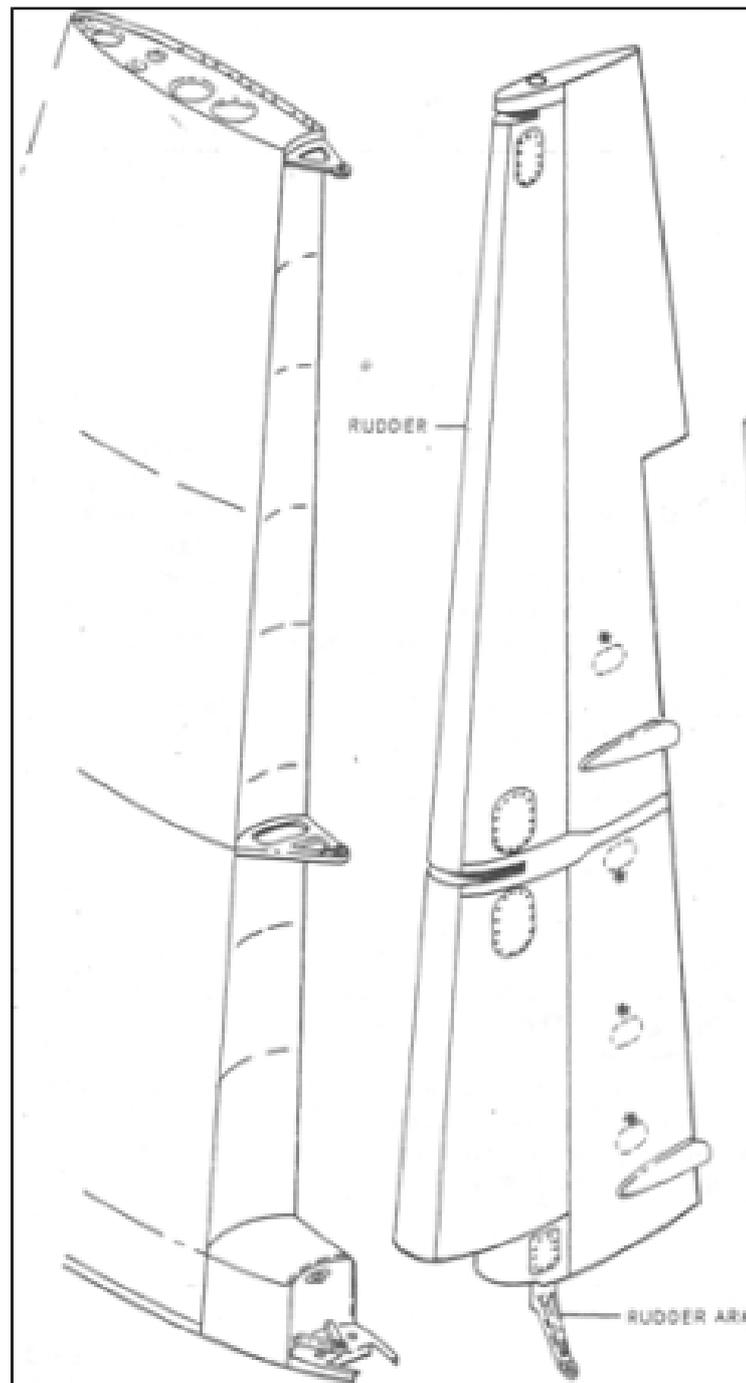


Figura 3.20: Torquímetro de 1000 libras por pulgadas

Fuente: Fuente de investigación

3.9 Conexión del Timón de Dirección

Para la instalación del timón de dirección tenemos que seguir paso a paso como nos indica el Manual de Mantenimiento 1-B, ATA 27 pagina 201 del avión Fairchild FH-2227



.Figura 3.21: Timón de dirección (Rudder)

Fuente: Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227

3.10 Conexión de los componentes neumáticos

En este punto se procedió con la conexión de los distintos componentes neumáticos que se encuentran en la sección del estabilizador como son:

- Válvulas solenoides
- Cañerías
- Abrazaderas

Una vez conectados estos componentes lo siguiente que se realizó fue asegurar las cañerías con sus abrazaderas.



Figura 3.22: Componentes neumáticos

Fuente: Investigación de campo

3.11 Conexión del cableado de la luz de anti colisión

Para realizar la conexión del cableado de la luz anti colisión necesitamos de la ayuda de andamios debido a que la luz de anti colisión va instalada en la parte en más alta del estabilizador vertical.

Al ya tener los andamios colocados y asegurados en el lugar adecuado se procede a la conexión del plug del cableado de la luz anti colisión, la conexión es sencilla de realizar, pero siempre se debe trabajar con las precauciones y medidas de seguridad necesarias para no sufrir ningún incidente ni accidente al trabajar a esa altura.



Figura 3.23: conexión de la luz anti colisión

Fuente: Investigación de campo

Una vez conectado el cableado de la luz anti colisión se procede a instalar todos los carenados del borde de ataque de la aleta dorsal y los carenados removidos del estabilizador vertical.

Instalación de los carenados del estabilizador vertical

Los carenados removidos y posteriormente instalados del estabilizador vertical fueron los números 16, 17,18 y 19 como nos indica la figura (3.24)

