



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES**

**TEMA: INSPECCIÓN DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE
PRINCIPALES DE UNA AERONAVE FAIRCHILD F-27
MEDIANTE EL USO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA
PRESERVAR EL AVIÓN ESCUELA DE LA CARRERA DE
MECÁNICA AERONÁUTICA PERTENECIENTE A LA UNIDAD
DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE**

AUTOR: MERA TAIPE, ANDY FELIPE

**DIRECTOR: TLGO. ARCOS CASTILLA, PAÚL ROGELIO
LATACUNGA**

2020



**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **INSPECCIÓN DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE PRINCIPALES DE UNA AERONAVE FAIRCHILD F-27 MEDIANTE EL USO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA PRESERVAR EL AVIÓN ESCUELA DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE** fue realizado por el señor **MERA TAIPE, ANDY FELIPE** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 04 Febrero del 2020

Firmar:

TLGO. ARCOS CASTILLO, PAÚL ROGELIO
DIRECTOR
C.C.: 0401515192



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **MERA TAIPE, ANDY FELIPE**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **INSPECCIÓN DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE PRINCIPALES DE UNA AERONAVE FAIRCHILD F-27 MEDIANTE EL USO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA PRESERVAR EL AVIÓN ESCUELA DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 04 Febrero del 2020

Firmar:

MERA TAIPE, ANDY FELIPE

C.C.: 1723781744



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **VILLALBA FLORES, MISHEL CAROLIN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **INSPECCIÓN DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE PRINCIPALES DE UNA AERONAVE FAIRCHILD F-27 MEDIANTE EL USO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA PRESERVAR EL AVIÓN ESCUELA DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE**: en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga. 04 Febrero del 2020

Firmar:

MERA TAIPE, ANDY FELIPE

C.C.: 1723781744

DEDICATORIA

Mi proyecto de titulación va dedicado principalmente a Dios, siendo él, testigo de todos mis anhelos y objetivos a cumplir, por la fuerza y la sabiduría que me brinda en los momentos en que pensé que no lo lograría Él me supo guiar al camino del éxito y por su amor incondicional hoy concluyo una de las mejores etapas de mi vida. A mi padre Alejandro, por forjarme desde pequeño hasta mi adolescencia que fue suficiente para llegar hacer el hombre quien soy ahora, y porque ahora me guía desde cielo le dedico este proyecto de grado en agradecimiento por todo el tiempo de dedicación.

A mi madre, por haberme apoyado en las buenas y malas, y quien es el pilar principal de mi vida porque cuando he estado en días grises supo dedicarme tiempo y sobretodo su amor incondicional el cual fue necesario para avivar mi anhelo de triunfar en la vida.

A mis hermanos Gabriela, Alejandra y Pablo, a ustedes les dedico todo mi esfuerzo, con el principal objetivo de demostrarles que la vida es muy complicada y llena de dificultades pero con esfuerzo y valentía se puede cumplir todas nuestras metas.

Existen personas en nuestra vida que sin llevar nuestros mismos ADN llegan hacer parte de nuestra familia, este logro también te dedico Mishel porque fuiste mi mano derecha y la persona quien estuvo a mi lado en todo el transcurso de este periodo con mucho amor y paciencia.

MERA TAIPE, ANDY FELIPE

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme el gran privilegio de vivir, regalarme una familia tan maravillosa y unida ante cualquier adversidad, además por el amor y la fe en aquellos momentos difíciles que tuve que atravesar al inicio y a lo largo de mi carrera universitaria y por brindarme ese hermoso regalo de conocer el mundo de la aviación.

Quiero agradecer de todo corazón a mis padres, que han sido el pilar fundamental en mi vida, que con su amor y su dedicación lograron forjar un hombre lleno de valores, sobre todo un hombre que nunca se rinde a pesar de cualquier dificultad y que lucha por sus sueños. Gracias madre, padre por nunca dudar de mí.

A mis profesores, por ser lo más valioso que tiene la carrera de Mecánica Aeronáutica, los mismos que con su vasto conocimiento y experiencia en el magnífico mundo de la aviación han podido adiestrarme para que en un futuro sea un profesional de calidad.

Finalmente quiero agradecerle a mi Tutor de proyecto el cual fue la guía principal para la ejecución del mismo, por ser quien puso de su conocimiento y experiencia a disposición con el objetivo de ver un sueño cumplido.

MERA TAIPE, ANDY FELIPE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN i

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD ii

AUTORIZACIÓN iii

DEDICATORIA iv

AGRADECIMIENTO v

ÍNDICE DE CONTENIDOS vi

RESUMEN xviii

ABSTRACT xix

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes 1

1.2 Planteamiento del problema 2

1.3 Justificación e importancia 3

1.4	Objetivos.....	4
1.4.1	General.....	4
1.4.2	Específicos	4
1.5	Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Historia de la Aeronave Fairchild F27	5
2.2	Concepto de tren de aterrizaje.....	6
2.3	Elementos que conforman el tren de aterrizaje	7
2.3.1	Amortiguadores.....	7
2.3.2	Articulaciones de torsión	7
2.3.3	Ruedas	8
2.3.4	Frenos	9
2.4	Tipos de trenes de aterrizaje por su configuración.....	10
2.4.1	Tipos por número de ruedas.....	10

a.	Tren Triciclo	10
b.	Tren Biciclo	11
c.	Tren cuadriciclo	11
d.	Tren triciclo doble	12
e.	Tren multiciclo	13
f.	Tren triciclo en línea de tres.....	13
2.4.2 Tipos por características de articulación		14
a.	Tren retráctil.....	14
b.	Tren fijo	15
2.4.3 Tipos por sistema de suspensión		16
a.	Tren de ballesta	16
b.	Tren de cordones elásticos	16
c.	Tren de amortiguador líquido	17
2.4.4 Tipos por geometría de suspensión		17
a.	Tren de suspensión telescópica	17
b.	Tren de suspensión articulado	18

2.4.5 Tipos por sistema de extensión y retracción del tren	19
a. Sistema de accionamiento hidráulico	19
b. Sistema de accionamiento eléctrico	20
2.5 Descripción y operación de los trenes de la aeronave Faichild	21
2.6 Componentes del tren de aterrizaje de la aeronave Fairchild F-27	23
2.6.1 Manija de control	23
2.6.2 Interruptor strut	24
2.6.3 Válvula de control	24
2.6.4 Reductor de presión.....	24
2.6.5 Válvula de retención.....	25
2.6.6 Válvula de descarga manual	25
2.6.7 Actuador del tren principal	25
2.6.8 Actuadores de bloqueo	26
2.6.9 Conjunto de control de emergencia.....	26
2.7 Mantenimiento	26
2.8 Tipos de mantenimiento	27

2.8.1 Mantenimiento programado	27
2.8.2 Mantenimiento no programado	27

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares	28
3.2 Estudio técnico	28
3.3 Análisis de factibilidad	28
3.3.1 Ventajas y desventajas de la implementación.....	29
a. Ventajas	29
b. Desventajas	29
3.4 Parámetros de selección.....	29
3.4.1 Parámetros técnicos	29
3.4.2 Parámetro humano.....	30
3.4.3 Parámetro económico	30
3.4.4 Parámetros complementarios	30

3.5 Matriz de evaluación	31
Tabla 1. <i>Matriz de evaluación</i>	31
3.5.1 Selección de alternativa	31
3.6 Tarea de mantenimiento	32
3.6.1 Limpieza e inspección del conjunto del tren	32
3.6.2 Ajuste e inspección de los fittings.....	33
3.6.3 Ajuste e inspección del lock strut.....	34
3.6.4 Inspección del shock strut.....	36
3.6.5 Inspección del Torque arms	37
3.6.6 Inspección del roller	38
3.6.7 Inspección de las barras de las compuertas	38
3.6.8 Inspección de los neumáticos.....	39
a. Remoción	40
b. Instalación.....	43
3.6.11 Correcta instalación de la rueda.....	48
3.6.12 Inspección de los sellos de las compuertas.....	49

3.6.13 Inspección de los rieles de las puertas.....	49
3.6.14 Inspección del conjunto de accionamiento de las compuertas	50
3.6.15 Inspección de las compuertas de forma manual	50
3.6.16 Colocación del seguro en tierra.	52
3.7 Análisis de un flujograma.....	53
3.7.1 Análisis del tema, utilizando flujo gramas	54

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	55
4.2 Recomendaciones.....	56

GLOSARIO DE TERMINOS

57

ABREVIATURAS

58

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....

59

ANEXOS.....

62

ANEXO A. “AMM de la aeronave F-27, capítulo 32 inspección de los trenes”

ANEXO B. “AMM de la aeronave F-27, capítulo 32 remoción e instalación de la rueda”

ANEXO C. “AMM de la aeronave F-27, capítulo 32 remoción e instalación de las compuertas”

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de evaluación</i>	31
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Aeronave FC-2	5
<i>Figura 2.</i> Aeronave F27	6
<i>Figura 3.</i> Construcción de amortiguador	7
<i>Figura 4.</i> Articulaciones de torsión del tren.....	8
<i>Figura 5.</i> Rueda de llanta partida.	8
<i>Figura 6.</i> Conjunto de frenos.	10
<i>Figura 7.</i> Tren Triciclo.....	11
<i>Figura 8.</i> Ejemplo de aeronave que posee tren bicicleta.....	11
<i>Figura 9.</i> Aeronave B-52 con tren cuadríciclo.....	12
<i>Figura 10.</i> Tren triciclo doble.	12
<i>Figura 11.</i> Tren multiciclo.	13
<i>Figura 12.</i> Tren triciclo en línea de tres.....	14
<i>Figura 13.</i> Tren retráctil.....	15
<i>Figura 14.</i> Tren fijo.	15
<i>Figura 15.</i> Tren de ballesta.	16
<i>Figura 16.</i> Tren de amortiguador líquido.....	17
<i>Figura 17.</i> Pata de tren con suspensión telescópica.....	18
<i>Figura 18.</i> Trenes de palanca.	19
<i>Figura 19.</i> Sistema hidráulico Learjet 25D.....	20
<i>Figura 20.</i> Sistema de accionamiento eléctrico.....	20
<i>Figura 21.</i> Diagrama eléctrico de control del tren de aterrizaje.....	23

