

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

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

**POR:**

**BAUTISTA DIAZ CARLOS AUGUSTO**

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

**AÑO**

**2011**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que le presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. BAUTISTA DIAZ CARLOS AUGUSTO, como requisito parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

---

Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio  
DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

---

Subs. Téc. Avc. Ing. William Vallejo  
CODIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Octubre 5 del 2011

## **DEDICATORIA**

A mi madre Rosa Elvira, mi abuela Rosario, mi hermana Mabel por ser los pilares fundamentales de mi vida, quienes han sabido inculcar en mi los mejores valores, y que con cada consejo sirvió para poder cumplir este sueño de ser profesional.

**Bautista Díaz Carlos Augusto**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la fuerza y la sabiduría, a mis padres, hermana y abuela por sus consejos, enseñanzas y apoyo incondicional en cada día de estudio, y lograr así este sueño sea una realidad.

También a todos los que confiaron en mí, al ITSA como institución y a sus docentes por entregarme día a día en clases sus conocimientos.

**Bautista Díaz Carlos Augusto**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO I	
EL TEMA.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 ALCANCE.....	4
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Avión Fairchild FH-227.....	5
2.1.1 Concepto del avión Fairchild FH-227.....	5
2.1.2 Historia.....	6
2.1.3 Desarrollo del FH-227.....	7
2.1.4 Versiones.....	8
2.1.5 Producción.....	8
2.1.6 Especificaciones técnicas de Fairchild Hiller FH-227J.....	12
2.1.7 Dimensiones.....	14
2.2 Empenaje.....	16
2.2.1 Tipos de empenaje.....	17
2.2.1.2 Empenaje convencional.....	17
2.2.1.3 Empenaje en T.....	18
2.2.1.4 Empenaje en V.....	18
2.3 Estabilizadores.....	19
2.3.1 Tipos.....	19
2.3.1.1 Estabilizador móvil.....	19
2.3.1.2 Estabilizador horizontal.....	20
2.3.1.3 Estabilizador vertical.....	21

2.4 Estabilizador Horizontal.....	22
2.4.1 Superficies primarias.....	23
2.4.2 Timón de profundidad.....	24
2.4.3 Estructura y construcción.....	26
2.4.3.1 Componentes estructurales.....	27
2.4.4 Materiales de construcción.....	32
2.4.4.1 Madera.....	32
2.4.4.2 Acero.....	34
2.4.4.3 Aluminio.....	36
2.4.4.4 Titanio.....	38
2.4.4.5 Materiales Compuestos.....	39

### CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA.....	44
3.1 Preliminares.....	44
3.2 Descripción.....	44
3.1.2. Estudio técnico.....	46
3.1.2.1 Herramientas utilizadas para el montaje.....	46
3.1.2.2 Material de apoyo utilizado para el montaje.....	46
3.1.2.3 Equipos de protección personal utilizados para el montaje.....	47
3.1.2.4 Recomendaciones generales.....	47
3.2 Montaje.....	48
3.2.1 Introducción.....	48
3.2.2. Procedimiento para el montaje del montaje.....	49
3.2.2.1 Conexión de accesorios del estabilizador horizontal.....	49
3.2.2 Pasos para el montaje.....	52
3.2.3 Estudio Legal.....	64
3.2.4. Estudio económico.....	64

## CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
4.1 Conclusiones.....	66
4.2 Recomendaciones.....	67
Glosario.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
<b>TABLA 1</b> Producción.....	11
<b>TABLA 2</b> Características generales.....	13
<b>TABLA 3</b> Rendimiento.....	13
<b>TABLA 4</b> Herramientas utilizadas para el montaje.....	46
<b>TABLA 5</b> Material de apoyo utilizado para el montaje.....	46
<b>TABLA 6</b> Equipos de protección personal utilizados para el montaje.....	47
<b>TABLA 7</b> Costos primarios.....	65
<b>TABLA 8</b> Costos Secundarios.....	65
<b>TABLA 9</b> Costo total.....	65



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Avión Fairchild Hiller FH-227 .....	5
Figura 2. Historia Avión Fairchild Hiller FH-227 .....	7
Figura 3. Desarrollo del Avión Fairchild Hiller FH-227 .....	7
Figura 4. Versiones del Avión Fairchild Hiller FH-227 .....	9
Figura 5. Versión FH-227 B Prop-Jet.....	10
Figura 6. Producción Avión Fairchild Hiller FH-227.....	11
Figura 7. Dimensiones lateral y superior del Avión Fairchild Hiller F-227.....	15
Figura 8. Empenajes de Avión. ....	16
Figura 9. Empenaje convencional.....	17
Figura 10. Empenaje en T del Avión.....	17
Figura 11. Empenaje en V del Avión.....	18
Figura 12. Estabilizadores del Avión.....	19
Figura 13. Estabilizador horizontal del Avión.....	20
Figura 14 .Estabilizador vertical del Avión.....	21
Figura 15. Estabilizador horizontal.....	22
Figura 16. Movimientos del Avión.....	23
Figura 17. Timón de profundidad .....	24
Figura 18. Funcionamiento de elevadores.....	25
Figura 19. Estructura del Avión.....	27
Figura 20. Estructura del estabilizador horizontal.....	28
Figura 21. Estructura del larguero .....	29
Figura 22. Costilla del estabilizador horizontal .....	30
Figura 23. Costillas del estabilizador horizontal .....	33
Figura 24. Materiales del estabilizador horizontal .....	33

Figura 25. Material acero .....	34
Figura 26. Estabilizador horizontal de acero .....	34
Figura 27. Aluminio.....	37
Figura 28. Titanio.....	38
Figura 29. Materiales compuestos.....	39
Figura 30. Tejido compuesto fibra de aramida-carbono.....	40
Figura 31. Tejido compuesto de fibra de carbono .....	41
Figura 32. Tejido compuesto fibra de aramida.....	41
Figura 33. Estructura de un honeycomb .....	43
Figura 34. Avión Fairchild serie FH – 227J .....	45
Figura 35. Sitio donde se instaló el estabilizador horizontal.....	49
Figura 36. Conexión de accesorios.....	51
Figura 37. Conexión de poleas del elevador.....	51
Figura 38. Colocación de grúa.....	52
Figura 39. Elevación del estabilizador horizontal.....	53
Figura 40. Alineación del estabilizador horizontal con fuselaje.....	54
Figura 41. Alineación del estabilizador horizontal con el vertical.....	54
Figura 42. Instalación de pernos delanteros y posteriores.....	55
Figura 42. Ajuste del estabilizador horizontal.....	56
Figura 43. Ajuste final del estabilizador horizontal.....	57
Figura 44. Llaves mixtas.....	57
Figura 45. Destornillador eléctrico.....	58
Figura 46. Destornilladores estrella.....	58
Figura 47. Iniciando a dar el torque.....	59
Figura 48. Dando Torque.....	60

Figura 49. Asegurado con pasador.....	60
Figura 50. Torquímetro.....	61
Figura 51. Rachas y dados.....	62
Figura 52. Remoción de la eslinga.....	62
Figura 53. Retiro de la eslinga.....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
ANEXO A Anteproyecto del Trabajo de Investigación.....	75
ANEXO B: Pasos para la instalación del estabilizador horizontal.....	124
ANEXO C Diagrama del montaje del estabilizador horizontal.....	127
ANEXO D Diagrama de conexión de accesorios.....	129
ANEXO E Montaje de accesorios verticales.....	131
ANEXO F Carenados del empenaje.....	133
Hoja de Vida.....	135
Hoja de Legalización de Firmas.....	136
Cesión de Derechos de Propiedad Intelectual.....	137

## RESÚMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de contribuir con la necesidad de los estudiantes a tener una mejor visualización, manipulación y conocimientos de cada uno de los componentes básicos que constituye el avión Fairchild F-227J con matrícula HC-BCD. Además pretende ser un aporte en la enseñanza teórico práctico, ya que se reforzará los conocimientos permitiendo el contacto directo con un avión escuela.

El proyecto también incentiva a la construcción, el diseño, la implementación y creación de otras partes que contribuyan para mejoras del avión e institución, logrando trabajos y conocimientos totalmente ecuatorianos.

El marco teórico brinda la posibilidad de adentrarse, de manera profunda, en el conocimiento del comportamiento y funcionamiento del estabilizador horizontal del avión Fairchild F-227J, así como también se detalla la operación, las partes y componentes para comprender la importancia que conlleva la realización de este proyecto.

La implementación de este avión permite conocer e identificar todos los componentes de los diferentes sistemas que conforman el avión Fairchild F-227J.

Se recopiló información acerca del funcionamiento del estabilizador horizontal y de las herramientas a utilizarse tanto para el desmontaje en la ciudad de Quito como para el montaje en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en la ciudad de Latacunga.

## SUMMARY

This study was conducted with the aim of contributing to the need for students to have a better view, handling and knowledge of each of the basic components that constitute the Fairchild F-227J aircraft, registration HC-BCD. Also intended as a contribution to the theoretical and practical teaching, and knowledge will be strengthened allowing direct contact with an aircraft school.

The project also encourages the construction, design, implementation and creation of other components, and these will contribute to improve this teaching aircraft and facility improvements, achieving fully Ecuadorian work and knowledge.

The theoretical framework provides the opportunity of learning and entering so deep about this airplane, knowledge of the behavior and operation of the aircraft horizontal stabilizer Fairchild F-227J and also details of the operation, parts and components to understand the importance involved in carrying of this project.

The implementation of this aircraft allows us to know and identify all components of the various systems that make up the Fairchild F-227J aircraft.

It collects information about the operation of the horizontal stabilizer and the tools to be used both for removal in the city of Quito to the assembly on the campus of Aeronautical Technology Institute in the city of Latacunga.

## **CAPITULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

Debido a la gran demanda de las compañías aeronáuticas, sobre el desempeño práctico de sus técnicos, los institutos de formación aeronáutica como es el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico han decidido priorizar la enseñanza práctica de sus estudiantes, sobre todo en el mantenimiento de los diferentes componentes de los aviones, para así poder reconocer de una mejor manera los diferentes sistemas en forma tangible.

El aprendizaje de los diferentes sistemas que poseen las aeronaves ha sido un gran dificultad debido a la falta de equipos necesarios y más aun el problema que representa el contar con muchos de ellos, es así que fue necesario contar con un avión escuela como el avión Fairchild FH-227 que fue donado al Instituto con fines educativos, dicha aeronave se encontraba en la base aérea Ala de Transportes N°11.

Para realizar su traslado se necesitó el desmontaje de todos los componentes del avión, como por ejemplo, fue necesario el desmontaje del conjunto de empenaje que comprende el estabilizador horizontal y vertical, para dicho trabajo se utilizó diferentes herramientas especiales para separar el fuselaje del avión, y poder transportarlos hacia el campus del ITSA.

Ayudados del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227 en donde se muestra como el empenaje del avión debe ser separado del resto del fuselaje, nos

da la pauta para poder realizar algún tipo de desmontaje que permite realizar dicha acción manteniendo la integridad del componente.

Cabe indicar que en este manual nos indica detalladamente que procedimientos debemos seguir para lograr una separación adecuada del fuselaje del avión Fairchild FH-227, así como de las consideraciones que debemos tener en cuenta al momento de realizar el montaje del componente en cuanto se refiere a dimensiones, herramientas, peso y torque.

## **1.1 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Para mejorar la formación práctica e integral de los estudiantes del ITSA, es necesaria la adquisición de un avión escuela como lo es el avión Fairchild FH-227, el cual se encontraba en la base aérea Ala de Transportes N°11 en la ciudad de Quito, el mismo que fue trasladado al campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, el cual servirá para la enseñanza técnica y completa de todos los sistemas que poseen este avión, mejorando así el aprendizaje de cada asignatura de mecánica aeronáutica impartida en el ITSA.

Es por eso que se ha formulado la pregunta de cómo realizar la planificación y los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH - 227J del Ala de Transporte N° 11 a las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Con ayuda del manual de mantenimiento se analizó las facilidades de desmontaje y separación de cada parte del avión Fairchild FH-227J tratando de cuidar la integridad completa de la aeronave.

Por tal razón se utilizó las herramientas adecuadas para su desmontaje para que así se pueda realizar un correcto montaje en el sitio a ser trasladado, evitando su daño, corrosión y destrucción.



Logrando así con este proyecto tener al avión en el Instituto, y así obtener un notable mejoramiento de cada uno de los estudiantes que se forman en el ITSA, de esta manera tener un mejor aprendizaje teórico práctico de cada sistema presente en este avión de instrucción, para llegar a ser más competitivos tanto a nivel nacional como internacional, mejorando así el desempeño de los futuros técnicos de mantenimiento en su vida profesional.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar el montaje del estabilizador horizontal del avión Fairchild FH - 227 mediante la recolección de información, herramientas y los procesos técnicos, en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para que este sea utilizado como avión escuela.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Conseguir todos los manuales e información necesaria que ayude con el montaje del estabilizador horizontal del avión Fairchild FH – 227.
- Establecer las medidas de prevención y protección frente a los riesgos presentes en el trabajo, resaltando el grado de riesgo y dificultad.
- Diseñar un plan de trabajo según los procedimientos que indica el Manual de Mantenimiento y en las Órdenes Técnicas.
- Organizar y procesar la información obtenida.
- Determinar y adquirir todas las herramientas o equipos de apoyo que vayan a ser utilizadas durante todo el proceso de montaje.
- Instalar el estabilizador horizontal

### **1.3 ALCANCE**

La siguiente investigación a realizarse está orientada a beneficiar a los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, el mejoramiento de las operaciones de mantenimiento mediante el correcto montaje del estabilizador horizontal del avión Fairchild FH – 227.

Al utilizar las herramientas y equipos adecuados que nos indica en el manual de avión para evitar errores y facilitar el trabajo indicado en el menor tiempo y con los mejores resultados, se podrá realizar trabajos de inspección, mantenimiento y reparación de forma adecuada, teniendo en cuenta las normas de seguridad para evitar cualquier tipo de incidente o accidente a los estudiantes e instructores.

La presente investigación servirá de base para trabajos futuros que los estudiantes del ITSA u otro personal realicen, en referencia a montajes realizados para la inspección, mantenimiento y almacenamiento de diversos componentes de aviones similares.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Avión Fairchild FH – 227 <sup>1</sup>

##### 2.1.1 Concepto del avión Fairchild FH – 227

El Fairchild F-27 y el Fairchild Hiller FH-227 fueron unos derivados de la aeronave civil holandesa Fokker F27, construidas bajo licencia por la Fairchild Hiller en su fábrica de Hagerstown, Maryland, en el estado de Virginia (EEUU).

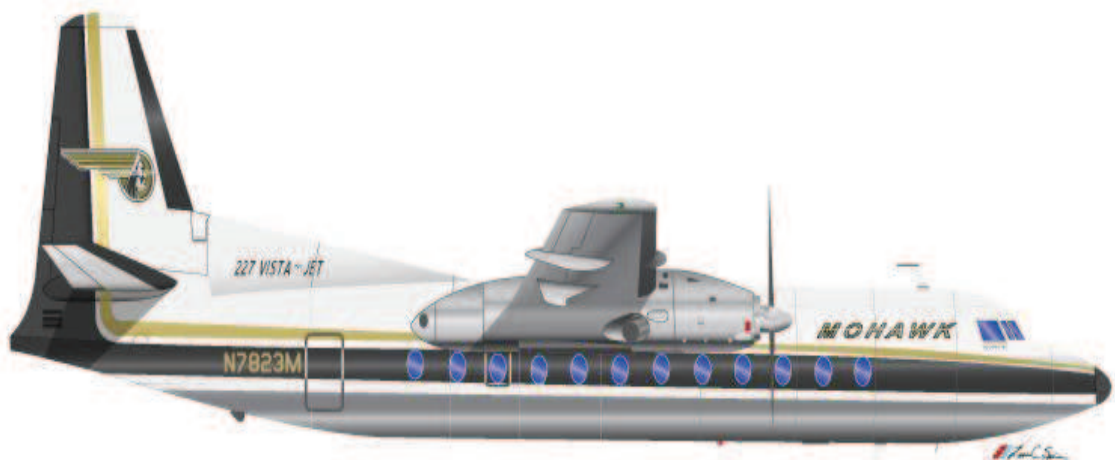


Figura 1. Avión Fairchild Hiller FH-227

Fuente: wikipedia.org

<sup>1</sup>. [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

### 2.1.2 Historia <sup>2</sup>

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.

El primer F-27 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie.

Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses:

F27-100 producido por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild. F.27-200 al F-27A de Fairchild. F.27-300 al F-27B de Fairchild. Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F (un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y remotorizado con Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.

<sup>2</sup>. [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)



Figura 2. Historia Avión Fairchild Hiller FH-227

Fuente: wikipedia.com

### 2.1.3 Desarrollo del FH-227 <sup>3</sup>



Figura 3. Desarrollo del Avión Fairchild Hiller FH-227

Fuente: Wikipedia.org

En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporación 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.

Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaban doce ventanillas ovales por lado, comparados a las diez de los F.27. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los mismos motores de los F-27J.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión.

El primer aparato realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a 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.

Piedmont Airlines recibirá su primer avión el 15 de marzo de 1967.

<sup>3</sup>. [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)



## 2.1.4 Versiones <sup>4</sup>



Figura 4. Versiones del Avión Fairchild Hiller FH-227

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

### **FH-227**

- Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 cv.
- Estos motores tenían una reducción de engranajes de 0.093:1.
- Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500 lbs).

### **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).

### **FH-227C**

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

### **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 reduction gear de 0.093:1. Peso máximo al despegue de 20.640 kg (45.500 lbs).

