



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

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

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES

TEMA: “REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE FLAPS DEL  
AVIÓN FAIRCHILD FH-227 DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE  
TECNOLOGÍAS-ESPE”

AUTOR: PANTOJA MONTENEGRO DARWIN ESTEBAN

DIRECTOR: Tlgo. Rolando Sarmiento

LATACUNGA

Año 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **SR. PANTOJA MONTENEGRO DARWIN ESTEBAN**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**.

---

**Tlgo. Rolando Sarmiento**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, Abril 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**DARWIN ESTEBAN PANTOJA MONTENEGRO**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Graduación denominado “REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE FLAPS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

---

**Darwin Esteban Pantoja Montenegro**

**CI: 0401531793**

Latacunga, Abril 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Darwin Esteban Pantoja Montenegro

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE la publicación, "REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE FLAPS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE", en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

---

**Darwin Esteban Pantoja Montenegro**  
**CI: 0401531793**

Latacunga, Abril 2015

## DEDICATORIA

Gracias a la oportunidad que me da la vida y en una circunstancia muy singular como el de vivenciar un trabajo tan valioso al servicio de la sociedad, donde pongo mis mayores esfuerzos que facilitan a todo nivel mi formación permanente.

Por todos aquellos quienes estamos convencidos, que un verdadero cambio en la sociedad solo se realizará con honradez y esfuerzo que le dan valor a la vida, pues este es el fruto de la constancia del sacrificio de un joven lleno de ilusiones y esperanzas que alcanza una meta más.

Pues no es de olvidar que en el camino de la superación y el progreso no existen límites y que la única superioridad que se puede dar entre los seres humanos solo se encuentra en la inteligencia.

Porque vivir y luchar, es engrandecerse, es perfeccionarse, es luchar.

**Darwin Esteban Pantoja Montenegro**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios en primer lugar por su infinita bondad, a mis padres por haberme dado la vida y el apoyo incondicional que me ofrecen en todas mis manifestaciones sinceras que son las que me han incentivado a realizar este trabajo sencillo, pero lleno de esperanza que será el nexo para ampliar mi sueño y los beneficios que puede ofrecer este trabajo a la colectividad de mi Patria.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías, a sus docentes por el avance científico y tecnológico contemporáneo que exige condiciones especiales para desenvolverse en la sociedad.

El ritmo de las modernas fuerzas productivas lo determina, por esta razón me he fortalecido de aptitudes, acorde a las nuevas relaciones de producción que es el mejor ejemplo de lo que todo ser humano puede alcanzar con persistencia y esfuerzo.

**Darwin Esteban Pantoja Montenegro**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
SUMMARY.....	xii
CAPÍTULO I .....	1
EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación e importancia .....	2
1.4 Objetivos .....	2
1.4.1 General .....	2
1.4.2 Específicos.....	3
1.5 Alcance .....	3
CAPÍTULO II .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Avión Fairchild FH-227.....	4
2.1.1 Descripción de la aeronave.....	5
2.1.2 Características generales.....	6
2.1.3 Especificaciones técnicas .....	6

2.2 Superficies de Mando y Control .....	7
2.2.1 Flaps .....	7
2.2.2 Slats .....	8
2.2.3 Alerones.....	8
2.2.4 Timón de profundidad o elevadores.....	9
2.2.5 Timón de dirección o Rudder .....	10
2.3 Mecanismos de accionamiento de los flaps .....	12
2.3.1 Actuador.....	12
2.3.2 Controlador del motor .....	13
2.3.3 Caja de accesorios y varillas de interconexión .....	13
2.3.4 Interruptor de fin de carrera.....	14
2.3.5 Interruptor de límite .....	15
2.3.6 Interruptor asimétrico .....	15
2.3.7 Indicador de posición y transmisor.....	16
CAPÍTULO III .....	19
DESARROLLO DEL TEMA.....	19
3.1 Introducción.....	19
3.2 Herramientas empleadas .....	19
3.3 Equipos de protección personal necesarios.....	20
3.4 Medidas de seguridad.....	20
3.5 Procedimiento de habilitación del sistema de Flaps .....	20
3.6 Mantenimiento .....	21
3.6.1 Mantenimiento preventivo .....	21
3.6.2 Mantenimiento predictivo .....	21
3.6.3 Mantenimiento correctivo .....	21
3.7 Inspección sistema de Flaps.....	21
3.7.1 Adecuación del sistema eléctrico sistema de Flaps.....	22



3.7.2 Lubricación del sistema de Flaps.....	27
3.7.3 Pruebas operacionales .....	29
3.8 Estudio económico.....	29
CAPÍTULO IV.....	31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31
4.1 CONCLUSIONES .....	31
4.2 RECOMENDACIONES .....	31
GLOSARIO .....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
Trabajos citados.....	33
NETGRAFÍA .....	33
ANEXOS .....	34

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Costos Primarios.....	30
Tabla 2. Costos Secundarios.....	30
Tabla 3. Costo Total del Proyecto.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Avión Fairchild FH-227 .....	5
Figura 2. Tipos de Flaps .....	7
Figura 3. Slats.....	8
Figura 4. Alerones.....	9
Figura 5. Elevador.....	10
Figura 6. Ruder .....	11
Figura 7. Motor eléctrico .....	12
Figura 8. Caja de control del motor.....	13
Figura 9. Varillas de interconexión.....	14
Figura 10. Interruptor de tambor .....	15
Figura 11. Interruptor de limite UP-DOWN.....	15
Figura 12. Circuito asimétrico .....	16
Figura 13. Tornillo sin fin con indicador de posición. ....	17
Figura 14. Conexiones aeronave-tierra tren principal .....	22
Figura 15. Circuit Breaker de los Flaps.....	22
Figura 16. Diagrama de cableado sistema de Flaps.....	23
Figura 17. Sistema Eléctrico .....	23
Figura 18. Mantenimiento de Circuit Breaker.....	24
Figura 19. Fusible de los Flaps .....	24
Figura 20. Posición de Flap asimétrico. ....	25
Figura 21. Indicadores de los Flaps .....	25
Figura 22. Panel abierto del circuito asimétrico .....	26
Figura 23. Caja de conexiones del actuador de los Flaps .....	26
Figura 24. Interruptor del actuador de los Flaps .....	27
Figura 25. Tornillo sin fin.....	27
Figura 26. Mecanismo de extensión y retracción.....	28
Figura 27. Motor de accionamiento de los Flaps. ....	28
Figura 28. Sistema de Flaps Habilitado .....	29