<i>Figura 22.</i> Inspección visual.	32
<i>Figura 23.</i> Fitting con presencia de corrosión.	33
<i>Figura 24.</i> Fitting libre de corrosión.	34
<i>Figura 25.</i> Inspección visual de los elementos.	34
<i>Figura 26.</i> Desmontaje del puerto de engrase.	35
<i>Figura 27.</i> Limpieza.	35
<i>Figura 28.</i> Estado inicial del shock strut.	36
<i>Figura 29.</i> Limpieza de toda el area.	36
<i>Figura 30.</i> Shock strut libre de liqueos.	37
<i>Figura 31.</i> Inspeccion visual.	37
<i>Figura 32.</i> Uplock roller.	38
<i>Figura 33.</i> Limpieza de las compuertas.	39
<i>Figura 34.</i> Inspección de las barras de sujeción.	39
<i>Figura 35.</i> Inspección de las bandas de rodadura.	40
<i>Figura 36.</i> Levantamiento del shock strut.	40
<i>Figura 37.</i> Extracción del perno de seguridad.	41
<i>Figura 38.</i> Extracción del collar.	41
<i>Figura 39.</i> Extracción del collar.	42
<i>Figura 40.</i> Remoción de los anillos de retención.	42
<i>Figura 41.</i> Limpieza de los berings	43
<i>Figura 42.</i> Limpieza del eje de la rueda.	43
<i>Figura 43.</i> Engrasado de los berings.	44
<i>Figura 44.</i> Instalación de los sellos.	44

<i>Figura 45.</i> Alineación de los discos de freno.....	45
<i>Figura 46.</i> Instalación del neumático.....	45
<i>Figura 47.</i> Instalación del collar.....	46
<i>Figura 48.</i> Tuerca de retención.....	46
<i>Figura 49.</i> Ajuste de la tuerca de retención.	47
<i>Figura 50.</i> Colocación del torque.....	47
<i>Figura 51.</i> Instalación del nuevo fitting.....	48
<i>Figura 52.</i> Revisión de holgura.....	48
<i>Figura 53.</i> Revisión del giro de la rueda.....	49
<i>Figura 54.</i> Revisión de los sellos.....	49
<i>Figura 55.</i> Inspección de las rieles.....	50
<i>Figura 56.</i> Inspección visual.....	50
<i>Figura 57.</i> Remoción del tren.....	51
<i>Figura 58.</i> Mecanismo de la puerta del tren.....	52
<i>Figura 59.</i> Seguro de apoyo en tierra.....	52
<i>Figura 60.</i> Simbología.....	53

RESUMEN

El presente proyecto describe los pasos y procedimientos a realizarse en una inspección menor de los Trenes Principales de aterrizaje de la aeronave Fairchild F-27. La inspección a continuación detallada establece una serie de verificaciones visuales y tareas menores aplicables a dichos componentes que conforman el tren de aterrizaje, las cuales son establecidas directamente por el fabricante. En el inicio se formula el tema de los trenes de aterrizaje, el planteamiento del problema el mismo que llevo a la realización de este proyecto y los objetivos con los cuales se desea solucionar dichos problemas. En el capítulo dos que consta del marco teórico se desarrolla una reseña de todos los tipos y configuraciones de trenes de aterrizaje existentes en el mundo de la aviación, viendo así desde el menos complejo hasta el más avanzado diseño. Explicamos los sistemas que ayudan a la operación o que forman parte del conjunto del tren de aterrizaje. Para un correcto desarrollo del tema se detalla cada uno de los ítems de inspección que el manual de mantenimiento establece, en conjunto con cada una de sus medidas de seguridad que manda el manual de mantenimiento y las herramientas necesarias para llevar a cabo dicha inspección. Y para finalizar se transcribe las conclusiones y recomendaciones que se logra obtener con una buena ejecución del proyecto, el mismo que tiene como objetivo preservar la vida útil de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Fairchild F-27.

PALABRAS CLAVE:

- **AERONAVE FAIRCHILD F27**
- **AERONAVEZ - TREN DE ATERRIZAJE**
- **ARONAVES - MANTENIMIENTO**

ABSTRACT

This project describes the steps and procedures to be followed in a minor inspection of the Main Landing Gears of the Fairchild F-27 aircraft. The following inspection establishes a series of visual checks and minor tasks applicable to these components that make up the landing gear, which are established directly by the manufacturer. The following inspection establishes a series of visual checks and minor tasks applicable to these components that make up the landing gear, which are established directly by the manufacturer. Chapter two of the theoretical framework provides an overview of all types and configurations of landing gears in the aviation world, from the least complex to the most advanced design. We explain the systems that assist in the operation or that are part of the landing gear assembly. For a correct development of the subject, each of the inspection items that the maintenance manual establishes is detailed, together with each of the security measures that the maintenance manual sends and the tools necessary to carry out said inspection. Finally, the conclusions and recommendations obtained from the successful execution of the project are transcribed, the objective of which is to preserve the useful life of the main landing gear of the Fairchild F-27 aircraft.

KEY WORDS:

- **FAIRCHILD F27 AIRCRAFT**
- **AIRCRAFT - LANDING GEAR**
- **ARONAVES – MAINTENAN**

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

En el Ecuador la adquisición de aeronaves de alto rendimiento, para el aumento de la economía del país ha ido creciendo de una forma mesurada debido a que realizar las respectivas inspecciones que demandan dichas aeronaves el costo es un poco elevado y con lo que refiere a la inspección de trenes de aterrizajes principales es considerada una labor muy ardua la cual demanda de la respectiva documentación técnica.

En el aeropuerto de Latacunga las diferentes empresas que se dedican a prestar servicios aeronáuticos se han visto en la necesidad de aumentar su lista de capacidades para poder ejecutar distintas tareas de mantenimiento siendo así el caso de la inspección de trenes de aterrizaje.

El Centro de Instrucción aprobado por la Dirección General de Aviación Civil cuenta con el avión escuela Fairchild F-27 la misma que posee sus trenes de aterrizaje los cuales serán sujetos a inspección con su respectiva documentación.

1.2 Planteamiento del problema

El Centro de Instrucción de Técnicos Aeronáuticos en sus inicios conocido como Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, este cambio realizado para la obtención de la certificación como “CENTRO DE INSTRUCCIÓN” el cual beneficia para el futuro de los estudiantes que desean cursar sus estudios en tan prestigiosa institución, garantiza la formación de Tecnólogos con excelencia en desempeñar tareas de mantenimiento y preservación de aeronaves.

El beneficio de adquirir una certificación en la Dirección General de Aviación Civil requiere de grandes mejoras en lo que refiere al material didáctico en el cual los estudiantes desarrollen sus capacidades y conocimientos en el ámbito aeronáutico, por lo que se ha podido observar que las aeronaves al estar en la intemperie su tiempo de vida útil a decrecido en un gran porcentaje y la masiva formación de corrosión en los componentes de las aeronaves ayudado al deterioro de estos.

Lo cual ocasiona que los estudiantes no puedan adquirí todos los conocimientos prácticos impartidos por los instructores previamente certificados, y a su vez el centro de Instrucción podría perder su categoría y los estudiantes perderían los beneficios que ofrece un Centro de Instrucción Aprobado.

1.3 Justificación e importancia

Al realizar la correcta inspección de los trenes de aterrizaje principales se extienden las posibilidades de aumentar el conocimiento y preservación de la aeronave Fairchild F-27, tomando en cuenta que es un Centro de Instrucción único en todo el país y siendo esta una Unidad educativa de alto nivel pongo a disposición dicha inspección a desarrollarse en el conjunto de los trenes de aterrizaje porque en la preservación de los componentes, los mayores beneficiados serán los estudiantes y el Centro de Instrucción.

Como aporte se ayudará a la preservación del avión escuela y para que su uso pueda ser aún más duradero consiguiendo así que los estudiantes puedan seguir practicando en los diferentes sistemas que el avión escuela Fairchild F-27 posee, tales como son los sistemas hidráulicos, sistema de Combustible, Eléctrico, entre otros.

Se considera de suma importancia dicho proyecto puesto que en el mismo se verán involucrados instructores y toda la comunidad estudiantil a quienes va dirigido el presente proyecto, porque así se podrá preservar el estado de la aeronave que es de suma importancia para la formación de futuros aerotécnicos de excelencia

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Inspeccionar los trenes de aterrizaje principal de la aeronave Fairchild F-27 HC-BHD mediante el uso de documentación técnica para preservar el avión escuela de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

1.4.2 Específicos

- Obtener la respectiva documentación técnica (manuales de mantenimiento) enviados por el fabricante para llevar a cabo dicha inspección.
- Analizar los procesos y herramientas para la realización de la inspección de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Fairchild F-27.
- Determinar el estado en el que se encuentran los trenes de aterrizaje.

1.5 Alcance

La intención de este proyecto tecnológico es determinar la funcionalidad de los trenes de aterrizaje principales, para que en un futuro se pueda dar un correcto mantenimiento de varios componentes que se encuentren no operativos y así preservar la vida útil de los distintos componentes que se encuentren en mal estado.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de la Aeronave Fairchild F27

La casa fabricante de origen estadounidense fue fundada por el gran inventor Sherman Fairchild al cual se le atribuye el crecimiento de algunas empresas dedicadas al ámbito de la fabricación de aeronaves, he incluso a la evolución de la fotografía aérea, siendo así un pilar fundamental para la aviación en dicha década. La compañía de Sherman Fairchild se establece como una potencia en la fabricación de monoplanos más seguros, los mismos que eran utilizados para fines militares y para realizar fotos aéreas.

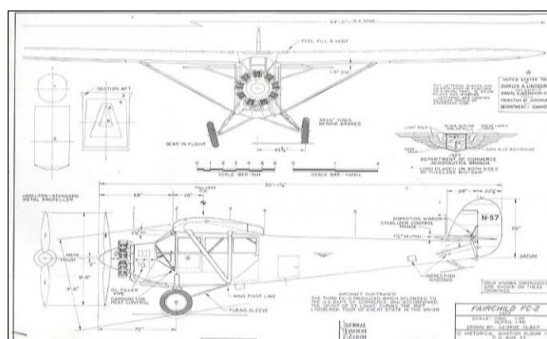


Figura 1. Aeronave FC-2

Fuente: (Leebens, s.f.)