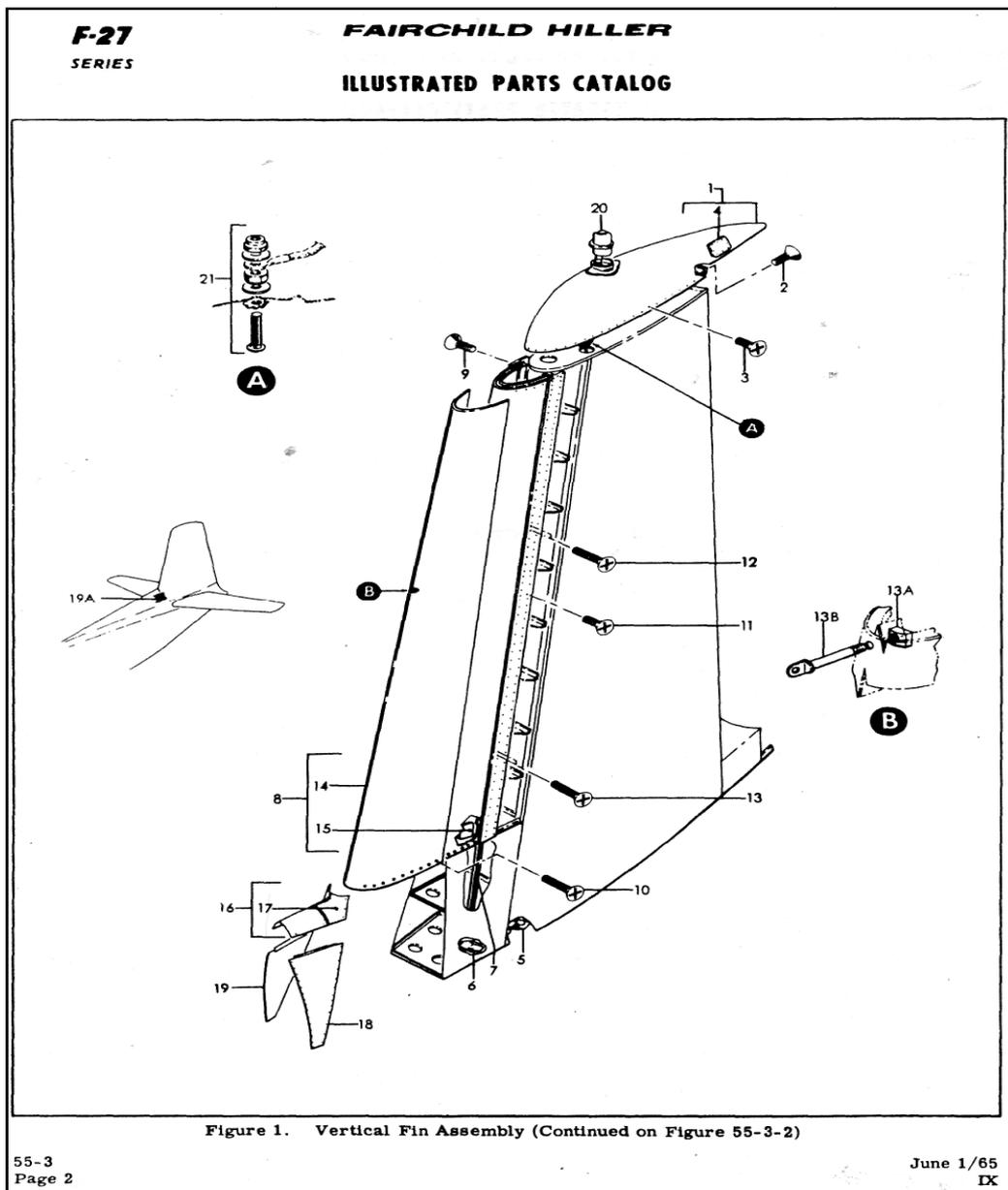


Figura 3.24: Instalación de los carenados del estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo

Instalación de los carenados de la aleta dorsal

En la aleta dorsal se realizó un pequeño ajuste a los carenados A y B ya que estas son tapas de acceso y cuentan con un mecanismo de aseguramiento rápido con broches.

Los carenados que si se instalaron en su totalidad fueron las número 32,33 y 34; La ubicación tanto de las letras como de los números está indicada en la figura (3.25)