## RESUMEN

El presente trabajo está enfocado a realizar la habilitación del sistema de Flaps del avión Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD para su extensión y retracción, sirviendo así como material teórico-práctico para el estudiante de la Unidad de Gestión de Tecnologías. En el capítulo I se identificó que en la Unidad de Gestión de Tecnologías se requiere habilitar el sistema de Flaps en el avión Fairchild FH-227 para implementarlo como material de inter aprendizaje y estudio, también se determina los objetivos a realizarse para de esta manera obtener los resultados deseados, limitando el alcance del trabajo. En el capítulo II se describe definiciones generales e información técnica recopilada de los controles de vuelo primarios y el diagrama de cableado del avión Fairchild, incluyendo prácticas estándar lo cual ayudó a tener una idea clara a desarrollar el proyecto y de esta manera cumplir lo anhelado. El desarrollo del trabajo se plasma en el capítulo III iniciando con la verificación de los componentes del sistema de Flaps usando como guía el manual de mantenimiento ATA 27, efectuando minuciosamente el análisis de los elementos que se rehabilitarán, realizando la implementación de los nuevos componentes y cableado eléctrico, la elaboración de un instructivo físico tanto operacional como de mantenimiento, la fase de pruebas operacionales facilitando la comprensión y funcionamiento del operador, que siguiendo medidas de seguridad se previnieron accidentes materiales y humanos.

## PALABRAS CLAVE

- **SISTEMA DE FLAPS**
- **FAIRCHILD FH-227**
- **CONTROLES DE VUELO**
- **ATA 27**
- **HABILITACIÓN**

## SUMMARY

This research focuses on restoring the Fairchild FH-227 HC-BHD flap system for extension and retraction, using as theoretical and practical material for students of Unidad de Gestión de Tecnologías. In Chapter I states the necessity to enable the Flap system for Fairchild FH-227 aircraft at UGT as a training aid and study, it also has objectives planned to obtain desired results, limiting the work scope. Chapter II describes general definitions and technical information collected from primary flight controls and Fairchild wiring diagram, including standard practices that helped to have a clear idea to develop the project and thus comply what is expected. Chapter III has the work development, starting with the verification of Flaps system components, using the ATA 27 maintenance manual as a guide, the analysis of the elements to be restored were analyzed carefully, making the implementation of new components, electrical wiring, an instructional and operational maintenance guide, operative testing phase, facilitating understanding and operator operation, that following safety measures, material and human accidents were prevented.

## KEYWORDS

- **SYSTEM FLAPS**
- **FH-227 FAIRCHILD**
- **FLIGHT CONTROLS**
- **ATA 27**
- **ENABLE**

---

**Legalized by: MSc. Rosa E. Cabrera T.**

## CAPÍTULO I

### EL TEMA

#### 1.1 Antecedentes

En la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, se encuentra ubicada la Unidad de Gestión de Tecnologías, Unidad perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, misma que tiene como objetivo formar profesionales de nivel tecnológico en el campo aeronáutico y de la industria Aeronáutica.

La Unidad de Gestión de Tecnologías se destaca por distintas carreras que ofrece, específicamente en el ámbito aeronáutico ya que son únicas en el país, siendo estas Mecánica Aeronáutica mención Aviones, Mecánica Aeronáutica mención Motores, Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, Logística y Transporte, Ciencias de la Seguridad mención Aérea y Terrestre.

La especialidad de Mecánica Aeronáutica mención Aviones genera la capacidad crítica, analítica, en sus estudiantes, para dar solución a los problemas que se presentan en la estructura y sistemas de aeronaves a fin de mejorar la gestión de las empresas de aviación.

Para realizar la labor antes descrita dicha Unidad cuenta con distintos laboratorios auditados por la Dirección General de Aviación Civil, los cuales deben cumplir con requerimientos básicos para la realización de prácticas estudiantiles durante el proceso de formación académica.

El Avión Escuela de la Unidad de Gestión de Tecnologías, brinda las facilidades para la instrucción en temas de operación, controles de los sistemas y cambios estructurales. En el mismo se han desarrollado varios proyectos que permiten el aprendizaje práctico de los sistemas tal es el caso

del trabajo de graduación titulado: “Rehabilitación del sistema de Aire Acondicionado del Avión Fairchild”, por Sintya Belén Zapata Cruz, en el cual se recomienda el uso de los equipos como material de instrucción, así como la constancia en la rehabilitación de todos los sistemas de la aeronave.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La Unidad de Gestión de Tecnologías cuenta con un avión escuela el mismo que tiene sistemas inoperativos; como es el caso del sistema de Flaps; por lo que se ve impedida la realización de prácticas estudiantiles. Al contar con un sistema habilitado los conocimientos impartidos a los señores estudiantes son netamente teóricos-prácticos evidenciando de forma práctica su funcionamiento.

