

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONAÚTICA

DESMONTAJE DEL ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE No. 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

POR:

NORA CRISTINA TORRES SALGADO

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONAÚTICA

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. NORA CRISTINA TORRES SALGADO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONAÚTICA MENCIÓN MOTORES.

Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio
Director del proyecto

Latacunga, Octubre, 12, 2011

DEDICATORIA

A mi Madre Nora Salgado por su gran esfuerzo y sobredosis de amor, a mi Padre Fabián Torres por guiarme siempre por el mejor camino, a mi Tía Andrea Salgado por siempre aconsejarme y estar junto a mi durante toda mi carrera, a mi Abuela Nora Viteri que por más lejos que se encuentre siempre me da la mano para que siga adelante y a mi Hermana Jéssica Torres por permitirme ser un ejemplo de superación para ella.

Cristina Torres

AGRADECIMIENTO

A Dios

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por acogerme en sus aulas y permitirme cumplir mis metas, llegando a ser profesional.

A mis Padres Nora Salgado y Fabián Torres por ser mi inspiración de superación y por enseñarme el valor de la constancia.

Al Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio por su apoyo y colaboración en la realización de este proyecto.

A mis compañeras inolvidables, Jéniffer Mendoza, Gabriela Córdova y Evelin Gracia, quienes conmigo lucharon hombro a hombro en el transcurso de mis estudios.

Cristina Torres

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	xi
Resumen.....	xii
Summary.....	xiii

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación e Importancia.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	General.....	3
1.3.2	Específicos.....	3
1.4	Alcance.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Introducción del Avión Fairchild FH-227.....	5
2.2.	Especificaciones técnicas de Fairchild Hiller FH-227D LCD.....	7
2.3.	Dimensiones y Áreas.....	8
2.4.	Pesos del Avión Fairchild Hiller FH 227.....	9
2.5.	Prestaciones del Avión Fairchild Hiller FH 227.....	9
2.6.	Versiones producidas.....	10

2.7.	Ala (Wing).....	11
2.8.	Funciones del ala.....	12
2.9.	Tipos de Ala.....	14
2.9.1.	Rectangular o recta.....	14
2.9.2.	Trapezoidal.....	14
2.9.3.	Elíptica.....	15
2.9.4.	Flecha.....	16
2.9.5.	Delta.....	17
2.9.6.	Ojival.....	18
2.10.	Partes geométricas móviles del ala.....	19
2.11.	Componentes estructurales del ala.....	21
2.11.1.	Largueros (Spar).....	22
2.11.1.1	Tipos de largueros.....	23
2.11.2.	Costillas (Ribs)	24
2.11.2.1	Funciones de la costilla.....	26
2.11.2.2	Clasificación de las Costillas por su Función	26
2.11.3.	Larguerillos (Stringer).....	27
2.11.4.	Revestimiento.....	27
2.11.4.1.	Paneles de Acceso de las alas externas.....	29
2.11.5.	Herrajes (Fitting).....	30
2.11.5.1	Herrajes del ala externa.....	30
2.11.6.	Placa o Alma (Web).....	32

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1.	Preliminares.....	33
3.2.	Equipos y herramientas.....	33
3.2.1	Lista de equipos y herramientas.....	34
3.3.	Procedimiento del desmontaje del ala Izquierda.....	35
3.4.	El desmontaje del ala externa.....	37
3.4.1	Drenar el combustible.....	37
3.4.2	Remoción de carenajes.....	38

3.4.3	Remover el flap externo del ala y alerón.....	39
3.4.4	Desconexión de los cables de los alerones.....	39
3.4.5	Desconexión de arneses eléctricos.....	40
3.4.6	Desconexión de las líneas de combustible y ventilación.....	41
3.4.7	Desconexión del tubo de torque del mecanismo del flap.....	43
3.4.8	Sujeción de la eslinga.....	43
3.4.9	Elevación de la eslinga.....	44
3.4.10	Remoción de los tornillos de la franja superior e inferior.....	45
3.4.11	Remoción de los nueve tornillos de la franja superior.....	47
3.4.12	Remoción de las placas delantera y trasera.....	48
3.4.13	Remoción de los pernos de los empalmes angulares.....	50
3.4.14	Protección de las líneas desconectadas en caso de obstrucción.	50
3.4.15	Mover el ala externa y descenderla.....	51
3.4.16	Asegurar los espaciadores de las uniones de los largueros entre el ala central y el ala externa.....	52
3.4.17	Soporte acolchado.....	52
3.5.	Análisis legal.....	53
3.6.	Análisis económico.....	54
3.6.1.	Recursos.....	54
3.6.2.	Presupuesto.....	55

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	Conclusiones.....	57
4.2.	Recomendaciones.....	58
GLOSARIO.....		59
BIBLIOGRAFÍA.....		62
ANEXOS.....		63

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Especificaciones Fairchild FH-227.....	7
Tabla 2.2: Ala rectangular o recta.....	14
Tabla 2.3: Ala Trapezoidal.....	15
Tabla 2.4: Ala Elíptica.....	15
Tabla 2.5: Ala tipo Flecha.....	16
Tabla 2.6: Ala Delta.....	17
Tabla 2.7: Ala Ojival.....	18

CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Recursos humanos.....	54
Tabla 3.2: Costos primarios.....	55
Tabla 3.3: Costos secundarios.....	55
Tabla 3.4: Costo Total.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Fairchild FH-227J.....	6
Figura 2.2: Fairchild FH-227.....	7
Figura 2.3: Medidas Fairchild FH-227J	8
Figura 2.4: Partes Geométricas del ala.....	19
Figura 2.5: Componentes Estructurales del Ala.....	21
Figura 2.6: Secciones del largueros.....	22
Figura 2.7: Larguero de armadura.....	23
Figura 2.8: Largueros de alma rellena.....	24
Figura 2.9: Estructura de una costilla.....	25
Figura 2.10: Larguerillos.....	28
Figura 2.11: Cubiertas y Puertas de acceso del ala externa.....	29
Figura 2.12: Instalación de Herrajes entre el ala central y el ala externa.....	31
Figura 2.13: Unión del ala central con el ala externa.....	32

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Válvula de drenado de combustible.....	37
Figura 3.2: Placa del borde de ataque del ala	38
Figura 3.3: Placa removida del borde de ataque del ala izquierda.....	40
Figura 3.4: Turnbuckle de los alerones del ala externa.....	39
Figura 3.5: Remoción cable de los alerones del ala externa	40
Figura 3.6: Arnases eléctricos entre el ala central y el ala externa.....	41
Figura 3.7: Líneas de combustible en el compartimiento del tren principal...	42
Figura 3.8: Líneas de combustible ala central.....	42
Figura 3.9: Sujeción de la eslinga al ala.....	43
Figura 3.10: Sujeción de los tres puntos de izaje del ala externa.....	44
Figura 3.11: Proceso de desmontaje del ala externa.....	45
Figura 3.12: Panel de acceso tren principal izquierdo.....	46
Figura 3.13: Franja superior entre el ala central y el ala externa.....	46
Figura 3.14: Franja inferior entre el ala central y el ala externa.....	47

Figura 3.15: Pernos de sujeción de los larguerillos.....	47
Figura 3.16: Placas de los largueros y ajustes angulares vista interior.....	48
Figura 3.17: Placas de los largueros y ajustes angulares vista exterior.....	49
Figura 3.18: Instalación del ala externa	49
Figura 3.19: Empalmes angulares.....	50
Figura 3.20: Desconexiones aseguradas del ala central.....	51
Figura 3.21: Descenso del ala externa.....	51
Figura 3.22: Espaciadores de las uniones de los largueros.....	52
Figura 3.23: Colocación de neumáticos como soporte del ala.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	Estaciones del ala del avión.....	64
ANEXO B:	Ala izquierda del avión.....	66
ANEXO C:	Puntos de remoción.....	68
ANEXO D:	Procedimiento de desmontaje del ala externa.....	71
	HOJA DE VIDA DEL GRADUANDO.....	73
	HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS.....	75
	CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	76

RESUMEN

El siguiente trabajo contiene el proceso según el cual se desarrolló el desmontaje del ala izquierda del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD. Para ayuda de su traslado desde el Ala de transporte No 11 de la ciudad de Quito hasta el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en la ciudad de Latacunga el mismo que será utilizado para la práctica de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica y del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Se detalla también información básica sobre el avión Fairchild FH-227, como prestaciones y generalidades, conceptos básicos referentes al ala, estructura del ala, componentes básicos del ala, tipos de ala, etc.

Además consta con la información adquirida de los manuales de mantenimiento, las herramientas que fueron utilizadas para el correcto desmontaje del ala y se describe como se realizó cada uno de los pasos a seguir para desmontar el ala izquierda.

Para el desmontaje del ala izquierda fue necesario retirar carenajes, desconectar cañerías neumáticas y de combustible, remover placas angulares y bandas superior e inferior, remover pernos de sujeción e izar el ala con la ayuda de una grúa y de una eslinga para luego ser colocada sobre neumáticos de aviación.

Este proyecto es creado con el afán de que todos los estudiantes puedan tener una fuente de acceso didáctico y práctico para ayuda de la aplicación de los conocimientos adquiridos en clases.

SUMMARY

The follow project contains the process that has been followed in order to know about the left wing removal of the aircraft Fairchild FH-227 with registration HC-BHD. To help to the move from the Quito (Ala de transporte No11) to Latacunga (Instituto Superior Aeronáutico) which will be used to the practice classes for the students of Mechanic Aeronautic career and for the ITSA students.

Also contains the basic information about the aircraft Fairchild FH-227 like weights and dimensions, basic concepts referent to the wing, wing structure, wing components, types of wing, etc.

Besides, it has the information acquired from the maintenance manuals and the tools used to the correct removal of the left wing and are described how was realized each one of the steps to do the removal of the wing.

For the left wing removal was necessary take away cowlings, disconnecting fuel and pneumatics pipes, remove the splice angles and upper and lower strips, take away down bolts and to hoist the wing with the help of a hoist and a sling for then put it over tires.

This project has been created in order to learn from it all the students, having a practical and didactic source to help the application of knowledge learned in classes.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

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

El ITSA, en sus instalaciones cuenta con varios laboratorios y talleres para el aprendizaje práctico de sus alumnos, estos laboratorios totalmente equipados le brindan a los alumnos del instituto un correcto aprendizaje práctico que ayudará en el desarrollo profesional de los estudiantes del instituto.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no se han realizado proyectos como la adquisición de un avión escuela por tal motivo es necesario un avión para prácticas de los alumnos, 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.

Aprovechando la oportunidad que nos brinda la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) la donación de aviones que se encuentran inoperativos por diversos motivos de haber perdido su aeronavegabilidad, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) ha realizado todas las gestiones para la donación del avión

Fairchild FH-227 matrícula HC-BHD por parte de la Fuerza Aérea el mismo que será trasladado del Ala de transporte N° 11 hacia el campus del Instituto.

Para la realización del presente proyecto se tomo en cuenta la realización del anteproyecto previamente aprobado relacionado con el desmontaje del ala izquierda del avión Fairchild FH-227 para facilitar su traslado al instituto con el fin de ser utilizado como avión escuela y así ayudar de manera práctica y didáctica a los estudiantes del instituto.

1.2 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 e internacional, por lo tanto debe proporcionar instalaciones, facilidades, material didáctico que ayuden a mejorar la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo aeroespacial.

El presente trabajo a desarrollarse brindará una mejor ayuda y enseñanza de manera primordial a los estudiantes, docentes e instructores técnicos de la carrera de Mecánica Aeronáutica, tanto en forma teórica como práctica 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 seguirá ganando prestigio a nivel nacional e internacional.

Con la adquisición del avión escuela se facilitará tanto a estudiantes como docentes una educación mucho más práctica y didáctica para una mejor comprensión de las asignaturas que se dictan en la carrera de Mecánica Aeronáutica.

De esta manera los estudiantes podrán realizar sus prácticas en el avión escuela de una mejor manera y practicar el manejo de herramientas aplicando los conocimientos adquiridos en clases.

Para que se pueda realizar el proyecto fue necesario desmontar los componentes mayores del avión, como las alas, empenaje, trenes, motores, ya que al estar fuera de operación no se lo podía transportar por aire, y es así que por motivos de logística y para facilitar su traslado se realizó el desmontaje del ala izquierda.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- Desmontar el ala izquierda del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD mediante los procesos técnicos para su traslado desde el Ala de transporte N°11 hacia las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).

1.3.2 Específicos

- Recolectar información de los manuales que nos ayude a realizar el desmontaje del ala izquierda del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD.
- Determinar las herramientas necesarias para cumplir de una manera segura el proceso de desmontaje del ala izquierda.
- Desmontar el ala con los debidos procesos de seguridad.
- Analizar el área en el cual será colocado el ala izquierda luego de haber sido desmontada.