### **FH-227E**

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



Figura 5. Versión FH-227 B Prop-Jet

Fuente: sites.google.com

<sup>4</sup>. [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)



## 2.1.5 Producción <sup>5</sup>



Figura 6. Producción del Avión Fairchild Hiller FH-227

Fuente: aeropuertosarg.com.ar

Los números de constructor de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227. Muchos de estos aviones fueron modificados a lo largo de su vida útil y pasaron de ser por ejemplo, convertidos de FH-227 a FH-227B u otras posibilidades según los deseos de los operadores. Pero en términos generales y tomando en cuenta su entrega inicial la producción puede dividirse en:

### Producción

FH-227	33 aviones
FH-227D	37 aviones
FH-227B	8 aviones

<sup>5</sup>. [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

Seis aviones fueron convertidos en FH-227E, incluyendo el C/N 501 originalmente el avión FH-227 demostrador de Fairchild Hiller, vendido después a la Mobil Oil donde volará con el registro N2657. Otros aviones serán modificados por Fairchild Hiller a lo largo de su vida útil en LCD, es decir con la gran compuerta de carga del lado izquierdo, en ese caso un FH-227E sería entonces un FH-227E LCD. Gran parte de los aviones serán modificados en LCD tipos hacia el fin de su vida activa.

De la serie final de ocho FH-227D, cinco aviones fueron construidos como FH-227D LCD, los tres aviones restantes construidos para diferentes organismos de México carecían de la gran compuerta de carga. De los cinco FH-227D LCD, dos fueron adquiridos por la Fuerza Aérea Uruguaya, los C/N 571 y C/N 572 recibiendo las matriculaciones FAU-570 y FAU-571. El FAU-571 entregado en 1968, fue perdido en un trágico accidente en los Andes el 13 de octubre de 1972, lo que lleva a la FAU a pedir a Fairchild un avión adicional, recibiendo entonces el FH-227D LCD C/N 574 que volará bajo la matriculación FAU-572.

Los otros dos FH-227D LCD (C/N 573 y C/N 575) fueron operados inicialmente por la "American Jet Industries" y la Texas Petroleum .

El avión de producción final, el FH-227D C/N 578 tuvo como último operador la Armada de México, donde volaba bajo la registración MT-216.

## 2.1.6 Especificaciones técnicas de Fairchild Hiller FH-227J <sup>6</sup>

### Características generales

- Tripulación: 2
- Capacidad: 48 a 52 pasajeros.
- Longitud: 25,5 m (83,7 ft)
- Envergadura: 29 m (95,1 ft)
- Altura: 8,4 m (27,6 ft)
- Peso vacío: 18.600 kg (40.994,4 lb)
- Peso útil: 6.180 kg (13.620,7 lb)
- Peso máximo al despegue: 20.640 kg (45.490,6 lb). Máximo al aterrizar: 20.410 kg
- Planta motriz: 2× turbohélice Rolls-Royce Dart 532-7L.
- Potencia: 1.692 Kw (2.268 HP; 2.300 CV) cada uno.
- Helices: Cuadripala Rotol. Regimen máximo: 16.500 rpm,
- Posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.
- Diámetro de la hélice: 3,81 m (12,5 ft)

### Rendimiento

- Velocidad nunca excedida ( $V_{ne}$ ): 478 km/h (297 MPH; 258 kt)
- Velocidad máxima operativa ( $V_{no}$ ): 420 km/h (261 MPH; 227 kt)
- Velocidad crucero ( $V_c$ ): 407 km/h (253 MPH; 220 kt)
- Velocidad de entrada en pérdida ( $V_s$ ): 157 km/h (98 MPH; 85 kt)
- Velocidad mínima controlable ( $V_{mc}$ ): 166 km/h (103 MPH; 90 kt)
- Alcance: 2.661 km (1.437 nmi; 1.653 mi)
- Techo de servicio: 8.535 m (28.002 ft)

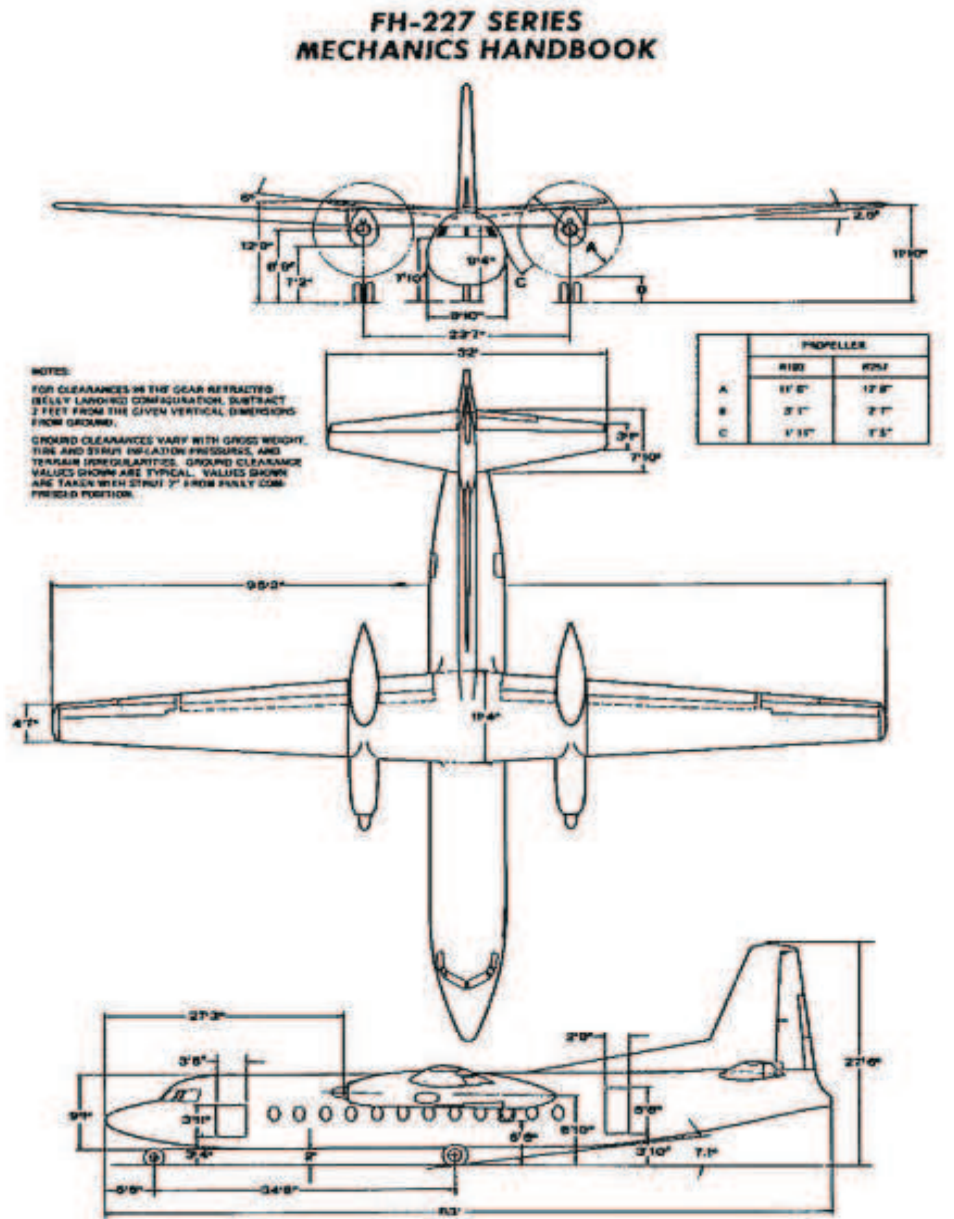
<sup>6</sup>. [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

### **Características del motor**

- Caja de reducción del motor: 0,093:1.
- Flaps: 7 posiciones.
- Combustible: 5.150 lt (1.364 galones).
- Consumo: 202 gal/hora.

## 2.1.7 Dimensiones



6  
Page 2

Airplane Dimensions  
Figure 6-1 (Sheet 1)

May 1/71  
X-8

Figura 7. Dimensiones lateral y superior del Avión Fairchild Hiller FH-227

Fuente: Manual de Mantenimiento Avión Fairchild Hiller FH-227

## 2.2 Empenaje del Avión <sup>7</sup>

Se denomina cola o empenaje a la parte posterior de un avión donde en las configuraciones clásicas suelen estar situados el estabilizador horizontal, encargado de controlar el picado del avión y estabilizador vertical, encargado de controlar la guiñada del avión usando el timón.

La importancia aerodinámica de la cola es elevada pues su forma define el tipo de desprendimiento que nos podemos encontrar en el avión en la zona trasera, los dos fabricantes principales de aviones comerciales (Boeing y Airbus) tienen concepciones de cola distintas.



Figura 8. Empenajes de Avión

Fuente: airliners.net

<sup>7</sup>. [http://es.wikipedia.org/wiki/Cola\\_\(avi%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cola_(avi%C3%B3n))

## 2.2.1 Clasificación de los tipos más comunes de empenaje <sup>8</sup>

**2.2.1.1 Empenaje convencional:** Donde los estabilizadores horizontales son la parte final del fuselaje y el estabilizador horizontal se ubica sobre el fuselaje.



Figura 9. Empenaje convencional

Fuente: manualvuelo.com

**2.2.1.2 Empenaje en T:** Este empenaje tiene forma de T ya que los estabilizadores horizontales se encuentran en la parte superior del estabilizador vertical.



Figura 10. Empenaje en T del Avión

Fuente: manualvuelo.com



**2.2.1.3 Empenaje en V:** Es el más complicado de todos. En este caso no hay un estabilizador vertical y otro horizontal distinguibles, en vez de eso hay dos superficies de control dispuestas como una V y el ángulo en que esas superficies se encuentran les permite descomponer las fuerzas aerodinámicas de tal manera que sus resultantes sean equivalentes a las generadas por un timón de dirección y uno de profundidad.



Figura 11. Empenaje en V del Avión

Fuente: manualvuelo.com

<sup>8</sup>. <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070928163343AAryV9f>



## 2.3 Estabilizadores <sup>9</sup>

Los estabilizadores son elementos, generalmente situados en la parte trasera del avión, que aseguran la estabilidad y confort del vuelo, permitiendo además su control.



Figura 12. Estabilizadores del Avión

Fuente: wikipedia.com

### 2.3.1 Tipos de Estabilizadores:

#### 2.3.1.1 Estabilizador móvil

El estabilizador móvil consiste en variar la incidencia del estabilizador horizontal independientemente del movimiento del timón de profundidad. Resulta entonces que las dos partes de la cola horizontal son móviles. La delantera corresponde al estabilizador móvil y su principal función es la de compensar el avión.

Sobre todo a alta velocidad, compensar con el estabilizador móvil y no con el timón de profundidad conlleva menor resistencia aerodinámica de compensación (trim drag). El movimiento angular de esta superficie suele ser pequeño, del orden de 10°.

Es usado en la mayoría de los aviones comerciales de gran tamaño, por ejemplo, en el Airbus A340 o el Boeing 737.

### 2.3.1.2 Estabilizador horizontal

El estabilizador horizontal es semejante a un ala pequeña que se sitúa en la cola del avión. Existen casos, especialmente en aviones militares y rara vez en los civiles, en los que la superficie horizontal se halla situada por delante del ala; en estos casos se dice que está en disposición canard. Se divide en una parte fija delantera, denominada plano fijo horizontal, y una parte móvil detrás, denominada timón de profundidad.



Figura 13. Estabilizador horizontal del Avión

Fuente: flightaware.com

### 2.3.1.3 Estabilizador vertical

El estabilizador vertical está situado en la cola del avión y, de la misma forma que el estabilizador horizontal, se divide en deriva y timón de dirección.

Existen diversas configuraciones de colas de avión con diferentes posiciones de los estabilizadores. La posición de cola baja es la más común en aviones de transporte civil dotados de turbofan bajo el ala, mientras que si están adosados al fuselaje en su parte trasera se suele adoptar una configuración en T. La disposición cruciforme es habitual en aviones turbohélice, especialmente en los clásicos.

La configuración de doble estabilizador vertical se suele utilizar en aviones desmesuradamente grandes, como el Airbus Beluga, en aviación embarcada en portaaviones o en aviones de superioridad aérea; en general, se utiliza en casos donde la superficie vertical necesaria es muy grande o la altura total está limitada.

Existe una segunda versión en cuchilla poco usada por necesitar dos pseudofuselajes. Algunos entrenadores militares usan una disposición en V, con dos superficies estabilizadoras que son a la vez estabilizadores horizontales y verticales.



Figura 14. Estabilizador vertical del Avión

Fuente: manualvuelo.com

<sup>9</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilizador\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilizador_(aeron%C3%A1utica))

## 2.4 Estabilizador Horizontal <sup>10</sup>

El estabilizador horizontal contribuye en gran medida a la estabilidad longitudinal del avión. Generalmente se trata de una superficie aerodinámica simétrica, ya que debe tener posibilidad de generar cargas verticales.

Algunos aviones van provistos de las colas en “T”. Son exactamente iguales que una cola convencional, excepto que el estabilizador está unido a la parte superior del vertical en lugar de estar unido a la parte lateral del fuselaje. Es un recurso para evitar el efecto del chorro de aire de la hélice y las sacudidas que el aire turbulento produce detrás de la onda de choque en la cola convencional.



Figura 15. Estabilizador horizontal

Fuente: wikipedia.com

### 2.4.1 Superficies primarias

Son superficies aerodinámicas movibles que, accionadas por el piloto a través de los mandos de la cabina, modifican la aerodinámica del avión provocando el desplazamiento de este sobre sus ejes y de esta manera el seguimiento de la trayectoria de vuelo deseada.

Las superficies de control son tres: alerones, timón de profundidad y timón de dirección. El movimiento en torno a cada eje se controla mediante una de estas tres superficies. La diferencia entre un piloto y un conductor de aviones es el uso adecuado de los controles para lograr un movimiento coordinado. Veamos cuales son las superficies de control, como funcionan, y como las acciona el piloto.

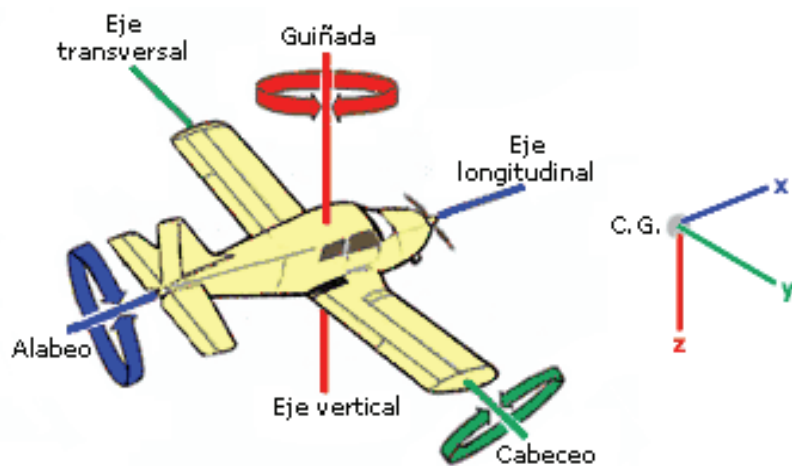


Figura 16. Movimientos del Avión

Fuente: [www.skytechnologies.net](http://www.skytechnologies.net)

## 2.4.2 Timón de profundidad (Elevadores)

Es la superficie o superficies móviles situadas en la parte posterior del empenaje horizontal de la cola del avión. Aunque su nombre podría sugerir que se encarga de hacer elevarse o descender al avión, en realidad su accionamiento provoca el movimiento de cabeceo del avión (morro arriba o morro abajo) sobre su eje transversal.

Obviamente, el movimiento de cabeceo del avión provoca la modificación del ángulo de ataque; es decir que el mando de control del timón de profundidad controla el ángulo de ataque.

En algunos aviones, el empenaje horizontal de cola es de una pieza haciendo las funciones de estabilizador horizontal y de timón de profundidad. El timón de profundidad es accionado por el piloto empujando o tirando del volante o la palanca de control, y suele tener una deflexión máxima de  $40^\circ$  hacia arriba y  $20^\circ$  hacia abajo.

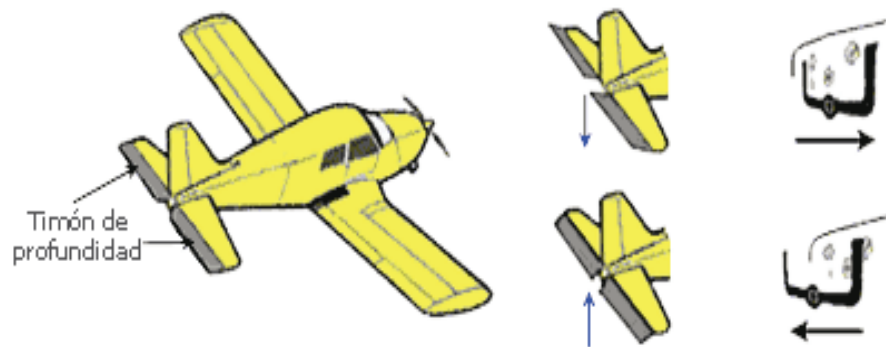


Figura 17. Timón de profundidad

Fuente: [www.skytechnologies.net](http://www.skytechnologies.net)

En otras palabras, el timón de profundidad hace ascender o descender la aeronave. Un aumento del ala ángulo de ataque causará una sustentación mayor, al ser producida por el perfil del ala, y una disminución de la velocidad de la aeronave. Una disminución en el ángulo de ataque, producirá un aumento en la velocidad. Los timones de profundidad pueden ser las únicas superficies de control del cabeceo de la aeronave (y entonces se le llama un estabilator), o puede ser móvil con respecto a una superficie fija o ajustable llamada estabilizador.