El primer F27 Friendship entró en servicio con Aer Lingus en diciembre de 1958, aunque Fairchild se había adelantado en casi tres meses al entrar en servicio el primer Fairchild F27 con West Coast Airlines en septiembre. La compañía norteamericana había modificado la distribución interior del aparato para ampliar su pasaje a 40 asientos; también había incrementado los depósitos de combustible e instalado un radar meteorológico de tamaño ligeramente mayor en

el morro; Fokker adoptaría una configuración similar posteriormente. La producción inicial neerlandesa fue designada F27 Mk 100 (Fairchild F27) provista de dos turbohélices Rolls-Royce Dart RDa.6 Mk 514-7 de 1 715 cv. La segunda fue la serie F27 Mk 200 (Fairchild F27A) con motores Dart RDa.7 Mk 532-7 de 2.050 cv. Ambos aparatos tenían una capacidad estándar de 40 asientos pero llegado el caso podían acomodarse hasta 52 pasajeros. (wikiwand, s.f.)



Figura 2. Aeronave F27
Fuente: (wikiwand, s.f.)

2.2 Concepto de tren de aterrizaje

Se considera como tren de aterrizaje como al conjunto de varios componentes como por ejemplo; ruedas, actuadores, frenos, amortiguadores, etc. Es así que esta serie de componentes tienen un sin número de funciones que desempeñar.

En una aeronave los trenes de aterrizaje son los encargados de soportar varias fuerzas durante el aterrizaje y despegue, también cumplen con la principal función de mantener estable y a movilizar a la aeronave cuando se encuentre en tierra.

2.3 Elementos que conforman el tren de aterrizaje

2.3.1 Amortiguadores

Los amortiguadores conforman la parte más esencial del mecanismo del tren de aterrizaje debido a que se encarga de soportar toda la carga estática (peso de la aeronave en tierra), y capta en su mayoría las cargas existentes al momento del aterrizaje y carreteo.

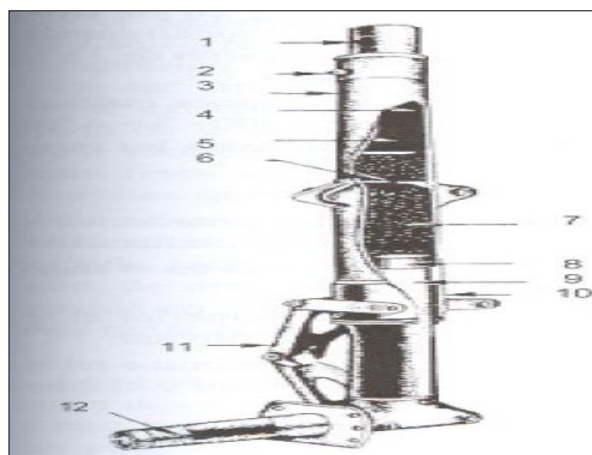


Figura 3. Construcción de amortiguador
Fuente: (Oñate, 2007)

2.3.2 Articulaciones de torsión

La articulación de torsión se asemeja a un compás debido a que cumple la función de permitir que la rueda gire con normalidad en tierra, un extremo de la articulación de torsión se conecta al cilindro del tren y el otro extremo puede variar su conexión, puede ser conectado a la rueda del tren o a otro tipo de componente que ayude al desplazamiento del amortiguador, esto dependiendo del diseño que emplee el fabricante.



Figura 4. Articulaciones de torsión del tren.
Fuente: (Oñate, 2007)

2.3.3 Ruedas

La rueda es el soporte circular sobre el que asienta el neumático, las ruedas que se montan en los aviones deben de cumplir cinco requisitos básicos: 1) resistencia a las cargas estática y de remolque máximas del avión; 2) dimensiones adecuadas para acomodar el neumático preciso; 3) volumen interno suficiente para acomodar el sistema de frenos; 4) peso mínimo; 5) facilitar el cambio de neumáticos. (Oñate, 2007)

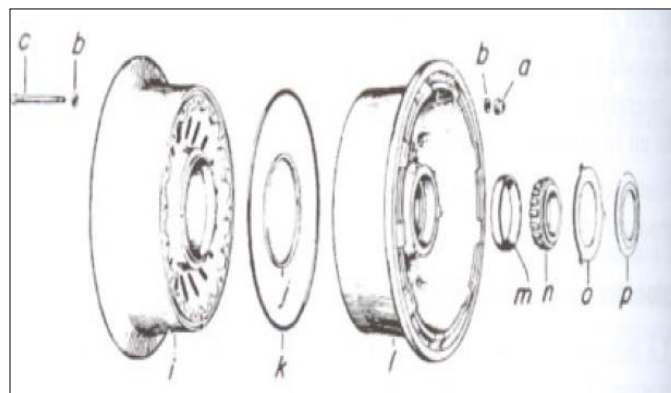


Figura 5. Rueda de llanta partida.
Fuente: (Oñate, 2007)

2.3.4 Frenos

Los aviones llevan frenos en las ruedas del tren de aterrizaje principal. Estos frenos son de discos múltiples de acero, aunque en los aviones del siglo XXI ya se utilizan discos de carbono. (Asociación Amigos del Museo del Aire, 2011)

La actuación de los frenos se hace por medio de sistemas hidráulicos, normalmente un sistema es el principal y, en caso de fallo de éste, otro de reserva lo reemplaza automáticamente. Un acumulador hidráulico sirve como sistema de emergencia en caso de la pérdida de los sistemas hidráulicos. En los nuevos aviones, B-787, se utilizan sistemas eléctricos para la actuación de los frenos. (Asociación Amigos del Museo del Aire, 2011)

Los frenos se actúan pisando la parte superior de los pedales del timón de dirección. El pedal izquierdo frena las ruedas de la izquierda y el derecho las ruedas de la derecha. El freno de aparcamiento se consigue frenando las ruedas y cortando el retorno del hidráulico, una luz avisa de que el freno de aparcamiento está puesto. (Asociación Amigos del Museo del Aire, 2011)

Al retraer el tren de aterrizaje después del despegue, una válvula restrictora en la línea de retracción del tren frena las ruedas del tren principal para que no entren girando en su alojamiento. Como la rueda de morro no tiene frenos, se paran rozando con unas cintas antideslizantes. (Asociación Amigos del Museo del Aire, 2011)

Los frenos están controlados por un sistema antiskid (antideslizante) similar al sistema ABS de los automóviles, pero más completo. El antiskid protege contra el deslizamiento de las ruedas comparando el régimen de deceleración de cada una de ellas con el régimen de deceleración del avión y alivia la frenada en caso de posibilidad de deslizamiento. Otra protección del antiskid es la

de rueda bloqueada que, cuando una rueda frena más que las demás, alivia la presión de frenos de esa rueda para que todas lleven una misma velocidad. También evita que se pueda aterrizar con los frenos pisados ya que el avión no frena hasta que todas las ruedas alcancen una velocidad determinada en el aterrizaje. En todo caso cuando el avión llega a una velocidad reducida el sistema se desactiva para permitir detener totalmente el avión. Una luz avisa si el sistema de antiskid está inoperativo. (Asociación Amigos del Museo del Aire, 2011)

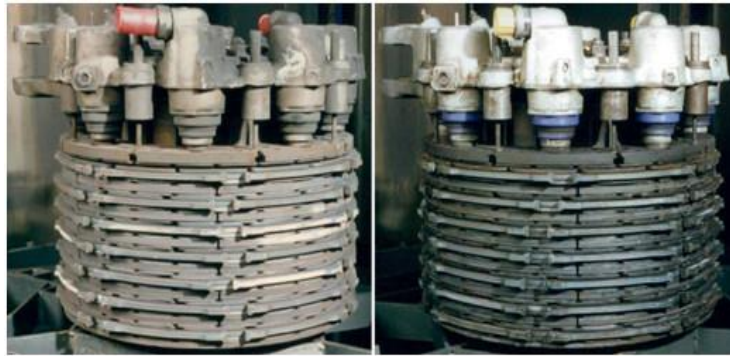


Figura 6. Conjunto de frenos.

Fuente: (Asociación Amigos del Museo del Aire, 2011)

2.4 Tipos de trenes de aterrizaje por su configuración

2.4.1 Tipos por número de ruedas.

La clasificación por el número de ruedas se basa específicamente según las necesidades que posee la aeronave, estas pueden ser por el peso que posee toda la aeronave, en este caso se tendría entre dos o más pares de ruedas.

a. Tren Triciclo

Los trenes triciclos especialmente se utilizaron en aeronaves multimotores y se componen de un montante, los mismos que se encuentran localizados de bajo de cada ala, o en algunos casos por

su configuración se pueden localizar debajo del fuselaje, y posee un montante específicamente debajo de la nariz de la aeronave que sirve para realizar desplazamientos en tierra.



Figura 7. Tren Triciclo.

Fuente: (Desarrollo y defensa, 2017)

b. Tren Biciclo

Las ruedas exteriores tienen también la función de aliviar las cargas que se imponen en el tren durante los giros cerrados. (Oñate, 2007)



Figura 8. Ejemplo de aeronave que posee tren biciclo.

Fuente: (Rubías, s.f.)

c. Tren cuadríciclo

Configuración con cuatro patas, cada una en un cuadrante del avión, que se completa casi siempre con dos patas exteriores para estabilidad en tierra (B-52). (Oñate, 2007)



Figura 9. Aeronave B-52 con tren cuadríciclo.
Fuente: (HispanTV, 2017)

d. Tren triciclo doble

El tren de triciclo doble es un tipo de configuración que el objetivo principal de su llegada al campo aeronáutico es de poder soportar grandes porcentajes de peso tanto como la aeronave y la carga que limite que posea la aeronave, este tren está compuesto de doble tándem y doble rueda, con un tamaño considerable en sus neumáticos.