1.4 Alcance

Este proyecto tiene como alcance realizar el desmontaje del ala izquierda del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD ubicado en la ciudad de Quito en el Ala de combate N°11 para que se facilite el traslado al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y que este sea utilizado como avión escuela para un mejor aprendizaje y desarrollo de los conocimientos teóricos adquiridos en clases por los estudiantes del instituto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción del Avión Fairchild FH-227

El FH-227 es un monoplano de ala alta y fuselaje de tipo semi-monocoque. La energía es suministrada por dos motores turbohélice equipado con velocidad constante. Tiene un tren de aterrizaje de tipo triciclo operado neumáticamente, incorporando neumática para la dirección y a los frenos. Un sistema de anti-deslizamiento está incluido en el sistema de frenos, protección de hielo para las superficies de borde de ataque.

La cabina del avión está presurizada con aire acondicionado. El enfriamiento del aire se logra a través del ciclo de aire y sistemas de vapor, calentador de combustible y válvula reguladora. Los controles de vuelo en el avión son de operación manual, alerones, timón de dirección y los sistemas de control de elevadores emplean una rueda para su control de movimiento.

Los alerones incorporan un balance del timón y la aleta de compensación. El sistema de elevadores emplea una aleta en el lado izquierdo. Reguladores de tensión están instalados en el timón y sistemas de elevación por cable. Los flaps son de accionamiento eléctrico mediante un motor impulsado con posibilidad de accionamiento manual en caso de fallo eléctrico.

Planta motriz: 2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv, Reduction Gearing 0.093.1. Estos motores permiten un máximo de 15.000 rpm, y se recomienda evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura

permitido es de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

Hélices: 2 de tipo Rotor de un diámetro nominal de 12,5 ft. El máximo régimen permitido es de 16.500 rpm y funciona en 4 posiciones: Ground fine pitch 0° , Flight fine pitch 16° , Cruise pitch 28° y Feathered con 83° .



Figura 2.1: Fairchild FH-227

Fuente: Investigación de campo

2.2. Especificaciones técnicas de Fairchild Hiller FH-227



Figura 2.2: Fairchild FH-227

Fuente: www.wikipedia.org

Tabla 2.1: Especificaciones Fairchild FH-227

Tipo	<u>Avión comercial</u>
Fabricante	<u>Fairchild Hiller</u>
Primer vuelo	<u>27 de enero de 1966</u>
Introducido	<u>1 de julio de 1966 (Mohawk)</u>
Estado	Algunos ejemplares todavía en servicio
Usuarios principales	<u>Fuerza Aérea Uruguaya, Aces Colombia, Marina Peruana</u>
Producción	78
N.º construidos	78 modelos FH-227
Desarrollo del	<u>Fokker F27</u>

Fuente: www.wikipedia.org

Elaborado por: Cristina Torres

2.3. Dimensiones y áreas

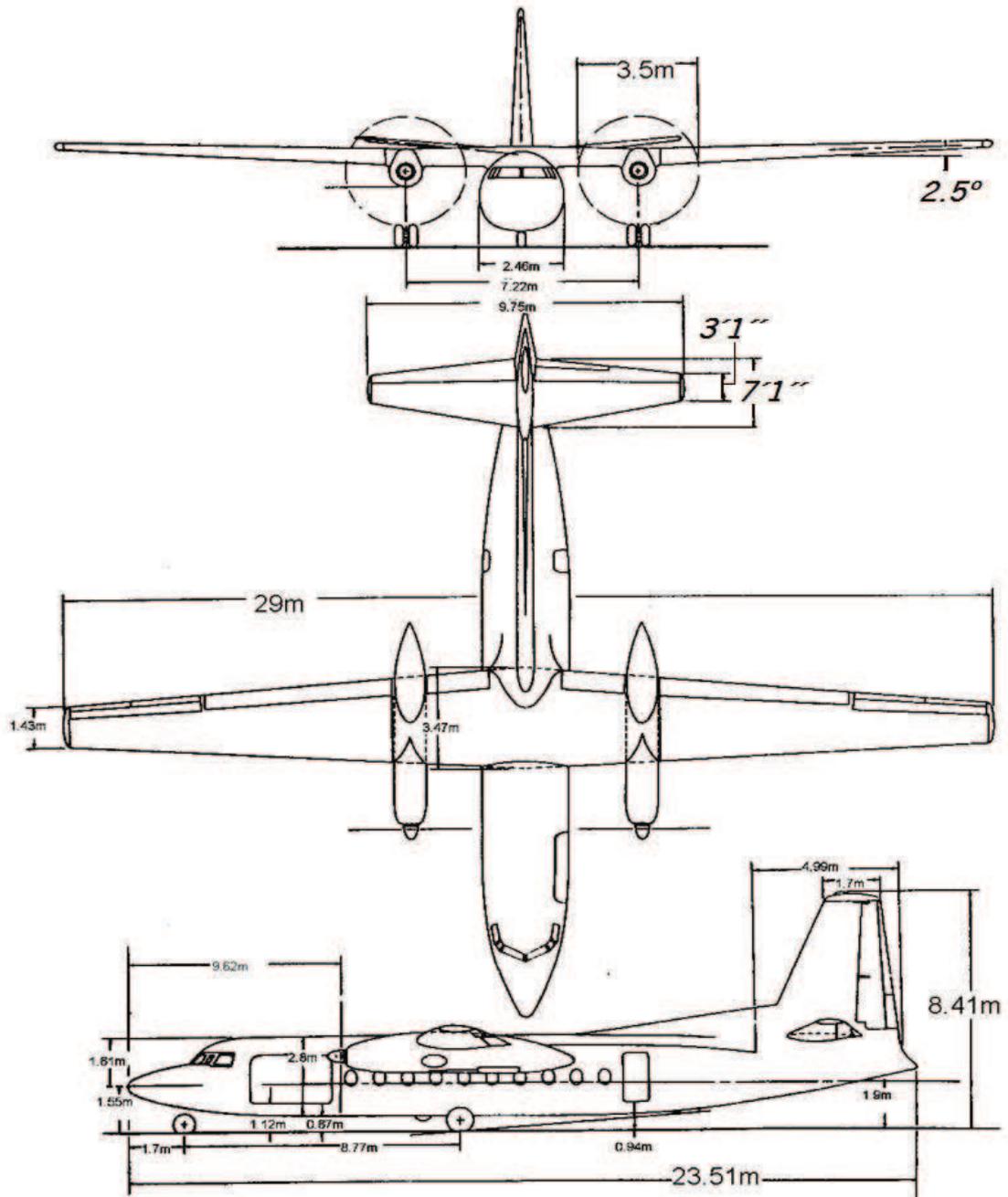


Figura 2.3: Medidas Fairchild FH-227J

Fuente: www.airliners.net

2.4. Pesos del Avión Fairchild Hiller FH 227

- a. **Máximo de despegue:** 42 000 lbs.
- b. **Máximo de Aterrizaje:** 40 000 lbs.
- c. **Máximo peso con combustible cero:** 26 593 lbs.
- d. **Peso Básico Operacional:** 26 593 lbs.
- e. **Máximo de carga útil:** 9 707 lbs.
- f. **Peso de fabricación vacío:** 21 353 lbs.
- g. **Grupo de Alas:** 4 224 lbs.
- h. **Grupo de Cola:** 1 013 lbs.
- i. **Fuselaje:** 4 267 lbs.
- j. **Tren de aterrizaje:** 2 023 lbs.
- k. **Grupo de Superficies de control:** 549 lbs.
- l. **Grupo de Nacelas:** 965 lbs.
- m. **Grupo de propulsión:** 4 704 lbs.
- n. **Grupo de Instrumentos y Navegación:** 169 lbs.
- o. **Grupo Neumático:** 132 lbs.
- p. **Grupo Eléctrico:** 1 222 lbs.
- q. **Grupo Electrónico:** 167 lbs.
- r. **Grupo de Muebles y equipos:** 457 lbs.
- s. **Aire Acondicionado y anti-Hielo:** 1 443 lbs.

2.5. Prestaciones del avión Fairchild Hiller FH 227

- a. **Velocidad máxima(Vne):** 259 kts (478 km/h)
- b. **Velocidad de crucero:** 220 kts (407 km/h)
- c. **Velocidad máxima de operación(Vmo):** 227 kts(420 km/h) a 19.000ft
- d. **Velocidad de extracción de flaps(Vfe):** 140 kts (259 kph)
- e. **Velocidad de operación del tren de aterrizaje:**170 kts (314 km/h)
- f. **Velocidad mínima de control:** 90 kts (166 kph) (sin tren ni flaps abajo)
- g. **Velocidad mínima de control:** 85 kts (157 kph) (todo abajo, dependiendo peso)
- h. **Flaps:** 7 posiciones
- i. **Combustible:** 5.150 l (1.364 galones)

- j. **Consumo:** 202 gal/hora
- k. **Máxima autonomía:** 2.661 km (1.437 nm)
- l. **Techo de servicio:** 8.535 m
- m. **Tripulación:** 2
- n. **Pasajeros:** 48 a 52
- o. **Carga útil:** 6.180 kg(13.626 lbs)
- p. **Producción:** de 1966 a 1972 (cierre de la producción)
- q. **Ejemplares producidos:** 78

2.6. Versiones producidas¹

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 Piedmont Airlines en Abril de 1966 y que entrara 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 sistemas de flaps con posiciones intermedias para el despegue. Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300cv y caja de reducción de 0.093:1. Peso máximo al despegue de (45.500 lbs.)

FH-227E.- FH227C modificado en FH-227D. Motorización en FH-227D. Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv. Peso máximo al despegue de 19.730 Kg (43.500 lbs.)

¹ <http://www.wikipedia.com/fairchildhiller/versionesproducidas>

2.7. Ala (Wing)

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

En un avión moderno el ala cumple además otras funciones aparte de sustentar el peso conjunto propio de las alas más el del resto de la estructura, principalmente el fuselaje y las superficies de mando como el estabilizador horizontal y el timón de dirección. El ala consiste de una sección central del ala, dos alas externas desmontables, dos aletas compensadoras (wing tips) removibles y carenajes removibles, bordes de ataque, alerones y aletas, y flaps. La sección del ala central es totalmente cantiléver, la cavidad de torsión de la estructura que no es removible bajo circunstancias normales y constituye una mayor operación si esta necesitaría ser removida. Esta sección central tiene una envergadura de aproximadamente de 27 pies y está sujeta al fuselaje por conexiones y acoples en los largueros frontal y trasero. Adicionalmente, las cargas de resistencia al avance del ala son trasferidas al fuselaje por ángulos reforzados y canales horizontales los cuales están asegurados a las costillas de la sección central. Cada ala externa está sujeta al ala central por nueve larguerillos superiores, láminas superiores e inferiores, empalmes angulares de los largueros delantero y trasero y placas de empalme verticales. Dos tanques tipo vejigas de agua/metanol que están localizadas en la sección central.

Los componentes desmontables son los bordes de ataque y paneles aerodinámicos. Los paneles aerodinámicos rodean la sección central del fuselaje. Las alas externas, cada una tiene aproximadamente una envergadura de 33 pies y están sujetas al ala central por nueve vigas superiores, laminas superiores e inferiores, ángulos frontales y traseros de empalme a los largueros y placas de

empalme vertical. Placas dobles y acoples tipo horquilla con pernos de esfuerzo cortante son usados en los puntos de sujeción superiores y placas dobles y pernos de esfuerzo cortante en los puntos de sujeción inferior.

Las alas son clasificadas como alas húmedas en las cuales en cada ala externa el espacio entre los largueros es sellado para formar un tanque de combustible integral. Los componentes desmontables son bordes de ataque, paneles aerodinámicos y aletas. Los paneles aerodinámicos rodean las uniones de soporte del flap y los mecanismos de operación del flap en la superficie inferior del ala. Los flaps operan en el carril de flap, el cual esta atornillado al larguero trasero. El alerón está sujeto a cada ala por tres bisagras, las cuales están atornilladas a las costillas del larguero trasero del borde de ataque.

2.8. Funciones del ala

El ala es el principal componente de un avión, su principal función es asegurar la sustentación, que compensa al peso. Esto hace que el avión pueda mantener un vuelo estable. Pero al ser una estructura bastante grande, la evolución tecnológica de los aviones ha hecho que adquiera una serie de nuevas funciones aparte de mantener el vuelo. El ala es diseñada basándose en criterios de actuaciones en vuelo, es decir la velocidad de diseño, el coeficiente de planeo, la carga útil, la maniobrabilidad del avión, todo ello implica consideraciones de diseño estructural y finalmente factores de diseño global del avión (por ejemplo, donde poner un sistema u otro).

A continuación se resumen las funciones principales del ala:

- a) Dar sustentación y mantener el vuelo compensando el peso del avión.
- b) Proveer de controlabilidad al avión en vuelo. Normalmente el ala es la encargada de la funciones de control de balance, mediante la disposición del diedro, así como las funciones de control alrededor del eje longitudinal mediante los alerones. En algunas alas (por ejemplo ala en delta) es también la encargada del control de cabeceo (normalmente se encarga el estabilizador horizontal).