### **Funcionamiento:**

Al tirar del volante de control, esta superficie sube mientras que al empujarlo baja en algunos aviones se mueve la totalidad del empenaje horizontal. El timón arriba produce menor sustentación en la cola, con lo cual esta baja y por tanto el morro sube (mayor ángulo de ataque). El timón abajo aumenta la sustentación en la cola, esta sube y por tanto el morro baja (menor ángulo de ataque). De esta manera se produce el movimiento de cabeceo del avión y por extensión la modificación del ángulo de ataque.

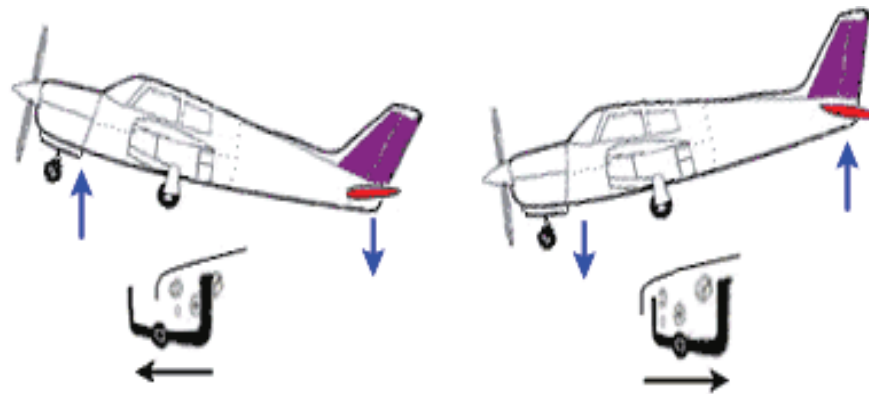


Figura 18. Funcionamiento de elevadores

Fuente: [www.skytechnologies.net](http://www.skytechnologies.net)

### 2.4.3 Estructura y Construcción

Una estructura aeronáutica es algo muy complejo, y aún con cálculos por ordenador exige que se hagan gran número de simplificaciones y aproximaciones. Vamos a ver algunos componentes estructurales de la aeronave, las cargas que soportan, y las que se supone que soportan tras idealizarlas y simplificar la estructura. Vamos a describir los elementos y las funciones en una estructura semimonocasco.

La estructura de un avión tiene dos funciones: por un lado transmite y soporta las diversas cargas a las que se ve sometida la aeronave. Por otro lado da la forma externa y la mantiene, indispensable para el vuelo. Esto hace que las chapas de recubrimiento sean un efectivo material resistente, y en función de si esta delgada chapa está rigidizada o no, nos encontraremos con estructuras monocasco o semimonocasco, si las dimensiones son muy grandes y pudieran provocar el pandeo de la estructura con cargas bajas.

Su construcción es muy similar a la usada en las alas, mediante el uso de largueros, costillas, larguerillos y revestimientos.

Las cargas en los estabilizadores son soportadas y transmitidas de la misma manera que en un ala. Flexión, torsión y cortadura, creadas por las cargas aerodinámicas, pasan de un miembro estructural a otro. Cada miembro absorbe parte de la carga y transfiere el resto a los otros miembros. Al final, las cargas llegan a los largueros, que la transmiten a la estructura del fuselaje.

<sup>10</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n>



### 2.4.3.1 Componentes estructurales <sup>11</sup>

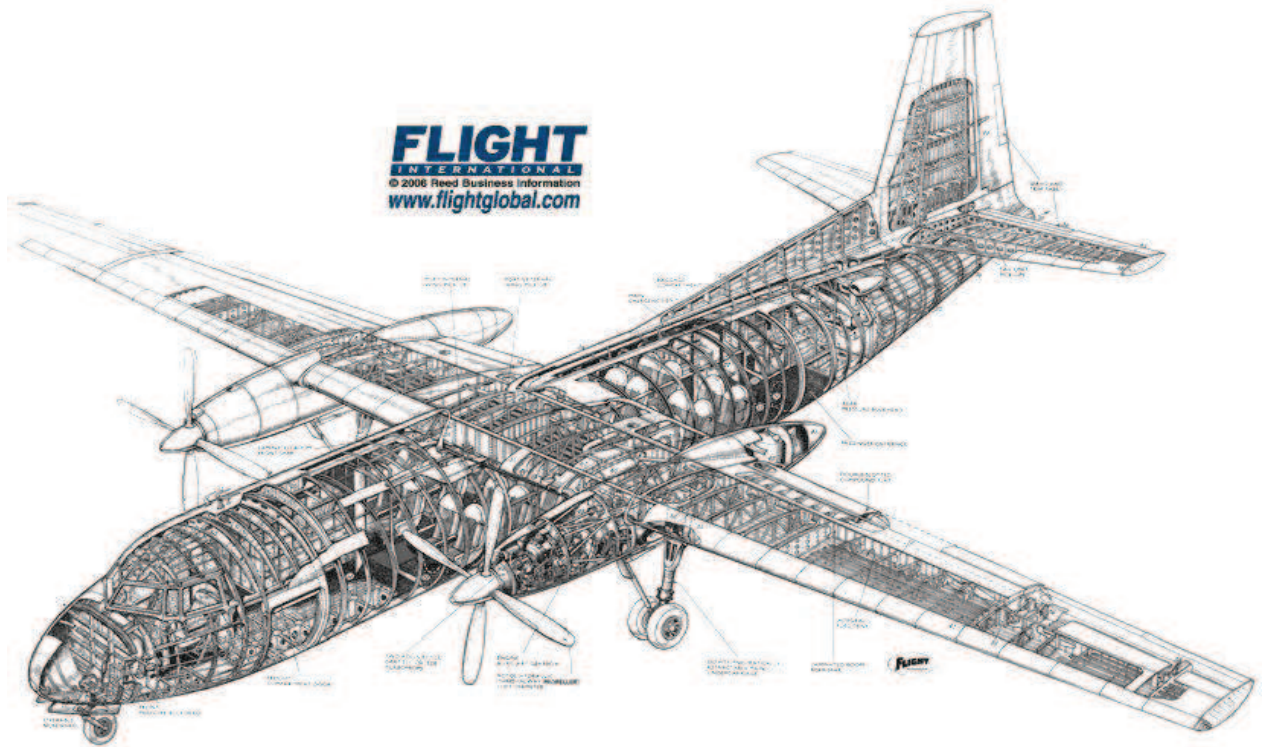


Figura 19. Estructura del Avión

Fuente: [www.flightglobal.com](http://www.flightglobal.com)

Las principales partes estructurales que podemos encontrar son:

- **Revestimiento (skin)**
  - Transmite las presiones aerodinámicas a los elementos rigidizadores longitudinales y transversales, en los que se apoya.
  - Absorbe esfuerzos cortantes, procedentes de las fuerzas cortantes y momentos torsores.
  - Colabora con los elementos rigidizadores longitudinales (larguerillos) en absorber esfuerzos normales producidos por momentos flectores y fuerzas axiales.

- Colabora con los larguerillos y cuadernas en absorber los esfuerzos producidos por la presurización.
- Proporciona la forma externa, necesaria para que el avión se comporte según la aerodinámica que se ha calculado.

- **Larguerillos (stringers):**

- Son perfiles de chapa. Su disposición es según la dirección longitudinal del fuselaje, o el ala, o de las superficies de cola.
- Absorben con el revestimiento esfuerzos normales producidos por la fuerza normal y el momento flector y la presurización.
- Subdividen el revestimiento en paneles, estabilizándolos al dividirlos en paneles más pequeños, y aumentando por tanto la carga de pandeo.

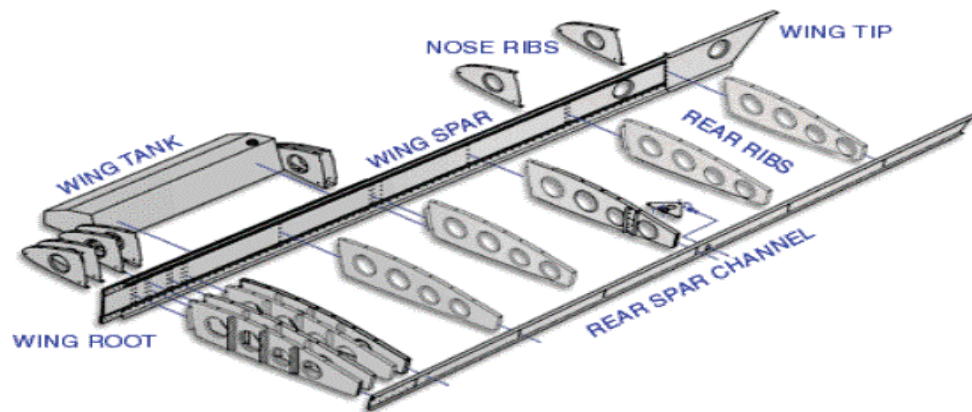


Figura 20. Estructura del estabilizador horizontal

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

- **Largueros (spars):**

- Son vigas. En ellas diferenciamos habitualmente el alma (web) y los cordones de larguero (spar, caps, o spar flanges).
- Los cordones de larguero y los larguerillos se diferencian en que los últimos aguantan menos las cargas a pandeo como columna: los cordones de larguero están estabilizados por el revestimiento y además por el alma.

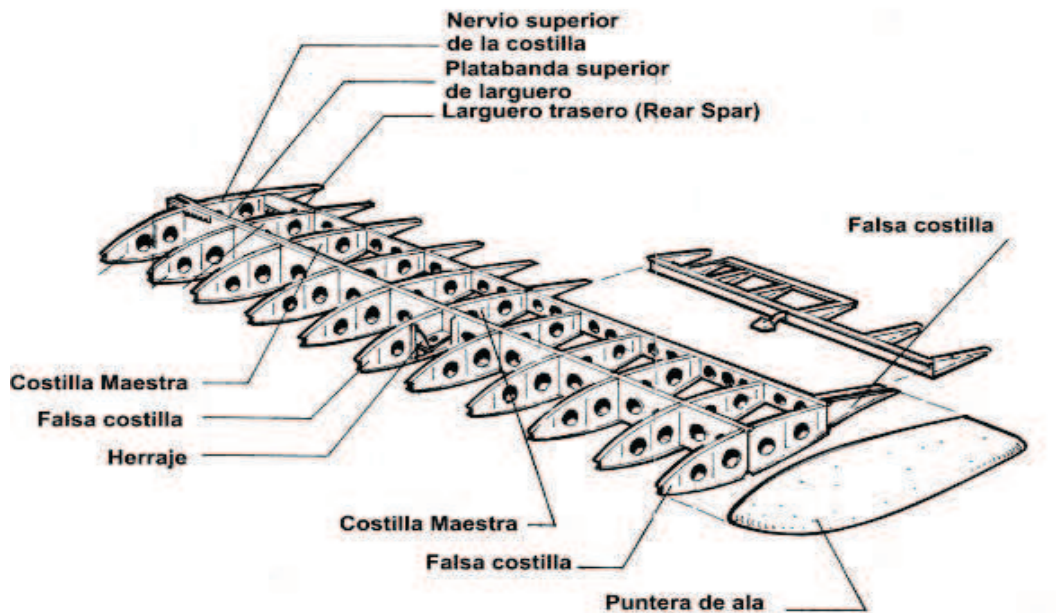


Figura 21. Estructura del larguero

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

- **Costillas y cuadernas (Ribs y Frames):**

- Son elementos rigidizadores transversales (los anteriores son longitudinales). Reciben el nombre de costillas las que van situadas en alas y timones, y cuadernas (o mamparos si son ciegos) los del fuselaje.
- Mantienen la forma de la sección
- Difunden las cargas concentradas, en forma de carga distribuida a los elementos adyacentes
- Disminuir la longitud efectiva de los larguerillos
- Colabora con el revestimiento en soportar esfuerzos circunferenciales debidos a presurización.

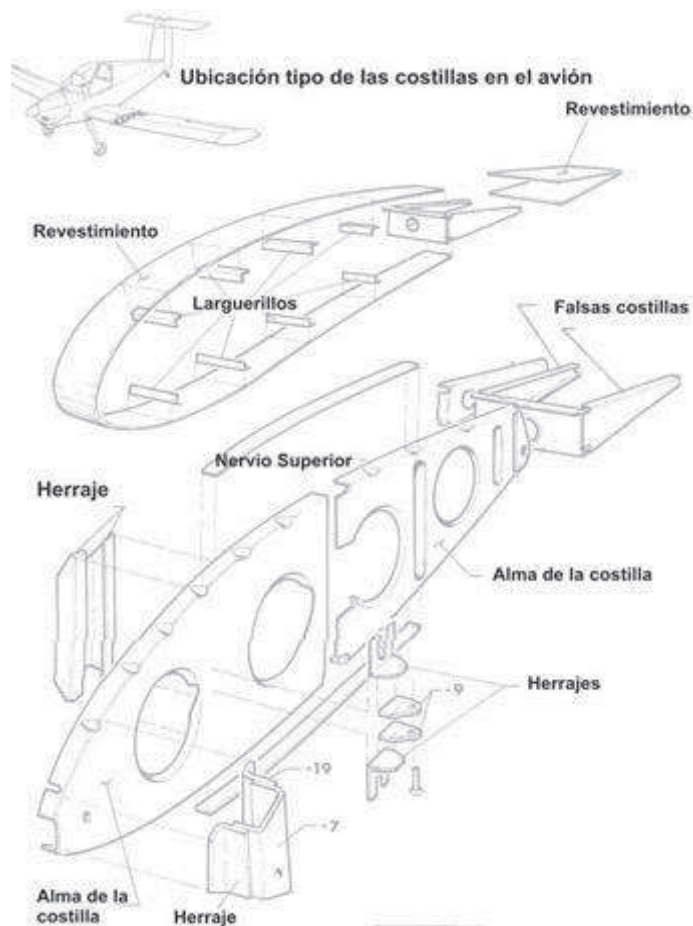


Figura 22. Costilla del estabilizador horizontal

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

#### **2.4.3.1.1 Idealización**

Larguerillos: Se considera que los larguerillos solo soportan esfuerzos axiales. Además, como su sección, en comparación con la sección del ala o del fuselaje es muy pequeña, se considerarán constantes los esfuerzos en él. El esfuerzo cortante se supone nulo.

Revestimiento: El revestimiento tan solo soportará esfuerzos cortantes. El esfuerzo axial que soporta el revestimiento será tenido en cuenta añadiendo área a los larguerillos. El esfuerzo cortante se distribuye uniformemente a través del espesor del recubrimiento.

Elementos rigidizadores transversales (cuadernas y costillas): Se consideran rígidas en su plano e infinitamente flexibles fuera de él, ofrece mucha resistencia a que la sección cambie de forma, pero no a los desplazamientos fuera del plano de la costilla.

<sup>11</sup>. [http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/idealizacon\\_estructuras.htm](http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/idealizacon_estructuras.htm)

## 2.4.4 Materiales de Construcción <sup>12</sup>

Los intentos por volar han sido muchos, y se ha tardado en conseguir, no solo por la técnica inadecuada, si no por los materiales incorrectos o falta de motores ligeros y potentes.

### 2.4.4.1 La madera

Los primeros materiales en emplearse fueron la madera y la tela, proporcionaban una resistencia adecuada con un peso muy bajo. La madera en muchos aspectos se comporta como un material compuesto, por cómo está constituida por capas, con mejores propiedades en la dirección longitudinal de la fibra, tiene valores de módulo elástico y resistencias muy altos para su densidad.

Veamos algunos ejemplos:

- Abeto
  1.  $E=9000\text{Mpa}$
  2. Resistencia a la tracción:  $70\text{Mpa}$
  3. Densidad:  $400\text{kg/m}^3$
  
- Abedul
  1.  $E=14250\text{Mpa}$
  2. Resistencia a la tracción  $100\text{Mpa}$
  3. Densidad:  $630\text{kg/m}^3$

Estos valores son mejores que los de algunas aleaciones de aluminio, sin embargo:

- a) La madera sufre cambios en su tamaño y sus propiedades con la variación de humedad.
- b) La madera se ve sometida al ataque biológico.



Fue utilizada hasta la segunda guerra mundial. Antes principalmente en estructuras recubiertas de tela y en recubrimientos. Se empleó en forma de laminados, en algunas estructuras y recubrimientos, siendo el ejemplo más conocido el avión británico “mosquito”.