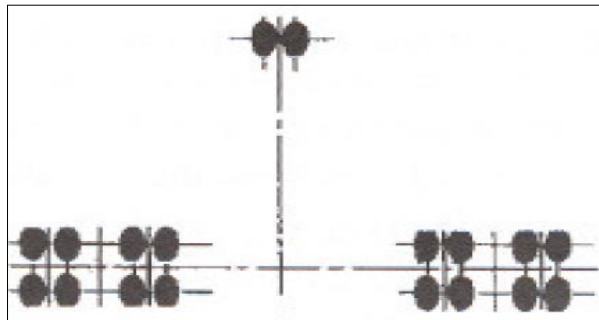


Figura 10. Tren triciclo doble.
Fuente: (Oñate, 2007)

e. Tren multiciclo

Configuración que da respuesta a las necesidades de flotación de los aviones de gran capacidad y peso. Este ejemplo se compone de doble rueda de proa, dobles principales en tándem, más una doble principal en el eje longitudinal del avión. (Oñate, 2007)



Figura 11. Tren multiciclo.
Fuente: (Rubías, s.f.)

f. Tren triciclo en línea de tres

Es una configuración similar al clásico de doble rueda en tándem, pero con tres ruedas dobles en línea. Su aplicación en el Boeing 777 ha supuesto la primera presencial del tipo en los aviones comerciales occidentales. El tren triciclo en línea de tres es un tipo de tren complejo. No obstante, puede ser solución más ventajosa desde el punto de vista de peso total del avión cuando se precisan 12 ruedas en total (con bogie de 4+2+4), o 14, por razones de flotación del avión en la pista. En efecto, si se mantiene el tipo de configuración clásica (triciclo doble, Fig. 10) sería necesario situar dos ruedas adicionales en el fuselaje central (Fig. 12) lo cual requiere reforzar considerablemente dicha zona para soporte de la pata central. Puede ser una solución más ventajosa desde el punto de vista estructural aprovechar el soporte existente del tren principal para situar una nueva pareja de ruedas, en una línea de tres. De hecho este tipo de tren fue la solución de menor peso en conjunto que se encontró para el Boeing 777. (Oñate, 2007)

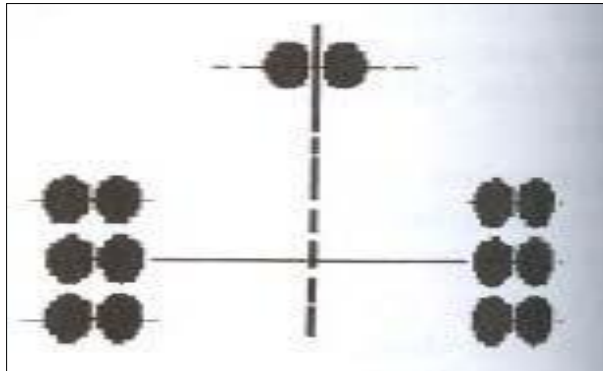


Figura 12. Tren triciclo en línea de tres.
Fuente: (Rocero, s.f.)

2.4.2 Tipos por características de articulación

Por su articulación los trenes de aterrizaje se crearon en beneficio de la evolución de las operaciones aeronáuticas, en alguno de los casos para aumentar su velocidad durante el vuelo u obtener mayor resistencia al avance.

a. Tren retráctil

En el periodo de entreguerras, hacia 1920, tuvieron lugar los primeros diseños de trenes de aterrizaje retráctiles y se comenzaron a diseñar sistemas de suspensión específicos. Las mejoras aerodinámicas produjeron un rápido incremento en la velocidad de vuelo y el tren comenzaba a ser un obstáculo desde el punto de vista aerodinámico, por lo cual se hacía necesario implementar un dispositivo que lo ocultara dentro del fuselaje. Los desarrollos de la época consiguieron un ahorro en la resistencia aerodinámica del vehículo en torno al 10%. Por otro lado, el empleo de las primeras aleaciones de aluminio, en sustitución de la madera y lona, incrementó el peso de los aeroplanos y obligó al uso de amortiguadores cada vez más eficientes. Adicionalmente, el aumento en la

velocidad de aproximación y aterrizaje hizo evidente la necesidad de desarrollo de sistemas efectivos de frenos, dando origen a los primeros mecanismos. (Rafael Trallero, 2013)



Figura 13. Tren retráctil.
Fuente: (Lesnoj, s.f.)

b. Tren fijo

Los aviones pequeños tienen el tren de aterrizaje fijo. Es un tipo de construcción que ofrece mayor resistencia aerodinámica al avance. La idea es aceptar cierta pérdida de velocidad y “performances” del avión, con la contrapartida de menor coste y eso, simplicidad mecánica, y mantenimiento más fácil. (Oñate, 2007)



Figura 14. Tren fijo.
Fuente: (oscilaciones2, 2012)

2.4.3 Tipos por sistema de suspensión

a. Tren de ballesta

El tren de ballesta por lo general se puede encontrar aviones pequeños, este tipo de tren se conforma por un conducto flexible de acero, en el cual la parte superior del tubo es conectado en el fuselaje del avión, y la parte inferior posee un eje en el que se instala la rueda. Este tipo de tren tiene una leve desventaja debido a que al momento de aterrizar el tubo elástico o llamado ballesta se extiende y esto puede producir que exista un pequeño desgaste desigual de los neumáticos.

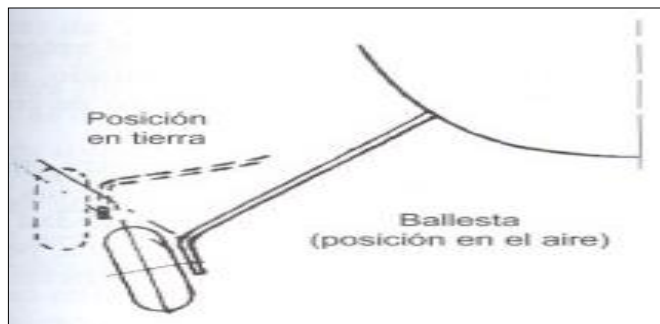


Figura 15. Tren de ballesta.

Fuente: (Oñate, 2007)

b. Tren de cordones elásticos

El tren de cordones elásticos trabaja como un método de suspensión debido a que esta configuración se utiliza por lo general en aeronaves dedicadas al tratamiento o fumigación agrícola.

Gracias a estos elásticos de caucho que se los coloca en forma de enlazado, las cargas que se ejecutan durante de las operaciones en tierra se transmiten a lo largo de dichos cordones hacia las ruedas.

c. Tren de amortiguador líquido

El amortiguador consta de dos cámaras, superior e inferior, que están separadas por un pistón. Cuando las ruedas del avión hacen contacto con el suelo la carga dinámica de la rueda se transmite al pistón del amortiguador, que es forzado hacia arriba. Este movimiento desplaza cierta cantidad de líquido desde la cámara superior a la inferior. El líquido desplazado pasa por la válvula antirretorno y un orificio de control. La cámara inferior solo puede acumular parte del líquido desplazado por el movimiento del pistón, de forma que aumenta la presión del líquido en ambas cámaras. (Oñate, 2007)



Figura 16. Tren de amortiguador líquido.
Fuente: (Ramón, 2013)

2.4.4 Tipos por geometría de suspensión

a. Tren de suspensión telescópica

Cuando el amortiguador está contenido en la pata del tren. Requiere de mayores desplazamientos para amortiguar la carga y mayor volumen de almacenamiento en el fuselaje. Es propio de aviones comerciales o de transporte militar. (Oscilaciones2, 2012)

El tren de aterrizaje telescópico precisa normalmente de un compartimiento voluminoso para alojamiento en el avión (tren replegado) debido a la longitud del amortiguador. En muchas ocasiones no es posible conseguir tal volumen, a no ser que se comprima el amortiguador antes de recogerlo. (Oñate, 2007)

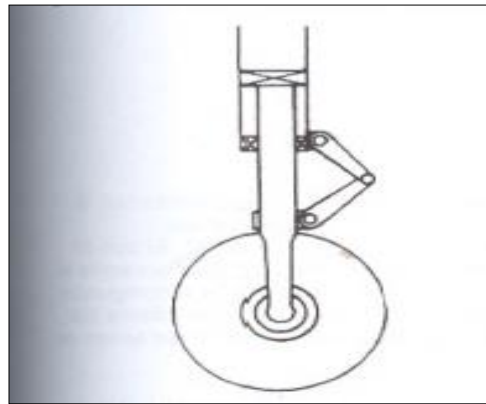


Figura 17. Pata de tren con suspensión telescópica.

Fuente: (Oñate, 2007)

b. Tren de suspensión articulado

Cuando el amortiguador está situado fuera del eje del tren. Requiere de menos recorrido y ocupan menos volumen. Propio de cazas de combate. (Oscilaciones2, 2012)

El tren de palanca ofrece ventajas dignas de mencionarse. Es el caso del avión embarcado que precisa desplazamientos verticales muy grandes de las ruedas (carrera), para absorber la energía cinética vertical que posee el avión cuando entra en contacto con la cubierta del portaaviones. La suspensión de palanca se aplica aquí con ventaja porque, gracias a su sistema articulado, permite una gran carrera de la rueda pero menor del amortiguador. Es una construcción de pata más corta a expensas de un amortiguador de cuerpo de mayor diámetro (probablemente, también, un tren algo

más pesado, porque las cargas en el amortiguador aumentan en la misma proporción que disminuye su carrera). (Oñate, 2007)

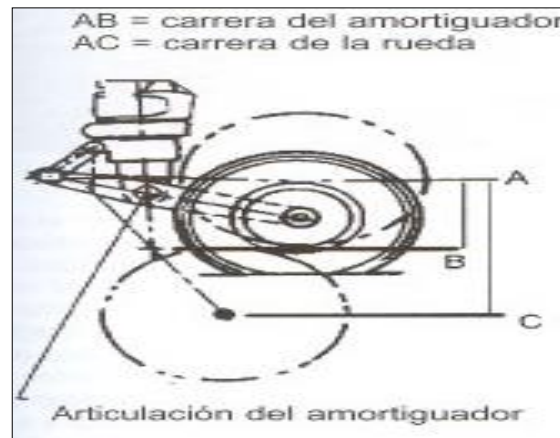


Figura 18. Trenes de palanca.
Fuente: (Oñate, 2007)

2.4.5 Tipos por sistema de extensión y retracción del tren

a. Sistema de accionamiento hidráulico

Los trenes de aterrizaje utilizan para su accionamiento el fluido hidráulico el cual es el encargado de sobrellevar la presión que servirá para todos los componentes que conforman el tren de aterrizaje, este sistema hidráulico cuenta a su vez con una gran variedad de componentes que ayudan a que el sistema funcione óptimamente, es así el caso de las válvulas canalizadoras, bombas generadoras de presión, líneas de retorno, tanque o reservorio.