- c) Asegurar la capacidad de despegue y aterrizaje del avión, cosa que suele realizar ayudándose de los dispositivos hipersustentadores, aumentando el área efectiva o el coeficiente de sustentación.
- d) En aquellos aviones con motores en ala es la encargada de sujetar el o los motores y transmitir su empuje al avión completo. Así como los sistemas necesarios para el drenaje de aire del motor, suministros de combustible al motor y control del motor (cableado, el sistema que realiza el control del motor no está situado normalmente en el ala).
- e) Alojamiento del combustible, con el paso de los años el ala se ha adaptado para llevar en el interior de su estructura el combustible que el avión utiliza para el vuelo. Esto es debido a que el peso del combustible no ha de alterar la posición del centro de gravedad para mantener el centrado aerodinámico del avión. El combustible se lleva también en la parte baja del encastre y en algunos aviones de transporte grandes en un depósito trasero para mantener el centrado. Por lo tanto la estructura interna del ala debe estar preparada para contener combustible (protección química).
- f) Luces y señalización. En los extremos del ala suelen encontrarse normalmente luces que son utilizadas para la señalización como por ejemplo, las luces de navegación.
- g) Soporte de armamento. En los aviones militares los misiles suelen estar montados sobre el ala y el fuselaje.
- h) Soporte de tanques de combustible externos, muchos aviones (en especial militares) llevan tanques de combustible auxiliares para misiones con el alcance extendido.
- i) Alojamiento del tren de aterrizaje, muchos aviones tienen parte o bien todo el tren de aterrizaje dentro del ala.
- j) Soporte para salida de emergencia, al estar muchas salidas de emergencia localizadas al lado del ala, el ala debe ser capaz de aguantar en un momento de evacuación a los pasajeros sobre ella.

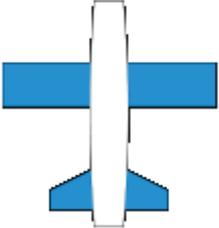
2.9. Tipos de Alas²

A la hora de diseñar un avión la forma en plan determinará principalmente la distribución de carga alar, la eficiencia del ala y la resistencia del ala, además hay que tener en cuenta a la hora de elegirla factores como el coste de fabricación, el espacio para los sistemas y las condiciones de vuelo del avión. Por la forma en planta las alas se pueden clasificar en:

2.9.1. Rectangular o recta

Es típica de las avionetas, un ala con forma de rectángulo. Muy barata y fácil de construir. Esta ala se instala en aviones que realicen vuelos cortos a baja velocidad y que premien el obtener un avión barato antes que eficiente. Ejemplos de aviones con ala rectangular son el Piper PA-32, el T-18 o bien el Pilatus PC-69.

Tabla 2.2: Ala rectangular o recta

	
Ala recta	Piper PA-32 Cherokee Six

Fuente: www.wikipedia.org

Elaborado por: Cristina Torres

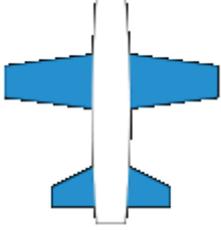
2.9.2. Trapezoidal

También típica de avionetas, es un ala que su anchura de la raíz a la punta se reduce progresivamente dándole una forma trapezoidal. Es más eficiente que el ala recta dando para una dificultad de construcción no mucho mayor. También es posible encontrar este tipo de ala en los cazas supersónicos. Aviones que usan

² <http://www.wikipedia.com/tiposdealas>

esta ala son, con un ala muy pequeña, el X-3 Stiletto, o los cazas F-22 Raptor y X-32.

Tabla 2.3: Ala Trapezoidal

	
<p>Trapezoidal</p>	<p>F-22 Raptor caza con un ala de bajo alargamiento</p>

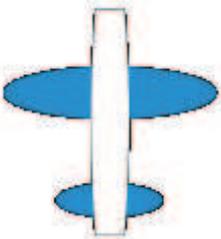
Fuente: www.wikipedia.org

Elaborado por: Cristina Torres

2.9.3. Elíptica

Ala que minimiza la resistencia inducida. Típica de algunos cazas de la Segunda Guerra Mundial ya que no utilizaban dispositivos de punta de ala. Bastante complicada de construir, es un ala prácticamente en desuso. Cazas como el Spitfire, algunos modelos del He-111 y el Bäumler Sausewind.

Tabla 2.4: Ala Elíptica

	
<p>Elíptica</p>	<p>Spitfire, famoso caza de la Segunda Guerra Mundial</p>

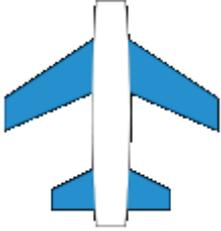
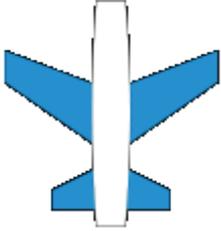
Fuente: www.wikipedia.org

Elaborado por: Cristina Torres

2.9.4. Flecha

El ala forma un ángulo no recto con el fuselaje, de esta forma se consigue engañar al aire que se encuentra el avión reduciendo el número de Mach que ven realmente los perfiles del ala. Son típicas de aviones en vuelo subsónico alto, de esta forma consigue reducir el Mach de divergencia y por lo tanto a una misma potencia motor pueden volar más rápido. También suelen llevar este tipo de ala los cazas supersónicos cuando no usan otras configuraciones. Ejemplos de ala en flecha nos los podemos encontrar en la mayoría de los aviones actuales de transporte de pasajeros, el B-52 (uno de los primeros aviones reactores de serie en servicio), el Su-47 con flecha invertida o el F-14 con ala de flecha variable.

Tabla 2.5: Ala tipo Flecha

	
<p>Flecha</p>	<p>B-52, avión con ala en flecha</p>
	
<p>Flecha invertida</p>	<p>X-29, avión experimental con ala en flecha invertida</p>
	
<p>Flecha variable</p>	<p>F-14 Tomcat, avión ala de geometría variable, con alas plegadas (flecha elevada)</p>

	
<p>Doble flecha</p>	<p>F-14 Tomcat con alas extendidas (flecha pequeña)</p>

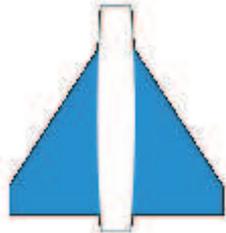
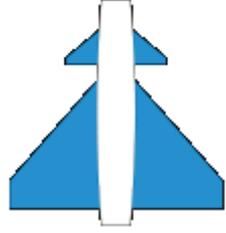
Fuente: www.wikipedia.org

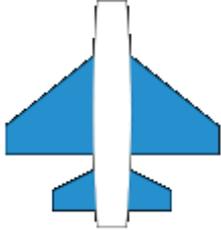
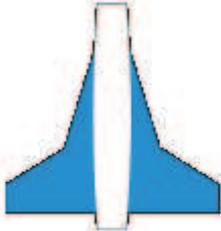
Elaborado por: Cristina Torres

2.9.5. Delta

Delta es el ala generalmente usada para aviones en vuelo supersónico, especialmente en cazas de combate. La gran ventaja de esta ala es que consigue que el borde de ataque del ala quede retrasado respecto a la onda de choque generada por la punta del avión. Una gran mayoría de cazas poseen este tipo de ala como el F-106, también usando un canard como el Eurofighter typhoon (cuyo fuselaje además cumple la regla del área)

Tabla 2.6: Ala Delta

	
<p>Delta</p>	<p>F-106 con ala en delta.</p>
	
<p>Delta con canard</p>	<p>Saab 39 Gripen, avión con ala en delta y canards</p>

	
Delta con timones	F-16, avión con ala en delta y timones
	
Doble delta	Saab 35 Draken, avión con ala en doble delta

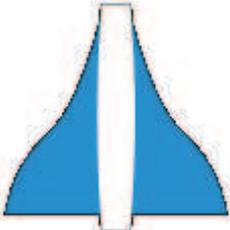
Fuente: www.wikipedia.org

Elaborado por: Cristina Torres

2.9.6. Ojival

Es una variación del ala en forma de delta. El avión supersónico Concorde es un claro ejemplo para este tipo de ala.

Tabla 2.7: Ala Ojival

	
Ojival	Concorde, el avión comercial supersónico de la industria europea.

Fuente: www.wikipedia.org

Elaborado por: Cristina Torres

2.10. Partes geométricas móviles del ala³

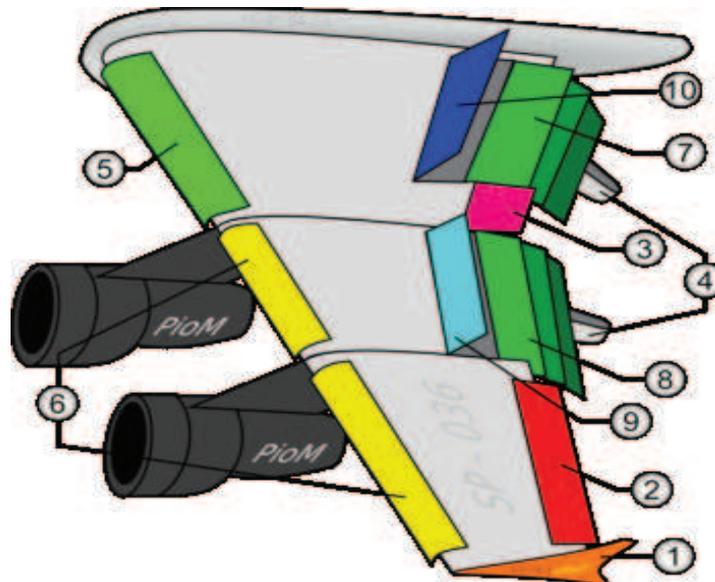


Figura 2.4: Partes Geométricas del ala

Fuente: www.wikipedia.org

- a. **Dispositivo de punta de ala (1):** Son formas geométricas instaladas en el extremo del ala, de tipo wing tip en este caso, su misión es reducir la resistencia inducida del ala ya que evita la conexión entre intradós y el extradós. La distribución de sustentación a lo largo del ala no es uniforme y se produce un fenómeno de barrido de aire hacia la punta del ala, provocando la formación de los vórtices de punta de ala. Esto provoca que el ala dé energía cinética (en forma de torbellino) al aire consumiendo energía en este proceso. Los winglets o aletas reducen este fenómeno, pero en contra generan un elevado momento flector en el encastre del ala. Otros dispositivos de punta de ala son los winglets o los sharklets.
- b. **Alerones:** Se encargan de controlar el movimiento de balance en vuelo del avión, mediante una deflexión de manera asimétrica (un alerón hacia arriba y otro hacia abajo) se consigue que el avión gire sobre su eje longitudinal. Es de esta forma por la que el avión realiza giros laterales sin consumir una

³ <http://www.wikipedia.com/alas/partesgeometricasdelala>

cantidad elevada de combustible y en un espacio reducido. Existen dos alerones en el ala: Alerón de baja velocidad (2): usado para realizar giros con el avión a bajo Mach. Alerón de alta velocidad (3): usado para realizar giros con el avión a Mach de crucero.

- c. **Dispositivos hipersustentadores:** Son usados durante el despegue o el aterrizaje. La misión de estos elementos es reducir la velocidad mínima que el avión necesita para despegar o aterrizar. Para lograrlo hay varias técnicas: aumentar la superficie de ala, el coeficiente de sustentación del ala, aumentar el coeficiente de sustentación máximo del ala... de esta forma se incrementa la fuerza total de sustentación a una velocidad dada, pudiendo aterrizar a una menor velocidad. La deflexión de estos dispositivos incrementa la resistencia aerodinámica del avión. Pueden ser dispositivos pasivos (mediante una modificación de geometría) o activos (mediante la inyección de energía al aire). Geométricamente:
- d. **Carenados de los flaps** (4): Flap Krueger (5): es un dispositivo hipersustentador pasivo complejo. Slats (6). Son dispositivos de borde de ataque. Flap de 3 partes interior (7). Flap de 3 partes exterior (8).
- e. **Spoiler, disruptor o deflector** (9): Son unos elementos usados para destruir la sustentación del ala. Son usados durante el aterrizaje, una vez que el avión toca suelo con las ruedas se despliegan estos dispositivos que evitan que el avión vuelva al aire, a su vez también son usados en caso de descompresión en cabina, al romper la sustentación el avión baja rápidamente a un nivel de vuelo donde la presión sea la adecuada. Finalmente son usado por muchos aviones para bajar más rápidamente (se deflexionan ligeramente).
- f. **Spoiler-aerofreno** (10).

2.11. Componentes estructurales del ala

De acuerdo con la función de cada componente se lo denomina principal o secundario.

Componentes principales: Largueros, Costillas, Revestimiento, Herrajes.

Componentes secundarios: Falsas costillas, Larguerillos, Refuerzos.