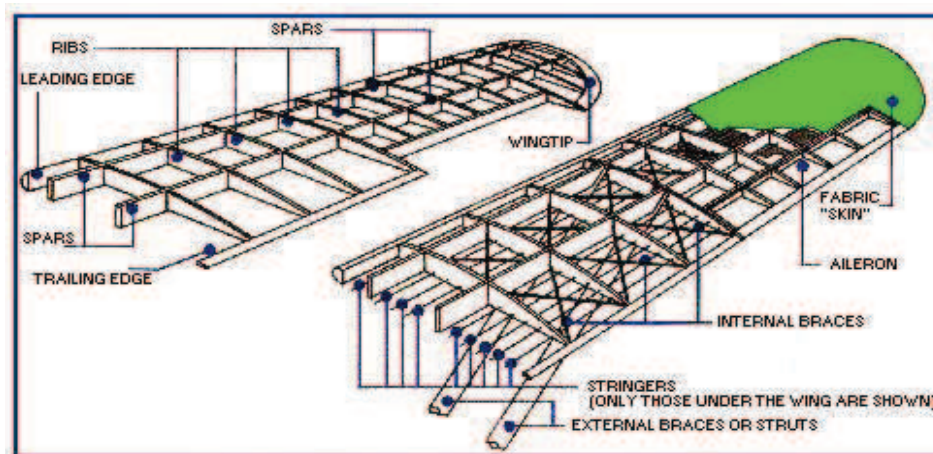


Figura 23. Cosillas del estabilizador horizontal

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

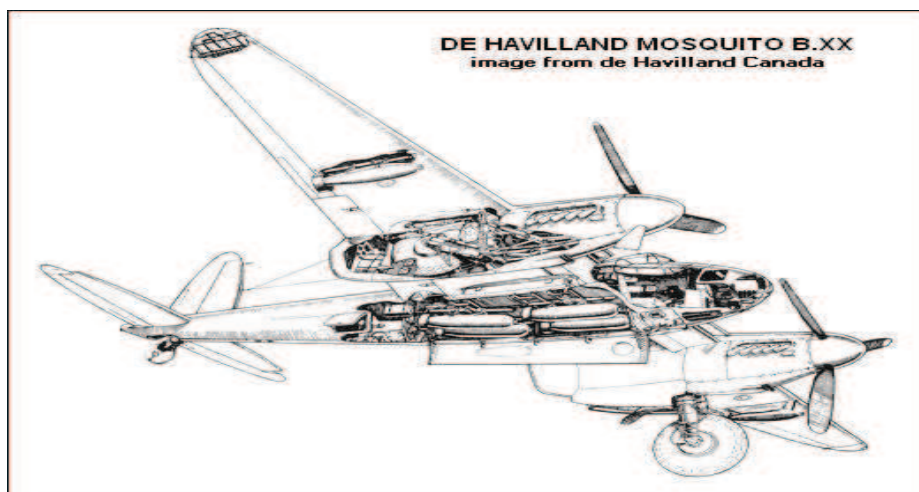


Figura 24. Materiales del estabilizador horizontal

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

#### 2.4.4.2 El acero

El acero tiene buenas cualidades respecto a resistencia, pero su densidad es excesiva y tiene graves problemas de corrosión. No obstante sustituyó a la madera en la construcción. Ya en la primera Guerra Mundial Junkers empleó chapas de aluminio corrugado para ahorrarse el peso de los rigidizadores y crear el 1er avión enteramente metálico (y monoplano) relegando el uso de la madera, y Fokker empleó la estructura del tubo de acero recubierta de tela.



Figura 25. Material acero

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)



Figura 26. Estabilizador horizontal de acero

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)



## Características

1. Resistencia
2. Su densidad es 3 veces la densidad de las aleaciones de aluminio, y hasta 10 veces la de la madera.
3. Hay que evitar que en su uso entre en contacto con aleaciones de aluminio:
  - a) Corrosión galvánica en contacto con otras aleaciones (ésta también se da entre aleaciones de aluminio, pero es menor, por ser su potencial de oxidación más semejante).
  - b) Al ser más rígido que el aluminio, se cargará más que este, haciendo que no trabaje como debiera.
4. Aún es esencial para la fabricación de algunos componentes, como pueden ser el tren de aterrizaje, herrajes, bancadas de motor.
5. Su coste es inferior al de otro tipo de aleaciones. Es tres veces más pesado que el aluminio, pero también tres veces más resistente.

### 2.4.4.3 Aluminio

En el siglo XIX el aluminio era tan caro de producir que era considerado un metal semiprecioso. Además las cualidades del aluminio sin alear ni refinar, dejaban mucho que desear, como para pensar en él para algún uso industrial (la resistencia del aluminio aleado es de 6 a 8 veces superior al aluminio sin alear).

1. A partir de la Primera Guerra Mundial, el desarrollo de sus aleaciones, y la necesidad de un metal menos pesado que el acero, lleva a su implantación masiva en la aviación, y hasta nuestros días ha sido el material más usado en aeronáutica por:

- a. Adecuada resistencia
- b. Baja densidad
- c. Fácilmente forjable, fácil de trabajar y reparar

2. Sin embargo:

- a. Envejecimiento: con el tiempo sus propiedades mecánicas se alteran
- b. Pequeñas muescas, cortes o arañazos pueden causar graves perjuicios a una pieza
- c. Uso limitado por temperatura

3. En 1909 se descubre que la aleación de Al con un determinado % de Cu y de Mg se puede trabajar de una forma muy sencilla, tras un calentamiento hasta unos 480°C y su rápido enfriamiento. Durante unas horas se podía doblar y conformar fácilmente, después, recuperaba sus propiedades mecánicas.

Pueden distinguirse actualmente tres grupos de Aluminios, los más conocidos en aeronáutica son la serie dos mil y la siete mil:

1. Aleaciones Al-Cu (duraluminio, serie 2000). Suele emplearse en las zonas del aparato que trabajan a tracción (como el recubrimiento del intradós del ala)

2. Al-Cu-Ni

3. Al-Zn (serie 7000)

a) Se empezó a emplear en la Segunda Guerra Mundial por su alta resistencia estática. Sin embargo el alto índice de atrición no permitió comprobar un grave problema que arrastraba: la corrosión bajo tensiones (SCC- Stress Corrosión Cracking = aparición de grietas debido a la existencia de esfuerzos internos dentro de las piezas debido a los tratamientos térmicos).

4. Se ha intentado el uso de la aleación Al-Li, siendo el primer avión occidental en usarla el A-5

a) Es muy ligera, tiene una buena resistencia a la corrosión, pero tiene mal comportamiento en lo referente a crecimiento de grietas.



Figura 27. Aluminio

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

#### 2.4.4.4 Titanio

1. Su densidad está entre la del aluminio y la del acero
2. Se comporta bien ante la corrosión
3. Soporta bien las altas temperaturas (400 – 500°C)
4. Sus propiedades se degradan en ambientes salinos
5. Su coste es 7 veces superior al del aluminio



Figura 28. Titanio

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

Usos:

1. Estructuras de aviones militares y civiles (en los aviones civiles su cantidad es mucho menor).
2. Recubrimientos y protecciones térmicas
  - a) Recubrimiento en la zona de los motores
  - b) Zonas altamente calentadas (por ejemplo en el SR71, debido al calentamiento producido por los altos mach de vuelo).
  - c) Toberas

#### 2.4.4.5 Materiales Compuestos

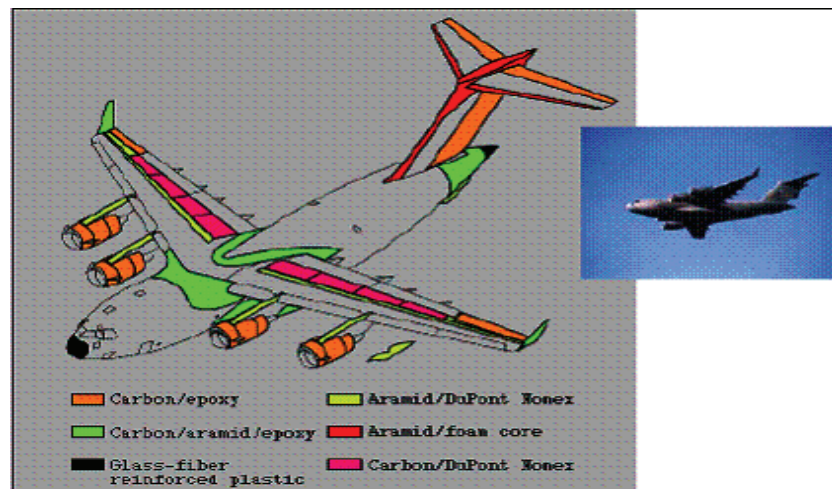


Figura 29. Materiales compuestos

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

1. En parte su comportamiento puede asimilarse al de la madera: Son apilados en capas de distintos tipos de materiales, lo que hace que sus propiedades varíen según la dirección
2. Tienen la gran ventaja de poder fabricar los materiales “a medida”, es decir, en función de las necesidades de resistencia, las direcciones de aplicación de las cargas construiremos nuestro material compuesto de una forma u otra. Ejemplo: en los materiales compuestos de fibras embebidas en matriz plástica, el % de unos y otros, el tipo de fibra y el orden de apilamiento de las capas los elegiremos en función de las características que deseamos obtener.
3. Podemos encontrarlos en multitud de formas y presentaciones comerciales. Los más comunes son fibras embebidas en matrices plásticas. Los esfuerzos y cargas serán soportados por las fibras, mientras que la matriz da cohesión y mantiene la forma. Las fibras pueden presentarse en forma de tejido, de fieltro, de bandas. Ejemplo: fibra de carbono modulo de Young hasta  $400000 \text{ N/mm}^2$  y resistencia a tracción ultima hasta  $2800 \text{ N/mm}$ .

➤ **Plásticos con refuerzo de fibra:**

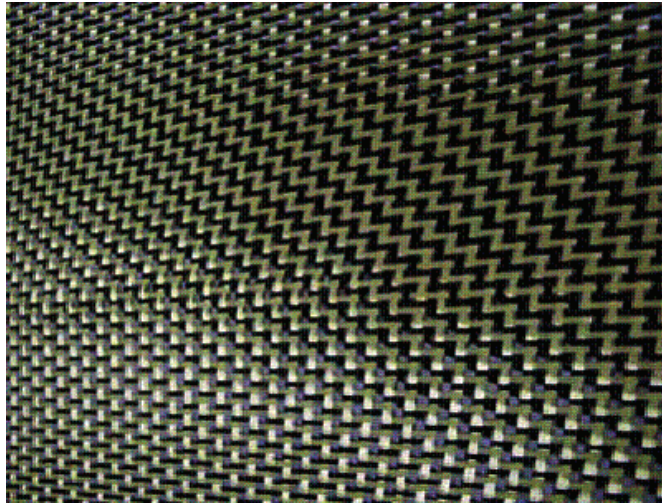


Figura 30. Tejido compuesto fibra de aramida-carbono

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

1. El primer material compuesto que se empleó en partes estructurales de un avión fue la fibra de boro, que se fabrican depositando fibras de boro sobre filamentos de tungsteno. Son muy caras y su uso es prácticamente solo militar.

2. La fibra de carbono tiene unas características muy similares a las de boro, y son más baratas de producir. Su modulo de Young es unas tres veces mayor al de la fibra de carbono, 1.5 veces el de las de aramida, doble que el del aluminio y su resistencia es algo menor que la del kevlar, y ¡el triple que la del aluminio.

En contacto con aleaciones de aluminio le corroen, por ello han de estar debidamente aislados.





Figura 31. Tejido compuesto fibra de aramida-carbono  
Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

Como problema tienen que son un tanto sensibles a los golpes: se dañan y pierden sus características, y los daños producidos no son sencillos de localizar.

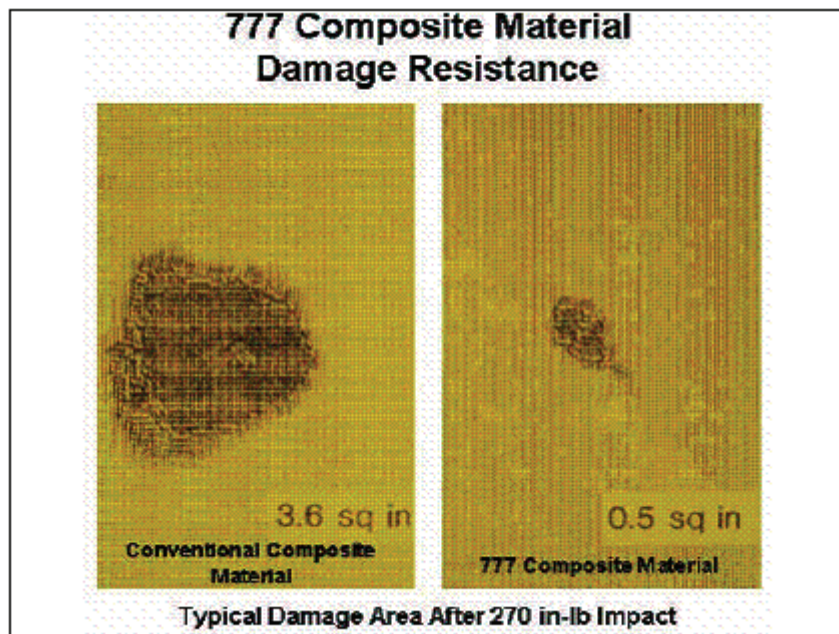


Figura 32. Tejido compuesto fibra de aramida-carbono  
Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

## ➤ Estructuras Sándwich o Honeycomb

Esta designación es la del núcleo en forma de prismas hexagonales panel de abeja, se suele hablar en muchas ocasiones de todas las estructuras en sándwich como honeycomb, independientemente de la forma del núcleo.

### **Características:**

1. Con este tipo de construcción se buscan y se consiguen unas excelentes características, con muy poco peso. Básicamente consiste en construir un núcleo y recubrirlo por ambas caras. Este núcleo está prácticamente hueco, siendo poco su peso. Pero al forrarlo con el revestimiento, se le da una gran resistencia.
2. La estructura básica es un núcleo, cuya forma variará en función de las propiedades que queramos obtener (por ejemplo, flexibilidad), el recubrimiento puede ser metálico o bien de madera o de materiales compuestos, y una capa intermedia entre ambos, que hace que se adhieran.



En función de la carga a emplear el núcleo puede fabricarse de distintos materiales:

- a. Espuma
- b. Madera
- c. Nomex (papel impregnado)
- d. Metales (aluminio, acero)

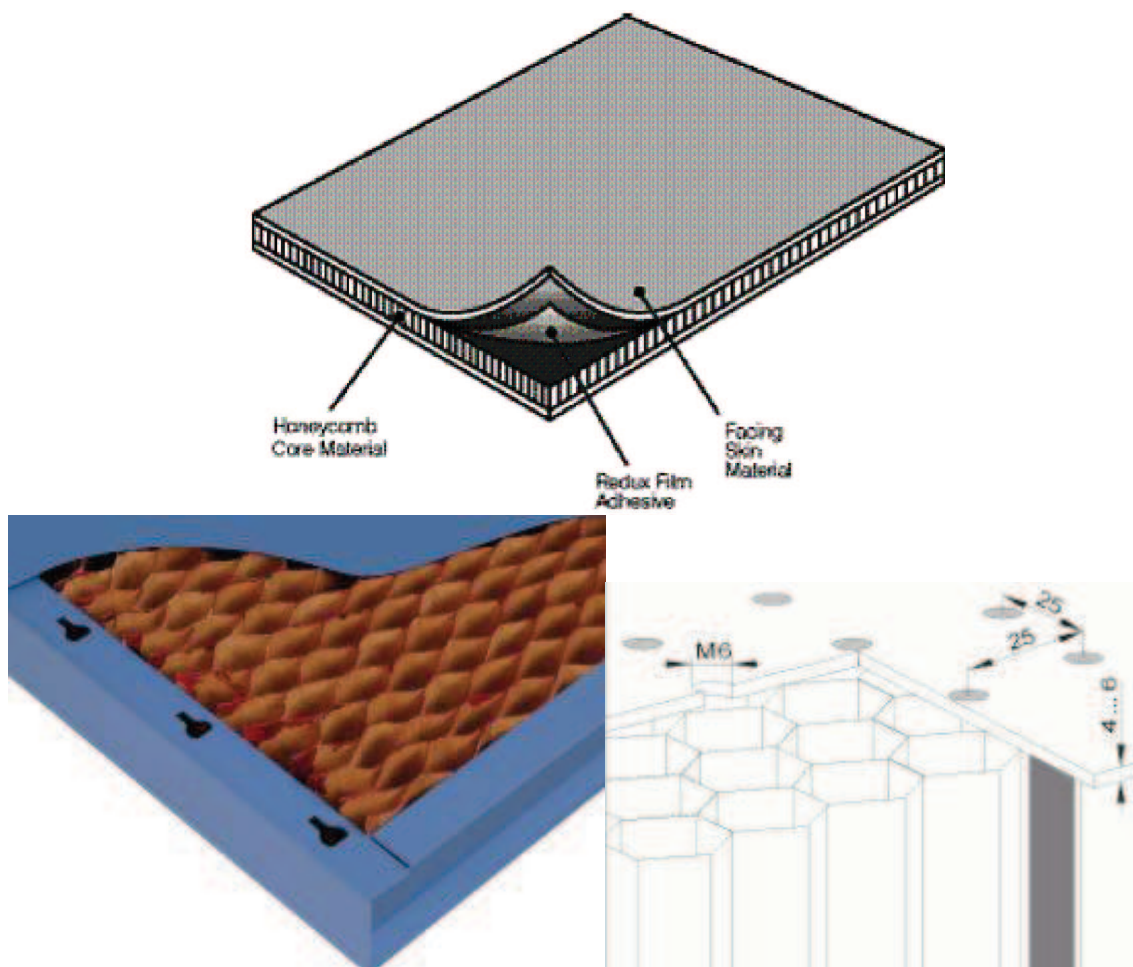


Figura 33. Estructura de un honeycomb

Fuente: [www.sandglasspatrol.com](http://www.sandglasspatrol.com)

<sup>12</sup><http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/Materiales%20Aeronauticos.htm>

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminares**

Dentro de esta fase se analizara la importancia que conlleva la realización de este proyecto que se refiere al montaje del estabilizador horizontal del avión Fairchild F- 227J en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, debido a que el instituto necesita este avión de instrucción dentro de sus instalaciones.

#### **3.2 Descripción**

El avión Fairchild FH – 227 con matrícula HC-BCD es un mono plano de ala alta con bastante ala voladiza y superficies del conjunto de cola y posee un fuselaje semi-monocasco.

Para realizar el montaje del estabilizador horizontal del avión Fairchild FH– 227J, se valió del manual de mantenimiento específicamente en el ATA 55, en donde se observo que el estabilizador horizontal y vertical compartían componentes estructurales como costillas, largueros, larguerillos, revestimiento, entre otros.

Por tal motivo el trabajo del montaje se debe realizar de manera coordinada y simultanea siguiendo los pasos establecidos en el manual de mantenimiento de dicho avión para unir y enganchar con el fuselaje de la aeronave.

El poder es proporcionado por dos motores turbo hélice, equipados con velocidad constante con bastantes cambios de orientación en las palas de las hélices, con hélices de cuatro palas cada una.

Se integran unidades de frenos de la hélice neumáticamente operadas en la planta de poder.