En un sistema hidráulico básico las bombas generadoras de presión son accionadas mediante una caja de engranajes que posee el motor y es la encargada de succionar el líquido hidráulico que se encuentra en el reservorio, y este a su vez lo presuriza y lo envía a las válvulas canalizadoras que cumplen con la función de dirigir el fluido hidráulico por las respectivas líneas del sistema.

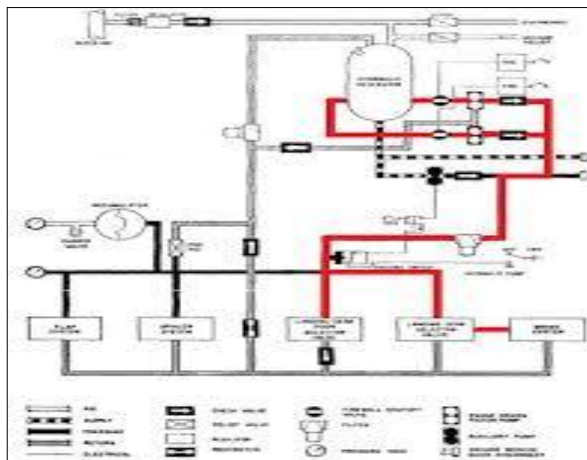


Figura 19. Sistema hidráulico Learjet 25D.
Fuente: (Bravo, 2017)

b. Sistema de accionamiento eléctrico

La Fig. 34.8 es el esquema típico de sistema eléctrico de tren. Un motor reversible, que gira en una u otra dirección, acciona el husillo que desplaza una barra de torsión. La barra de torsión actúa sobre el tirante de resistencia de la pata para su extensión o retracción. El movimiento del motor eléctrico se hace llegar también a los cables flexibles de transmisión del movimiento y a los husillos que hacen la misma operación en las ruedas principales. (Oñate, 2007)

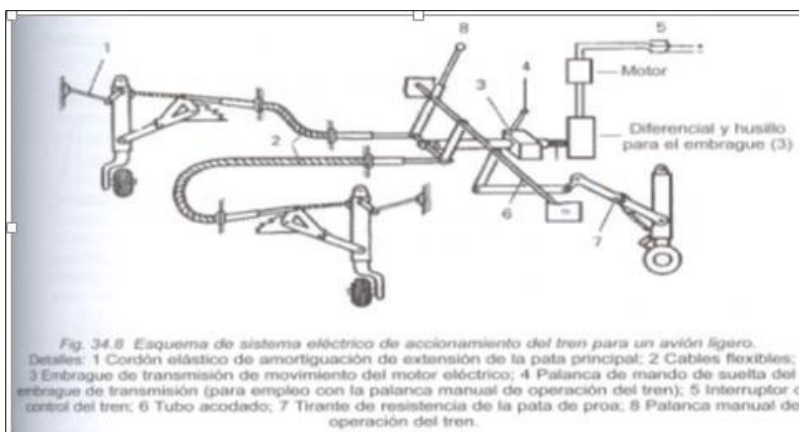


Figura 20. Sistema de accionamiento eléctrico.
Fuente: (Oñate, 2007)

2.5 Descripción y operación de los trenes de la aeronave Faichild

La retracción o extensión del tren de aterrizaje se controla eléctricamente a través de la manija de control montada en el panel de control del tren de aterrizaje que está instalado en el panel de instrumentos del copiloto. Este mango completa un circuito eléctrico al solenoide hacia arriba o hacia abajo de la válvula de control neumático del tren de aterrizaje, instalado en el panel neumático. Como característica de seguridad cuando el avión está en tierra, la palanca de control está bloqueada mecánicamente en la posición ABAJO. En el despegue, los contactos del interruptor del puntal en el puntal principal izquierdo se cierran a medida que el puntal se extiende y se completa un circuito a un solenoide de liberación de bloqueo en el mango, permitiendo al operador seleccionar la posición ARRIBA. Luego, el engranaje se retraerá cuando se complete el circuito de transferencia al solenoide superior de la válvula de control a través del interruptor centrado del engranaje delantero y el interruptor del puntal del engranaje principal izquierdo. (F-27, 1984)

Con la palanca de control en la posición ARRIBA, la válvula de control neumático dirige la presión neumática de 1000 psi directamente a través de las líneas ascendentes hacia el lado superior de los actuadores de engranajes. Con la palanca de control en la posición hacia abajo, la válvula de control dirige la presión de 1000 psi a través de un reductor de 100 psi hacia los actuadores de engranajes y los actuadores de bloqueo. Se instala una válvula de retención en una línea de derivación alrededor del reductor de presión para permitir que el aire en la línea se descargue durante la retracción del engranaje. Una válvula de descarga manual está conectada a la línea descendente del engranaje para permitir la descarga de presión neumática en estas líneas. Una manija de control ubicada detrás del asiento del piloto está conectada mecánicamente a la válvula

de control de emergencia que permite que una presión neumática de 100 psi ingrese a las líneas descendentes de emergencia que están conectadas a los actuadores de engranajes y actuadores de bloqueo.

Las válvulas de lanzadera se incorporan en estos actuadores para permitir su uso tanto en el sistema de emergencia como en el sistema regular. La presión neumática se obtiene de la botella de emergencia y se reduce de 3300 psi a 100 psi utilizada antes de que ingrese a la válvula de control. Una horquilla que conecta la palanca de la válvula de ventilación del engranaje delantero auxiliar a la palanca de la válvula de control de emergencia del tren de aterrizaje hace que las válvulas funcionen al unísono. A medida que la válvula de control de emergencia aplica presión en el lado inferior de los actuadores de engranajes, la válvula auxiliar de venteo del engranaje de nariz extraerá la presión neumática del lado superior de los actuadores. (F-27, 1984)

El sistema de tren de aterrizaje incorpora un freno de arrastre que permite la extensión de ambos trenes de aterrizaje principales sin bajar el tren de morro a velocidades de hasta V MO. Se instalan dos válvulas de retención, controladas por una sola válvula solenoide, una en la línea ascendente neumática del engranaje nasal y otra en la línea neumática descendente del engranaje nasal. Cada válvula funciona como una válvula de retención normal cuando no se aplica presión al puerto de control. Sin embargo, cuando se aplica una presión de 1000 psi al puerto de control (a través de la válvula solenoide del freno de arrastre), la sección de la válvula de retención fluye libremente en cualquier dirección. La válvula solenoide del freno de arrastre permanece activada, aplicando presión a los puertos de control de la válvula de retención, siempre que se activa la alimentación eléctrica y el control del tren de aterrizaje está en cualquier configuración que no sea el freno de arrastre EXTEND.

En vuelo con los engranajes hacia arriba, la desenergización del solenoide de freno de arrastre permite que las válvulas de retención controladas atrapen la presión en el lado superior del actuador del engranaje de la nariz. Esto permite la extensión del engranaje principal sin afectar el engranaje de la nariz. El interruptor del freno de arrastre desenergiza la válvula solenoide del freno de arrastre y energiza el solenoide hacia abajo de la válvula de control del tren de aterrizaje a la posición hacia abajo, cuando se coloca en EXTENDER. Se instala una válvula de descarga manual del tren de aterrizaje en el panel neumático para fines de mantenimiento. (F-27, 1984)

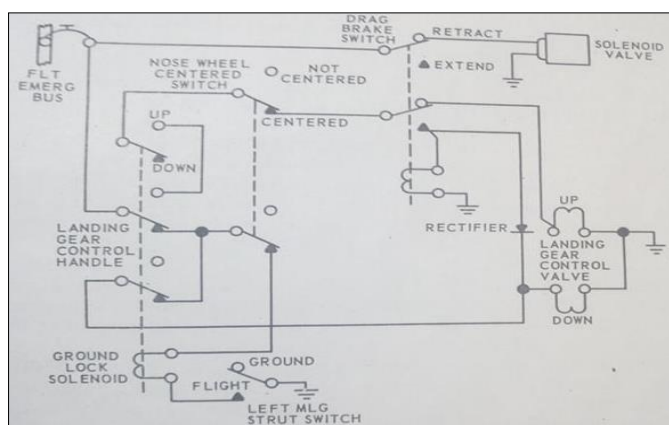


Figura 21. Diagrama eléctrico de control del tren de aterrizaje.
Fuente: (F-27, 1984)

2.6 Componentes del tren de aterrizaje de la aeronave Fairchild F-27

2.6.1 Manija de control

La manija de control es considerado como uno de los componentes esenciales que se localiza en el panel de control del tren de aterrizaje, porque es la encargada de la retracción o extensión de los trenes de aterrizaje, dicha palanca cuenta con dos posiciones (arriba y abajo), y por lo general siempre en tierra se encuentra en la posición de Abajo esto con el objetivo principal de evitar que pudiera existir algún accidente por parte del personal que manipule la aeronave.

2.6.2 Interruptor strut

Se monta un interruptor eléctrico dentro de cada accesorio de puntal de arrastre en el puntal de choque y se acciona mediante un perno ajustable en el colector superior de la unidad giratoria neumática inferior del engranaje principal. El solenoide de bloqueo del mango de control del tren de aterrizaje se controla mediante el interruptor del puntal del engranaje izquierdo y el interruptor centrado del tren delantero. Los interruptores del puntal también operan unidades eléctricas en los sistemas de presurización, aire acondicionado, deshielo de la hélice y dirección del engranaje delantero. (F-27, 1984)

2.6.3 Válvula de control

La válvula de control funciona de forma neumática y esta a su vez es accionada eléctricamente por la palanca de control la cual la podemos encontrar en cabina en el lado del copiloto. Esta válvula se encuentra conformada por dos puertos (uno de entrada y uno de salida) el puerto de salida por seguridad se encuentra conectado a un puerto de ventilación con el objetivo de poder aliviar la presión que se almacena cuando el puerto de entrada se encuentra cerrada.