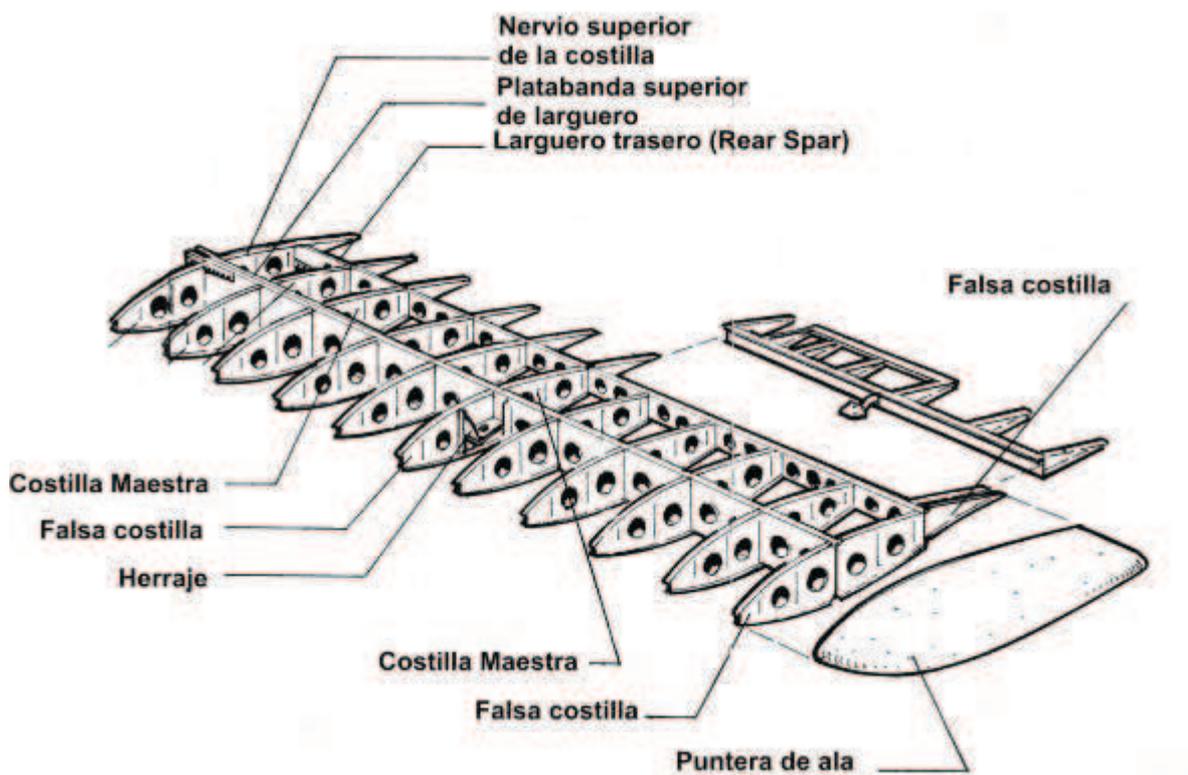


Figura 2.5: Componentes Estructurales del Ala

Fuente: www.oni.escuelas.edu.ar

2.11.1. Largueros (Spar)

Viga que se extiende a lo largo del ala. Es el componente principal de soporte de la estructura. Soporta los esfuerzos de flexión y torsión, estas fuerzas que soporta el ala varían a lo largo de la envergadura, por lo cual los largueros pueden ser de sección variable a lo largo de ésta, con lo se consigue disminuir el peso estructural. La forma de la sección transversal del larguero depende de la forma del perfil, su altura, la resistencia exigida y el material empleado.

A continuación se detallan las diferentes secciones del larguero⁴:

Sección rectangular: Es macizo, económico y sencillo.

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

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

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

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



Figura 2.6: Secciones del largueros

Fuente: www.oni.escuelas.edu.org

⁴ <http://www.oni.escuelas.edu.org>

2.11.1.1 Tipos de largueros

a. Largueros de Armadura

Las dos platabandas se unen entre sí con elementos diagonales y o verticales que pueden estar vinculados por remachado o soldado, que constituyen el alma del larguero.

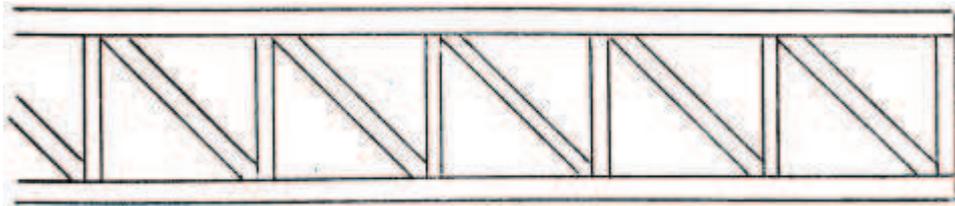


Figura 2.7: Larguero de armadura

Fuente: www.oni.escuelas.edu.ar

b. Largueros de Alma Llena

Las platabandas se unen con una chapa que forma el alma, en el caso que sea muy alta debe incluir refuerzos verticales para aumentar la estabilidad de la chapa. Normalmente se agujerea el alma (agujero de alivianamiento), para disminuir su peso, para facilitar el acceso para las tareas de mantenimiento y para pasar tuberías y cables. Los agujeros deben permitir el paso de una mano cerrada por lo tanto su diámetro no debe ser inferior a los 120 mm.

En vuelo normal la platabanda superior está sometida a compresión mientras que la inferior a tracción y el alma trabaja al corte.

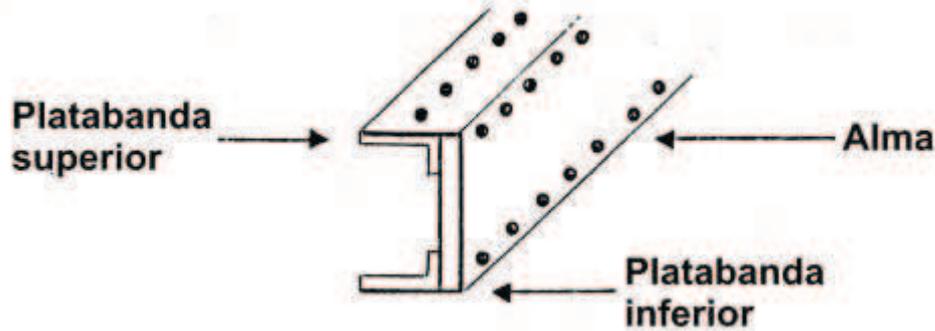


Figura 2.8: Largueros de alma rellena

Fuente: www.oni.escuelas.edu.ar

2.11.2. Costillas (Ribs)

Miembro delantero y posterior de la estructura del ala, da forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros. Las costillas están divididas en tres clases: nariz, costillas del borde principal y del borde de salida. Las costillas de nariz, consisten de una costilla de plástico y cuatro costillas de aleación de aluminio, proveen puntos de montaje a los extremos del borde de ataque y los cobertores de las tapas de los bordes de ataque.

Las costillas laminadas de plástico, instaladas en los sitios de salida de las costillas de la estación 110, sellan las secciones de los bordes de salida del borde de ataque tipo panal de abeja para prevenir la entrada de humos provenientes del motor y arrastres de aire provenientes de la toma de aire del carburador. La costilla de la nariz en la estación 167 está formada de hojas de aleación de aluminio y provee sujeción al final del borde de entrada del borde de ataque y al final del borde de salida de la superficie aerodinámica del borde de ataque. La sección de las costillas principales es simétrica a la línea central del fuselaje, y son de tres tipos: totalmente redes y refuerzos, parcialmente redes y refuerzos, y refuerzos. Las costillas son básicamente construidas en formas de nervio superior e inferior y refuerzos delantero y trasero o redes parciales. Los nervios superiores e inferiores están remachados a la piel del larguero mientras que los refuerzos delantero y trasero o redes parciales están remachados a la parte frontal y trasera

de los largueros. Las costillas de las estaciones 60, 80, 100, y 120 están reforzados por refuerzos extruidos.

Canales horizontales reforzados, asegurados a las costillas a la estación 0 y 20 del ala, extendido a través de los largueros delantero y trasero. Este canal provee sujeción de los ángulos reforzados por un conjunto que transfiere las cargas de resistencia al avance al fuselaje. Las costilla forjadas de aleaciones de aluminio, instaladas en la estación 163 del ala, son usadas para asegurar los extremos del borde interior de los empalmes angulares del larguero.

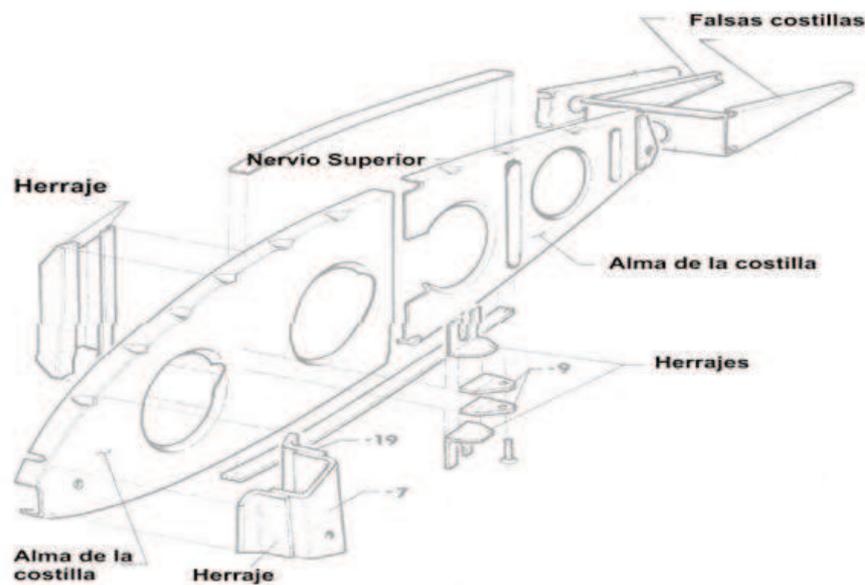


Figura 2.9: Estructura de una costilla

Fuente: www.oni.escuelas.edu.ar

2.11.2.1 Funciones de la costilla

Sus funciones son las siguientes:

1. Mantener la forma del perfil
2. Transmitir las fuerzas aerodinámicas a los largueros.
3. Distribuir las cargas a los largueros.
4. Estabilizar el ala contra las tensiones.
5. Cerrar las celdas.
6. Mantener la separación de los largueros.
7. Proporcionar puntos de unión a otros componentes (tren de aterrizaje).
8. Formar barreras de contención en los tanques de combustible.

2.11.2.2 Clasificación de las Costillas por su Función

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

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

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

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

2.11.3. Larguerillos (Stringer)

Son miembros longitudinales de las alas a lo largo de las mismas que transmiten la carga soportada por el recubrimiento a las costillas del ala. Los larguerillos proveen rigidez a lo largo de la envergadura para la piel metálica inferior y superior, y son de extrusiones de copa con aleaciones de aluminio, extrusiones en forma de Z y formando ángulos. Los larguerillos están adheridos a la sección central del ala y están remachados a los paneles del centro.

Los larguerillos superiores de las alas externas están seccionados al extremo del exterior del borde de la cavidad del combustible para permitir un auto sellado. La resistencia al esfuerzo cortante de la estructura del ala es mantenida por conexiones de empalme de los larguerillos, el cual pasa a través de la cavidad del combustible para la interconexión de larguerillos. Los larguerillos están adheridos a las láminas de piel y están remachadas a las costillas entre los larguerillos. (Ver figura 2.10)

2.11.4. Revestimiento

Su función es la de dar y mantener la forma aerodinámica del ala, pudiendo contribuir también en su resistencia estructural. El revestimiento de la estructura del ala proporciona a la misma una forma aerodinámica para alcanzar el máximo rendimiento.

Es el revestimiento de ala realizado con chapa metálica, que contribuye a soportar los esfuerzos de tracción, compresión, flexión, torsión y corte. Contribuye a la resistencia estructural y permite eliminar piezas de refuerzos de la estructura del ala obteniéndose estructuras fuertes y livianas. La contribución del revestimiento a la resistencia de flexión del ala depende su grado de arrugamiento y módulo de elasticidad (es la propiedad que tienen los cuerpos de recuperar su forma primitiva, cuando desaparecen las fuerzas exteriores que le han deformado).

El revestimiento se fija sobre la estructura del ala mediante remaches. Estos deben ser de cabeza hundida para ofrecer la mínima resistencia al avance. El revestimiento de las alas externas del avión Fairchild Hiller FH-227, la estructura superior e inferior, es de aleación de aluminio 2024 de espesor cónico. Esta hoja de piel está adherida a lo largo del larguerillo, y remachada a la parte frontal y parte trasera del larguero. La piel y los conjuntos de larguerillos en el área de la cavidad de combustible están sellados con sellante para prevenir fugas de combustible. La piel del borde interno del borde de salida es una hoja laminada de plástico. El borde exterior del borde de salida es una hoja de aleaciones de aluminio.

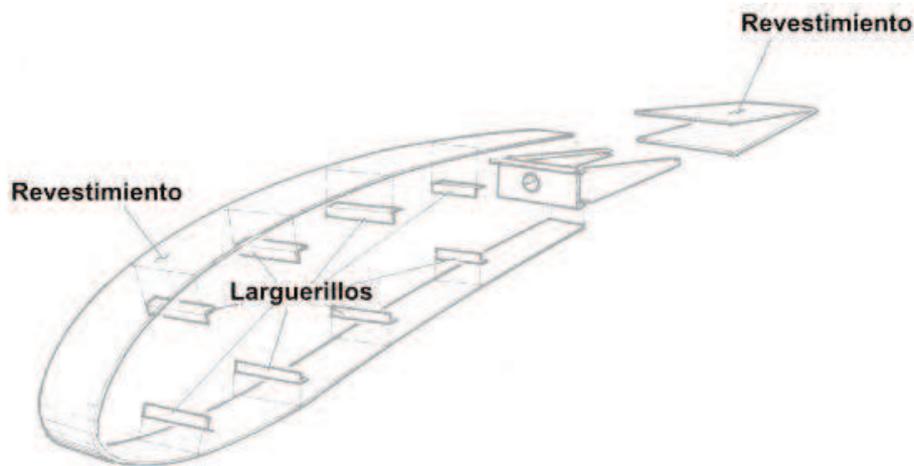


Figura 2.10: Larguerillos

Fuente: www.oni.escuelas.edu.arg

2.11.4.1. Paneles de Acceso de las alas externas

La piel del panel inferior tiene seis puertas de acceso localizada a aproximadamente 40% de la cuerda del ala. Estas puertas son para inspección y mantenimiento de la estructura y tanques de combustible. Estos están sellados con cubiertas de acceso de metal reforzado y sellos. Una cubierta pequeña de metal en el exterior del borde trasero del panel de la piel que sirve para inspección y mantenimiento de los topes del alerón. La piel superior del panel en la estación 558 está provista de cubiertas de metal a la derecha e izquierda para mantenimiento, y ajuste de la válvula de flujo electromagnético.