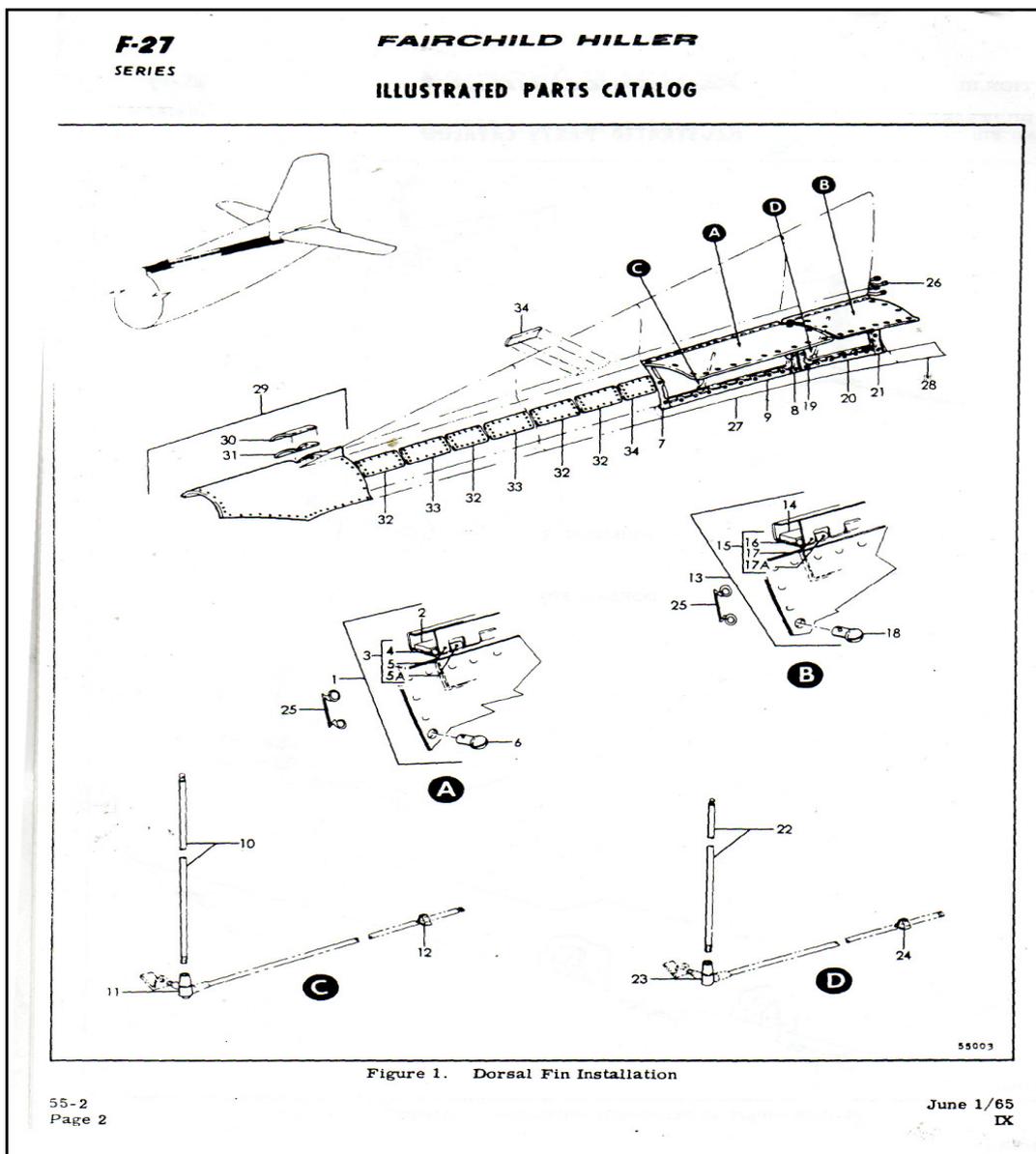


Figura 3.25: Instalación de los carenados de la aleta dorsal

Fuente: Investigación de campo

3. 12 Remoción de las eslingas

En este punto la finalidad fue remover los pernos de izado y las eslingas que fueron colocadas para izar e instalar el estabilizador vertical.

Para remover estos componentes fue necesario contar con los andamios utilizados anteriormente en la conexión de los cables de la luz de anti colisión, también se necesitó herramientas como son: playos y pinzas.

Al contar con los recursos necesarios ya ubicados en el lugar adecuado se procedió con la remoción de las eslingas y los pernos de izado, para lo cuál se utilizó las herramientas nombradas anteriormente con la finalidad de facilitar la remoción de los componentes y primordialmente para trabajar de una manera técnica y segura sin poner en riesgo la integridad física del técnico que se encuentra en la parte superior como de los técnicos que se encuentran en la parte inferior.

Las eslingas y los pernos de izado fueron removidas del estabilizador vertical sin ninguna dificultad, estos componentes fueron trasladados y guardados en el bloque 42, las eslingas y los pernos de sujeción se encuentran en optimas condiciones para ser utilizadas en trabajos de montaje y desmontaje del estabilizador vertical si fuesen requeridos.

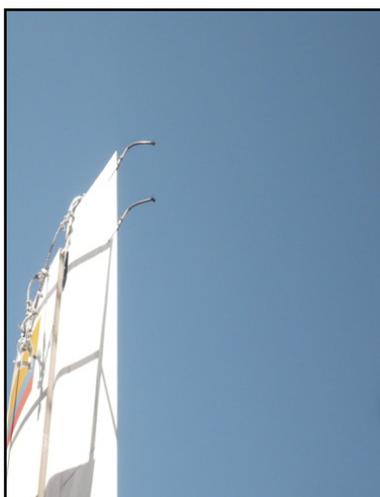


Figura 3.26: Estabilizador vertical con las eslingas colocados

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.27: Remoción de las eslingas del Estabilizador vertical

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.28: Estabilizador vertical sin eslingas

Fuente: Investigación de campo

3.13 Instalación de la punta del estabilizador vertical

Para instalar la punta del estabilizador vertical se utilizó herramientas como son:

- andamios
- destornilladores

Al ya contar con las herramientas necesarias se procede con la instalación de este componente como nos indica el manual de mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227 ATA 55 parte 55-30-3 página 203.

Al colocar el andamio en el lugar adecuado y contar con los destornilladores necesarios se procedió a realizar todos los pasos que manda el manual de mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227 para la instalación de la punta del estabilizador vertical, sin embargo el primer paso ya se lo había realizado anteriormente, se trataba de la conexión del plug de la luz anticollisión, entonces se procedió con el segundo y último paso que consistía en alinear la punta con el resto de la estructura del estabilizador vertical, cuando se encontraban perfectamente alineados los dos componentes se insertó el tornillo de sujeción para unir y asegurar la punta con el resto de la estructura del estabilizador vertical.

Al completar la instalación de la punta, también se completó la instalación del estabilizador vertical en el avión Fairchild FH-227.

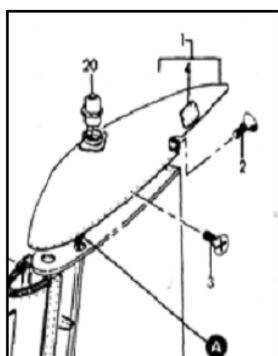


Figura 3.29: Punta del estabilizador vertical

Fuente: Catálogo Ilustrado de partes del avión Fairchild FH-227

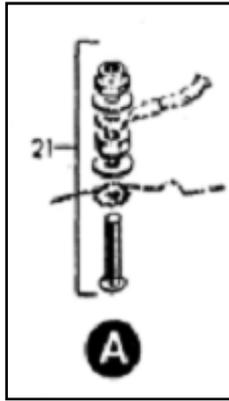


Figura 3.30: Tornillo de sujeción de la Punta

Fuente: Catálogo Ilustrado de partes del avión Fairchild FH-227



Figura 3.31: Instalación de la Punta del estabilizador

Fuente: Investigación de campo

3.14 Análisis económico

De acuerdo a la planificación de materiales, costos y ejecución del proyecto, este resulta económicamente factible.