Un tren de aterrizaje tipo triciclo operado neumáticamente, dirección y frenos neumáticos incorporados en el avión. Un sistema de anti deslizamiento es incluido en el sistema de los frenos del avión.

La cabina de los aviones es presurizada y con aire acondicionado. El aire de enfriamiento es aprovechado durante el ciclo de entrada de aire a los motores y el aire caliente por una normal combustión de los motores.

Este avión está provisto para pasajeros y provisiones de carga, incluye una puerta de pasajeros trasera operada neumáticamente y manualmente.



Figura 34. Avión Fairchild serie FH – 227J

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

### 3.1.2. Estudio técnico

Especificaciones de las herramientas, material de apoyo y equipos de protección personal utilizados para el montaje del Estabilizador horizontal del avión Fairchild FH- 227 con matrícula HC – BHD.

#### 3.1.2.1. Herramientas utilizadas para el montaje

<b>HERRAMIENTAS</b>	
Brocas	1/16" 1/8"
Llaves	3/8" 10mm
	19/32" 14mm
	1/2" 13mm
Martillos	Pequeños
Combo	Pequeños
Puntas, cinceles	Pequeños
Destornilladores (plano y estrella)	Puntas gruesas y finas
Playos, alicates, entorchador, llave de pico	
Taladros neumáticos	
Múltiple de presión neumática	
Torquímetro	

#### 3.1.2.2. Material de apoyo utilizado para el montaje

<b>MATERIAL DE APOYO</b>
Tecla
Escaleras

### 3.1.2.3. Equipos de protección personal utilizados para el montaje

Equipos de protección personal
Overol
Guantes
Zapatos punta de acero
Protectores de oídos
Mascarillas
Gafas industriales

### 3.1.2.4. Recomendaciones generales

- Utilizar la herramienta adecuada, tomando en cuenta el tipo de trabajo que se va a realizar.
- Mantenga las herramientas en buenas condiciones y en un lugar limpio y seguro.
- Las herramientas defectuosas deben ser eliminadas y reemplazadas por otras nuevas, o en su caso repararlas.
- Se debe instruir a las personas sobre su manejo, mantenimiento y conservación.
- Es necesario establecer un programa de mantenimiento de las herramientas en general.
- Realizar un inventario de las herramientas recibidas.
- Realizar un trabajo efectivo y de calidad.

- Estar siempre atento a la zona y área de trabajo.
- Entregar toda la herramienta al finalizar el tiempo de la práctica.
- Dejar limpia la zona de trabajo.

## **3.2. Montaje**

### **3.2.1. Introducción**

En base al resultado que se obtuvo en los preliminares, en el análisis de aspectos para la elección del avión escuela, el objetivo principal fue buscar un avión comercial que posea todos sus componentes, tanto principales como secundarios ya que en la actualidad es importante tener conocimientos actualizados para un buen desempeño en el ámbito aboral.

El avión escuela se adquirió en el Ala de transporte N° 11 ubicado en la ciudad de Quito, el mismo que se encontraba inoperativo después de haber cumplido su vida útil en la compañía de Petro Ecuador.

Ya realizada la adquisición, en el avión se fueron desmontando todos sus componentes principales como son: hélices, motores, alas exteriores, conjunto de trenes, ala central y conjunto del empenaje, para después ser trasladado al campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ubicado en la ciudad de Latacunga, posteriormente se realizó el montaje de todos sus componentes y su respectivo tratamiento estructural, para verificar que su estado no se haya alterado. (ANEXO C).



Figura 35. Sitio donde se instaló el estabilizador horizontal

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

### **3.2.2. Procedimiento para el montaje del estabilizador horizontal del avión Fairchild F- 227 (VER ANEXO B).**

#### **3.2.2.1 Conexión de accesorios del estabilizador horizontal**

##### a) Generalidades de operación:

El estabilizador horizontal se une al fuselaje mediante accesorios mecanizados de aleación de aluminio unidos con pernos entre los ángulos de extrusión los cuales se atornillan a la parte delantera y largueros posteriores.

Los accesorios también se utilizan para la fijación de la aleta vertical. Los dos son conjuntos soldados de tubos de acero atados en diagonal, están asegurados entre cada conjunto de accesorios en los largueros delantero y trasero.

Además de montar el larguero longitudinal delantera, otro conjunto de largueros tubular está fijado en los ángulos de la costilla delantera. (ANEXO D).

Este conjunto de armadura proporciona apoyo al elevador interior en la placa de soporte del cojinete de la bisagra y la palanca de control.

El elevador mueve los soportes, dos para la fijación de cada elevador, se encuentran en la estación 96 y 156 del estabilizador horizontal. Se extienden a través del larguero posterior y son proveídos con rodamientos.

#### b) Montaje de accesorios verticales

Un empalme de aleación de aluminio del accesorio es remachado en las tapas del larguero izquierdo y derecho para la fijación del estabilizador vertical con el estabilizador horizontal. Las bisagras de aleación de aluminio para la fijación del timón de dirección se ajustan a las costillas superiores e inferiores y la costilla en la línea de flotación 138. (ANEXO E) 55-30-0.

#### c) Carenados

El estabilizador horizontal se contornea en el fuselaje por ocho carenados removibles y dos carenados no extraíble.

Los ocho carenados extraíbles consisten en carenados de borde de ataque de plástico, de aleación de aluminio la lata de carenado del fuselaje superior e inferior, y los carenados traseros de plástico, todos asegurados por los tornillos y las tuercas de plata.

Los dos carenados fijos de plástico en el fuselaje trasero son clavados en



el empenaje.

La aleta vertical se contornea a la aleta dorsal por tres carenados de aleación de aluminio. (ANEXO F).



Figura 36. Conexión de accesorios

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



Figura 37. Conexión de poleas del elevador

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

### 3.2.2 Pasos para el montaje

Para su montaje se necesita conocer su diámetro, peso y sus principales componentes, mediante los procedimientos que indiquen en el Manual de Mantenimiento.

(ATA 55-10-0)

#### B. Instalación

#### 1. Colocar la eslinga para elevar el estabilizador horizontal en la aleta vertical de unión de accesorios.

En este paso se procedió a colocar la eslinga en las aletas de unión de los accesorios ya que este lugar es donde indica el manual de mantenimiento para la elevación y levantamiento del estabilizador horizontal.



Figura 38. Colocación de grúa  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Carlos Bautista

## **2. Aumentar la eslinga de elevación y alinee con estabilizador de fuselaje accesorios.**

NOTA: La eslinga de elevación se debe comprobar constantemente para un ajuste adecuado durante la instalación de los pernos de sujeción. Una vez finalizados los ajustes, la eslinga sujetara el estabilizador en el alineamiento con el fuselaje, antes de instalar los tornillos de fijación.

El siguiente paso fue aumentar la elevación de la eslinga para de esta manera el estabilizador horizontal sea subido hasta la altura de la cola del avión como lo indica el manual.

Mientras se lo elevaba se lo alineaba con el resto del fuselaje para ajustar los tornillos del estabilizador.

Tensionar poco a poco las eslingas con ayuda del tecele, con una soga amarrada en la punta y raíz del estabilizador, una vez alineado con el fuselaje, temprar la soga e irle guiándole hasta que se asiente en la cola del fuselaje.



Figura 39. Elevación del estabilizador horizontal

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



Figura 40. Alineación del estabilizador horizontal con fuselaje

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



Figura 41. Alineación del estabilizador vertical con el horizontal

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



**3. Instale los pernos delanteros y posteriores de sujeción con la cabeza de los tornillos hacia adelante.**

Inserte las arandelas, P/ N AN960PD-1016, debajo de las cabezas de los tornillos y pernos, P / N 27-200004-3, con frutos secos. Instale arandelas, una en cada lado del fuselaje, con los extremos largos hacia el interior.

En este procedimiento de ajuste se colocó los pernos y tornillos con su respectiva arandela según el PN establecido en el manual, esto para sujetar el estabilizador con la parte interior del fuselaje.

En este procedimiento utilizamos un destornillador eléctrico y destornilladores de estrella para ajustar los tornillos, también se debe contar con llaves mixtas para poder ajustar las tuercas para realizar el ajuste indicado en el manual.



Figura 42. Instalación de pernos delanteros y posteriores

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



Figura 42. Ajuste del estabilizador horizontal

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



Figura 43. Ajuste final del estabilizador horizontal

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

#### Herramientas para ajustar:



Figura 44. Llaves mixtas

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista





Figura 45. Destornillador eléctrico  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Carlos Bautista



Figura 46. Destornilladores estrella  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Carlos Bautista



**4. El torque para ajustar los pernos es de 450-650 PSI. Asegurar con pines de pasador.**

Para este paso se utilizó un torquimetro para ajustar los pernos con un torque de 450 a 650 PSI, lo recomendable es poner un torque promedio para garantizar el ajuste de los pernos adecuadamente.

Para este procedimiento utilizamos un torquimetro adecuado y bien calibrado para poder ajustarle eficientemente a la estructura del fuselaje, este paso se debe realizar con todas las seguridades establecidas para evitar accidentes en el futuro ya que es el paso más importante para que el estabilizador permanezca en su posición inicial.

La posición inicial del estabilizador horizontal debe ser el mismo cuando el avión fue desmontado en la ciudad de Quito.



Figura 47. Iniciando a dar el torque

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



Figura 48. Dando Torque  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Carlos Bautista



Figura 49. Asegurado con pasador  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Carlos Bautista

## Herramientas para dar torque:



Figura 50. Torquímetro

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista



Figura 51. Rachas y dados

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

## 5. Remover la eslinga

En este paso se procedió a retirar la eslinga, después de que el estabilizador horizontal ya fue colocado en su posición y posteriormente fue ajustado, asegurado, dado el torque establecido en el manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227.

Finalmente retirar cuidadosamente las eslingas y sogas, posteriormente retirar el tecele sin golpear el empenaje y asegurarla bien por condiciones de vientos fuertes.

Después de realizar este procedimiento el estabilizador horizontal quedo totalmente asegurado al fuselaje de avión por tal motivo ya se podía realizar los trabajos de manera más segura y tranquila continuando los pasos siguientes en el manual de mantenimiento.



Figura 52. Remoción de la eslinga

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista





Figura 53. Retiro de la eslinga  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Carlos Bautista

### 3.2.3 Estudio Legal

- Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es lo que establece en la R-DAC parte 142 subparte C., en el literal 142.203 Requisitos de equipamiento, materiales y ayudas de instrucción.
- Como segundo fundamento que es de importancia y que complementa la realización del proyecto de grado es lo que estipula la R-DAC 147 Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, en el literal 147.17 Requerimientos del equipo de instrucción, donde indica la obligación de la escuela de Técnicos Aeronáuticos de contar con un avión de instrucción para el correcto aprendizaje de los estudiantes de la institución.

### 3.2.4. Estudio económico

Básicamente lo que se realizó en el estudio económico fue analizar el presupuesto a invertirse durante todo el proceso, como es el traslado y montaje de todos los componentes, para ello se basó en proformas que se cotizaron tanto para soportes, herramientas y transportación de todo el avión, partiendo del estudio de factibilidad económico financiero que se realizó en el anteproyecto.

- **Rubros**

Para determinar el costo total de la cimentación de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costos primarios (Equipos y materiales de apoyo)
- Costos secundarios (Materiales de oficina)

➤ **Costos primarios**

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
1	Adquisición de herramientas	100
2	Técnicos especializados	200
3	Entre otros	100
	<b>TOTAL</b>	<b>400</b>

Costos primarios.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

➤ **Costos Secundarios**

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
1	Aranceles de graduación	120
2	Suministros de oficina	90
3	Transporte	80
4	Impresiones e Internet	50
5	Empastados anillados	50
6	Hospedaje	150
7	Varios	60
	<b>TOTAL</b>	<b>600</b>

Costos secundarios.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

➤ **Costo Total**

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
1	Costos primarios	400
2	Costos secundarios	600
	<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>

Costo total del proyecto.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Carlos Bautista

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se recopiló la información del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227.
- Se investigó sobre el funcionamiento del estabilizador horizontal.
- Se instaló el estabilizador horizontal del avión Fairchild FH – 227 con matrícula HC-BCD en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Se determinó que el estabilizador horizontal y vertical comparten la cola del avión para ser instalados.
- Se llegó a la conclusión que para realizar la elevación y alineación del estabilizador horizontal se utilizó una eslinga o grúa.



## 4.2 Recomendaciones

- Utilizar las herramientas adecuadas para el montaje de las partes y componentes del estabilizador horizontal del avión Fairchild FH-227.
- Seguir los pasos indicados en el manual de mantenimiento para realizar un montaje correcto del estabilizador horizontal.
- Para el trabajo de unir y enganchar con el fuselaje se recomienda tomar en cuenta el peso, fuerza y dimensiones necesarias para completar con lo establecido en el manual.
- Instalar primero el estabilizador horizontal y una vez que este asegurado instalar el estabilizador vertical.
- Entregar toda la herramienta utilizada para el montaje al finalizar el trabajo realizado.

## GLOSARIO

### A

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

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

**Aeronavegabilidad:** Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que:

Cumpla con su certificado Tipo.- Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo.

Que la aeronave lleve una operación afectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.), hasta su próximo mantenimiento.

**Altura.-** La altura de un objeto - o geométricas es una longitud o una distancia de una dimensión geométrica, usualmente vertical o en la dirección de la gravedad. También se usa el término altura para designar la coordenada "vertical" de la parte más elevada de un objeto.

**Ala.-** En aeronáutica se denomina ala a un cuerpo aerodinámico compuesto de perfiles aerodinámicos 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.

**Alerones.-** Los alerones están colocados cerca de la punta del ala y hacia el borde posterior, y permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al avión sobre el eje longitudinal. Si se mueve el volante de mando a la izquierda o se inclina en

la misma dirección la palanca cuando no hay volante, el alerón izquierdo se levanta y el derecho baja, produciéndose así una inclinación de las alas hacia la izquierda. Si se mueve el mando a la derecha, se inclinarán hacia ese lado.

## C

**Condiciones.-** Estado incierto en el cual se encuentra un objeto.

**Controles de vuelo.-** Superficies y mandos que permiten al avión cambiar de aptitud. Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la cabina de pilotos mediante una palanca de mando, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

**Cabina.-** La cabina de vuelo, es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente; controla la aeronave, la cabina de una aeronave contiene el instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y despegar o aterrizar el avión.

## D

**Desmontar.-** Quitar algo para que no esté disponible.

## E

**Esquemas.-** Esquema, organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica y visualmente sencilla que deja claro las relaciones que hay establecidas en dicha obra. Se puede hacer un esquema de un libro, de un cuadro, de un informe, de una teoría o de cualquier otra cosa.

**Estructura.-** En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los otros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados,

afianzados y sujetos por medio de montantes y cables le riostramiento, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento.

**Empenaje de la cola.-** El modelo normal de 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. Algunas veces toda la superficie se puede mover y el elevador se elimina. La parte fija de la superficie vertical es el estabilizador vertical y la móvil el timón de profundidad.

**Estándar.-** Tipo, modelo, patrón, nivel.

**Empenaje.-**Conjunto de timón de cola y timón de dirección.

## F

**Flaps.-** Situado en el borde de fuga del ala. Aumenta el coeficiente de sustentación del ala mediante el aumento de superficie o el aumento de coeficiente de sustentación del perfil, entrando en acción en momentos adecuados, cuando este vuela a velocidades inferiores a aquellas para las cuales se ha diseñado el ala, replegándose posteriormente y quedando inactivo.

## H

**Habilitar:** Hacer a una persona o cosa hábil o apta para aquello que antes no lo era.

**Hidráulica.-** La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma.

## I

**Instalar.-** Es completar los distintos procesos para que un componente pueda ser montado y utilizado.

**Instrumentos de vuelo.-** Se denomina instrumentos de vuelo al conjunto de mecanismos que equipan una aeronave y que permiten el vuelo en condiciones seguras. Dependiendo de su tamaño o grado de sofisticación, una aeronave puede contar con un número variable de instrumentos. Se clasifican en tres grupos: de control, de performance y de navegación.

## M

**Montar.-** Ponerse encima de algo o subirse a algo.

## N

**Nácela.-** Cubierta protectora.

**Navegación.-** La navegación aérea es el conjunto de técnicas y procedimientos que permiten conducir eficientemente una aeronave a su lugar de destino, asegurando la integridad de los tripulantes, pasajeros, y de los que están en tierra. La navegación aérea se basa en la observación del cielo, del terreno, y de los datos aportados por los instrumentos de vuelo.

**Neumática.-** La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales.

## **P**

**Poleas.-** Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada en su borde, que, con el curso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal ("garganta"), se usa como elemento de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos.

## **T**

**Tabulación:** Acción y efecto de tabular.

**Tabular:** Expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas.

**Transporte.-** Se denomina transporte o transportación (del latín trans, "al otro lado", y portare, "llevar") al traslado de personas o bienes de un lugar a otro. El transporte es una actividad fundamental de la Logística que consiste en colocar los productos de importancia en el momento preciso y en el destino deseado.

## **V**

**Vuelo.-** El vuelo es la acción de volar: cualquier movimiento a través del aire generado por elevación aerodinámica o flotabilidad aerostática. También recibe el nombre de vuelo el desplazamiento de las naves espaciales más allá de la atmósfera terrestre.