La superficie inferior del interior del borde del borde de salida tiene paneles de acceso de metal articulados para la inspección y mantenimiento de los flaps externos, mecanismos de manejo del flap, y reglaje del alerón. Cubiertas de acceso de metal se encuentran en la cara trasera del borde de salida externo derecho para el mantenimiento e inspección de los mecanismos de la aleta del alerón.

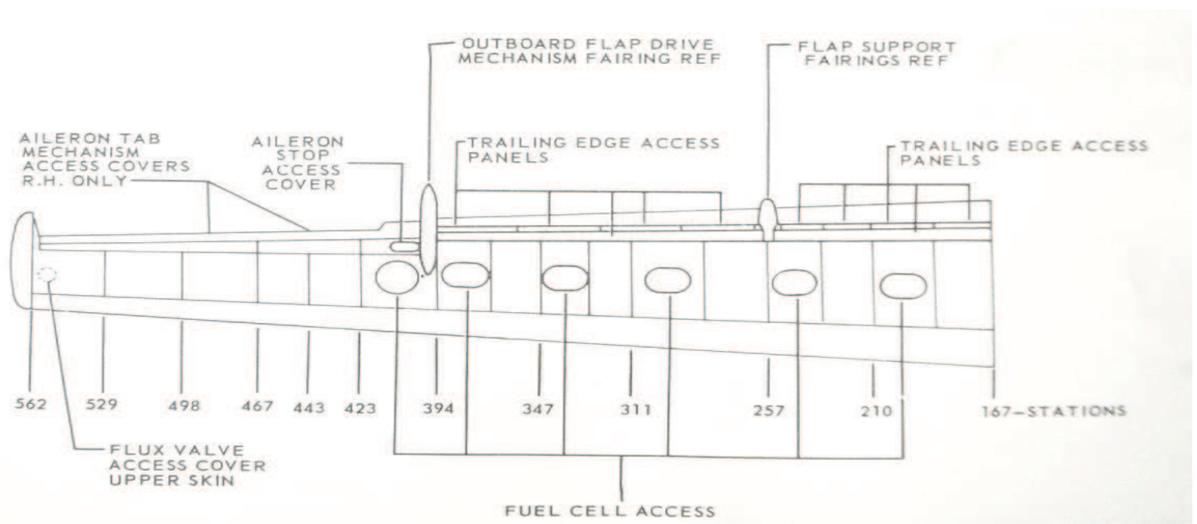


Figura 2.11: Cubiertas y Puertas de acceso del ala externa

Fuente: Manual de Mantenimiento FH-227

2.11.5. Herrajes (Fitting)

Son componentes de metal empleados para unir determinadas secciones del ala. De su cálculo depende buena parte de la resistencia estructural del ala. Resisten esfuerzos, vibraciones y deflexiones.

Los herrajes o conexiones de sujeción del ala consisten de herrajes en la sección del ala central y herrajes de la sección del ala externa. Las de la sección del ala central consisten en un herraje del tren principal tipo "I", la sección central está sujeta al fuselaje por medio de herrajes, soportes de la planta de poder desmontables, carriles del flap del interior del borde, dos puntos de apoyo para las gatas y herrajes del empalme de los larguerillos. Las conexiones de las alas externas consisten en tres puntos de apoyo para la grúa, un herraje de soporte del flap, un herraje para los topes del alerón, un herraje en la bisagra del alerón interno, un carril del flap y tres bisagras de soporte del alerón.

2.11.5.1 Herrajes del ala externa

Las alas externas están provistas con tres puntos de apoyo para la grúa de aleaciones de aluminio. Dos están hechas desde las barras extruidas y están localizadas en el larguero frontal en la estación 328 y en el larguero trasero en la estación 394. El otro punto de apoyo para la grúa está localizado en la parte superior del herraje de soporte del flap. El herraje de soporte del flap es una forja de aleaciones de aluminio que están adheridos y remachados al larguero trasero en la estación 257. El alerón está sujeto a tres soportes de la bisagra de aleación de aluminio forjados, los cuales están adheridos al exterior del borde del larguero trasero. Los herrajes de bisagra de aleaciones de aluminio del interior del borde del los alerones y los herrajes de los topes del alerón, los cuales están forjados, están localizados en la costilla del bode de salía en la estación 398.

Las nueve conexiones de aleaciones de aluminio de los larguerillos, en adición a las tiras superiores e inferiores, ángulos de empalme y placas de empalme, conectan la sección central del ala con el ala externa. El tope de las

conexiones forjadas en las alas externas está sujeto a los herrajes del larguerillo del ala central por pernos, como se observa en la figura 2.12 y 2.13.

El borde externo, carril de acero del flap del borde externo del flap está localizado en el larguero trasero y esta remachado a la costilla del borde de salida en la estación 394. El carril interno del flap externo esta adherido al larguero trasero de la sección central del ala y remachado al lado externo de la nacela. Los ángulos de empalme de acero, las láminas de los ángulos de empalme de aluminio, placas verticales de empalme aseguran los largueros delantero y trasero del ala externa a los largueros delantero y trasero del ala central como se ve en la figura 2.13.

El interior de los ángulos de empalme y las placas de empalme vertical están sujetos a través de la chapa de refuerzo del ala central a la costilla forjada en la estación 163 del ala. Las tiras de aleaciones de aluminio superior e inferior están sujetas las placas de empalme de la sección del ala central y del ala externa. Los nueve pernos, los cuales conectan los herrajes de los larguerillos entre el ala central y el ala externa, están montados únicamente a través las tiras superiores.

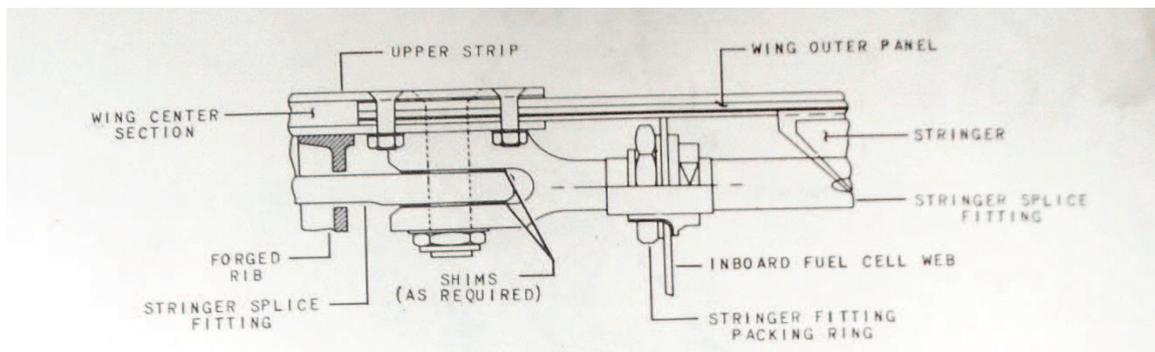


Figura 2.12: Instalación de Herrajes entre el ala central y el ala externa

Fuente: Manual de Mantenimiento FH-227

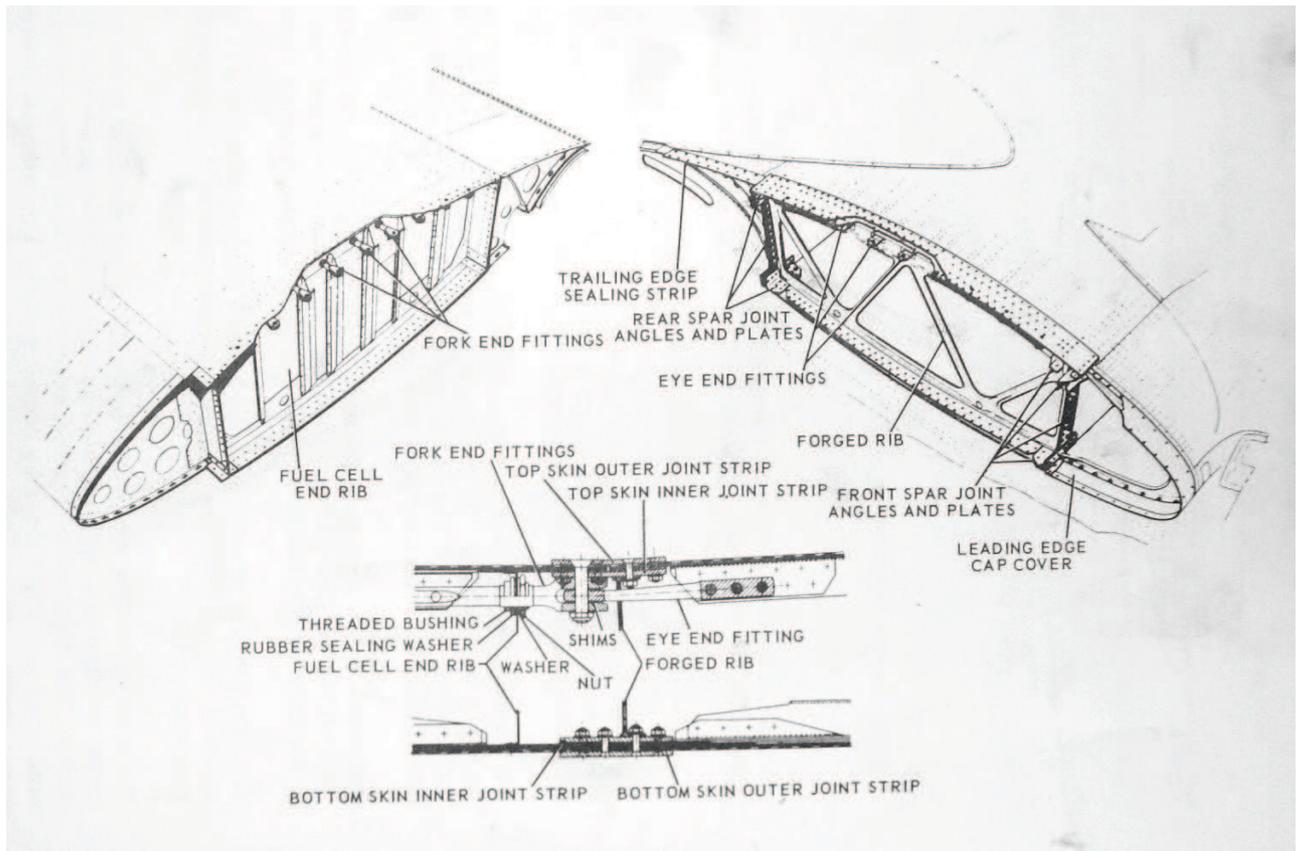


Figura 2.13: Unión del ala central con el ala externa

Fuente: Manual de Mantenimiento FH-227

2.11.6. Placa o Alma (Web)

Es una placa delgada que soportada por ángulos de refuerzo y estructura, suministra gran resistencia al corte.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares

Al ver por primera vez al avión Fairchild FH-227 J, se pudo notar claramente en la condición que se encontraba la aeronave. El primer paso fue la identificación de los elementos, los cuales iban a ser desmontados, entre estos las alas externas.

Para comenzar con el desmontaje del ala izquierda se procedió a revisar la información del manual de mantenimiento (cap57) del avión Fairchild, los mismos que nos dieron el correcto procedimiento de desmontaje del ala externa.

Luego se procedió a determinar las herramientas que utilizarán para el desmontaje del Ala izquierda del avión Fairchild y también se determinó el lugar donde deberá ser colocada el ala.

3.2. Equipos y herramientas

Para el desmontaje de las alas es necesario contar con una gran variedad de herramientas tales como herramientas de corte, de presión, de ajuste, de medición, de golpe, etc.