2.6.4 Reductor de presión

Se instala un reductor de presión en la línea descendente del tren de aterrizaje para reducir la presión de 1000 psi a 100 psi. Se incorpora una válvula de alivio en el lado de presión reducida de la válvula como característica de seguridad. Para evitar el exceso de flujo en el reductor y posiblemente sobrecargar la válvula de alivio, el reductor está montado en el panel neumático. (F-27, 1984)

2.6.5 Válvula de retención

En el conjunto del tren de aterrizaje se instala una válvula de retención de tipo resorte, dicha válvula cumple la función de pasar por alto el reductor de presión para que así pueda permitir que todo el aire que se encuentre atrapado en una de las líneas se pueda liberar gracias a la válvula de control

2.6.6 Válvula de descarga manual

Podemos encontrar una válvula de descarga manual en una de las líneas del tren una vez que se encuentren extendidos, dicha válvula fue instalada por los fabricantes para hacer más fácil el alivio de presión residual que se pueda almacenar en las líneas cuando la palanca de control permanece en la posición ABAJO.

2.6.7 Actuador del tren principal

Un actuador neumático de doble efecto y amortiguado con grasa está conectado entre el mamparo delantero del pozo de la rueda y el puntal de bloqueo. El movimiento inicial del actuador, al retraerse, abre el pestillo de bloqueo hacia abajo para permitir que el puntal de bloqueo se mueva hacia arriba. Se incorpora una válvula de lanzadera en el extremo de extensión del actuador al cual se conectan las líneas descendentes regulares y de emergencia. Una unidad giratoria de tres líneas conecta las líneas neumáticas en la góndola al extremo inferior del cilindro del actuador. (F-27, 1984)

2.6.8 Actuadores de bloqueo

Los actuadores principales se encuentran unidos con su respectivo dispositivo de bloque en tierra, dichos actuadores funcionan por medio de un resorte que a su vez cargan al actuador en la posición bloqueada (la palanca de control permanece en la posición ABAJO).

2.6.9 Conjunto de control de emergencia

El conjunto de control de emergencia está montado en el mamparo 122 de la estación de popa de la estación del piloto. Una manija y una palanca están montados en un eje común con el mango en el lado del compartimento de la tripulación del mamparo. Un cable teleflex conecta el conjunto a una palanca en la válvula de control de emergencia. Para evitar accionar accidentalmente el sistema, se incorpora una palanca de bloqueo en el soporte de control para bloquear la manija en OFF. Se presiona un botón con resorte para mover la palanca de bloqueo fuera de posición y permitir que se mueva la manija. (F-27, 1984)

2.7 Mantenimiento

En el ámbito aerotécnico se considera la palabra mantenimiento a toda acción que implica el mejoramiento de un sistema, componente, o cambio de los mismos.

El mantenimiento es uno de los factores esenciales que una empresa dedicada a realizar actividades aeronáuticas considera y lo planifica de acuerdo a lo que el fabricante de la aeronave lo estipula

2.8 Tipos de mantenimiento

2.8.1 Mantenimiento programado

Estas inspecciones poseen vencimientos por intervalos predeterminados; proveen una revisión sistemática de la aeronave y equipo asociado a intervalos específicos durante su ciclo de vida. Los intervalos de las inspecciones de mantenimiento programado están publicados en el manual de mantenimiento de la aeronave aplicable o listas de inspección de mantenimiento de fase. El planeamiento y la programación se emplean para maximizar el uso disponible de horas de vuelo y asegurar que los intervalos de inspección no sean excedidos. (SOSTENIMIENTO”, 2016)

2.8.2 Mantenimiento no programado

Corresponde a los servicios adicionales que se presentan antes, durante o después de realizar un mantenimiento programado. La ejecución de las acciones no programadas debe ser coordinada con la Sección de Planificación y Control Producción y Control Calidad. (SOSTENIMIENTO”, 2016)

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Para un correcto desarrollo del presente capítulo se detalla cada uno de los procedimientos y pasos que se ejecutó durante la inspección realizada a los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Fairchild F-27 de acuerdo a lo ya establecido en el manual de mantenimiento. Llevando a cabo cada una de las 18 tareas de inspección que a continuación se describen, se realizó cada una de ellas con todos los conocimientos que previamente se adquirió durante todo el periodo académico y bajo la tutela del Tlgo. Paul Arcos que con su experiencia y buen desempeño en el ámbito aeronáutico se pudo ejecutar todas las tareas de inspección.

3.2 Estudio técnico

Con la ayuda del presente estudio se pretende comprobar el grado de factibilidad de llevar a cabo la respectiva inspección del tren de aterrizaje principal de la aeronave Fairchild F-27, mediante una previa inspección del estado en que se encuentra el tren de aterrizaje y sus componentes, con lo cual se determina la idoneidad de la ejecución del presente proyecto.

3.3 Análisis de factibilidad

Para conocer el grado de factibilidad se examinan las posibles ventajas y desventajas de llevar a cabo la ejecución de la inspección de los trenes de aterrizajes principales.

3.3.1 Ventajas y desventajas de la implementación

a. Ventajas

- Garantiza conocer el estado inicial de los trenes de aterrizaje principales.
- Ofrece preservar el tiempo de vida útil de los componentes a ser inspeccionados.
- Brinda confiabilidad de manipulación de los componentes para futuras generaciones.
- Procura que en un futuro no se deba realizar mantenimiento no programado.

b. Desventajas

- El uso incorrecto del manual podría llevar a ocasionar daños en los distintos componentes.

3.4 Parámetros de selección

Los parámetros que se ha podido considerar para el correcto desarrollo del proyecto son; parámetros técnicos, parámetros humanos y económicos.

3.4.1 Parámetros técnicos

- **Funcionabilidad:** Los componentes sometidos a inspección presentaran un nivel de funcionamiento óptimo el cual es el objetivo principal de esta inspección.
- **Precisión:** Nos permite medir con precisión la mejoría tanto internamente como exteriormente.
- **Fiabilidad:** Tiene el objetivo principal de garantizar el perfecto estado de los sistemas.
- **Mantenimiento:** conlleva a que mantenimientos posteriores se realicen de una manera más efectiva.

3.4.2 Parámetro humano

- **Operación y control:** Minimizar el trabajo del técnico que a un futuro puede aumentar en un gran porcentaje al no realizar dicha inspección
- **Seguridad:** Se apunta que el técnico tenga la plena confianza de manipular los componentes que conforman el tren de aterrizaje.

3.4.3 Parámetro económico

- **Costo de la realización de la inspección:** Para la obtención de los distintos elementos que requiere la inspección, se los consiguió con la ayuda de terceros, sin dejar atrás la calidad de dichos elementos.
- **Costo de operación:** realizada la inspección se pretende mantener la vida útil de varios componentes para que no existan en un futuro gastos excesivos.

3.4.4 Parámetros complementarios

- **Espacio:** Hace una breve referencia sobre el espacio que ocuparía al momento de realizar la inspección el cual no influye con la infraestructura de centro de instrucción.
- **Forma:** Los equipos deben ser precisos para simular un aspecto original y los técnicos realicen trabajos sin ninguna complejidad.

3.5 Matriz de evaluación

Tabla 1.

Matriz de evaluación

Evaluación	Alternativa
Funcionabilidad	0.8
Precisión	0.8
Fiabilidad	0.8
Mantenimiento	1
Operación y control	1
Seguridad	0.9
Costo de la inspección	0.9
Costo de operación	0.9
Espacio	1
Forma	0.7
Total	8.88
Porcentaje (%)	88.8%

3.5.1 Selección de alternativa

Después de observar que el estudio técnico, el análisis de alternativa, y la evaluación de parámetros, se puede concluir que la opción presentada cuenta con resultados favorables y es de gran ayuda desarrollar la inspección de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Fairchild F-27.

3.6 Tarea de mantenimiento

3.6.1 Limpieza e inspección del conjunto del tren

Para la correcta inspección se utilizó herramientas de apoyo tales como:

- Linterna
- Lupa
- Guaipe
- Equipos de protección personal

Se procedió a inspeccionar el conjunto del tren de aterrizaje, específicamente en la estructura del Drag strut, por lo que se observó que no existiera alguna rajadura, daños o posible corrosión que haya podido generarse durante el tiempo en que la aeronave se encuentra en instalaciones del centro de instrucción. En dicha inspección se pudo verificar que no existía ningún daño en la estructura del conjunto del tren.



Figura 22. Inspección visual.

3.6.2 Ajuste e inspección de los fittings

Para llevar a cabo una correcta inspección se utilizó las siguientes herramientas:

- Llaves mixtas 3/4 y 13/16,
- Guaípe
- Lamina de espesor
- Equipos de protección personal
- Alcohol antiséptico
- Scotch-brite

Se verificó el ajuste de cada uno de los fittings y el estado en el que se encontraban y se pudo observar que algunos fittings tenían la presencia de corrosión en su estructura, por lo que se empezó a dar un tratamiento de limpieza con scotch-brite y alcohol, logrando así remover toda la corrosión existente en dicho componente.



Figura 23. Fitting con presencia de corrosión.



Figura 24. Fitting libre de corrosión.

3.6.3 Ajuste e inspección del lock strut

1. Se verificó que existiera la tuerca de medida $\frac{3}{4}$ y que posea su respectivo pasador y que no exista juego entre ellos.



Figura 25. Inspección visual de los elementos.

2. Para la realización de este chequeo se utilizó una llave mixta de medida $\frac{3}{4}$ y un playo para poder sujetar el otro extremo del perno especial por lo que primero se procedió a retirar el

puerto de engrase con una llaves 3/8 para luego verificar el ajuste del perno que une el lock strut con drag strut.



Figura 26. Desmontaje del puerto de engrase.

3. A su vez se realizó una pequeña limpieza debido a la grasa existente en dicho perno y la excesiva cantidad de partículas de polvo.