## **1.3 Justificación e importancia**

De acuerdo a las investigaciones realizadas se determina que el Avión Escuela Fairchild FH-227 no posee el sistema de flaps en condiciones de uso, impidiendo así la instrucción del mismo en asignaturas como Montaje y Reglaje, es por esta razón que se ve la necesidad de rehabilitarlo a fin de que sea un instrumento funcional que sirva como material didáctico, para que facilite la manipulación por parte del estudiante y docente al momento de la enseñanza, incrementando la afirmación del conocimiento teórico impartido en clase.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Rehabilitar el sistema de flaps del avión Fairchild FH-227 de la Unidad de Gestión de Tecnologías, mediante el uso adecuado de manuales e implementar la práctica operacional a los alumnos.

### **1.4.2 Específicos**

- Indagar la información técnica de los manuales de mantenimiento del ATA 27 del Avión Fairchild FH-227.
- Verificar la existencia y condición inicial de cada uno de los elementos del sistema.
- Realizar la rehabilitación del sistema de flaps.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento y operación de los flaps.
- Elaborar instructivos de operación y mantenimiento del sistema implementado.

### **1.5 Alcance**

Este proyecto se enfoca en realizar la rehabilitación del sistema de flaps del avión Fairchild FH-227, que se encuentra en la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE, brindando de esta manera un aporte positivo a la realización de prácticas estudiantiles, para así reforzar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en cada una de sus dependencias.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Avión Fairchild FH-227

El Fairchild Hiller FH-227 fue un avión derivado del Fokker F27 holandés, construidos bajo licencia por Fairchild Hiller en su fábrica de Hagerstown, Maryland, en el estado de Virginia (EE. UU.).

Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952, ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra reemplazar el DC-3. 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.

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; posterior se cambió la denominación a FH-227.

Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando una sección delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m; esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.planepictures.net>



**Figura 1.**Avión Fairchild FH-227  
**Fuente:** <http://www.planepictures.net>

### 2.1.1 Descripción de la aeronave

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

Este avión posee un tren de aterrizaje de tipo triciclo operado neumáticamente, un sistema de frenos neumáticos que cuenta con un sistema de anti – deslizamiento, y la protección de hielo para las superficies de borde de ataque.

En la cabina del avión se encuentra un panel frontal donde están ubicados todos los instrumentos, equipos de comunicación y sistemas de navegación; los cuales permiten visualizar y obtener información referente al vuelo, dentro de este conjunto tenemos los mandos de control de vuelo, los mismos que son operados manualmente, incluyendo así a los flaps, alerones, timón de dirección y elevadores<sup>2</sup>.”

---

<sup>2</sup>Manual de mantenimiento Fairchild FH-227

### 2.1.2 Características generales

- **Tripulación:** Dos (piloto y copiloto)
- **Capacidad:** 52 asientos a 79 cm (31 in) de paso, o un máximo de 56
- **Capacidad de carga:** 11.200 libras (5.080 kg)
- **Longitud:** 83 pies 8 pulgadas (25,50 m)
- **Envergadura:** 95 pies 2 pulgadas (29,00 m)
- **Altura:** 27 ft 7 in (8.41 m)
- **Superficie alar:** 754 m<sup>2</sup> (70,0 m<sup>2</sup>)
- **Peso en vacío:** 22,923 libras (10,398 kg)
- **Max. peso de despegue:** 43,500 libras (19,730 kg)
- **Planta motriz:** 2 x Rolls-Royce Dart RDa.7 Mk 532-7L turbohélices, 2300 EHP (1715 kW) cada uno

### 2.1.3 Especificaciones técnicas

- **Nunca exceda la velocidad:** 288 nudos (331 mph, 532 km / h)
- **Velocidad máxima:** 256 nudos (294 mph, 473 km / h)
- **Velocidad de crucero:** 235 nudos (270 mph, 435 km / h)
- **Velocidad de pérdida:** 75,9 nudos (87.3 mph, 140,5 kmh)
- **Alcance:** 570 nm con la máxima capacidad de carga, 1439 nm con combustible máximo (656 millas / 1.655 millas, 1.055 kilometros / 2660 kilometros)
- **Techo de servicio:** 28.000 pies (8.540 m)
- **Índice de la subida:** 1.560 ft / min (7,9 m / s)
- **Caja de reducción del motor:** 0,093:1.
- **Flaps:** 7 posiciones.
- **Combustible:** 5.150 l (1.364 galones).
- **Consumo:** 202 gal/hora<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup><http://www.airliners.net/aircraft-data/stats.main?id=217>

## 2.2 Superficies de Mando y Control

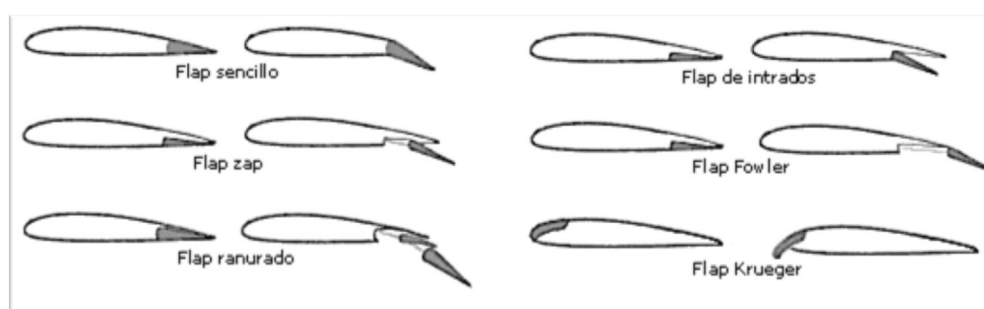
### 2.2.1 Flaps

Situado en el borde de salida del ala. Su función es aumentar el coeficiente de sustentación mediante el aumento de superficie alar o el cambio en la curvatura del perfil, entrando en acción cuando la aeronave vuela a velocidades inferiores a aquellas para las cuales se ha diseñado el ala, y replegándose posteriormente para vuelo crucero quedando inactivo.