3.2.1 Lista de equipos y herramientas

- Playos
- Pinzas
- Flexómetro
- Desarmadores
- Rachas
- Copas (3/4, 3/8, 7/16)
- Llaves (3/4, 3/8, 7/16)
- Martillo de goma
- Compresor
- Manguera
- Playo de presión
- Taladro neumático
- Brocas
- WD-40
- Guaípe
- Guantes
- Gafas protectoras
- Mascarillas

3.3. Procedimiento del desmontaje del ala Izquierda

Según el manual de mantenimiento (Cap. 57-00, Pág. 202), se debe seguir el siguiente procedimiento para el correcto desmontaje del ala izquierda: (ver Anexo E)

- 1) Drenar el combustible del tanque del ala externa como se indica en el capítulo 28 (Cap 28-00, Pág. 201/202)
- 2) Remover o abrir los carenajes si es necesario.
- 3) Remover los flaps externos del ala y alerones como se indica en el capítulo 27 (Cap. 27-10-1, Pág. 201).
- 4) Desconectar y remover los cables de los alerones y de las aletas compensadoras como se indica en el capítulo 27 (Cap. 27-10-8, Pág. 204).
- 5) Desconectar los arneses eléctricos y de radio conectados hacia las alas externas.
- 6) Desconectar las líneas de combustible y tubos de ventilación entre la sección de los tanques de combustible de las alas externas.
- 7) Desconectar el tubo de torque del mecanismo del flap entre la sección del ala central y el ala externa como se describe en el capítulo 27. (Cap. 27-50-01, Pág. 201).
- 8) Liberar la presión de descongelamiento y abrazaderas de los tubos de succión y deslizar las mangas hacia el interior.
- 9) Sujetar la eslinga para el izaje al ala externa como se indica en el capítulo 7 (Cap.7-00, Pág.5)
- 10) Elevar la eslinga de izaje para que ceda el ala externa y para liberar el peso que el ala externa ejerce sobre las conexiones entre ala central y ala externa.

Nota: La eslinga debe ser chequeada constantemente para proporcionar un ajuste apropiado durante la remoción de todos los pernos y tuercas. Cuando este correctamente ajustada, la eslinga debe sostener el ala externa en alineación con la sección del ala central, incluso cuando todos los pernos de sujeción sean removidos.

- 11) Remover los pernos de sujeción pequeños de la franja superior e inferior entre el ala central y el ala externa.

- 12) Remover los nueve pernos de la franja superior.
- 13) Remover las placas delantera y trasera acopladas con el larguero.
- 14) Aflojar los pernos de ajuste angulares de los largueros inferiores delantero y trasero.
- 15) Remover los empalmes angulares de los largueros superiores, frontal y trasero.
- 16) Remover los empalmes angulares de los largueros inferiores, frontal y trasero.
- 17) Asegúrese de aflojar y balancear las desconexiones frente a cualquier estructura que presente un inconveniente en su trayecto de desconexión y asegúrese que todas las líneas desconectadas estén libres de obstrucción.
- 18) Cuidadosamente mover el ala externa y descenderla.
- 19) Asegurar los espaciadores de las nueve uniones superiores empalmadas a los largueros conectados a las uniones de los largueros en la sección del ala central.
- 20) Colocar el ala en un soporte acolchado para evitar daños a las superficies externas.

3.4. Desmontaje del ala externa

3.4.1 Drenar el combustible

Al comenzar las tareas de desmontaje los tanques integrales de las alas externas del avión no contenían grandes cantidades de combustible, sin embargo existían residuos y vapores de combustible, este residuo fue drenado a través de la válvula para el drenaje de combustible de los tanques integrales que se encuentra bajo el ala externa (ver figura 3.1), usando un dispositivo el cual está constituido de una cañería metálica con un embudo en su extremo superior y un contenedor metálico en su extremo inferior en el cual se depósito el residuo de combustible.

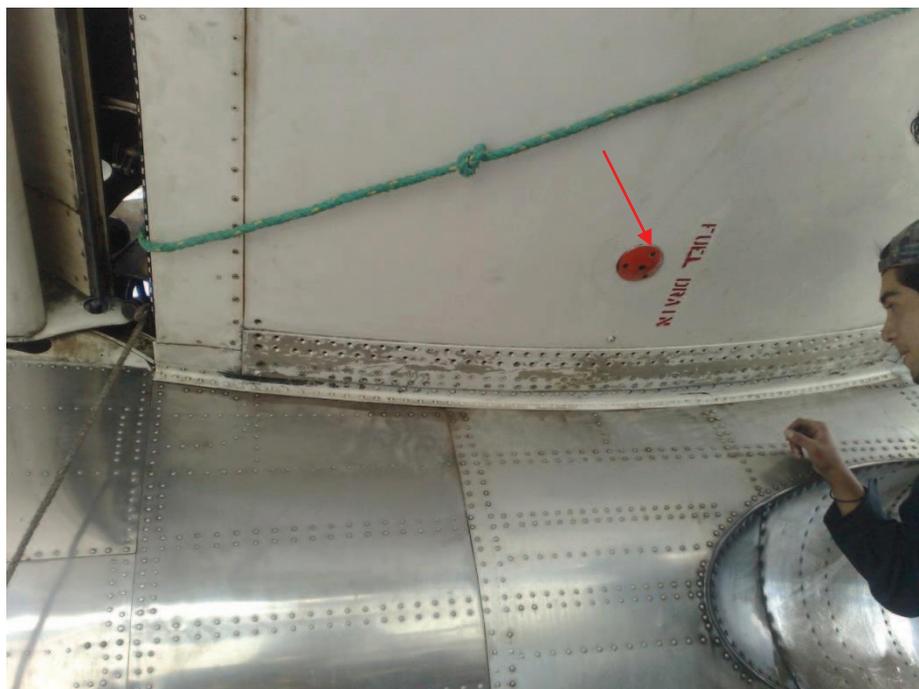


Figura 3.1: Válvula de drenado de combustible

Fuente: Investigación de campo

3.4.2 Remoción de carenajes

Los carenajes del ala externa se encuentran en la parte inferior, estos son accesos a los tanques integrales de combustible. La placa protectora de los arneses eléctricos en el borde de ataque tuvo que ser removida para las desconexiones internas. (Ver figura 3.2 y 3.3)



Figura 3.2: Placa del borde de ataque del ala

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.3: Placa removida del borde de ataque del ala izquierda

Fuente: Investigación de campo

3.4.3 Remover el flap externo del ala y alerón

La remoción de las superficies de control de vuelo las cuales son el flap externo y el alerón del ala izquierda, cuyos procedimientos se detallan en el capítulo 27 del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227, estos fueron removidos antes del desmontaje del ala.

3.4.4 Desconexión de los cables de los alerones

El ala externa izquierda posee cables para el control del movimiento de superficies móviles como el alerón (Ver figura 3.4), para la remoción del ala externa izquierda fue necesario desconectar los turnbuckles en los cables de control del alerón, luego de esto, se removi6 los cables del sector del ala externa a través del borde de salida del ala. (Ver figura 5.5)



Figura 3.4: Turnbuckle de los alerones del ala externa

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.5: Remoción cable de los alerones del ala externa

Fuente: Investigación de campo

3.4.5 Desconexión de arneses eléctricos

Se realizó la respectiva desconexión de los plugs eléctricos que se encontraban entre las alas externas con el ala central. Entre estas conexiones encontramos cableado correspondiente a luces de posición, luces de aterrizaje y luces de alta intensidad en la punta del ala, botas de descongelamiento, entre otras.

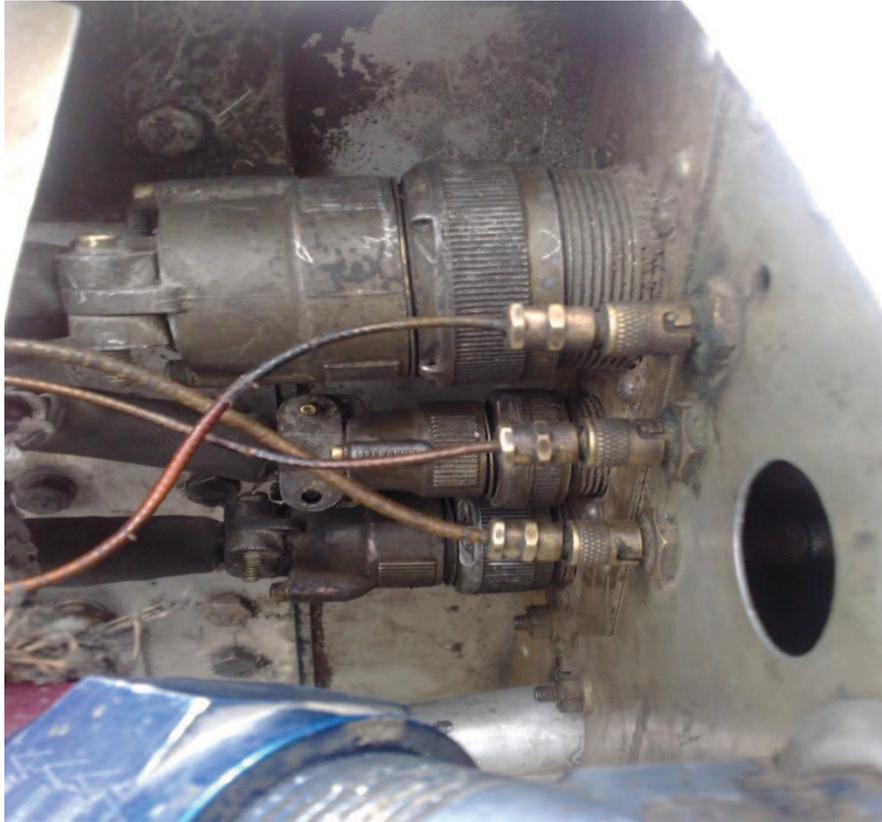


Figura 3.6: Arnases eléctricos entre el ala central y el ala externa

Fuente: Investigación de campo

3.4.6 Desconexión de las líneas de combustible y ventilación

Existen tres líneas de combustible desde los tanques integrales del ala externa hacia el sistema de combustible del motor, para acceder a estas conexiones fue necesario remover una lámina vertical metálica en el compartimiento interno sobre el tren de aterrizaje principal izquierdo por donde se tiene acceso al interior de los nueve herrajes que unen el ala central con el ala externa, luego de esto, se tuvo libre acceso para remover primeramente las abrazaderas que aseguraban la conexión de estas líneas de combustible, al retirar dichas abrazaderas las líneas de combustible pudieron ser desconectadas.



Figura 3.7: Líneas de combustible en el compartimiento del tren principal

Fuente: Investigación de campo

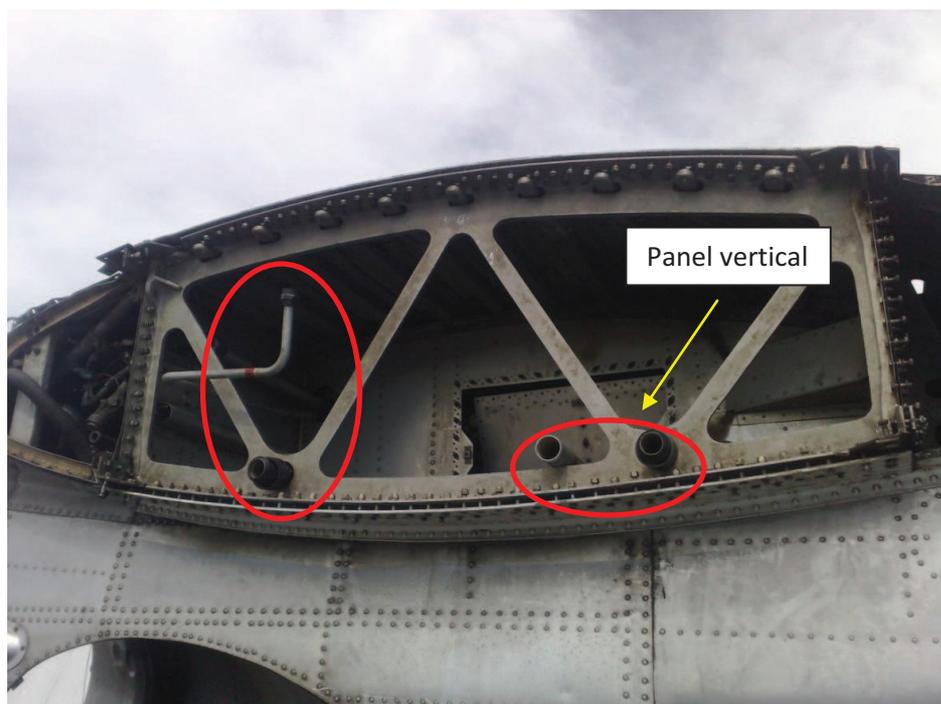


Figura 3.8: Líneas de combustible ala central

Fuente: Investigación de campo

3.4.7 Desconexión del tubo de torque del mecanismo del flap

La remoción del tubo de torque del mecanismo del flap entre la sección del ala central y el ala externa, cuyos procedimientos se detallan en el capítulo 27 del manual de mantenimiento del avión Fairchild FH-227 fueron removidos antes del desmontaje del ala.

3.4.8 Sujeción de la eslinga

Para la realización del izaje se utilizó una eslinga la cual se sujeta en tres puntos específicos que tiene el ala externa, en estos puntos se instalan tres pernos de sujeción a los cuales va asegurada la eslinga.



Figura 3.9: Sujeción de la eslinga al ala

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.10: Sujeción de los tres puntos de izaje del ala externa

Fuente: Investigación de campo

3.4.9 Elevación de la eslinga

Con la ayuda de una grúa, la eslinga es levantada de manera lenta, es así como poco a poco se fue liberando el peso que el ala externa produce en cada una de las conexiones entre el ala central y el ala externa. Además se ataron dos cuerdas a los extremos del ala externa, para evitar que el ala se golpee por el viento o el mismo movimiento de la grúa.