A continuación se especifica todos los recursos utilizados para la ejecución de este proyecto, por lo cual lo hemos dividido en dos grupos para facilitar el estudio y estos son:

- Recursos

- Presupuesto

3.14.1 Recursos

En este punto se contó con la presencia del director de tesis y del investigador

Tabla 3.1: Talento Humano

Nº	Talento Humano	Designación
1	Alomoto Ushiña Alvaro Rodolfo	Investigador
2	Subs. Téc.Avc.Ing. Hebert Atencio	Director de Proyecto

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Alvaro Alomoto

3.14.2 Presupuesto

A continuación se detallan los diferentes materiales y gastos en los cuáles se invirtió varias sumas de dinero en el transcurso de la realización del presente proyecto.

A continuación se detallan los costos realizados durante el proyecto.

Costos

Tabla 3.2: Costos

N°	Material	Costo
1	Aranceles de Graduación	300 USD
2	Transporte	50 USD
3	Internet, anillados, empastados	70 USD
4	Suministros de oficina	40 USD
5	Estadía	150 USD
6	Gastos Varios	80 USD
TOTAL		710 USD

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Alvaro Alomoto

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se contribuyó al ensamblaje total del avión FAIRCHILD FH-227 en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Se realizó los procedimientos de montaje según la orden técnica 55-30-2
- Se puede concluir que para el montaje de un estabilizador vertical se necesita tanto apoyo humano, como tecnológico, ya que es un proceso muy delicado y se lo debe realizar con mucha precisión.
- En el montaje del estabilizador se comprobó que la parte más complicada de todo el proceso es la alineación de los fittings del estabilizador, con los fittings de la parte trasera del fuselaje de la aeronave.

4.2 Recomendaciones

- Es recomendable trabajar con los manuales de mantenimiento 1-B del avión Fairchild para realizar el montaje o desmontaje del estabilizador vertical
- Se recomienda realizar inspecciones visuales, a la estructura y a las tapas de acceso del estabilizador vertical para verificar que no exista pérdida de remaches, tornillos y broches.
- Se recomienda adquirir un torquimetro que sobre pase las 650 libras x pulgadas ya que el torquímetro que se encuentra en el taller no tienen esa capacidad de torque por lo que fue necesario pedir prestado un torquímetro de esa capacidad a la compañía Aeromaster para dar el torque que indica el manual de mantenimiento a los pernos de sujeción del estabilizador vertical.
- Realizar el proceso de montaje del estabilizador, si es posible en un lugar cerrado o en lugares donde la corriente de aire no afecte en gran magnitud al proceso de montaje del estabilizador vertical.

GLOSARIO:

Aeronave.- Según la OACI, aeronave es Toda máquina que puede desplazarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra

Fuselaje.- El fuselaje es la parte principal de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión. También, sirve como estructura central a la cual se acoplan las demás partes del avión, como las alas, el grupo moto propulsor o el tren de aterrizaje.

Larguero.- ES una Viga que se extiende a lo largo de la estructura de algún componente de la aeronave. Es el componente principal de soporte de la estructura. Soporta los esfuerzos de flexión y torsión.

Costilla.- Miembro delantero y posterior de la estructura de algún componente de la aeronave, da forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros.

Eslinga.- La eslinga o cincha es una herramienta de elevación. Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción. El material del que está hecha la eslinga puede ser material sintético o acero.

Borde de ataque.-Es el borde delantero del estabilizador, es decir es la primera parte del estabilizador vertical en ponerse en contacto con el aire.

Borde de salida.- Es el borde posterior del estabilizador vertical, es decir la parte del estabilizador vertical por donde el flujo de aire perturbado por ella, retoma a la corriente libre

Turnbuckle.- Es un dispositivo que sirve para regular la tensión o la longitud de algún cable o cuerda, consiste de dos extremos roscados, el un extremo gira hacia la derecha y el otro hacia la izquierda.

Hoist Fitting.- Son los puntos de izado que se encuentra en una estructura como por ejemplo las alas y los estabilizadores.

Eye Bolts.- Son pernos diseñados para que encajen perfectamente en los Hoist Fittings para el izado ya sea para el montaje o desmontaje de algún componente.

Torquimetro.- Un torquimetro es una herramienta que sirve para calcular la fuerza aplicada normalmente a un tornillo o tuerca, ya que cada tornillo o tuerca tiene su especificación de apriete y la proporciona el fabricante de la aeronave.

Luz anti colisión.- Son luces que van instaladas en la parte superior de la aeronave, cuyo objetivo es llamar la atención de otra aeronave que se encuentre próxima a el.

Componentes neumáticos.- Son componentes que funcionan por medio de presiones de aire o simplemente permiten el paso del mismo.

Fitting.- Es una componente estructural que forma parte de un larguero, su propósito es la de unir un componente con otro, por ejemplo el estabilizador con el fuselaje de la aeronave.

Montaje.- Acción de unir piezas o componentes para formar un objeto.

BIBLIOGRAFÍA:

- Manual de Mantenimiento 1-B del avión Fairchild FH-227
 - ATA 7
 - ATA 27
 - ATA 55

- Catálogo Ilustrado de Partes
 - IPC del avión Fairchild FH-227

INTERNET:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilizador_vertical

- <http://www.pilotoviejo.com/fh227fau572carrasco.htm>

- <http://www.planepictures.net/netshow.php?id=256010>

- <http://aviones.herobo.com/F117b.jpg>

- <http://www.Ata100.com/fairchild/flithg>

- http://es.wikipedia.org/wiki/Cola_en_T

- http://www.introduccion_ala_aerodinamica.com

- http://www.mecánica_de_vuelo.com

- http://www.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227

- http://www.introduccion_ala_aerodinamica.com

- <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>

- http://ferrotools.com/catalogo/product_info.php?cPath=89
- <http://usuarios.multimania.es/vsinm/velero.htm>
- <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>

ANEXOS

ANEXO A

**COMPONNETES
DEL
ESTABILIZADOR VERTICAL**

FAIRCHILD HILLER
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL

STABILIZERS - VERTICAL STABILIZER

1. DESCRIPTION.

The vertical fin is a metal cantilever design structure that consists of the auxiliary spar, which is basically a reinforcement member for the fin leading edge, the front spar and the rear spar. The fin is attached to fittings on the stabilizer front and rear spars.