Se accionan desde la cabina, bien por una palanca, por un sistema eléctrico, o cualquier otro sistema, con varios grados de calaje ( $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ , etc...) correspondientes a distintas posiciones de la palanca o interruptor eléctrico, y no se bajan o suben en todo su calaje de una vez, sino gradualmente. En general, deflexiones de flaps de hasta unos  $15^\circ$  aumentan la sustentación con poca resistencia adicional, pero deflexiones mayores incrementan la resistencia en mayor proporción que la sustentación.

Hay varios tipos de flaps: sencillo, de intradós, zap, fowler, ranurado y Krueger. El más usado en aeronaves grandes es el flap ranurado mismo que está presente en el avión Fairchild FH-227.

El flap ranurado al ser deflectado deja una o más ranuras que comunican el intradós y el extradós, produciendo una gran curvatura y a la vez crea una corriente de aire que elimina la resistencia inducida.



**Figura 2.** Tipos de Flaps

**Fuente:** <http://www.planepictures.net>

La fabricación de los flaps del avión Fairchild FH-227 está constituido de una aleación de aluminio 2024 – T3 con un empastado de honeycomb, el cual ayuda a darle la forma aerodinámica en el borde de salida del flap, constituyendo un refuerzo a las cargas o esfuerzos generados en vuelo para que no existan delaminaciones o hundimientos en las superficies de dicho metal.

### 2.2.2 Slats

Son superficies hipersustentadoras situadas en el borde de ataque del ala; siendo dispositivos móviles que crean una ranura entre el borde de ataque del ala y el resto del plano. A medida que el ángulo de ataque aumenta, el aire de alta presión situado en los intrados llega a la parte superior del ala, dando energía de esta manera al aire en los extrados y por tanto aumentando el máximo ángulo de ataque que el avión puede alcanzar.



**Figura 3.**Slats.

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org>

### 2.2.3 Alerones

Los alerones son superficies de mando y control que se encuentran en los extremos de las alas, su misión es llevar a cabo los virajes del avión a ambos lados a través de un movimiento de alabeo.

El alerón está diseñado con una cara recta y una cara curva, o con ambas

caras curvas pero con una de ellas de mayor desarrollo o longitud, de modo que el aire que pase por la curva lo tenga que hacer más rápido que el de la superficie plana. Esto, de acuerdo con el principio de Bernoulli, genera una caída de presión en la cara curva y, en consecuencia, una fuerza debida a la succión.

La idea detrás del rol es provocar una asimetría de sustentación en ambas alas de la aeronave. Esto induciría a que una ascienda (gana sustentación) y la otra descienda (pierde sustentación). Al deflectar los alerones hacia arriba o hacia abajo se logra este efecto.

La envergadura de las alas de esta aeronave no permite efectuar ágilmente el alabeo debido a su corta superficie de impacto en los alerones y el poco par torsión al que esto involucra. Por tanto el roll en el avión Fairchild requiere del apoyo del empenaje para el aterrizaje y maniobras de alto riesgo en vuelo.



**Figura 4.**Alerones

**Fuente:** <http://www.google.com>.

#### **2.2.4 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 "Y", 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 desplaza 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 avión Fairchild al poseer un tren de aterrizaje tipo triciclo, requiere que un instante antes de posarse en la pista durante su fase de aproximación, se mueva el timón un poco hacia atrás para que el avión levante el morro o nariz y se pose apoyándose primero sobre el tren de aterrizaje de las alas y después sobre el delantero.



**Figura 5.**Elevador

**Fuente:** <http://www.skytechnologies.net>

### **2.2.5 Timón de dirección o Rudder**

Superficie flexible situada detrás del estabilizador vertical de la cola mantiene o varía el rumbo trazado. Su movimiento hacia los lados hace girar al avión sobre su eje vertical. Este movimiento se realiza oprimiendo la parte inferior de los pedales, según se desee el rumbo a la derecha o la izquierda.

Simultáneamente con el accionamiento del correspondiente pedal, el piloto hace girar también el timón de profundidad para inclinar las alas sobre el eje “Y” 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 el avión gira a la izquierda.

Actualmente el sistema tradicional de control de movimiento de las superficies flexibles por medio de cables de acero inoxidable que contiene el avión Fairchild acoplados a mecanismos hidráulicos se está sustituyendo por el sistema fly-by-wire(vuelo por cable); que utiliza un mando eléctrico asistido por computadora para ejecutar los movimientos de los controles de vuelo.<sup>4</sup>



**Figura 6.**Ruder

**Fuente:** <http://www.asifunciona.com>

---

<sup>4</sup>Oñate E. (2012). Conocimientos del avión. España: Paraninfo



## 2.3 Mecanismos de accionamiento de los flaps

### 2.3.1 Actuador

Un motor de 28Vdc y una caja de reducción son instalados en el alojamiento principal de las ruedas del tren de aterrizaje de la nacella izquierda para el manejo de los flaps. El poder de operación del motor es obtenido por la fuente de energía de vuelo de emergencia de 28 Vdc.

El motor y caja de reducción están montados junto con el eje de mando del engranaje de manejo y el engranaje de entrada de la caja de accesorios de la estación 141 del ala. El motor es de doble sentido de giro mediante una reversa acoplada al control de nivel de posición en el mismo compartimento.

Un electromagneto es incorporado en la unidad para proveer al engranaje interno un instante de acople y desacople. La velocidad es reducida por el engranaje de reducción contenido en los dos estados de los engranajes principales. Un engranaje también es incorporado en el conjunto y permite prevenir la sobre carga en el motor.