Nota: La eslinga debe ser chequeada constantemente para proporcionar un ajuste apropiado durante la remoción de todos los pernos y tuercas. Cuando este correctamente ajustada, la eslinga debe sostener el ala externa en alineación con la sección del ala central, incluso cuando todos los pernos de sujeción sean removidos.



Figura 3.11: Proceso de desmontaje del ala externa

Fuente: Investigación de campo

3.4.10 Remoción de los tornillos de la franja superior e inferior

Para realizar este paso se tuvo que retirar ciertas divisiones o paneles dentro del compartimiento del tren principal para así poder acceder al lugar donde se encontraban los tornillos de las bandas superiores e inferiores del ala (Ver figura 3.12).

Nota: Para la remoción de los tornillos se necesitan dos personas, una dentro del compartimiento y otra en la parte de afuera.



Figura 3.12: Panel de acceso tren principal izquierdo

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.13: Franja superior entre el ala central y el ala externa

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.14: Franja inferior entre el ala central y el ala externa

Fuente: Investigación de campo

3.4.11 Remoción de los nueve tornillos de la franja superior.

Desde el compartimiento del tren principal se procederá a remover la cada una de las nueve tuercas de los nueve tornillos que sujetan al ala externa, y desde la parte superior del ala se retirarán cada uno.

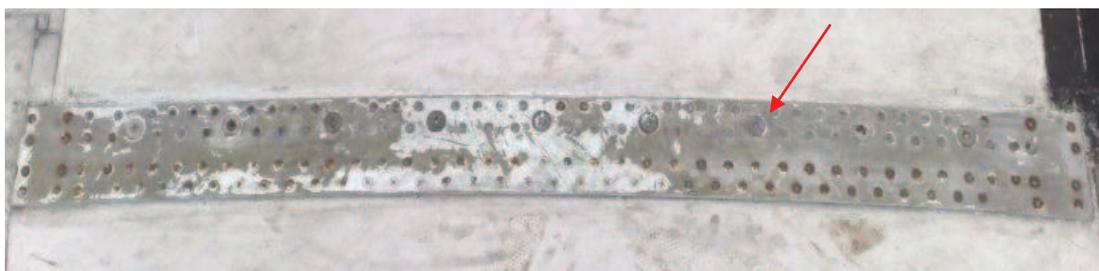


Figura 3.15: Pernos de sujeción de los larguerillos

Fuente: Investigación de campo

3.4.12 Remoción de las placas delantera y trasera

Desde el compartimiento del tren de aterrizaje se procede a la remoción de las placas delanteras y traseras que se acoplan al larguero. Estas placas están sujetas por pernos.



Figura 3.16: Placas de los largueros y ajustes angulares vista interior

Fuente: Investigación de campo



Figura 3.17: Placas de los largueros y ajustes angulares vista exterior

Fuente: Investigación de campo

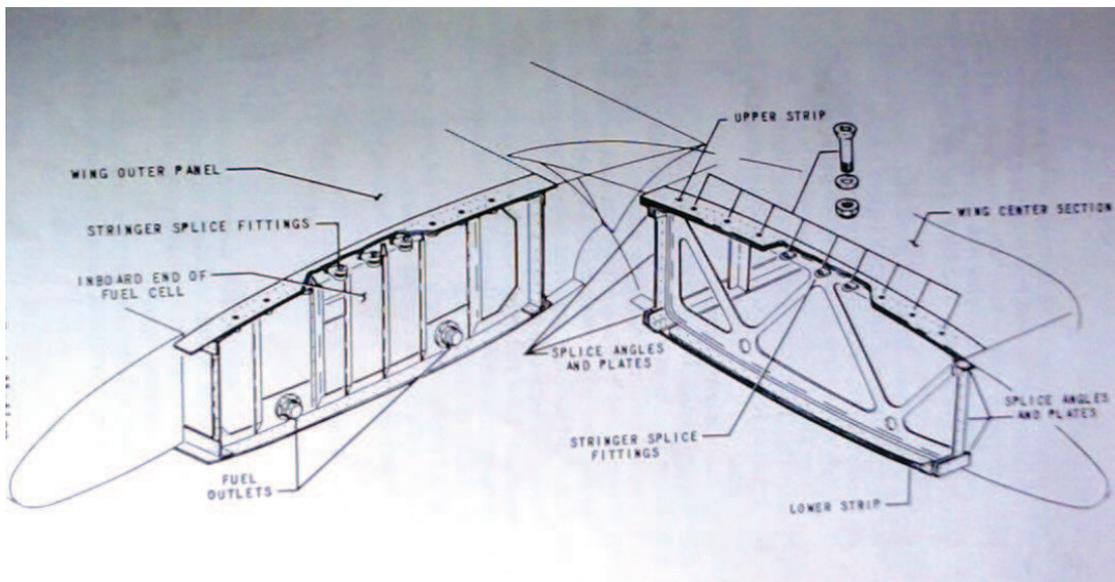


Figura 3.18: Instalación del ala externa

Fuente: Manual de Mantenimiento FH-227

3.4.13 Remoción de los pernos de los empalmes angulares

Desde el compartimiento del tren de aterrizaje se procedió a retirar los pernos de los ajustes angulares de los largueros superiores e inferiores frontal y trasero.

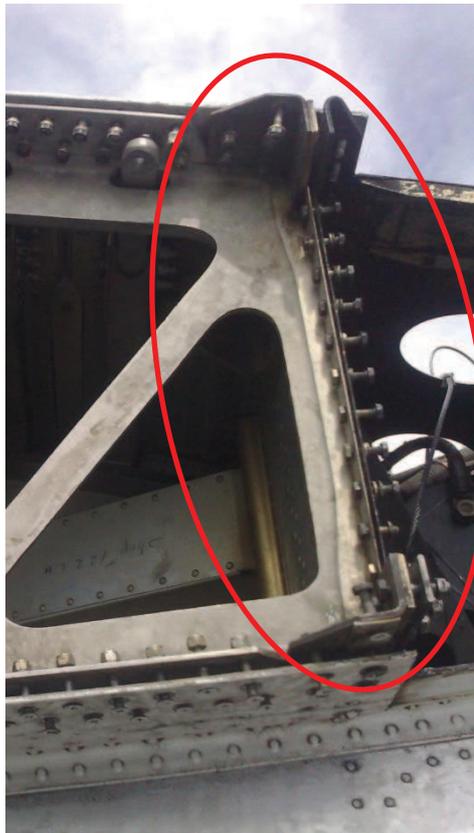


Figura 3.19: Empalmes angulares

Fuente: Investigación de campo

3.4.14 Protección de las líneas desconectadas en caso de obstrucción.

Como se detalla en pasos anteriores se desconectaron todas las cañerías, arneses eléctricos, entre otros para no tener inconvenientes en el trayecto de desmontaje, traslado e instalación.



Figura 3.20: Desconexiones aseguradas del ala central

Fuente: Investigación de campo

3.4.15 Mover el ala externa y descenderla.

Con la ayuda de la grúa se controló el movimiento de descenso del ala externa y con la ayuda de las personas involucradas en el proyecto se controló desde las sogas sujetadas a los extremos del ala el movimiento lateral del ala producido por el viento.



Figura 3.21: Descenso del ala externa

Fuente: Investigación de campo

3.4.16 Asegurar los espaciadores de las uniones de los largueros entre el ala central y el ala externa

En el proceso de desconexión del ala externa, se procuró que las láminas que separan la unión entre las placas que son soportadas por tornillos y por los nueve pernos de sujeción de los largueros, no se desalinearan por el movimiento de desacople del ala externa.



Figura 3.22: Espaciadores de las uniones de los largueros

Fuente: Investigación de campo

3.4.17 Soporte acolchado

Se procedió a colocar al ala sobre neumáticos de aviación, los mismos que se utilizaron para el traslado al ITSA por seguridad y su condición de amortiguamiento.



Figura 3.23: Colocación de neumáticos como soporte del ala

Fuente: Investigación de campo

3.5. Análisis legal

- Como primer fundamento legal que regula el tema de este proyecto de grado corresponde a lo establecido en la R-DAC parte 142 sub-parte B, en el literal **142.23 Requisitos de equipamiento, materiales y ayudas de instrucción**, la cual dice lo siguiente:

(d) El solicitante o poseedor de un certificado, deberá tener disponible en forma exclusiva y por el período de tiempo y ubicación aprobados por la Dirección General de Aviación Civil los equipos idóneos para el entrenamiento práctico (simuladores y laboratorios), así como equipos, ayudas de instrucción y material didáctico.
- Otro fundamento legal de gran importancia y que además complementa la realización del proyecto de grado es el estipulado en la R-DAC 147 referente a Escuela de técnicos de mantenimiento aeronáutico, en el literal **147.17 Requerimientos del equipo de instrucción**, la cual dice lo siguiente:

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:

(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.

- Por último cabe señalar como fundamento adicional que todos los conocimientos adquiridos en clase por los estudiantes de las diferentes carreras del Instituto se podrán reforzar en el área técnica.

3.6. Análisis económico

En el proceso del análisis económico se investigó el presupuesto monetario a invertirse durante todo los procesos como es el desmontaje, traslado y montaje de los diferentes componentes de la aeronave, para ello se basó en proformas cotizadas, este proceso de desarrollo partiendo del estudio de factibilidad económica que se realizó en el anteproyecto.

3.6.1. Recursos

Los recursos humanos con los que se cuenta para la realización de este proyecto son el director de tesis y el investigador.

Tabla 3.1: Recursos humanos

Nº	Talento humano	Designación
1	Cristina Torres	Investigador
2	Subs.Téc.Avc.Ing. Hebert Atencio	Director del proyecto
3	Tlgo. Rodrigo Bautista	Personal Técnico

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristina Torres

3.6.2. Presupuesto

A continuación referente al análisis económico realizado, se presentan materiales y diferentes gastos en los cuáles se invirtió varias sumas de dinero para la correcta realización del presente proyecto, las cuáles presentan características técnicas y financieras personales necesarias durante este proceso.

A continuación se detallan los costos realizados durante la realización del proyecto.

- **Costos**

Tabla 3.2: Costos primarios

No.	Razón de gasto		Costo
1	Equipos y herramientas		50.00
2	Montantes		300.00
3	Equipo de traslado del avión		300.00
4	Gastos varios		50.00
TOTAL			700.00

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristina Torres

Tabla 3.3: Costos secundarios

Nº	Detalle	Costo
1	Alimentación	40.00 USD
2	Transporte	60.00 USD
3	Aranceles de Grado	300.00 USD
4	Impresiones y anillados	40.00 USD
5	TOTAL	440.00 USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristina Torres

Tabla 3.4: Costo Total

No.	Razón de gasto	Costo
1	Costos primarios	700.00
2	Costos secundarios	440.00
TOTAL		1140.00

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristina Torres

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El desmontaje del ala izquierda se logró gracias a la información referente a los procesos técnicos y medidas de seguridad recopiladas en el manual de mantenimiento del avión Fairchild Hiller FH-227.
- Gracias al estudio previo realizado con el fin de determinar las herramientas a utilizarse, el trabajo de desmontaje del ala izquierda se efectuó exitosamente de manera organizada y segura.
- En el proceso de desmontaje, el ala izquierda no sufrió daño de ningún tipo, gracias al trabajo en equipo que demandó la tarea.
- Luego de desmontar el ala izquierda se procedió a colocarla en un lugar apropiado para su estadía en el ala N^o 11 mientras se finalizaban diferentes tipos de trabajos y para su posterior traslado al Instituto.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar el equipo de seguridad apropiado como guantes, tapones y orejeras, overol, calzado con punta de acero y demás, para realizar cualquier tarea de remoción o instalación.
- Para cumplir con todos los pasos descritos en el manual de mantenimiento es necesario tener un nivel apropiado del idioma inglés y del manejo adecuado de dichos manuales.
- El trabajo en equipo es la herramienta más importante que se debe utilizar en todo proceso de remoción e instalación, así mismo como la comunicación y entendimiento entre los mismos integrantes del grupo de trabajo.
- Antes de realizar cualquier tarea en la aeronave es de vital importancia contar con las herramientas necesarias a utilizarse, para así trabajar en un entorno seguro.

GLOSARIO

Avión.- Vehículo con alas, más pesado que el aire, que vuela generalmente propulsado por uno o varios motores y se usa para el transporte aéreo.

Carenado.- Denominación genérica para indicar un elemento de la carrocería con función aerodinámica y a veces también de acabado estético.

Alas.- Parte plana que se extiende a cada lado del fuselaje o cuerpo central de un avión y que le permite sostenerse en el aire.

Combustible.- Es cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor.

Mantenimiento.- Conservación de una cosa en buen estado o en una situación óptima para evitar su degradación.

Eslinga.- Cuerda, o conjunto de cuerdas fuertes con ganchos que se usa para levantar grandes pesos

Desmontar.- Separar las piezas que forman un objeto.

Perfil alar: Es la forma de la sección del ala, es decir lo que veríamos si cortáramos ésta transversalmente "como en rodajas".

Borde de ataque: Es el borde delantero del ala, la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala.