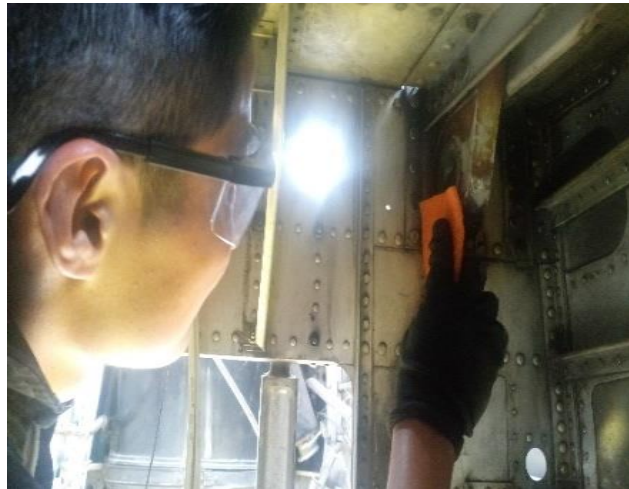


Figura 27. Limpieza.

3.6.4 Inspección del shock strut

1. Se procedió a realizar un pequeño chequeo superficial de la zona a inspeccionar encontrando que el área a inspeccionar se encontró con un alto nivel de suciedad.



Figura 28. Estado inicial del shock strut.

2. Se procedió a realizar una limpieza exhaustiva debido a que se encontró con un nivel alto de suciedad, esto se realizó con desengrasante y la ayuda de guaípe para facilitar la inspección.



Figura 29. Limpieza de toda el area.

3. Después que se realizó la limpieza se procedió a observar si el shock strut se encontraba con alguna fuga de líquido hidráulico, y se pudo observar que no existía fuga en dicho componente.



Figura 30. Shock strut libre de liqueos.

3.6.5 Inspección del Torque arms

1. Se procedió a inspeccionar dicha zona con la ayuda de una lupa y linterna para poder observar si existe alguna rajadura o fisura, y se determinó que no existía ningún tipo de fisura en la estructura.



Figura 31. Inspeccion visual.

3.6.6 Inspección del roller

Se procedió a verificar que el roller se encuentre bien asegurado a la estructura del strut, a su vez que se verificó que no existieran daños o rajaduras en su estructura, todo esto se realizó de manera visual con la ayuda de una linterna y una lupa para una mejor visualización.

En dicha inspección se logró observar que el roller se encontró operativo y tenía un perfecto ajuste así como lo indica en el manual de mantenimiento de la aeronave Fairchild F-27.



Figura 32. Uplock roller.

3.6.7 Inspección de las barras de las compuertas

1. Se realizó una limpieza de toda el área de las puertas con la ayuda de alcohol antiséptico y guaípe, esto con el objetivo de poder ejecutar de una mejor manera la inspección visual.



Figura 33. Limpieza de las compuertas.

2. Una vez realizada dicha limpieza se procedió a realizar la inspección en el cual se verifico que las puertas no tengan daños en su estructura por lo que se inspecciono con la ayuda de una lupa y una linterna, y se pudo observar que no existía ningún daño.



Figura 34. Inspección de las barras de sujeción.

3.6.8 Inspección de los neumáticos.

1. Para realizar esta inspección se tomó en cuenta varios parámetros de análisis, los cuales fueron observar que no existiera en la banda de rodadura alguna grieta o rajadura producida

probablemente por las condiciones de la pista. Y se pudo observar que no existía ningún tipo de rajadura ni desgaste debido a que la aeronave ya no realiza operaciones aéreas.



Figura 35. Inspección de las bandas de rodadura.

3.6.9 Remoción e inspección de la rueda

a. Remoción

1. Se colocó el gato hidráulico debajo del conjunto del tren de aterrizaje donde se encuentra el punto de levantamiento, la misma que soporta 20 toneladas de peso lo que es suficiente para levantar el conjunto del tren de aterrizaje.



Figura 36. Levantamiento del shock strut.

- Después se removió el perno de seguridad el mismo que ayuda a que la tuerca de retención permanezca firme al momento de que la rueda gire debido a que este posee un torque mínimo de 15 lb/ft y el esfuerzo que se ejerce en esta aérea es muy alto al momento del aterrizaje.



Figura 37. Extracción del perno de seguridad.

- Una vez retirada la tuerca de retención se procedió a remover el collar que se encuentra en el eje de la rueda, el mismo que cumple con la función de asegurar cada una de los anillos de retención.



Figura 38. Extracción del collar.

4. Se retiró la rueda del eje del conjunto del tren, evitando que existan rajaduras en el eje, los mismos que fueron colocados de forma meticulosa en la mesa de trabajo, para luego proceder a remover los componentes internos.



Figura 39. Extracción del collar.

5. Y por último con la ayuda de un destornillador plano se retiró los anillos de retención, los retenes del sello de grasa y el sello, y los cojinetes de la rueda y se procedió a colocar a identificar los componentes de la parte interior y exterior del neumático.



Figura 40. Remoción de los anillos de retención.

b. Instalación

1. Se limpió los cojinetes de las ruedas, las tapas de los cojinetes y las juntas con disolvente de limpieza (combustible), con el objetivo de poder realizar una inspección visual de los mismos.



Figura 41. Limpieza de los berings

2. Se aseguró de que el eje de la rueda y la rosca de la tuerca de retención no presente limallas en su estructura para poder evitar que ingresen partículas de limallas en los rodamientos ya que estos componentes son los encargados de hacer girar a la rueda.



Figura 42. Limpieza del eje de la rueda.

3. Se procedió cubrir con grasa todas las roscas y superficies de los cojinetes de la tuerca de retención y las arandelas.



Figura 43. Engrasado de los berings.

4. Se aseguró que los sellos y el cojinete sean de la rueda interior debido a que puede variar la medida de la cavidad donde ingresa el rodamiento, una vez realizado este procedimiento a instalar el rodamiento y los sellos retenedores, luego se verificó con un destornillador plato que estén correctamente asegurados.



Figura 44. Instalación de los sellos.

5. Se alineo los discos con la herramienta de alineación de freno y se mantuvo en posición con la presión del freno aplicada, luego se procedió a retirar la herramienta especial una vez alineados los discos del freno.



Figura 45. Alineación de los discos de freno.

6. Una vez alineados los discos del conjunto de frenos se procedió a colocar el neumático con mucha precaución de rallar el eje de la rueda.



Figura 46. Instalación del neumático.

7. Una vez de haber realizado la limpieza del collar, se procedió a colocarlo en el eje de la rueda y se aplicó una presión manual para que sea fácil el ingreso de dicho elemento al eje.



Figura 47. Instalación del collar.

8. Por consiguiente se instaló la tuerca de retención de la rueda en el eje la misma que se utilizó una presión mínima de ajuste ya que este elemento según el manual del fabricante posee un torque no muy elevado, después de haber colocado dicho elemento se procedió a colocar el perno de seguridad que se encuentra localizado en la tuerca de retención de la rueda.



Figura 48. Tuerca de retención.

9. Se usó una llave para tuercas del eje y una llave dinamométrica, para apretar la tuerca de retención de la rueda a 50 libras-pie, mientras se gira la rueda manualmente, luego se retrocedió a cero (0) el torque pero con la tuerca aún en contacto con el collar.



Figura 49. Ajuste de la tuerca de retención.

10. Por ultimo según el manual de mantenimiento se apretó la tuerca de retención de la rueda a, aplicándole un torque de 15 libras-pie, esto para que la rueda pueda tener un libre movimiento.



Figura 50. Colocación del torque.

3.6.10 Inspección de los componentes del conjunto de la rueda

1. Se procedió a revisar que el conjunto de la rueda que no presente corrosión en su estructura y con la ayuda de una lupa se revisó que no tengan rajaduras, y dicha inspección se visualizó que se encontraba roto un fitting de las líneas hidráulicas de los frenos, por lo que se tuvo que realizar el cambio del mismo.



Figura 51. Instalación del nuevo fitting.

2. Se procedió a revisar el espacio entre la rueda y el anti-skid según lo establecido en el manual de mantenimiento que es de una holgura de 0.09 inch, esto con el objetivo de que el anti-skid no interfiera con el giro de la rueda durante el aterrizaje y el desarrollo de las operaciones en tierra.

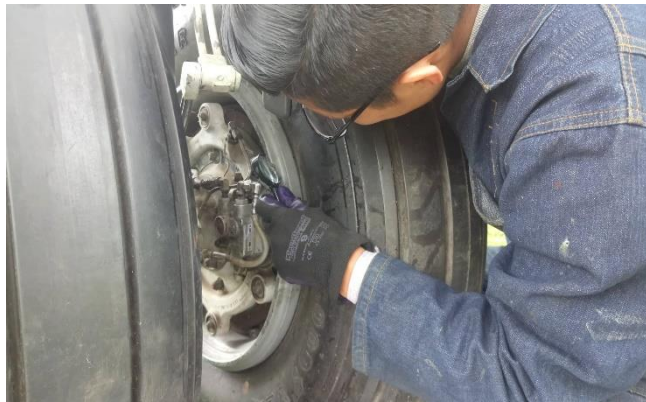


Figura 52. Revisión de holgura.

3.6.11 Correcta instalación de la rueda

1. Una vez instalada la rueda y siguiendo cada uno de los pasos dictados por el manual se procedió a revisar que la rueda girara, que tenga libre movimiento durante la realización de las distintas operaciones que realiza la aeronave.



Figura 53. Revisión del giro de la rueda.

3.6.12 Inspección de los sellos de las compuertas

1. Se procedió a revisar cada uno de los sellos que se encuentra a lo largo del filo de la puerta, el mismo que se verificó que no estén deterioradas, con rajaduras y que estén bien instaladas a la estructura de la puerta.



Figura 54. Revisión de los sellos.

3.6.13 Inspección de los rieles de las puertas

1. Se realizó la inspección en los rieles de la compuerta del tren en la cual se pudo verificar que se encontraban en perfecto estado, también se comprobó el movimiento de las mismas.