## **ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**ATA:** Asociación de Transporte Aéreo.

**IPC:** Catalogo Ilustrado de Partes

**MM:** Manual de Mantenimiento.

**OHM:** Manual de Overhaul.

**SRM:** Manual de Reparaciones Estructurales.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Manual de mantenimiento Avión Fairchild FH-227J, matrícula HC-BCD.
- IPC Catalogo Ilustrado de Partes del Avión Fairchild FH-227J, matrícula HC-BCD.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild Hiller FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)
- <http://fh227.rwy34.com/> Sitio dedicado a el FH-227(en inglés)
- <http://www.airliners.net/> Con información técnica y general de los FH-227(en inglés)
- <http://www.pilotoviejo.com/> Informaciones y fotos de los FH-227 de la Fuerza Aérea Uruguay.
- <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>
- <http://www.skytechnologies.net/controlplane/index.html>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilizador\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilizador_(aeron%C3%A1utica))
- [http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/idealizacon\\_estructuras.htm](http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/idealizacon_estructuras.htm)
- <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aeronauticos.htm>
- <http://io.us.es/pfc/JJCR/Introduccion%20PFC.pdf>

# **ANEXOS**



## **ANEXO A: ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

## **1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) ubicado en la ciudad de Latacunga - provincia de Cotopaxi, conocedor de la necesidad de profesionales dentro del campo aeronáutico prepara y capacita personal técnico con un alto nivel de conocimientos en esta área, para enfrentar los retos del futuro y satisfacer el mercado actual de profesionales de gran calidad.

EL ITSA es el único instituto en el país que como Mecánica Aeronáutica, Logística, Telemática, Seguridad Aérea y Terrestre, con el fin de aportar al desarrollo del país y la ciudad en la que se encuentra ubicado, así como planificar y ejecutar cursos de capacitación para el personal, por lo cual cuenta con un personal altamente capacitado y muy preparado y gracias a ello se ha ganado un alto prestigio a nivel nacional.

En la actualidad el instituto cuenta con talleres y laboratorios totalmente equipados para proporcionar un correcto aprendizaje, pero con los avances de la tecnología y la necesidad de mantenerse acorde a las nuevas formas de enseñanza es necesario ir implementando nuevos materiales didácticos como lo es un avión escuela el cual sería de mucha ayuda en la formación de nuevos tecnólogos, ya que en él se podría obtener un aprendizaje mucho más acertado y claro de lo que es la aviación comercial.

Existen instituciones como la Fuerza Aérea Ecuatoriana que opera en las diversas bases del país, donde poseen aviones operativos como inoperativos, que por diversos motivos han perdido su aeronavegabilidad, uno de estos aviones se encuentra en el Ala de transporte N° 11 ubicada en la ciudad de Quito - Provincia de Pichincha, este es un avión Fairchild FH - 227 está operativo y tiene las características para ser utilizado como avión escuela en el instituto.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico realizó las gestiones y obtuvo la respectiva autorización por lo tanto ahora se debe planificar el traslado del avión del Ala de Transporte N° 11 a las instalaciones del Instituto.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo realizar la planificación y los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH - 227J del Ala de Transporte N° 11 a las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

## **1.3 Justificación e Importancia**

Teniendo en consideración que el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO está proyectado, a ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional, por lo tanto debe proporcionar instalaciones, facilidades, materiales que ayuden a mejorar la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo aeroespacial.

Estas mejoras en el instituto deben tener en cuenta parámetros como las mejoras en calidad, seguridad, condiciones en el trabajo y optimización de los recursos, ya que los cambios que se implementan en una institución son el resultado de adecuaciones contemporáneas de sus herramientas de enseñanza.

Los laboratorios y talleres con que cuenta el instituto deben ser utilizados eficientemente, para aprovechar los beneficios que estos nos ofrecen.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Generales**

- Trasladar el avión Fairchild FH - 227 con matrícula HC - BHD mediante la planificación de la logística y los procesos técnicos desde el Ala de Transporte N° 11 hacia las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) para que este sea utilizado como avión escuela.

### **1.4.2 Específicos**

- Recolectar información que nos ayude a realizar el traslado del avión Fairchild FH - 227 con matrícula HC - BHD.
- Realizar una observación para determinar el estado en que se encuentra el avión.
- Determinar la ruta por donde va a ser traído el avión para poder realizar el traslado del mismo hacia el instituto.
- Analizar las herramientas adecuadas para el montaje y desmontaje de los componentes del avión.
- Planificar el tiempo de duración mediante la elaboración de un cronograma el traslado del avión.

## **1.5 Alcance**

El trabajo de investigación a desarrollarse va a brindar y a ser de ayuda al ITSA ya que mejorara la enseñanza y de manera primordial a los estudiantes e instructores de la carrera de mecánica, tanto en forma teórica como practica ya que les permite tener un conocimiento más claro actualizado y preciso de lo que es la aviación, de esta forma los estudiantes van a tener un mejor desenvolvimiento en su vida profesional, por lo tanto el instituto va a seguir ganando prestigio a nivel nacional e internacional.

## **2. PLAN METODOLÓGICO**

### **2.1 Modalidad básica de la investigación**

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

**De campo.-** Se realizara esta modalidad ya que para realizar la investigación estaremos en el lugar mismo donde se encuentra el avión.

**Documental.-** En el desarrollo del proyecto se utilizaran los respectivos manuales del avión y libros de la Dirección de Aviación Civil.

### **2.2 Tipos de investigación**

**No experimental.-** Se utilizara este tipo de investigación ya que para el desarrollo de este proyecto se observara y recopilara toda la información de acuerdo al avance del proyecto, dicha información y procedimientos ya están dados en manuales y libros los cuales los tenemos que seguir muy estrictamente.

### **2.3 Niveles de investigación**

**Descriptiva.-** Con la investigación descriptiva se va obtener una información más centrada, ya que existe conocimiento del problema y no es ajeno a nuestra realidad de las necesidades que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico está presentando en estos momentos.

### **2.5 Recolección de datos**

Este paso nos permitirá conocer y saber dónde está la fuente de información, y por lo tanto vamos a obtener datos concretos del proyecto a investigar.

### 2.5.1 Técnicas

- **Bibliográfica.-** Se utilizara esta técnica ya que vamos a utilizar los manuales del avión, en donde se encuentra los procedimientos e información para el desarrollo del proyecto.
  - **De campo**
- ❖ **Observación.-** Mediante la observación se podrá determinar el orden en el que se van a realizar las tareas y procesos para el avance del proyecto.

### 2.6 Procesamiento de la información

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

### 2.7 Análisis e interpretación de resultados

Los datos obtenidos de la investigación serán presentados en forma escrita, y la información obtenida servirá para buscar una solución al problema investigado.

### 2.8 Conclusiones y recomendaciones de la investigación

Después de ejecutar la planificación de toda la investigación se procederá en un futuro a concluir y recomendar.

### **3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

#### **3.1 Marco teórico**

##### **3.1.1 Antecedentes de la investigación**

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no se han realizado proyectos como la adquisición de un avión escuela por tal motivo se realizara la adquisición del mismo, ya que la aviación es un campo que día a día se va modernizando y se debe optar por otras técnicas que mejoren la enseñanza impartida en el instituto.

##### **3.1.2 Fundamentación teórica**

#### **Avión Fairchild**

##### **Introducción**

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.

El primer F-227 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie. Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses: F.27-100 producido por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild. F.27-200 al F-27A de Fairchild. F.27-300 al F-27B de Fairchild.

Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F(un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y re motorizado con DartMk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.

### Desarrollo del FH-227



(Figura 1.1) Fairchild Hiller 227 del Vuelo 571 de la Fuerza Aérea Uruguaya

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. Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaban doce ventanillas ovales por lado, comparados a las diez de los FH - 227. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los



mismos motores de los FH - 227J.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales.

Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión. El primer aparato realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a 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. PiedmontAirlines recibirá su primer avión el 15 de marzo de 1967.

### **Versiones**

**FH-227.-** Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 cv. Estos motores tenían una caja de reducción de 0.093:1. Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500 lbs.)

**FH-227B.-** Versión reforzada de mayor peso, pedida por PiedmontAirlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967. Como planta motriz se instalan DartMk 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.)

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

**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 caja de reducción de 0.093:1.  
Peso máximo al despegue de (45.500 lbs.)

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

### **Producción**

Los números de constructor de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227. Muchos de estos aviones fueron modificados a lo largo de su vida útil y pasaron de ser por ejemplo, convertidos de FH-227 a FH-227B u otras posibilidades según los deseos de los operadores. Pero en términos generales y tomando en cuenta su entrega inicial la producción puede dividirse en:

**FH-227** 33 aviones

**FH-227B** 37 aviones

**FH-227D** 8 aviones

Seis aviones fueron convertidos en FH-227E, incluyendo el C/N 501 originalmente el avión FH-227 demostrador de Fairchild Hiller, vendido después a la MobilOil donde volará con el registro N2657. Otros aviones serán modificados por Fairchild Hiller a lo largo de su vida útil en LCD.

De la serie final de ocho FH-227D, cinco aviones fueron construidos como FH-227D LCD, los tres aviones restantes construidos para diferentes organismos de México carecían de la gran compuerta de carga. De los cinco FH-227D LCD, dos fueron adquiridos por la Fuerza Aérea Uruguaya, los C/N 571 y C/N 572 recibiendo las matriculaciones FAU-570 y FAU-571.

El FAU-571 entregado en 1968, fue perdido en un trágico accidente en los Andes el 13 de octubre de 1972, lo que lleva a la FAU a pedir a Fairchild un avión adicional, recibiendo entonces el FH-227D LCD C/N 574 que volará bajo la

matriculación FAU-572.

Los otros dos FH-227D LCD(C/N 573 y C/N 575) fueron operados inicialmente por la "American Jet Industries" y la Texas Petroleum. El avión de producción final, el FH-227D C/N 578 tuvo como último operador la Armada de México, donde volaba bajo la registraci3n MT-216

### Especificaciones t3cnicas de Fairchild Hiller FH-227D LCD



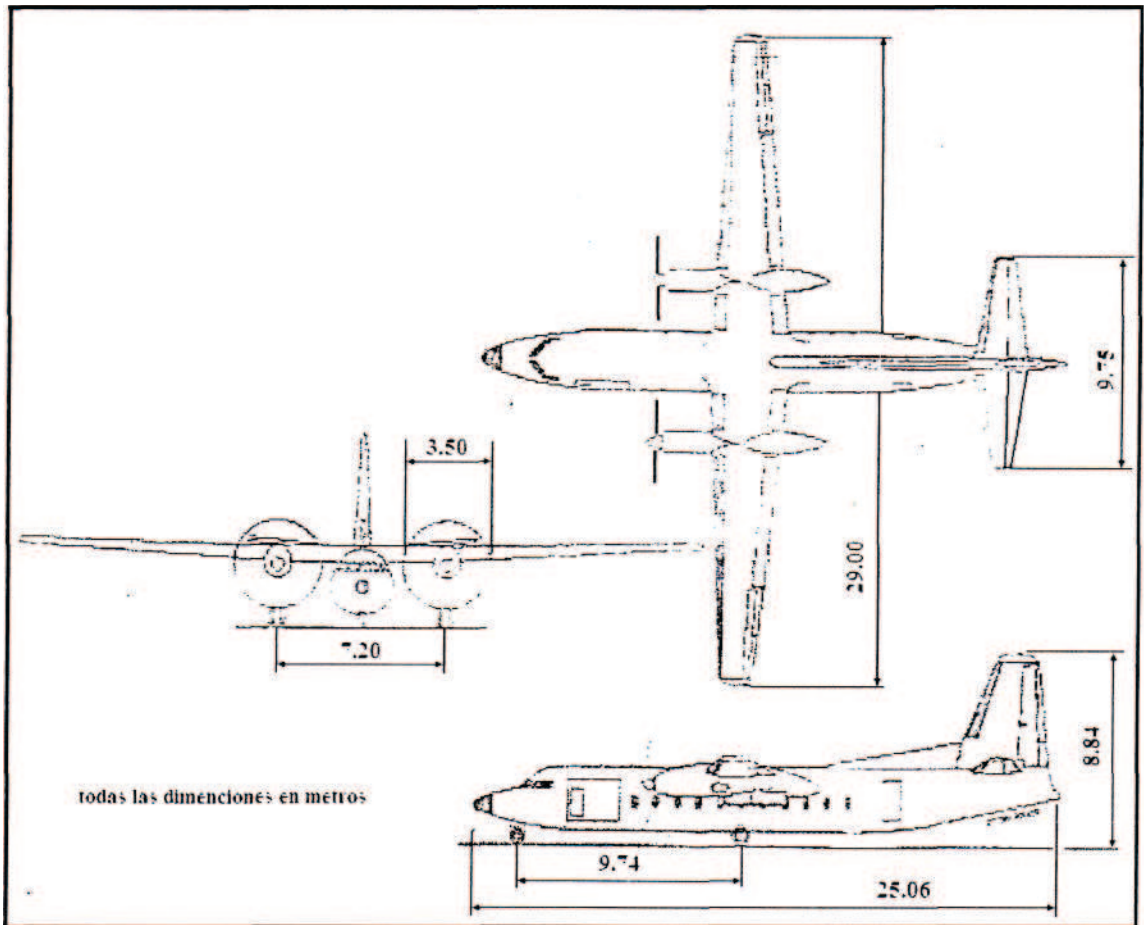
(Figura 1.2)

<b>Tipo</b>	<u>Avi3n comercial</u> y de transporte
<b>Fabricante</b>	<u>Fairchild Hiller</u>
<b>Primer vuelo</b>	<u>27 de enero</u> de <u>1966</u>
<b>Introducido</b>	<u>1 de julio</u> de 1966(Mohawk)
<b>Estado</b>	Algunos ejemplares todav3a en servicio
<b>Usuarios</b>	<u>Fuerza A3rea Uruguaya</u>
<b>principales</b>	<u>Aces Colombia</u> <u>Marina Peruana</u>
<b>Producci3n</b>	78
<b>N.º construidos</b>	78 modelos FH-227
<b>Desarrollo del</b>	<u>Fokker F27</u>

El **FH-227** fue un derivado del avi3n civil holand3s Fokker F27 construido bajo licencia por Fairchild Hiller en su f3brica de Hagerstown, Maryland estado de Virginia (EEUU).

## DIMENSIONES

- ❖ Longitud: 25,50 m
- ❖ Envergadura alar: 29 m
- ❖ Altura: 8,41 m



## PESOS

- **Máximo al despegue (MTOW):** 20.640 kg (45.500 lbs.)
- **Máximo al aterrizaje (MLW):** 20.410 kg (45.000 lbs.)
- **Vacío (ZFW):** 18.600 kg (41.000 lbs.)
- **Plantamotriz:** 2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv, Reduction Gearing 0.093.1. Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y

se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

- **Hélices:** dos de tipo Rotor de un diámetro nominal de 12,5 ft. El máximo régimen permitido era de 16.500 rpm y funcionaban en 4 posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.

## PRESTACIONES

- **Velocidad máxima(Vne):** 259 kts (478 km/h)
- **Velocidad de crucero:** 220 kts (407 km/h)
- **Velocidad máxima de operación(Vmo):** 227 kts( 420 km/h) a 19.000 ft
- **Velocidad de extracción de flaps(Vfe):** 140 kts (259 kph)
- **Velocidad de operación del tren de aterrizaje:** 170 kts (314 km/h)
- **Velocidad mínima de control:** 90 kts (166 kph) (sin tren ni flaps abajo)
- **Velocidad mínima de control:** 85 kts (157 kph) (todo abajo, dependiendo peso)
- **Flaps:** 7 posiciones
- **Combustible:** 5.150 l (1.364 galones)
- **Consumo:** 202 gal/hora
- **Máxima autonomía:** 2.661 km (1.437 nm)
- **Techo de servicio:** 8.535 m
- **Tripulación:** 2
- **Pasajeros:** 48 a 52
- **Carga útil:** 6.180 kg(13.626 lbs)
- **Producción:** de 1966 a 1972 (cierre de la producción)
- **Ejemplares producidos:** 78

**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.

**Empenaje convencional:** Donde los estabilizadores horizontales son la parte final del fuselaje y el estabilizador horizontal se ubica sobre el fuselaje.



### **Las superficies estabilizadoras:**

Son elementos, generalmente situados en la parte trasera del avión, que permiten su control y aseguran la estabilidad y confort del vuelo.

**El estabilizador horizontal:** Es semejante a un ala pequeña que se sitúa en la cola del avión. Existen casos, especialmente en aviones militares y rara vez en los civiles en los que la superficie horizontal se halla situada por delante del ala; en estos casos se dice que está en disposición canard. Se divide en una parte fija delantera, denominada plano fijo horizontal, y una parte móvil detrás, denominada timón de profundidad o elevadores.

- **Timón de profundidad o elevadores.-** Son superficies flexibles ubicadas en la parte trasera de los estabilizadores horizontales de la cola. La función de los elevadores es hacer rotar el avión en torno a su eje lateral, permitiendo el despegue y el aterrizaje, así como ascender y descender una vez que se encuentra en el aire. Los dos elevadores se mueven simultáneamente hacia arriba o hacia abajo cuando el piloto mueve el timón, o en su lugar la palanca o bastón, hacia atrás o hacia delante. Cuando el timón o la palanca se tiran hacia atrás, los elevadores se mueven hacia arriba y el avión despegue o toma altura debido al flujo de aire que choca contra la superficie de los elevadores levantadas. Si, por el contrario, se empuja hacia delante, los elevadores bajan y el avión desciende.





**El estabilizador vertical:** Está situado en la cola del avión y de la misma forma que el estabilizador horizontal se encuentra el timón de dirección o Rudder.

- **Timón de cola o de dirección. (Rudder).**- Esta superficie flexible situada detrás del estabilizador vertical de la cola sirve para mantener o variar la dirección o rumbo trazado. Su movimiento hacia los lados hace girar al avión sobre su eje vertical. Ese movimiento lo realiza el piloto oprimiendo la parte inferior de uno u otro pedal, según se desee cambiar el rumbo a la derecha o la izquierda.