Borde de salida o de fuga: Es el borde posterior del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala; o dicho de otra forma: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por ella, retorna a la corriente libre.

Extradós: Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal del avión) se forman bajas presiones y el aire es acelerado. Es normal encontrarse ondas de choque en esta zona.

Intradós: Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal del avión) se forman sobrepresiones. Una sobrepresión en el intradós unida a una depresión en el extradós compone la sustentación global de ala.

Espesor: Distancia entre el extradós y el intradós.

Cuerda: Es la línea recta imaginaria trazada entre los bordes de ataque y de salida de cada perfil.

Cuerda media: Al igual que los perfiles del ala no suelen ser iguales, sino que van disminuyendo hacia los extremos, lo mismo sucede con las cuerdas de cada uno.

Línea del 25% de la cuerda: Línea imaginaria que se obtendría al unir todos los puntos situados a una distancia del 25% de la longitud de la cuerda de cada perfil (medida desde el borde de ataque), distancia medida comenzando por el Borde de ataque.

Curvatura: Del ala desde el borde de ataque al de salida. Curvatura superior se refiere a la de la superficie superior (extradós); inferior a la de la superficie inferior (intradós), y curvatura media a la equidistante a ambas superficies.

Superficie alar: Superficie total correspondiente al ala.

Envergadura: Distancia entre los dos extremos del ala.

Alargamiento: Cociente entre la envergadura y la cuerda media.

Flecha: Ángulo que forman las alas (más concretamente la línea del 25% de la cuerda) respecto del eje transversal del avión.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Manuales

- Manual de mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
 - ATA 57 – Alas
- Manual de equipos y herramientas especiales Fairchild Hiller FH-227
- Manual de Reparación Estructurales Fairchild Hiller FH-227

Internet

- <http://nueveg.wordpress.com/page/52/?archives-list&archives-type=cats>
- <http://www.aerodacious.com/ccAM087.HTM>
- www.wikipedia.org
- http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Larguero>
- http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))
- <http://www.aireyespacio.com/2009/12/la-estructura-del-ala.html>
- http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/idealizacon_estructuras.htm
- <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>
- <http://www.paramo4x4.com/principal/grilletes-de-rescate>

ANEXOS

ANEXO A:

ESTACIONES DEL ALA DEL AVION

ANEXO "H"
ESTACIONES DE LAS ALAS DEL AVIÓN

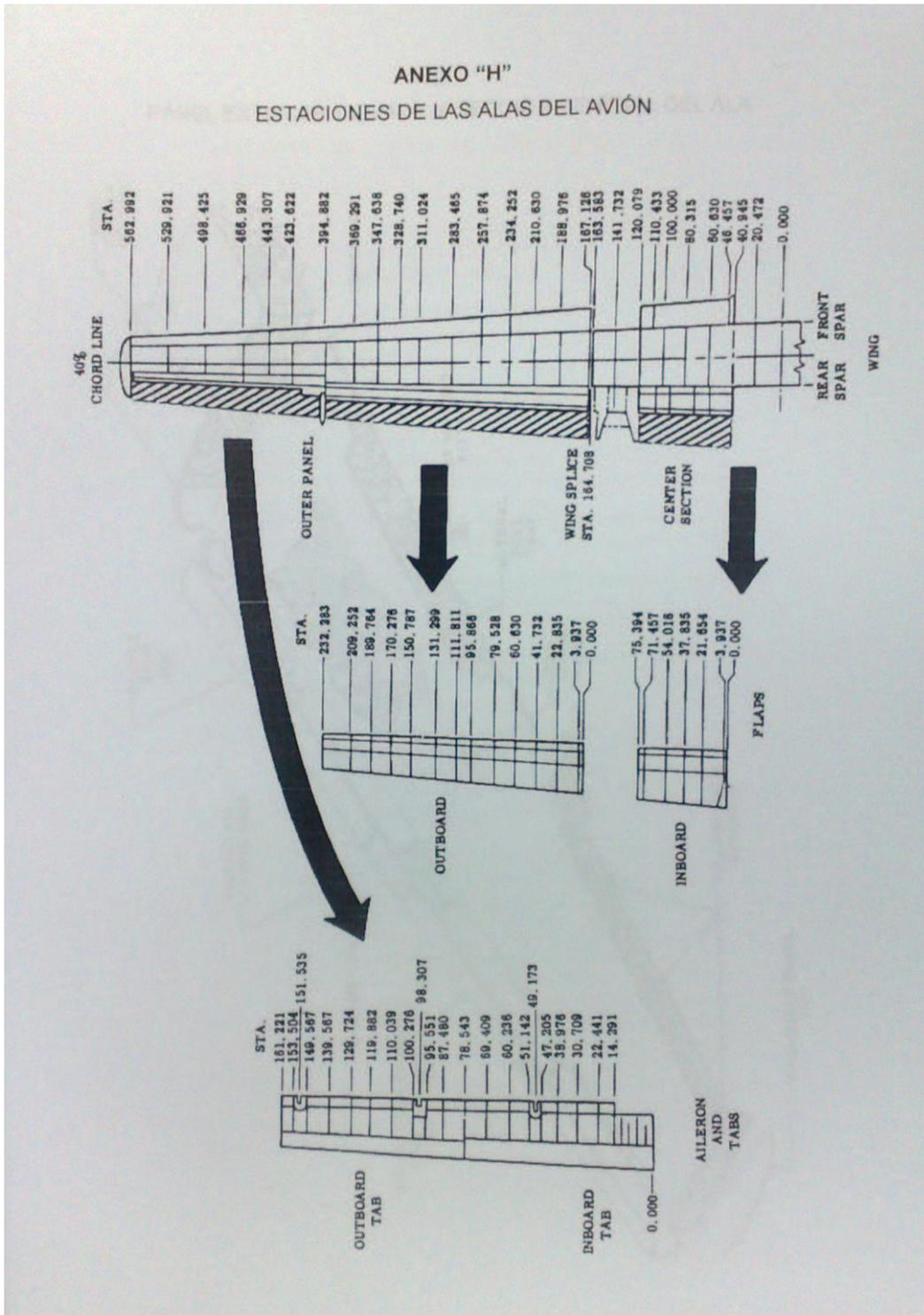


Figura: Estaciones del ala
Fuente: Manual de Mantenimiento
Elaborado por: Cristina Torres Salgado

ANEXO B:

ALA IZQUIERDA DEL

AVIÓN



Figura: Ala izquierda

Fuente: Catalogo de fotos Ala N11 FH-227

Elaborado por: Cristina Torres Salgado

ANEXO C:

PUNTOS DE REMOCIÓN



Figura: Placas y ángulos de empalme

Fuente: Catalogo de fotos Ala N11 FH-227

Elaborado por: Cristina Torres Salgado



Figura: Tiras inferior y superior

Fuente: Catalogo de fotos Ala N11 FH-227

Elaborado por: Cristina Torres Salgado

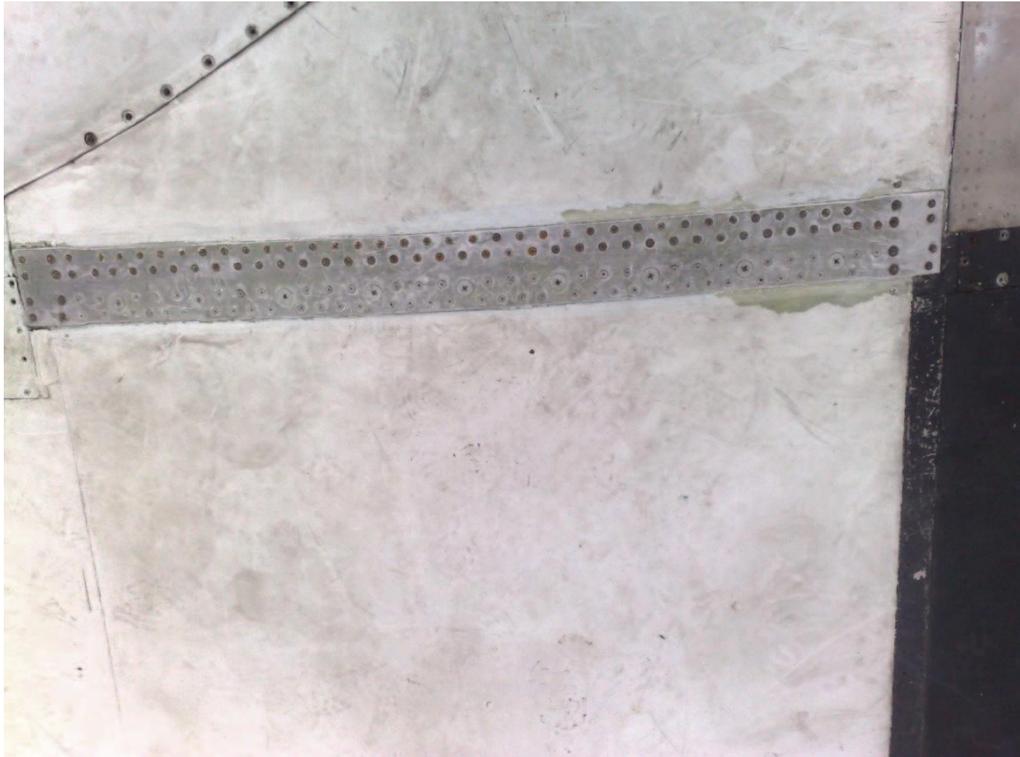


Figura: Pernos de sujeción

Fuente: Catalogo de fotos Ala N11 FH-227

Elaborado por: Cristina Torres Salgado

ANEXO D:

**PROCEDIMIENTO DE
DESMONAJE DEL ALA
EXTERNA**

**FAIRCHILD
FH-227 SERIES
MAINTENANCE MANUAL**

REMOVAL/INSTALLATION - WING OUTER PANEL. (See Figure 201.)

A. Remove.

- (1) Drain fuel from wing outer panel fuel tanks as indicated in chapter 28.
- (2) Remove or open access covers as necessary.
- (3) Remove outboard flap and aileron as described in chapter 27.
- (4) Disconnect and remove aileron and aileron trim tab cables as indicated in chapter 27.
- (5) Disconnect radio and electrical harnesses to wing outer panel.
- (6) Disconnect fuel lines and vent tube from outer panel fuel tank; cap lines.
- (7) Disconnect flap mechanism torque tube between wing center section and wing outer panel as described in chapter 27.
- (8) Release deicing pressure and suction tube sleeve clamps and slide sleeves inboard.
- (9) Attach hoisting sling to outer panel as indicated in chapter 7.
- (10) Raise hoisting sling to take up slack and to relieve weight of outer panel on attaching connections.

NOTE: The hoisting sling must be checked constantly for proper adjustment during removal of all remaining bolts and nuts. When correctly adjusted, the sling must hold the wing outer panel in alignment with the wing center section, even when all attaching bolts are removed.

- (11) Remove smaller attaching bolts from upper and lower strips between wing center section and wing outer panel.
- (12) Remove nine larger bolts from upper strip.
- (13) Remove front and rear spar splice plates.
- (14) Loosen lower, front and rear spar splice angle attaching bolts.
- (15) Remove upper, front and rear spar splice angles.
- (16) Remove lower, front and rear spar splice angles.
- (17) Secure loose and dangling disconnects to any convenient adjacent structure and make certain that all disconnected lines are free of all obstructions.
- (18) Carefully move wing outboard and lower.
- (19) Secure shims from the nine upper stringer splice fittings to wing center section stringer fittings.
- (20) Place wing in suitable padded supports to avoid damage to external surfaces.

Figura: Estaciones del ala

Fuente: Manual de Mantenimiento

Elaborado por: Cristina Torres Salgado

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Nora Cristina Torres Salgado

NACIONALIDAD: ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 26 Septiembre 1990

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1723467716

TELÉFONOS: 022974961/087083471

CORREO ELECTRÓNICO: cristal2609@hotmail.com

DIRECCIÓN: Susana Lettor y Calle H, Cto. "El Conde" casa #75 (Quito)



ESTUDIOS REALIZADOS

- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
2008 - 2011 Latacunga - Cotopaxi - Ecuador
- Colegio Mixto Particular Luigi Galvani
1999 - 2008 Quito – Pichincha - Ecuador
- Instituto Tecnológico Harvard
2001- 2004 Quito – Pichincha -Ecuador
- Escuela Santa Teresita
1996 – 1999 Quito – Pichincha - Ecuador

TÍTULOS OBTENIDOS

- Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores
- Tecnología en idioma Inglés
- Bachillerato en Ciencias Físico – Matemático

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- Ala de transporte #11 (Quito)
- Tame (Quito)

- Cema (Latacunga)

EXPERIENCIA LABORAL

- DIMPOFER CIA.LTDA

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIONES
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

Nora Cristina Torres Salgado

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio

Latacunga, Octubre 12 del 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, NORA CRISTINA TORRES SALGADO, Egresado de la carrera de MECANICA AERONAUTICA MENSION MOTORES, en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 172346771-6, autor del Trabajo de Graduación DESMONTAJE DEL ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN FAIRCHILD F-227 CON MATRÍCULA HC-BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE No. 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Nora Cristina Torres Salgado

Latacunga, Octubre 12 del 2011