- I The fin structure consists of three spars, built-up web and truss-type ribs and spanwise stringers and skin assemblies with removable fairings, tip and upper section leading edge. The fairings contour the fin to the fuselage and dorsal fin. See 55-50-0, figure 2. The removable tip is fiberglass on airplanes MSN 501 thru 564. Aluminum alloy tips are provided on MSN 565 and up and may be used as service replacements.

The rudder is removed prior to fin removal, and is attached to the fin by three hinge arms, riveted and bolted to the aft ends of the fin ribs. Access covers are installed on the fin trailing edge and tip.

12. COMPONENTS.

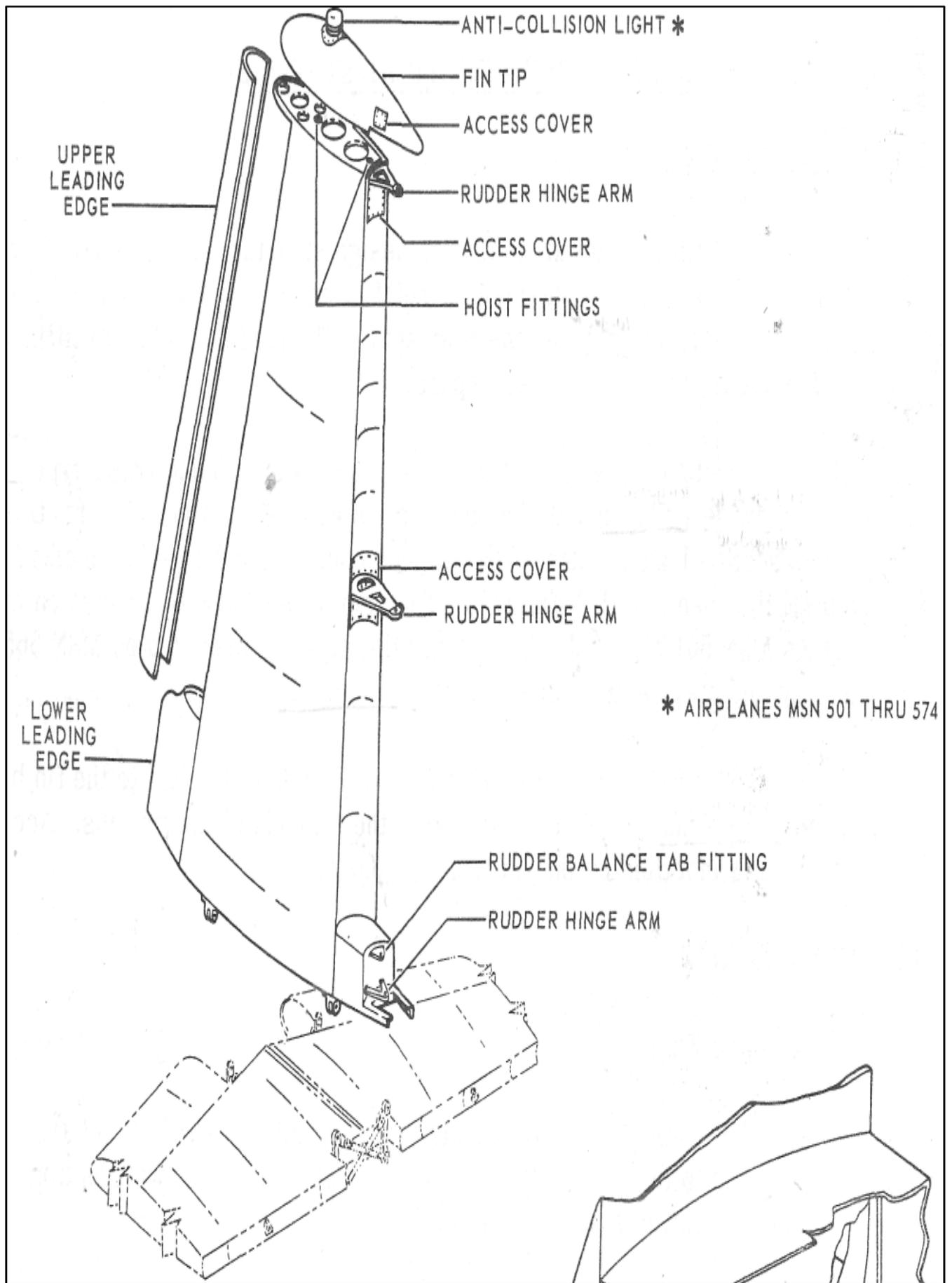
A. Leading Edge.

The fin leading edges are located immediately forward of and are secured to the auxiliary spar, and consist of a fixed lower section and a removable upper section.

The removable upper leading edge consists of a honeycomb core bonded between two aluminum alloy sheets. The ends are mounted between two fin nose ribs at waterline 112 and 239.

The fixed lower leading edge consists of aluminum alloy ribs and two skin panels. The upper edge is riveted to the nose rib at waterline 112 and the forward and lower edges are secured to the dorsal fin and the forward stabilizer fairings.

The deicing boot is cemented to the upper leading edge only.



FAIRCHILD HILLER
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL

B. Tip.

The removable fin tip consists of a laminated fiberglass skin with fiberglass ribs and stiffeners on airplanes MSN 501 thru 564. Aluminum alloy tips are provided on MSN 565 and up and may be used as service replacements. Both types are attached with screws and extend from the fin leading edge aft to trailing edge of the rudder.

The fin tip includes an aluminum alloy mounting flange for the anti-collision light and an access cover. The access cover provides for installation of the top rudder hinge bolt.