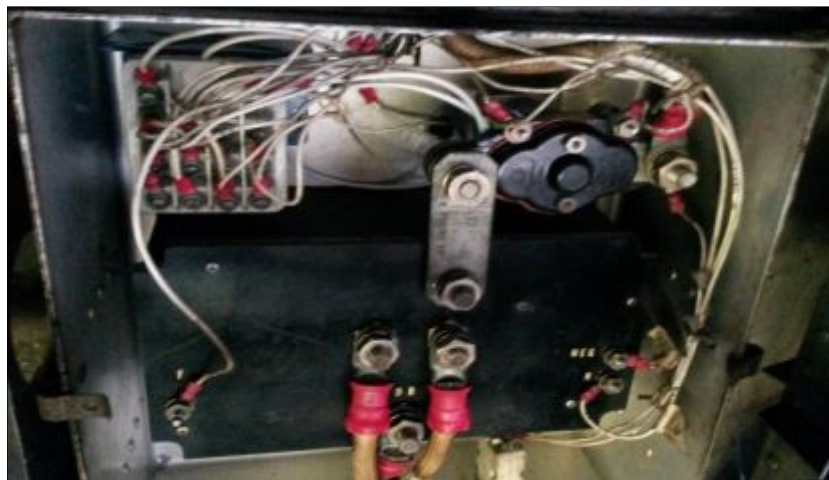
**Figura 7.** Motor eléctrico

### 2.3.2 Controlador del motor

El controlador del motor está incorporado en la caja de unión del flap del ala en la nacella izquierda. La energía se direcciona hacia el terminal apropiado en el motor dependiendo de la dirección seleccionada por la palanca de control.

También el controlador es conectado hacia el motor para utilizar la fuerza electromotriz (emf) por el motor. La unidad está provista de un freno dinámico del motor del flap, el cual desvía la energía cuando es superior al par torsional del motor. Éste método de aplicación de freno dinámico, reduce el número de aplicaciones de frenado dinámico.

Éste controlador tiene incorporado un relay adicional para proveer dos maneras distintas de interrumpir el poder hacia el motor del flap. Este grupo elimina la necesidad para separar el relay de encendido para remover el encendido del motor del flap en caso de un mal funcionamiento de la unidad.



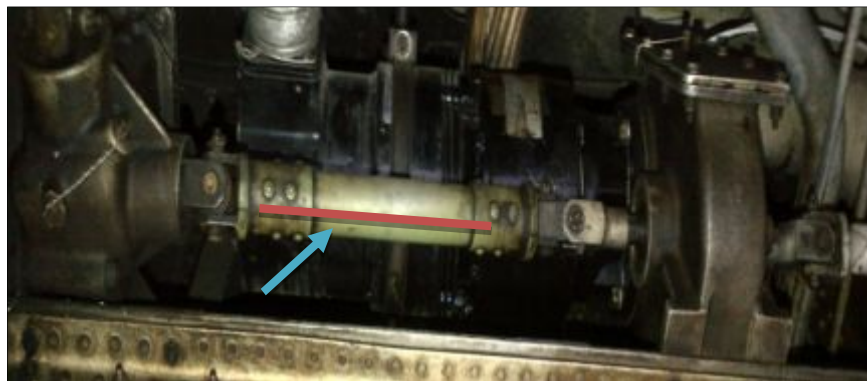
**Figura 8.** Caja de control del motor

### 2.3.3 Caja de accesorios y varillas de interconexión

El actuador está conectado a la caja de accesorios usando varillas, cada uno con su respectivo conjunto.

Así también la caja de accesorios montada en la estación 95 del ala izquierda opera el switch de fin de carrera y transmisor de posición. Una palanca de emergencia permite operar desde el interior del aeroplano la misma.

La orientación del grupo del eje que está montado en la estación 194, 246, 304, 347 de las dos alas y la estación 95 del ala derecha; sirve para eliminar la sobre carga en la longitud de las varillas.



**Figura 9.** Varillas de interconexión.

#### **2.3.4 Interruptor de fin de carrera**

Un interruptor de tambor está instalado en la caja de accesorios localizada en la estación 95 del borde de ataque del ala izquierda y es accesible por la remoción de paneles en el borde de salida del ala.

Los interruptores de corte se rigen para regular la energía si el movimiento de los flaps está fuera de límites. Los flaps deben ser extendidos a mano luego del corte, antes éstos tienen que ser operados nuevamente.



**Figura 10.** Interruptor de tambor

### 2.3.5 Interruptor de límite

Está montado en la estación 120 del ala izquierda. Los interruptores actúan por dos tornillos regulados montados en el soporte de ataque para la tuerca del eje del flap. El cual es controlado por el interruptor de corte ajustado para operar cuando el viaje ha excedido los límites de los flaps hacia arriba y abajo.



**Figura 11.** Interruptor de limite UP-DOWN

### 2.3.6 Interruptor asimétrico

Un interruptor asimétrico es montado en cada larguero posterior del ala hacia el centro de la bisagra del flap. El interruptor es conectado por cable teleflex en el brazo de la bisagra del flap con el movimiento del interruptor

del flap operando. La placa contiene 85 contactos segmentados y una tira de contacto continua.

Cinco de los cables están dispuestos para contactar con cinco segmentos consecutivos y el sexto cable contacta la tira continua. Los segmentos están conectados en múltiplos de 14 con el interruptor interconectado para conducir 14 cables que unen la misma serie de segmentos en cada interruptor.

Debidamente manipulados, los cables en cada interruptor se moverán a lo largo de su posición, la placa segmentada identifica como el bloque opuesto se desplaza hasta que los bloques queden desalineados por cinco segmentos, por tanto el circuito asimétrico permanecerá cerrado. La desalineación de los cables del interruptor, permiten que el circuito se abra, interrumpiendo la asimetría del flap haciéndolo entre un punto de dos y tres grados.