Simultáneamente con el accionamiento del correspondiente pedal, el piloto hace girar también el timón para inclinar las alas sobre su eje con el fin de suavizar el efecto que provoca la fuerza centrífuga cuando el avión cambia de rumbo. Cuando el piloto oprime el pedal derecho, el timón de cola se mueve hacia la derecha y el avión gira en esa dirección. Por el contrario, cuando oprime la parte de abajo del pedal izquierdo ocurre lo contrario y el avión gira a la izquierda.



## 3.2. Modalidad básica de la investigación

### 3.2.1 De campo

Para realizar esta investigación viajamos a la ciudad de Quito donde se encuentra ubicada el Ala de Transporte ND 11 y nos permitió constatar que el avión Fairchild FH - 227 con matrícula HC - BHD se encuentra en muy buen estado.

#### ALAS



## HÉLICES



## FUSELAJE





## EMPENAJE



## MOTORES



## CABINA



Este es el sitio donde será ubicado el avión Fairchild FH - 227J



### **3.3 Tipo de investigación**

La investigación que se realizó es de tipo no experimental porque se limitó a la observación y al seguimiento de la información obtenida, basada en los manuales de mantenimiento del avión, para en lo posterior planificar el traslado del avión y dar soluciones prácticas a los problemas que conlleva el traslado del mismo.

También con este tipo de investigación se determinó el problema que tiene la carrera de mecánica como lo es la falta de un avión escuela razón por la cual se realiza este proyecto.

### **3.4 Niveles de investigación**

La investigación que se realizó fue descriptiva en razón que se realizó una visita al Ala de Transporte ND 11 y nos permitió tener una idea muy clara de la situación en que se encuentra el avión, donde se pudo constatar en forma general el estado de su estructura, alas, pintura, trenes de aterrizaje, fuselaje, etc.

## **3.6 Recolección de datos**

### **3.6.1 Técnicas**

#### **3.6.1.1 De campo**

##### **➤ Observación**

Se realizó esta técnica de investigación utilizando una ficha de observación en donde se pudo constatar el estado del avión Fairchild F27J con matrícula HC – BHD y que este se encuentra en el Ala de Transporte N° 11.

##### **➤ Bibliográfica**

A través de esta técnica se pudo obtener información muy detallada y completa relacionada a nuestra investigación, como por ejemplo en el manual de mantenimiento general del avión Fairchild FH - 227 HC -BHD, y por lo tanto se podrán realizar todos los procedimientos de traslado del avión de mejor manera.

### 3.7 Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se lo realizara a través de una revisión crítica en donde se irá eliminando la información errónea o que no nos sea de mucha utilidad, hasta obtener información más clara y confiable.

#### Condiciones del Avión

PARTES DEL AVIÓN	CONDICIONES QUE SE ENCUENTRA		
	Bueno	Regular	Malo
Trenes	•		
Cabina	•		
Alas	•		
Hélices	•	•	
Motores	•		
Estabilizador horizontal	•		
Estabilizador vertical	•		
Ventanas	•		
Pintura			•
Puertas		•	
Asientos	•		
Baño		•	
Tapicería		•	

**Tabla 1.** Estado en el que se encuentra la aeronave.

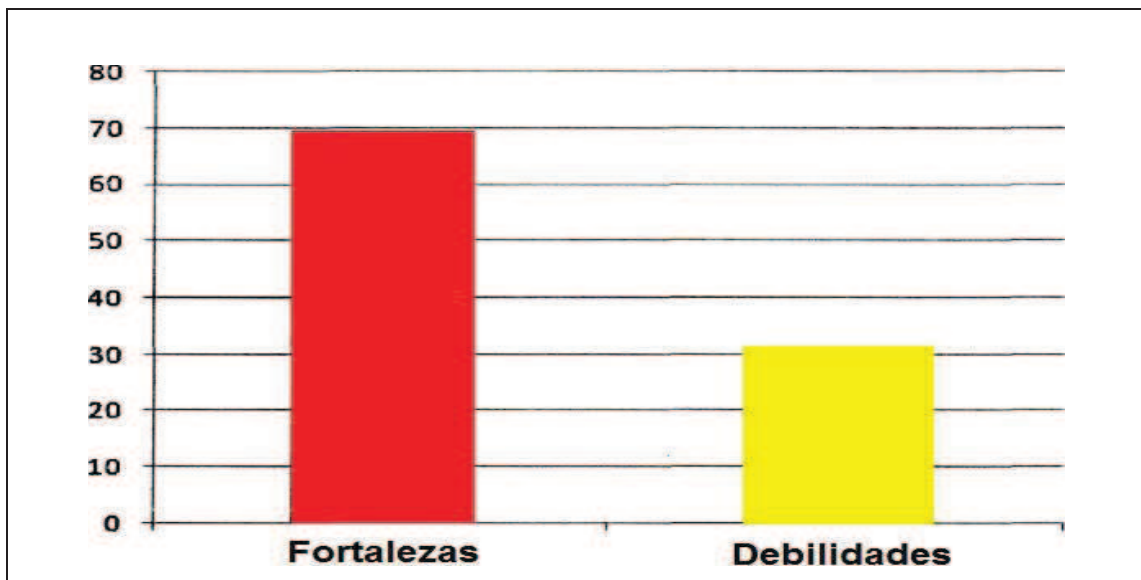


## Formato de fortalezas y debilidades

**Tabla estadística de frecuencia**

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

**Tabla de fortalezas y debilidades**



**Fuente:** Observación.

**Elaborado por:** Bautista Díaz Carlos Augusto

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

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

**Interpretación.-** Como lo muestra la tabla los resultados se interpretan de la siguiente manera:

- El 69.2 % del avión se encuentra en buenas condiciones.
- El 30 % del avión no está en buenas condiciones, debido al tiempo que estuvo inoperable.

Los trenes se encuentran en perfecto estado ya que la aeronave esta sobre ellos, la cabina se encuentra con todos los instrumentos y equipos en perfecto estado, las hélices están instaladas en los motores y en buen estado, los motores están instalados y en buen estado, el estabilizador horizontal y vertical se encuentran en buen estado, las ventanas y el baño se encuentra en buen estado, las puertas y la pintura se encuentra en mal estado.

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

#### **Conclusiones:**

- A través de la visita que se realizó al Ala de Transporte N° 11 se pudo constatar las características y el estado en que se encuentra el avión Fairchild F - 27J.
- La información encontrada en los manuales fue de gran ayuda ya que se detalla en forma clara los procesos a seguir para concluir el proyecto.
- Para realizar el traslado del avión es necesario desmontar los componentes del avión.
- Para desmontar el estabilizador vertical y horizontal del avión es necesario primero desmontar los controles de vuelo (elevadores y rudder).
- Para el montaje del estabilizador horizontal y vertical es necesario contar con las herramientas adecuadas.

#### **Recomendaciones:**

- Montaje de los componentes como las alas, estabilizador vertical y horizontal en las instalaciones del instituto.
- Seguir los procedimientos de acuerdo a los manuales del avión para su desmontaje y montaje.
- Buscar rutas alternativas debido a los obstáculos para trasladar sin inconvenientes el avión.
- Montaje de los controles de vuelo del estabilizador vertical y horizontal del avión.
- Mejorar el lugar en el Instituto, donde va a ser colocado el avión.

## **4. FACTIBILIDAD DEL TEMA.**

### **4.1 Factibilidad Técnica**

El proceso de traslado del avión Fairchild F - 27J es factible técnicamente ya que se cuenta con las herramientas, y equipo necesario para realizar el montaje y desmontaje de las partes como son las alas, motores, estabilizador horizontal y vertical, trenes de aterrizaje, etc. Para realizar su traslado se cuenta con soportes en donde serán ubicados todas las partes desmontadas y el avión en sí.

### **4.2 Factibilidad Legal**

El fundamento legal para realizar la investigación del proyecto se basa en la RDAC 147.17 que dice lo siguiente:

#### **147.17 Requerimientos del equipo de instrucción**

- a) Un solicitante de un certificado de escuela de técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener los siguientes equipos de instrucción, como sean apropiados para las habilitaciones que solicita:
  1. Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y componentes de aeronaves, motores, sistemas y componentes de motores (incluyendo las hélices) de una cantidad y tipo conveniente para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado
  2. Al menos una aeronave de un tipo actualmente certificado por la D.G.A.C. para operación privada o comercial, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de

aterrizaje, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y con los cuales el técnico debe estar familiarizado

#### 4.3 Factibilidad Operacional

Con la finalización de este trabajo se tendrá varios beneficios ya que este avión va a ser utilizado por todos los estudiantes civiles y militares del ITSA, además de los docentes quienes serán los encargados de impartir todos sus conocimientos en la práctica además de la que ya imparten en la teoría, ayudan de esta manera al instituto a cumplir con su misión de formar profesionales capaces de desenvolverse en el campo de la aviación y mejorar cada vez más el prestigio del instituto.

#### 4.4 Económico Financiero, Análisis Costo - Beneficio (tangible e intangible)

##### Presupuesto del tema

N°	Material	Costo
1	Alimentación	80 USD
2	Transporte	80 USD
3	Hospedaje	100 USD
2	Internet, anillados, empastados	40 USD
3	Varios	100 USD
4	Herramientas	150 USD
<b>TOTAL</b>		<b>550 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Bautista Díaz Carlos Augusto

## **5. DENUNCIA DEL TEMA**

MONTAJE DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL AVION FAIRCHILD F – 227 J CON MATRICULA HC - BCD EN EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

## CRONOGRAMA

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	marzo			mayo			julio		
				P	P	P	P	P	P	P	P	P
1	Formulación de ideas	5 días	mar 01/02/11									
2	Recopilación de datos	12 días	mar 08/02/11									
3	Elaboración	15 días	jue 24/02/11									
4	Presentación del anteproyecto	5 días	jue 17/03/11									
5	Aprobación del anteproyecto	15 días	jue 24/03/11									
6	Desarrollo del tema	50 días	jue 14/04/11									
7	Desarrollo del informe escrito	15 días	jue 23/06/11									
8	Desarrollo del trabajo de graduación	20 días	jue 14/07/11									
9	Pre defensa del trabajo de graduación	8 días	jue 11/08/11									
10	Defensa del trabajo de graduación	10 días	mar 23/08/11									



Elaborado por: Bautista Diaz Carlos A.

Tarea		Resumen		Hito externo	
División		Resumen del proyecto		Progreso	
Hito		Tareas externas		Fecha límite	

## GLOSARIO

### A

**Aeroespacial.**-Es una industria de alta tecnología, sus productos incluyen desde transbordadores o lanzaderas espaciales, satélites, motores para cohetes, helicópteros, aviones privados y jets, aeronaves militares (y las armas con las que están equipadas) y aviones comerciales.

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

**Alas.**-El tamaño y la forma de las alas varían mucho con los requerimientos aerodinámicos. Las alas de los aviones supersónicos suelen estar inclinadas hacia atrás, dando al avión el aspecto de una punta de flecha dirigida hacia adelante y muy estilizada. Esta forma permite reducir la brusca variación de compresión cuando el avión se aproxima a la velocidad del sonido. La importancia del ala dentro de la estructura del avión se pone de manifiesto con el desarrollo de las alas volantes, aviones en los que el fuselaje y la cola se han eliminado completamente.

**Alerones.**-Los alerones están colocados cerca de la punta del ala y hacia el borde posterior, y permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al avión sobre el eje longitudinal. Si se mueve el volante de mando a la izquierda o se inclina en la misma dirección la palanca cuando no hay volante, el alerón izquierdo se levanta y el derecho baja, produciéndose así una inclinación de las alas hacia la izquierda. Si se mueve el mando a la derecha, se inclinarán hacia ese lado.

### C

**Controles de vuelo.**-Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la



cabina de pilotos mediante una palanca de mando, con o sin volante, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

**Cabina.-** La cabina de vuelo, es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente, controla la aeronave. La cabina de una aeronave contiene el instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar el aparato. En la mayoría de las aeronaves comerciales, una puerta separa la cabina de vuelo de la cabina de pasajeros. La mayoría de las cabinas de vuelo tienen vidrios protectores de los rayos de sol y una o más ventanillas que pueden ser abiertas mientras el avión están en tierra.

## **E**

**Esquemas-** Esquema, organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica y visualmente sencilla que deja claro las relaciones que hay establecidas en dicha obra. Se puede hacer un esquema de un libro, de un cuadro, de un informe, de una teoría o de cualquier otra cosa.

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

**Empenaje de la cola.-**El modelo normal de 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. Algunas veces toda la superficie se puede mover y el elevador se elimina. La parte fija de la superficie vertical es el estabilizador vertical y la móvil el timón de dirección. Hay diseños que tienen dos superficies verticales y, por tanto, dos timones de dirección.

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

## F

**Factibilidad.-** (Del lat. factibilis). Adj. Que se puede hacer.

**Flaps.-** aumentan la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje.

## H

**Hélices.-** Es un dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas o alabes, montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de éste en un mismo plano. Su función es transmitir a través de las palas su propia energía cinética (que adquiere al girar) a un fluido, creando una fuerza de tracción. Las primeras aplicaciones de las hélices, hace miles de años, fueron los molinos de viento y agua. Hoy en día, también bajo los nombres de "rotor", "turbina" y "ventilador", las hélices y los dispositivos derivados de ellas se emplean para multitud de propósitos: refrigeración, compresión de fluidos, generación de electricidad, propulsión de vehículos e incluso para la generación de efectos visuales (estroboscopia).

## M

**Material Didáctico.-** El material didáctico se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la

adquisición de conceptos habilidades, actitudes o destrezas.

## O

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

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

## T

**Tren de aterrizaje.-**Suele ser uno de los mecanismos más complicados de un avión. Entre sus componentes se incluye el amortiguador principal, que es una pata con una estructura muy resistente, en cuya parte inferior y antes del ensamblaje de las ruedas lleva un amortiguador hidráulico para absorber el impacto del aterrizaje. Va sujeto a los largueros del ala o del fuselaje. El mecanismo de accionamiento del tren permite extenderlo y retraerlo al accionar desde la cabina de pilotos la palanca de mando. Por lo general, se actúa con energía hidráulica. Los frenos también suelen ser hidráulicos y provistos de sistema antideslizante. Suelen llevar un mecanismo detector de modo, aire/tierra, que activa o desactiva varios sistemas del avión, según esté volando o en el suelo.

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

**Trasporte aéreo.-** El transporte aéreo o transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros o cargamento, mediante la utilización de aeronaves, con fin lucrativo. El transporte aéreo tiene siempre fines comerciales.

Si fuera con fines militares, éste se incluye en las actividades de logística.

## **S**

**Slats.-** aumentan la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje.

**Spoilers.-** aletas alineadas con la superficie superior de las alas, se pueden extender usándolos como frenos aerodinámicos tanto en vuelo como en el aterrizaje; coordinados con los alerones, se utilizan para mejorar el control de alabeo.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **LIBROS**

- Airliner World, marzo de 2002, Stanford, Lines, PE9 1XQ, UK
- Department of Transportation, FAA TypeCertificate data Sheet No.TAI, 13 de mayo de 1992
- Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.7 - pág. 160, Edit. Delta, Barcelona 1983 ISBN 84-85822-65-X
- Le Fana de L'Aviation, números 245 y 246, EditionsLariviere, París 1989

### **PAGINAS WEB**

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

# **ANEXOS**

**ANEXO A1**  
**FICHA DE**  
**OBSERVACIÓN**

## FICHA DE OBSERVACIÓN

### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

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

**Fecha de observación:** 15/02/2011

Bautista Díaz Carlos Augusto

**OBJETIVO:**

Observar a simple vista en qué condiciones se encuentra la aeronave.

**OBSERVACIONES:**

Fortalezas y debilidades del avión.



**ANEXO A2**  
**EMPENAJE DEL AVIÓN**  
**FAIRCHILD FH-227 HC-BHD**

**EMPENAJE DEL AVIÓN**



**ANEXO A3**  
**ESTABILIZADOR VERTICAL**

## ESTABILIZADOR VERTICAL



**ANEXO A4**  
**ESTABILIZADOR HORIZONTAL**

## ESTABILIZADOR HORIZONTAL



**ANEXO A5**  
**TIMÓN DE PROFUNDIDAD O**  
**ELEVADOR**



## TIMÓN DE PROFUNDIDAD O ELEVADOR



**ANEXO A6**  
**MEMORANDUM DE LA DONACIÓN**  
**DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC-**  
**BHD**

7



FUERZA AEREA ECUATORIANA  
TELEGRAMA OFICIAL

ETSA

ZA 63  
NUMERO : 2011 1405-EJ-2F-0  
FECHA : Quito, DM 05-FEB-11  
DESTINATARIO : EN  
C.C. : EX, EN-21 ABASTOS, EX-1-5-0,

EN CUMPLIMIENTO H.C.D No. 9035, 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, F-27, SERIE No.122, BOEING 727-400-BLY SERIE No.328, MOTOR JT8D, MANUALES, AGRADECERE DISPONER QUIEN CORRESPONDA REALIZAR TRAMITES ADMINISTRATIVOS REGLAMENTARIOS PARA ENTREGA DE MENCIONADAS AERONAVES AL INSTITUTO SUPERIOR AERONAUTICO, ADICIONAL REMITA COPIAS RESPECTIVAS ACTAS ENTREGA-RECEPCION.

Gustavo Valverde H.  
Cml. Téc. Avc.  
DIRECTOR DE ABASTECIMIENTOS FAE

SP/Lb

05/11/2011 11:55:02 AM

3679	
02 FEB 2011	

## **ANEXO B: PASOS PARA LA INSTALACIÓN DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL**

**FAIRCHILD  
FH-227 SERIES  
MAINTENANCE MANUAL**

HORIZONTAL STABILIZER - MAINTENANCE PRACTICES

1. REMOVAL/INSTALLATION - HORIZONTAL STABILIZER.

A. Remove.

- (1) Remove vertical fin tip as indicated in fin tip removal, 55-30-3.
- (2) Remove rudder and elevator as indicated in chapter 27.
- (3) Remove vertical fin as indicated in fin removal, 55-30-1.
- (4) Attach hoisting sling to stabilizer at vertical fin attach fittings.
- (5) Raise hoisting sling to take up slack and to relieve weight of stabilizer 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 stabilizer in alignment with fuselage fittings, even when all attaching bolts are removed.