C. Spars.

The fin consists of three aluminum alloy spars: the auxiliary spar, the front spar and the rear spar.

The auxiliary spar consists of three left and right spar caps, which are riveted to each other by cap splices. The spar is strengthened by a web secured between the spar caps at the lower end and span-wise and diagonal stiffeners.

The front and rear spars are similar in construction to the auxiliary spar except that the lower spar caps of the front and rear spars have fin to stabilizer fittings, which are integral parts of the spars. In addition to the fittings, a hoist fitting is installed on the top of the front and rear spars.

D. Ribs.

The ribs are divided into two classes; nose ribs and main ribs.

The nose ribs are of conventional web design, and provide mounting points for the lower leading edge and the upper leading edge.

The main ribs are further divided into two classes: four web-type and three web and truss-type ribs. The web-type ribs, except the rib at waterline 239, are of conventional design and are riveted to the spars and skin stringers. The bottom rib mounts three deicing solenoid distributor valves, which control pressure and suction for the fin and stabilizer deicing boots.

158912660

**FAIRCHILD HILLER
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL**

The rib at waterline 239 extends forward of the auxiliary spar and provides the mounting point for the upper end of the upper leading edge.

The web and truss-type ribs are constructed with webs at each end, one between the auxiliary and front spar and one between the rear spar and the trailing edge. Two channel stiffeners extend across the center portion of each web.

■ E. Stringers.

The stringers are formed aluminum alloy hat sections that are bonded to the skin and riveted to the fin structure.

■ F. Skin.

The fin left and right structure is covered by ten aluminum alloy sheets that form the two forward and three aft skin panels on each side of the fin. The trailing edge of the fin is closed by a trailing edge panel composed of webs, angles and stiffeners.

G. Dorsal Fin.

The dorsal fin runs from station 420 aft to the vertical fin and is not removed under normal circumstances. It is constructed of frames, formers, longitudinal spars and stringers, covered with aluminum alloy skin. The front section of reinforced plastic may be removed for access to various system components. Attach fittings on the dorsal fin frames are bolted to the fuselage structure securing the dorsal fin to the airplane. The lower portion forms a cable duct containing brackets and tracks for attachment of cable pulleys, air ducts, tubing, etc. Two large hinged doors on the left aft side provide access to the duct area and the components therein. Other smaller access doors are attached with screws. Fairings and fillets are riveted to the fuselage to complete the skin covering and aid in securing the dorsal fin to the fuselage.

"END"

ANEXO B

INSTALACIÓN DEL ESTABILIZADOR VERTICAL

**FAIRCHILD
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL**

VERTICAL FIN - MAINTENANCE PRACTICES

1. REMOVAL/INSTALLATION - VERTICAL FIN.

A. Remove.

- (1) Remove fin tip as indicated in fin tip removal, 55-30-3.
- (2) Remove rudder as indicated in chapter 27.
- (3) Remove dorsal to fin leading edge fairing and dorsal to fin cap assembly; disconnect anti-collision light wiring if applicable.
- (4) Remove empennage fairings and note lengths of screws.
- (5) Release tube clamps and disconnect pressure and suction tubes to fin solenoid distributor valve. Disconnect electrical plug. Mark or tag tubes and valve fittings.
- (6) Release all tube clamps and disconnect all tubes to and from stabilizer solenoid distributor valves. Disconnect all electrical plugs. Mark or tag tubes and valve fittings.
- (7) Attach hoisting sling to fin hoist fittings. (Refer to chapter 7.)
- (8) Raise hoisting sling to take up slack and to relieve weight of fin on attaching bolts.

NOTE: The hoisting sling must be checked constantly for proper adjustment during removal of attaching bolts. When correctly adjusted, sling will hold fin in alignment with stabilizer fittings, even when all attaching bolts are removed.

- (9) Remove fin bolts from stabilizer fittings.
- (10) Carefully hoist fin to disengage fittings and lower.
- (11) Place fin in suitable padded supports to avoid damage to external surface.

NOTE: Retrieve aft fuselage fitting shims and secure to aft fin fittings.

B. Install.

- (1) Attach hoisting sling to fin hoist fittings. (Refer to chapter 7.)
- (2) Raise hoisting sling and carefully align fin fittings with stabilizer fittings.

NOTE: The hoist sling must be checked constantly for proper adjustment during installation of attaching bolts. When correctly adjusted, sling will hold fin in alignment with stabilizer fittings, prior to installing attaching bolts.

**FAIRCHILD
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL**

- (3) Install forward and aft attaching bolts with bolt heads forward. Insert washers, P/N AN960D916, under heads of bolts and washers, P/N 27-200004-3, under nuts. Install shims, one per side on aft stabilizer fittings, with long ends inboard.
- (4) Torque attaching bolts to 450-650 pound-inches. Safety with cotter pins.
- (5) Connect rudder as indicated in chapter 27.
- (6) Connect removed pressure and suction tubes to solenoid distributor valves and tighten tube clamps. Connect electrical plugs.
- (7) Attach empennage fairings; screws must be same lengths as those removed.

CAUTION: INSURE THAT ONLY 5/8-INCH SCREWS ARE INSTALLED ACROSS TOP EDGE OF AFT FAIRING. SCREWS OF GREATER LENGTH WILL EITHER RESTRICT RUDDER TRAVEL OR CAUSE BINDING IN THE EXTREME LEFT OR RIGHT POSITION.

- (8) Connect anti-collision light wiring if applicable, and connect dorsal to fin leading edge fairings and dorsal to fin cap assembly.
- (9) Remove hoisting sling.
- (10) Install fin tip as indicated in fin tip installation, 55-30-3.

2. INSPECTION - VERTICAL FIN.

A. Inspect.

- (1) Fin interior and exterior surfaces for loose or missing rivets, cracks, dents, buckles, corrosion or any indications of structural irregularities. (Remove all access covers including leading edge and tip.)
- (2) Rudder hinge arms for looseness, cracks and corrosion. Bearings for looseness and signs of wear.
- (3) Fin attachment fittings and bolts for looseness, cracks, and corrosion.