**Figura 12.** Circuito asimétrico

### **2.3.7 Indicador de posición y transmisor**

Una indicación de posición del sistema tipo magneto es instalado para indicar la posición del flap. Un transmisor es conducido por el switch de fin de carrera en la caja de accesorios de la estación 95 del ala izquierda. El indicador es localizado en los paneles de instrumentos del copiloto. La energía eléctrica es suministrada por 26 Vac de 400 Hz.



**Figura 13.** Tornillo sin fin con indicador de posición.

#### **a) Caja de accesorios de emergencia y manivela**

Una manivela, normalmente situada en la puerta del compartimiento neumático, es provista por el manual de operación de los flaps del ala. La caja de accesorios es accesible a través de una cubierta señalizada en el techo del compartimiento de pasajeros. Un tapón de presurización debajo de la cubierta se debe retirar para insertar la manivela dentro de la caja de accesorios de emergencia.

Al final de la reversa la manivela es usada para remover el tapón de presurización. Cada vuelta completa dará como resultado un movimiento en el flap aproximadamente de 0.15 grados. Los flaps permanecerán en una posición seleccionada por el manual de operación.

**PRECAUCIÓN:** Halar el flap control y los interruptores del circuito de la precaución de los flaps antes de usar la manivela. También, siempre remover la manivela antes de operar eléctricamente los flaps.

#### **b) Resistencia – Circuito de Frenado Dinámico**

Un transmisor con 250 vatios, 0,08 ohm de resistencia es montado en la caja de conexiones de comunicaciones del flap en la nacella del motor izquierdo. La resistencia es en serie con el cable actuador del flap dinámico de freno y

motor controlador. Éste reduce el frenado dinámico actual y previene la vida útil de los cables del actuador del flap. Si el aeroplano es modificado por S.B. 27-23, la resistencia ya no es requerida y puede ser removida.”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>Manual de Mantenimiento Fairchild FH-227.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Introducción**

El trabajo inicia con la revisión de las especificaciones técnicas definidas en el Manual de Mantenimiento del avión Fairchild FH-227, información que permite realizar la inspección de forma detallada de los componentes del sistema de Flaps a fin de determinar los componentes a remplazar para habilitar el sistema.

Determinada las necesidades se procede a habilitar el sistema de Flaps siguiendo paso a paso el manual de mantenimiento respectivo, teniendo como resultado del trabajo el sistema de Flaps operativo.

Concluida la práctica se procede a elaborar el manual de operación del sistema de Flaps del avión Fairchild FH-227, para la aplicación de prácticas posteriores.

#### **3.2 Herramientas empleadas**

Para realizar el trabajo de habilitación del sistema de Flaps se utilizaron las siguientes herramientas:

- Juego de llaves mixtas y copas, con racha
- Escaleras de aproximadamente 12 pies de largo.
- Destornilladores planos y de estrella
- Peladora de cables serie estándar
- Remachadora de uniones frías
- Diagonal y alicate de 4 pulgadas
- Engrasadora mecánica de vacío



### **3.3 Equipos de protección personal necesarios**

Con el objetivo de precautelar la seguridad física se utiliza los siguientes equipos de protección personal:

- Ropa de trabajo
- Guantes de nitrilo
- Protectores auditivos
- Gafas de seguridad
- Zapatos punta de acero

### **3.4 Medidas de seguridad**

- Para realizar el trabajo de mantenimiento se toma en cuenta el programa de prevención del Foreign Object Damage (FOD) de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), a fin de mantener un área libre de objetos que pueden causar daño tanto al personal como a la aeronave.
- Utilizar de forma permanente los equipos de protección establecidos.
- Los equipos electrónicos deben estar totalmente aislados para no ocasionar ningún tipo de incendio.
- Emplear una fuente externa con un fusible de seguridad para saltos de corriente o el daño del sistema.

### **3.5 Procedimiento de habilitación del sistema de Flaps**

Para la habilitación del sistema de Flaps del avión Fairchild FH-227, se empleó las órdenes técnicas del respectivo manual, ropa de trabajo y equipos de protección personal necesarios, conforme a las necesidades presentadas para cada una de las actividades a desarrollar.

Aplicando los tipos básicos de mantenimiento entre ellos los ejecutados en la habilitación del avión Fairchild FH-227 como mantenimiento

### **3.6 Mantenimiento**

Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

#### **3.6.1 Mantenimiento preventivo**

Operaciones de preservación simple o menores y el cambio de partes estándar pequeñas que no involucran operaciones de montaje complejas.

#### **3.6.2 Mantenimiento predictivo**

Acciones de mantenimiento, basadas en las condiciones de un equipo o de un sistema, para prevenir la ocurrencia de fallas.

#### **3.6.3 Mantenimiento correctivo**

Acción de mantenimiento orientada a restablecer el funcionamiento de un equipo o de un sistema, a sus condiciones normales de operación.

### **3.7 Inspección sistema de Flaps**

De la inspección realizada en el sistema de Flaps del avión Fairchild FH-227 de la Unidad de Gestión de Tecnologías se determinó que se requiere:

Una reconexión y ruteado del cableado del sistema desde la cabina de mando hasta la caja de control del motor, encontrándose el motor eléctrico en buenas condiciones y funcional. Una alineación simétrica de los flaps y una lubricación de los elementos mecánicos, encontrándose muy bien conservados los tornillos sin fin sin evidenciar daño alguno en el sistema de flaps.

### 3.7.1 Adecuación del sistema eléctrico sistema de Flaps

1. Realizar la conexión a tierra (aeronave-tierra), ubicada en el tren principal izquierdo y en la argolla de remolque del tren principal.



**Figura 14.** Conexiones aeronave-tierra del tren principal

2. Verificar que los circuit breaker de los Flaps se encuentren fuera de la posición normal, los cuales están ubicados en el panel de la parte posterior del copiloto.