- (6) Remove stabilizer bolts from fuselage fittings.
- (7) Carefully hoist stabilizer to disengage fittings and lower.
- (8) Place stabilizer in suitable padded supports to avoid damage to external surface.

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

B. Install.

- (1) Attach hoisting sling to stabilizer at vertical fin attach fittings.
- (2) Raise hoisting sling and carefully align stabilizer with fuselage fittings.

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

- (3) Install forward and aft attaching bolts with bolt heads forward. Insert washers, P/N AN960PD-1016, under heads of bolts and washers, P/N 27-200004-3, under nuts. Install shims, one per side on aft fuselage fittings, with long ends inboard.
- (4) Torque attaching bolts to 450-650 pound-inches. Safety with cotter pins.

Nov 15/84  
X-27

55-10-0  
Page 201



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

- (5) Remove hoisting sling.
- (6) Install vertical fin as indicated in fin installation, 55-30-1.
- (7) Install rudder and elevator as indicated in chapter 27.
- (8) Install vertical fin tip as indicated in fin tip installation, 55-3-3.

**2. INSPECTION - HORIZONTAL STABILIZER.**

**A. Inspect.**

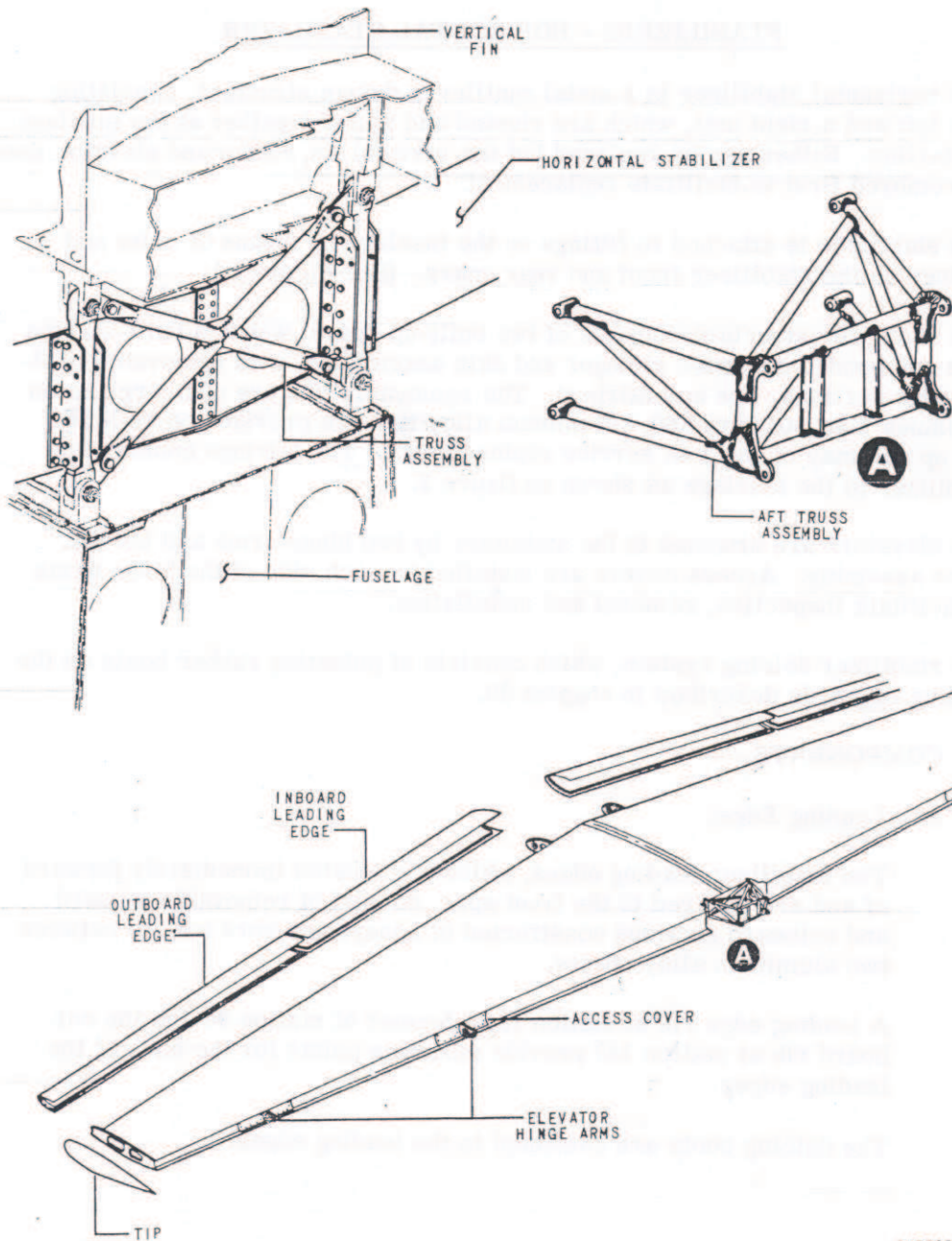
- (1) Stabilizer metal tips and the stabilizer interior and exterior surfaces for loose rivets, cracks, welds, dents, buckles, corrosion or any indication of structural irregularity. (Remove all access covers including leading edges and tips.)
- (2) Elevator hinge arms for looseness, cracks and corrosion. Bearings for looseness and signs of wear.
- (3) Stabilizer attachment fittings and bolts for looseness, cracks and corrosion.
- (4) Welded truss assemblies for cracked welds, looseness and corrosion.
- (5) Stabilizer fiberglass tips for signs of delaminations, cracks, and erosion.

**3. CLEANING - HORIZONTAL STABILIZER. (Refer to Chapter 51.)**

"END"

## **ANEXO C: Diagrama del montaje del estabilizador horizontal**

**FAIRCHILD HILLER  
FH-227  
MAINTENANCE MANUAL**



Horizontal Stabilizer Assembly  
Figure 1

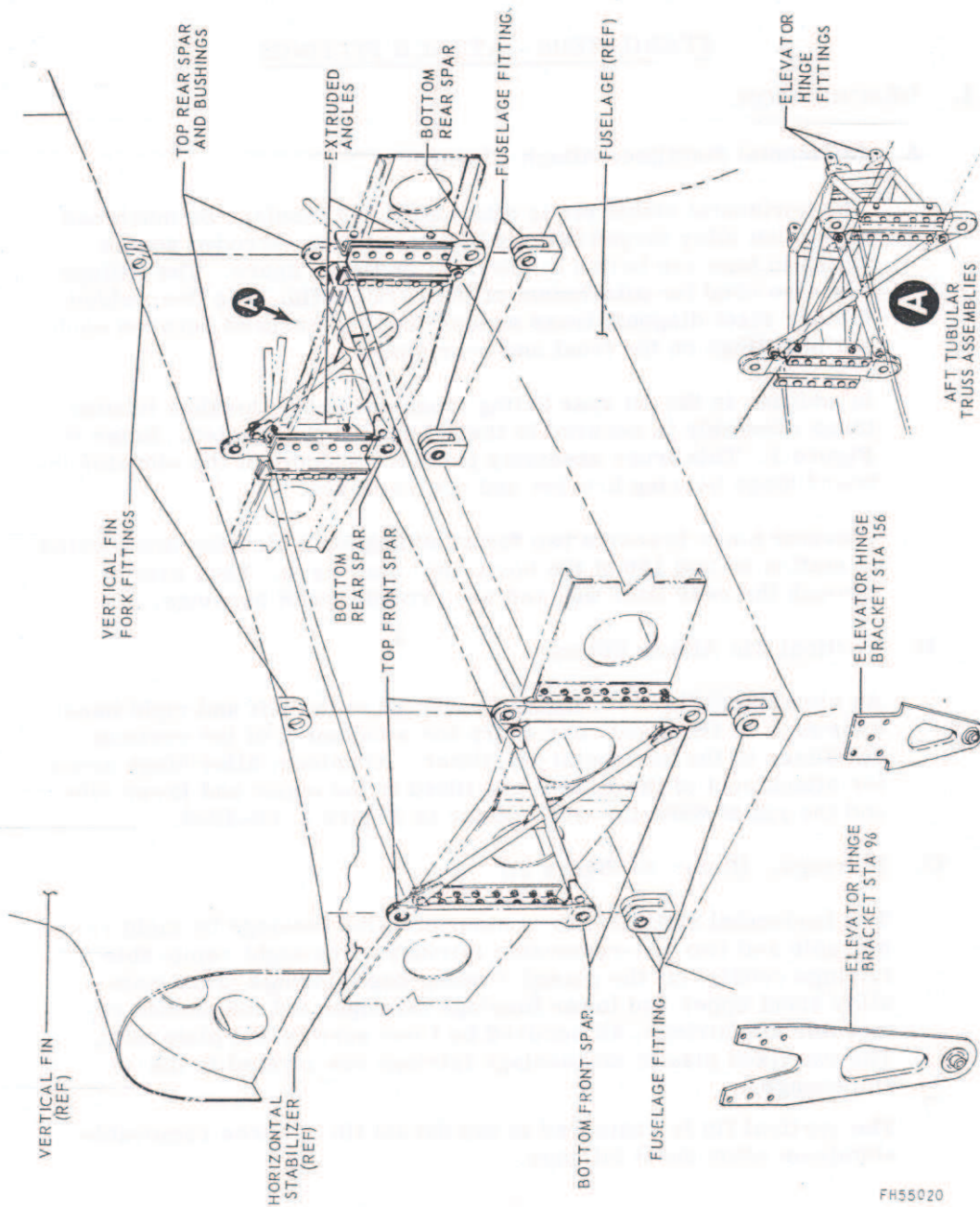
FH55001

Jan 15/66  
X



## **ANEXO D: Diagrama de conexión de accesorios**

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

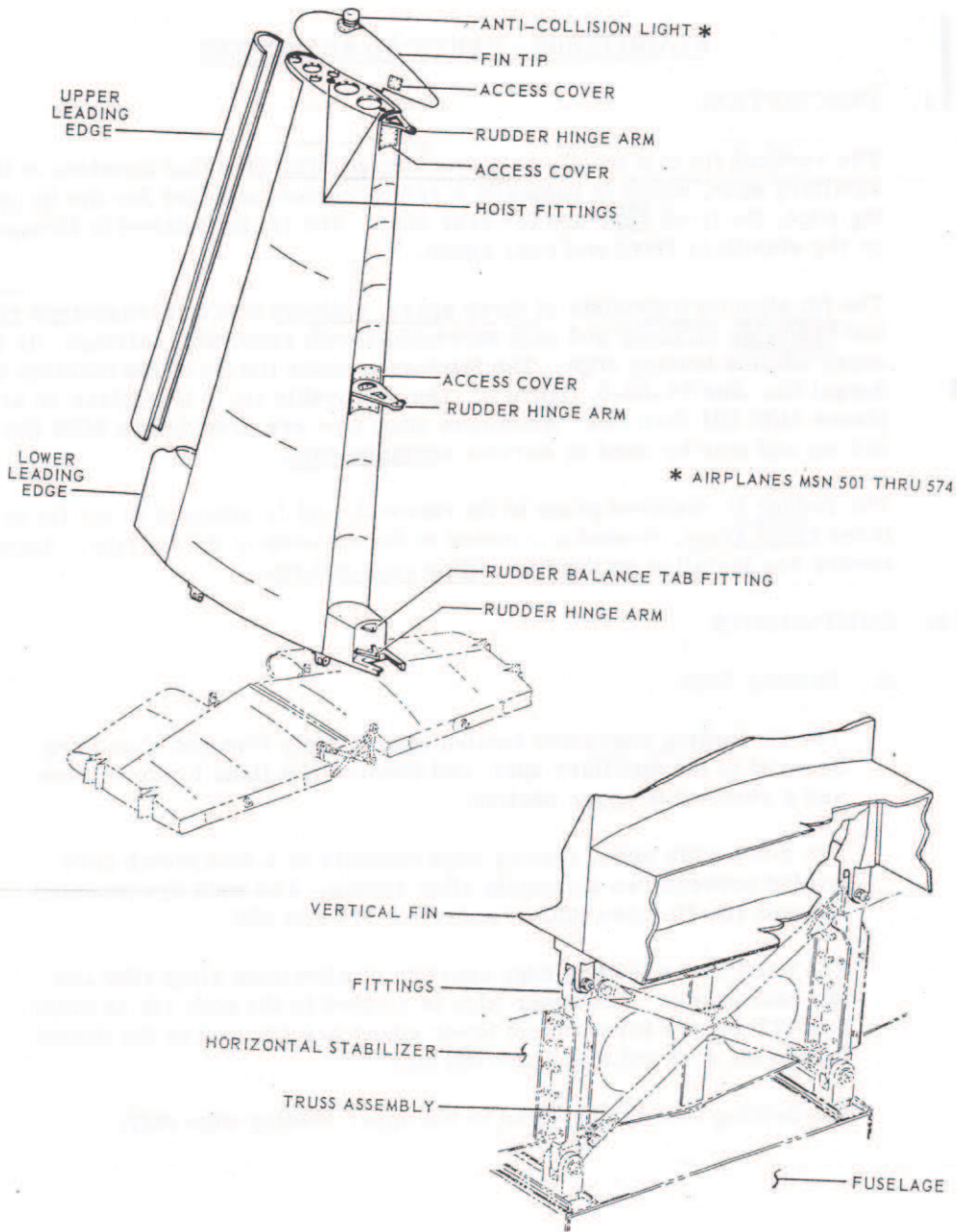


FH55020

Stabilizer Attach Fittings.  
Figure 1

## **ANEXO E: Montaje de accesorios verticales**

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

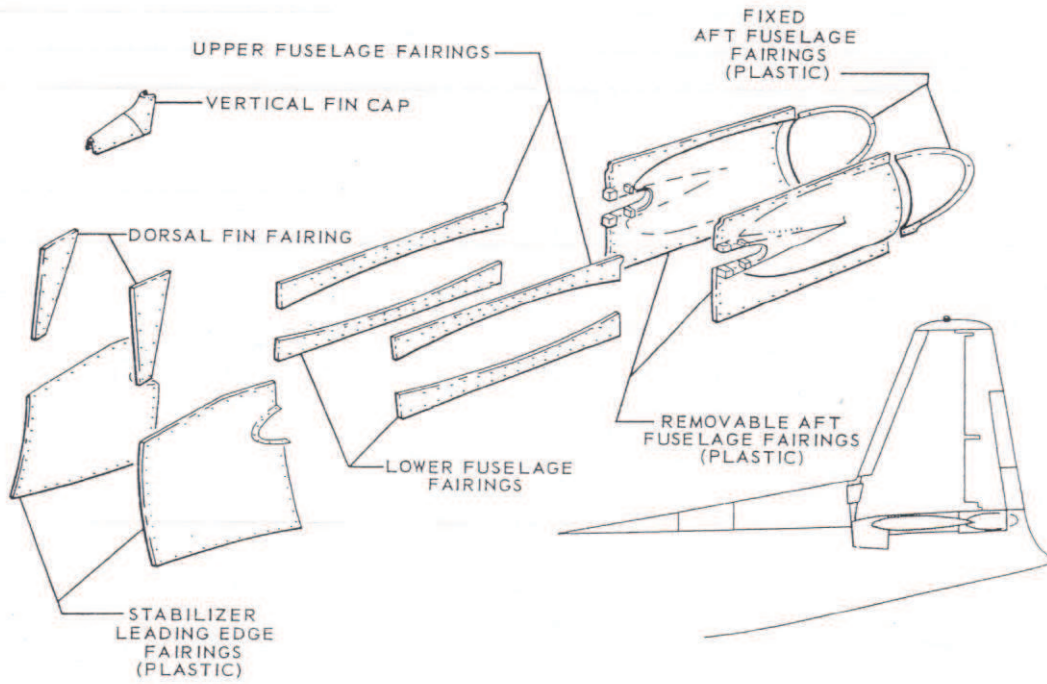


Vertical Fin Assembly  
Figure 1

FH55003A

## **ANEXO F: Carenados del empenaje**

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



FH55002A

Empennage Fillets and Fairings  
Figure 2

"END"

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: CARLOS AUGUSTO BAUTISTA DIAZ

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 23 DE JUNIO DEL 1990

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 180436200-0

TELÉFONOS: 032425133

CORREO ELECTRÓNICO: carlos\_cali90@hotmail.com

DIRECCIÓN: Floreana 107 y Obisporiera, Ambato



### ESTUDIOS REALIZADOS

2002-2008 Instituto Superior Tecnológico Docente "Guayaquil".

### TÍTULOS OBTENIDOS

2002-2008 Bachiller técnico especializado en electrónica en Instituto Superior Tecnológico "Guayaquil".

### EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

2010 Practicas pre-profesionales en avión Boeing 727 por Ala de transportes N°11.  
(160h.)

2010 Practicas pre-profesionales en avión CESSNA 150C por Aeroclub Pastaza.  
(160h.)

2011 Practicas pre-profesionales en avión Airbus A320 en TAME de aviación.  
(200h.)

### CURSOS Y SEMINARIOS

INGLÉS Curso en Ingles en OBM (Organization Bussines Multinational).

### EXPERIENCIA LABORAL

No



**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**Bautista Díaz Carlos Augusto**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio**

Latacunga, Octubre 5 de 2011

## CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Bautista Díaz Carlos Augusto, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 180436200-0, autor del Trabajo de Graduación de **MONTAJE DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL 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.

---

Bautista Díaz Carlos Augusto