3. CLEANING - VERTICAL FIN. (Refer to Chapter 51.)

"END"

ANEXO C

INSTALACIÓN DE LA PUNTA DEL ESTABILIZADOR VERTICAL

**FAIRCHILD
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL**

VERTICAL FIN TIP - MAINTENANCE PRACTICES

1. REMOVAL/INSTALLATION - VERTICAL FIN TIP.

A. Remove.

- (1) Remove attaching screws securing fin tip to vertical fin.
- (2) Tilt fin tip on side and disconnect safety wire between anti-collision light and plug on airplanes prior to MSN 575.
- (3) Disconnect plug and remove on airplanes prior to MSN 575.
- (4) Place on corrugated cardboard or other soft material to prevent scratching of skin surface.

B. Install.

- (1) Connect anti-collision light plug and attach safety wire on airplanes prior to MSN 575.
- (2) Align fin tip to vertical fin and install.

2. INSPECTION - VERTICAL FIN TIP.

NOTE: If a replacement tip is being installed it may have to be fitted to the end rib and skin before securing.

A. Inspect.

- (1) Fiberglass fin tip for signs of delaminations, cracks and erosion (if tip is of fiberglass).
- (2) Metal fin tip interior and exterior surfaces for loose or missing rivets, cracks, welds, dents, corrosion or any indications of structural irregularities (if tip is aluminum alloy construction).

"END"

ANEXO D

**INSTALACIÓN
DE LOS
CARENADOS
DEL
ESTABILIZADOR VERTICAL**

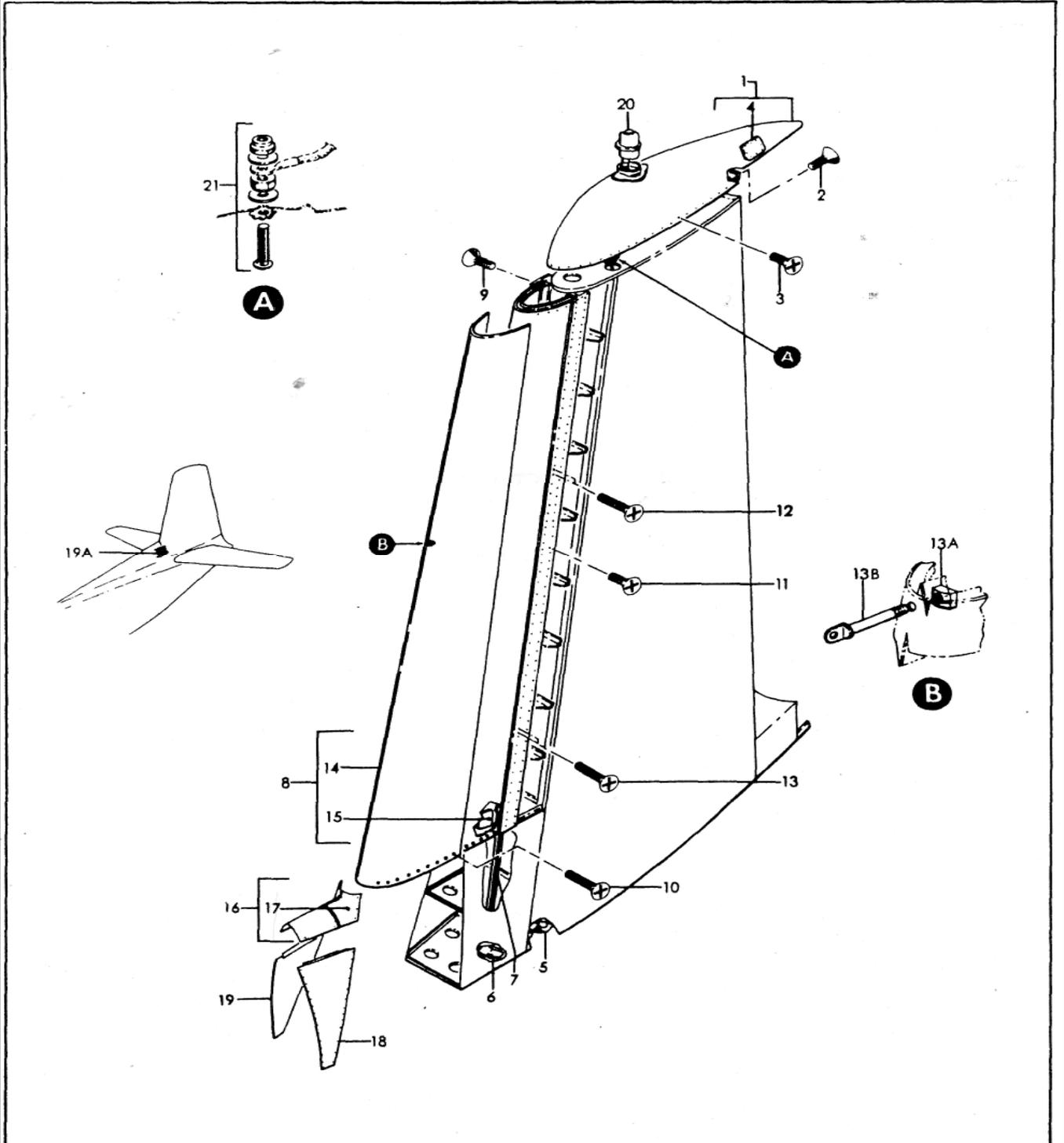


Figure 1. Vertical Fin Assembly (Continued on Figure 55-3-2)