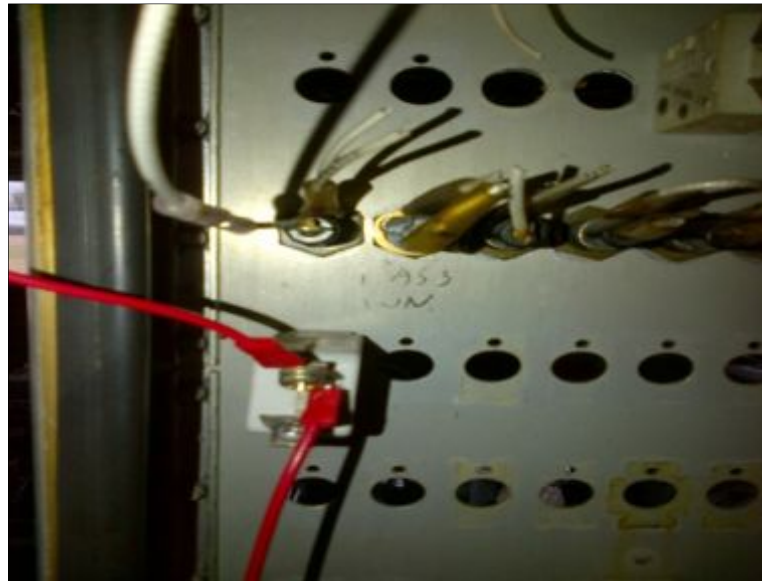


**Figura 15.** Circuit Breaker de los Flaps

3. Identificar los elementos que componen en sistema eléctrico de los Flaps.



interruptor asimétrico de cada Flap ala derecha e izquierda interconectados en la estación 161.



**Figura 18.** Mantenimiento de Circuit Breaker

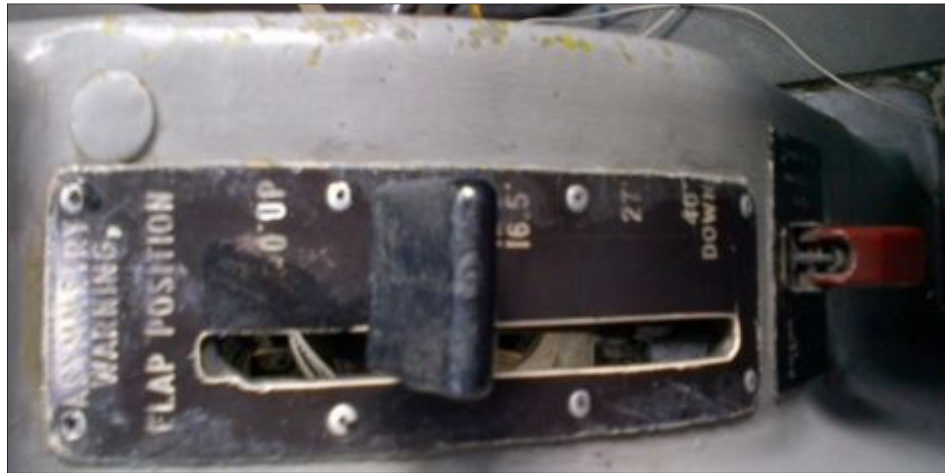
- b) Se instaló el cableado al fusible de posición de Flaps, revisando el esquema se obtuvo dos conexiones directas de una fuente de energía de 28 Vac y uno del indicador de posición de Flaps.



**Figura 19.** Fusible de los Flaps

- c) Instalación del cableado al circuito asimétrico de posición de Flaps en la estación BS-865 del avión, para obtener el mando de posición de

los Flaps en una operación en tierra normal. Aquí se identificó el cableado del panel de acceso lateral según el wiring diagram manual para emparejarlos con los cables cortados



**Figura 20.** Posición de Flap asimétrico.

- d) Instalación del cableado al indicador del panel de cabina y luz de emergencia. Se retiró el panel de la cabina de pilotos para obtener acceso a las conexiones del indicador de posiciones de los Flaps, luz de emergencia e interruptor de prueba y de reinicio del sistema de Flaps, obteniendo conexiones a tierra; los cuales están interconectados con el circuito asimétrico en las estaciones 161 de cada ala hasta la estación 198 en la cabina de pasajeros.



**Figura 21.** Indicadores de los Flaps

- e) Abrir los paneles de acceso de las alas para verificar el estado del cableado y el sistema del indicador asimétrico de la posición de los Flaps.



**Figura 22.** Panel abierto del circuito asimétrico

- f) Con un multímetro se midió el voltaje y corriente de la caja de conexiones ubicada en la nacella del pozo del tren izquierdo, verificando la continuidad en el circuito para el correcto funcionamiento del sistema.



**Figura 23.** Caja de conexiones del actuador de los Flaps

- g) Se habilitó el interruptor del actuador de los Flaps, verificando su correcta operación.



**Figura 24.** Interruptor del actuador de los Flaps

### 3.7.2 Lubricación del sistema de Flaps

- a) Se procedió a lubricar los tornillos sin fin de las dos alas, la sección central, la caja de accesorios principal y de frenado mecánico por medio de engranajes.



**Figura 25.** Tornillo sin fin

- b) Los tubos de torque que vienen conectados simultáneamente entre, con las cajas de accesorios y el motor eléctrico ubicado en la nacella del tren de aterrizaje izquierdo, para evitar el daño por fricción se lubrica con grasa Aero Shell BMS-3-33 (grasa semi pesada).





**Figura 26.** Mecanismo de extensión y retracción.

- c) Lubricación y mantenimiento del motor trifásico de voltaje DC de 25Amp. Se destaparon accesos del motor para realizar su lubricación en los engranajes y se realizó mantenimiento en el equipo eléctrico para su funcionamiento girando los tubos de torque para realizar la función de ejes en las cajas de accesorios en los tornillos sin fin.



**Figura 27.** Motor de accionamiento de los Flaps.

Finalmente se ruteò los cables desde la estación 198 en la cabina de pasajeros hasta el sistema de control de Flaps como al fusible, así también desde el transmisor de posición del Flap ubicado en la estación 95 del ala izquierda hasta el fusible ubicado en el panel eléctrico.

### 3.7.3 Pruebas operacionales

Concluido el trabajo se realizan las respectivas pruebas operacionales, verificando así el funcionamiento del sistema de Flaps obteniendo un movimiento de todos los mecanismos móviles con buena condición de elementos fijos, un adecuado comportamiento de todo el sistema eléctrico y cumpliendo los parámetros estipulados en el manual.



**Figura 28.** Sistema de Flaps Habilitado

### 3.8 Estudio económico

A continuación se detalla los costos en los que se incurrió para la habilitación del sistema de Flaps del avión Fairchild FH-227 de la Unidad de Gestión de Tecnologías:

- **Costos primarios:** Herramientas y equipo, costos varios.
- **Costos secundarios:** Papelería en general.

**Tabla 1.**

## Costos Primarios

Detalle	Valor Total
Herramientas - Juego de llaves, copas	45,00
Cable aeronáutico	90,00
Elementos para el sistema eléctrico	50,00
<b>TOTAL</b>	<b>195,00</b>

Fuente: Investigación directa

**Tabla 2.**

## Costos Secundarios

Detalle	Valor
Impresiones	150.00
Empastados	50.00
<b>Total</b>	<b>200.00</b>

Fuente: Investigación directa

**Tabla 3.**

## Costo Total del Proyecto

Detalle	Valor
Costos primarios	195.00
Costos secundarios	200.00
<b>Total</b>	<b>395.00</b>

Fuente: Investigación directa

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Para el desarrollo del trabajo de graduación se recopiló información técnica que fue necesaria para conocer el funcionamiento del sistema de Flaps del Avión Fairchild FH-227.
- El avión Fairchild FH-227 contaba con todos los elementos necesarios en buenas condiciones para el funcionamiento del sistema de Flaps, siendo necesario únicamente rehabilitar el sistema eléctrico.
- A través de las pruebas de funcionamiento se evidencia que el sistema de Flaps queda operativo en todas las posiciones, así como también el sistema de emergencia.
- Como resultado de la habilitación del sistema Flaps del Avión Fairchild FH-227 se elabora el Manual de Operaciones y de Mantenimiento.

#### 4.2 RECOMENDACIONES

- Para la ejecución de prácticas de mantenimiento en las aeronaves se debe aplicar lo especificado en los manuales de mantenimiento del avión, de forma que permita cumplir con los parámetros especificados para cada una de las actividades.
- Al momento de realizar cualquier procedimiento se debe contar con el equipo de protección adecuado, según las normas de seguridad establecidas para cada actividad.
- Al indagar la información técnica del avión Fairchild FH-227 se debe realizar un análisis e interpretación antes de realizar alguna acción sobre el sistema de flaps.
- Cuando se realice la operación del sistema de flaps se trabajará aplicando los pasos descritos en el manual de operaciones (Anexo A), para evitar daños al sistema durante su manipulación.

## GLOSARIO

**Aeronave:** Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

**Desmontaje:** Acción de desinstalar algún componente en otro lugar específico.

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

**Gear Box:** Caja de accesorios del motor.

**Intradós (Uppersurface):** Término genérico que denota la parte interior de una estructura. En un perfil de superficies corresponde a la parte inferior del mismo.

**Retracción:** Acción y efecto de retraer un cuerpo alargado.

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

**Sustentar:** Fuerza generada sobre un cuerpo que se desplaza a través de un fluido, de dirección perpendicular a la de la velocidad de la corriente incidente. La aplicación más conocida es la del ala de un ave o un avión, superficie generada por un perfil alar.

**Tracción:** Acción de una fuerza o un par de fuerzas en un cuerpo para alargarlo

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### BIBLIOGRAFÍA

#### Trabajos citados

Fairchild. (1972). Aircraft Maintenance Manual . Aircraft Maintenance Manual Fairchild FH-227 , ATA 27.

Joaquin, A. (2003). Conocimiento General de la Aeronave. Performance y Planificación de Vuelo . España: Paraninfo.

Martinez, J. (2006). Sistemas Eléctricos y Electrónicos de las Aeronaves. España : Paraninfo.

Oñate, E. (2007). Conocimientos del Avión . España : Paraninfo.

### NETGRAFÍA

- <http://aviacion.lacoctelera.net/categoria/historia-la-aviacion>
- <http://www.lapizarradeyuri.com/2010/12/16/asi-vuela-un-avion/>
- <http://www.airliners.net>
- <http://nicoxcobreloa.blogspot.com/>
- <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/flap.html>
- <http://www.librosmaravillosos.com/lahistoriadelaaviacion/capitulo06.html>
- <http://www.motorpasionfuturo.com/tag/aviones>
- <http://www.pilotoviejo.com/>
- [http://www.proyectosalohogar.com/el\\_porque\\_de\\_las\\_cosas/historia\\_de\\_l\\_avion.htm](http://www.proyectosalohogar.com/el_porque_de_las_cosas/historia_de_l_avion.htm)
- <http://aerotecnologia.blogspot.com/2010/06/materiales-espaciales.html>
- [http://www.asifunciona.com/aviacion/af\\_avion/af\\_avion10.htm](http://www.asifunciona.com/aviacion/af_avion/af_avion10.htm)
- <http://www.ehu.es/zorrilla/juanma/automovil/carbono.htm>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aler%C3%B3n>
- <http://tecnologias.ieshernanperezdelpulgar.eu/>
- <http://fh227.rwy34.com/>

# ANEXOS