ANEXO E

**INSTALACIÓN
DE LOS
CARENADOS
DE LA
ALETA DORSAL**

F-27
SERIES

FAIRCHILD HILLER

ILLUSTRATED PARTS CATALOG

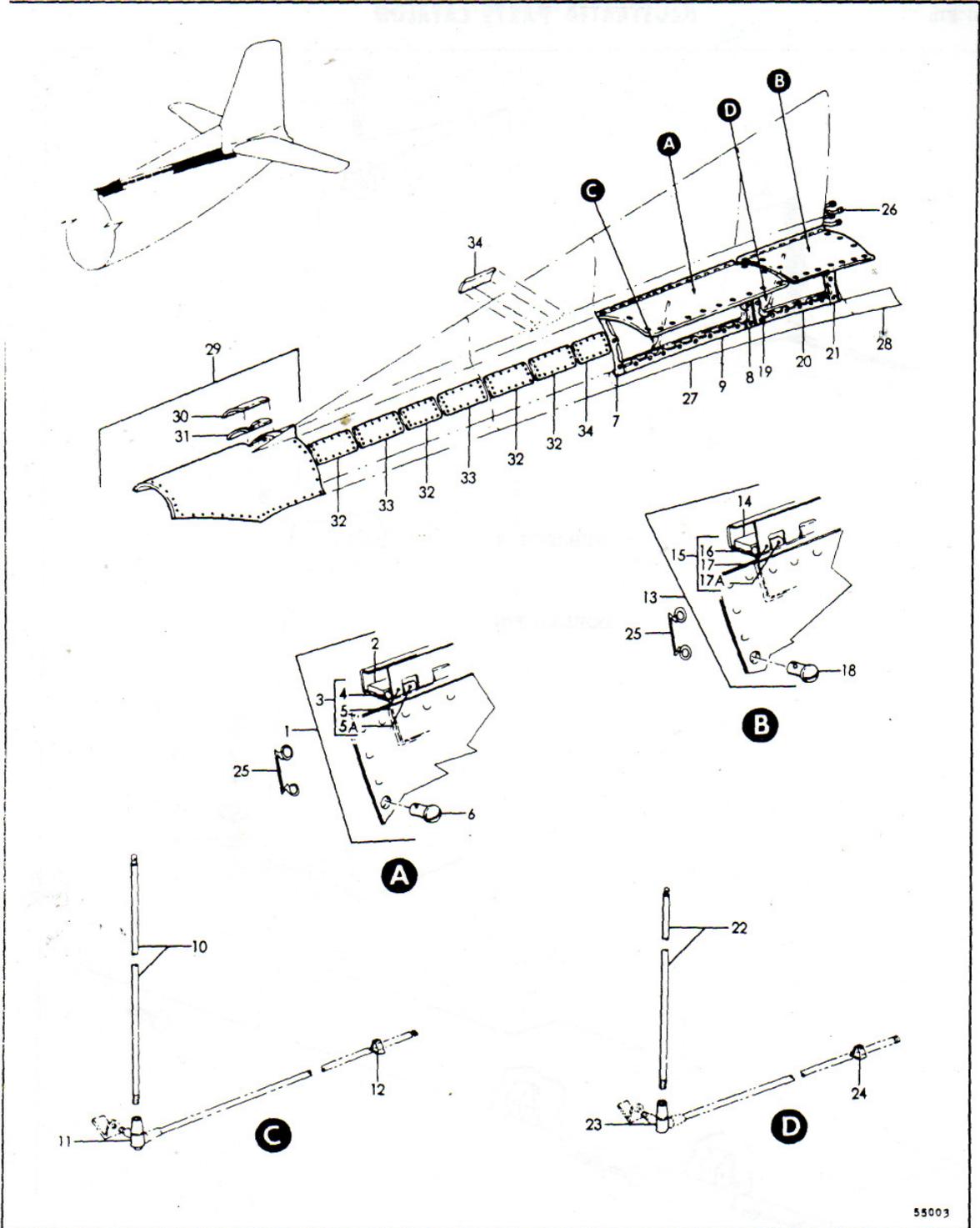


Figure 1. Dorsal Fin Installation

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Álvaro Rodolfo Alomoto Ushiña

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

FECHA DE NACIMIENTO: 27 de Noviembre de 1990

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1724344344

TELÉFONOS: 2-276-029 - 095227221

CORREO ELECTRÓNICO: alvaro2791@hotmail.com

DIRECCIÓN: Pinar Alto, Barrio Osorio / Quito-Ecuador

ESTUDIOS REALIZADOS

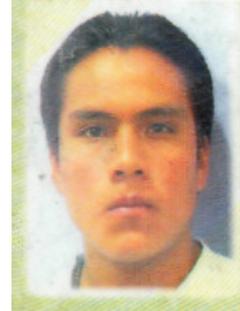
PRIMARIOS: Escuela "Estado de Israel"

SECUNDARIOS: Colegio Técnico Aeronáutico "Coronel Maya"

TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL

Especialización Mecánica Aeronáutica



EXPERIENCIAS PROFECIONALES O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- **Empresa:** Ala de Combate N°23 /Manta
- **Empresa:** Saereo S.A
- **Empresa:** Saereo S.A

CURSOS Y SEMINARIOS

Suficiencia en el idioma inglés, centro de Idiomas del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

EXPERIENCIA LABORAL

Empresa: Ala de Combate N°23 /Manta

Del 1 al 27 de Marzo del 2010

Cargo: Practicas Laborales y de aprendizaje

Empresa: Saereo S.A

Del 1 al 27 de Agosto del 2010

Cargo: Practicas Laborales y de aprendizaje

Empresa: Saereo S.A

Del 1 al 27 de Marzo del 2011

Cargo: Practicas Laborales y de aprendizaje.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Alvaro Rodolfo Alomoto Ushiña

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs.Téc.Avc.Ing. Hebert Atencio

Latacunga, Octubre 11 Del 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, ALVARO RODOLFO ALOMOTO USHIÑA, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA** en el año 2011 con Cédula de Ciudadanía N°172434434-4, autor del Trabajo de Graduación” **MONTAJE DEL ESTABILIZADOR VERTICAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD EN 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.

Alvaro Rodolfo Alomoto Ushiña

Latacunga, Octubre 11 Del 2011