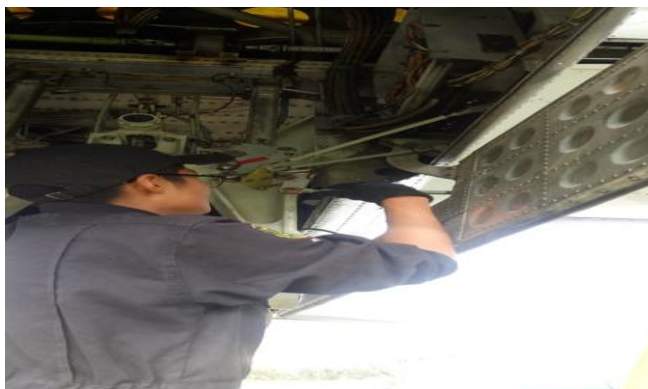


Figura 55. Inspección de las rieles.

3.6.14 Inspección del conjunto de accionamiento de las compuertas

1. Se procedió a inspeccionar el conjunto de accionamiento de las palancas que controlan las compuertas del tren de aterrizaje, en dicha revisión se observó que se encontraban en perfecto estado.



Figura 56. Inspección visual.

3.6.15 Inspección de las compuertas de forma manual

1. En vista que para realizar mencionado proceso se debe contar con el sistema neumático que este en perfectas condiciones y encendido los motores para la presión necesaria que son 1000

psi para proceder a retraer el conjunto del tren de aterrizaje y al no estar operativo los motores y no tener una fuente de alimentación con esa presión se procedió a revisar que los componentes de las compuertas del área del tren se encuentren operativos durante el desmontaje del mismo. Se procedió a desarrollar los numerales 15, 16, y 17 del manual de mantenimiento (32-3-0) que nos explica sobre los movimientos que deben ejecutar dichas compuertas antes y durante la retracción y extensión del tren de aterrizaje, en el cual se pudo confirmar el que todos los componentes que accionan las compuertas se encontraban en un perfecto estado y correcto funcionamiento.



Figura 57. Remoción del tren.

- Se colocó las puertas a una distancia de 0.060 pulgadas y a lo largo del borde de la parte de atrás se dejó a una distancia de 0.125 pulgadas, según lo prescrito en el manual de mantenimiento.

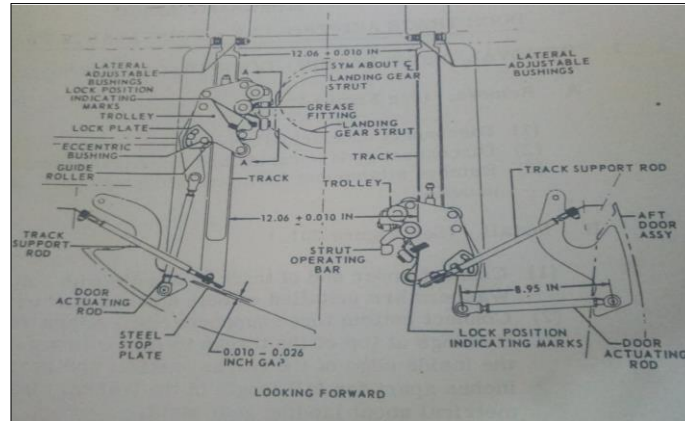


Figura 58. Mecanismo de la puerta del tren.

3.6.16 Colocación del seguro en tierra.

1. Una vez cumplida la inspección se procedió a la extensión de los trenes de aterrizaje, para la realización de esta tarea se procedió a abrir las compuertas del tren muy lentamente para evitar que exista algún accidente, después se procedió a aliviar la presión que hacía que el tren se retrajera, una vez que el tren se extendió completamente se procedió a accionar el lock strut con su respectivo seguro en tierra, y se procedió a retirar los Jacks.



Figura 59. Seguro de apoyo en tierra.

3.7 Análisis de un flujograma

La palabra flujograma se conforma a partir de una palabra del latín y otra griega: flujo (fluxus, fluxa, fluxum en latín que significa fluir) y el término grama del verbo griego grámma, grámmatos, que significa a su vez letra, instrucción o documento. (Santiago, 2020)

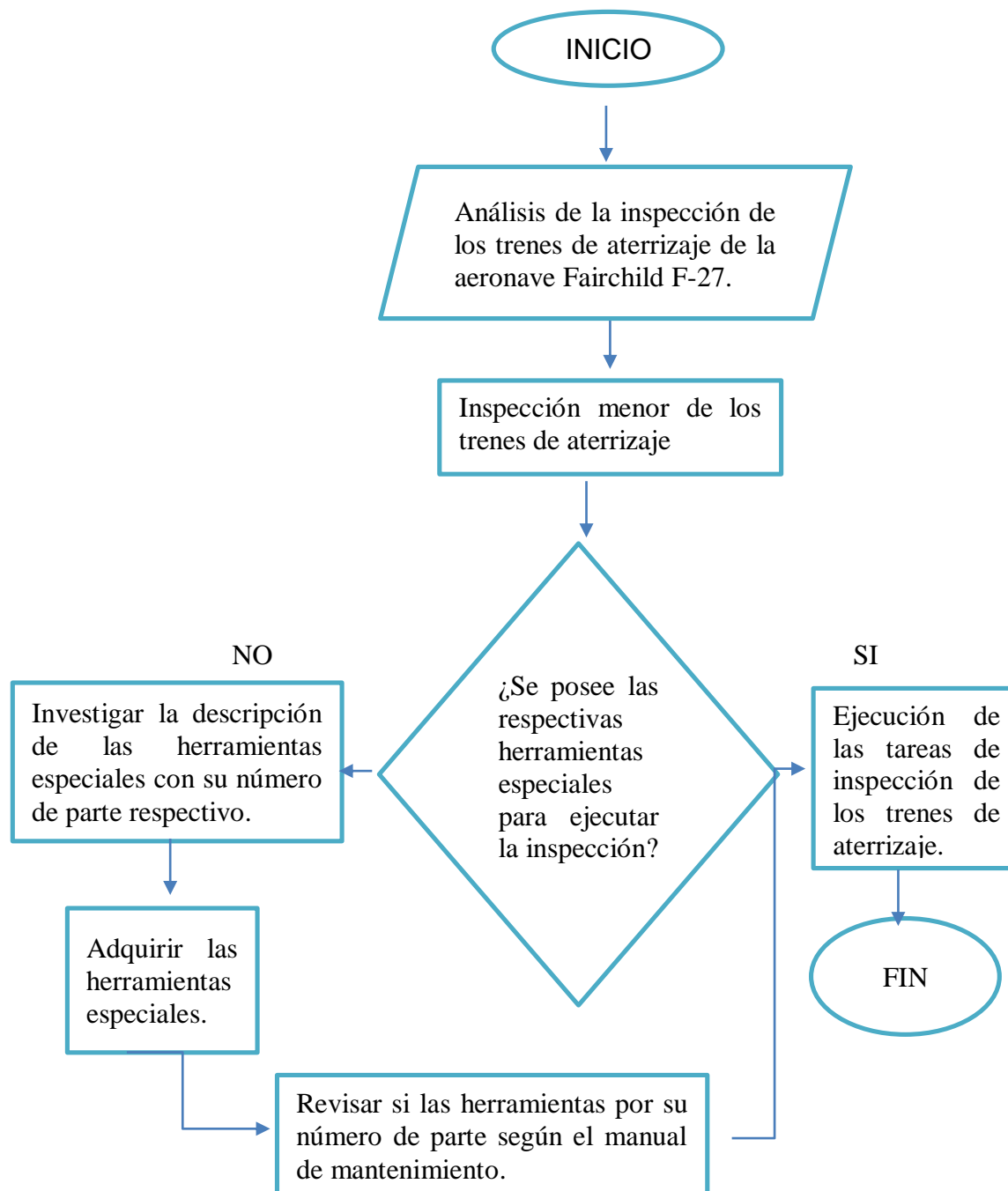
Los Diagramas de Flujo (DF) son, con toda seguridad, el método más extendido y popular para realizar el diseño gráfico de procesos. Su simplicidad y versatilidad han contribuido notablemente a su difusión. Pero, siempre hay un “pero”, no se han difundido por igual las reglas sintácticas y semánticas que convierten esta herramienta en un método realmente potente y simple para cumplir con su principal objetivo: facilitar la comunicación entre personas implicadas. (Ramonet, 2004-2013)

SÍMBOLOS DE LA NORMA ANSI PARA ELABORAR DIAGRAMAS DE FLUJO I (Procesamiento electrónico de datos)			
Forma	Aplicación	Forma	Aplicación
	Inicio, fin, inicio o la terminación de un flujo, puntos de inicio y fin de un flujo, puntos de inicio y fin de un flujo, puntos de inicio y fin de un flujo.		Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utiliza, se genera o surge del procedimiento.
	Operador. Indica el inicio de un procedimiento, comienzo de un flujo de datos o el momento de la actividad administrativa donde se da inicio.		Fin. Representa un punto final y contenido de flujo.
	Operador. Representa la realización de una operación o actividad relativa a un procedimiento.		Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte de la misma.
	Condición alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varias acciones.		Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja del mismo en la que continúa el diagrama de flujo.
	Nota adicional. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se añade a una operación o actividad para dar una explicación.		Línea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante ?

Figura 60. Simbología.

Fuente: (Santiago, 2020)

3.7.1 Análisis del tema, utilizando flujo gramas



CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Las inspecciones menores son ejecutadas de manera minuciosa debido a que depende mucho de la capacidad de visualización del personal para encontrar anomalías o desperfectos en las aeronaves.
- Los manuales emitidos por el fabricante consta de especificaciones tales como la especificación de las herramientas especiales a utilizar he incluso los materiales específicos para dicha aeronave los mismos que nos ayudan a la correcta ejecución de las prácticas de mantenimiento.
- El desarrollo de cada uno de los parámetros a inspeccionar se pudieron realizar de una manera satisfactoria, cumpliendo con cada uno de los objetivos planteados y los estándares de seguridad.

4.2 Recomendaciones

- Cumplir cada una de las fases que contiene una inspección visual, las cuales son: fase de búsqueda y la fase en la cual se relaciona la experiencia, el conocimiento previamente adquirido y la agudeza visual.
- Analizar de manera detallada cada uno de los ítems prescritos en el manual del fabricante antes de realizar cualquier actividad en la aeronave.
- Para la ejecución de todo tipo de inspección en cualquier área de la aeronave o motor es indispensable conocer de las medidas de seguridad que se debe tomar antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento, es así la utilización de los Equipos de protección personal.

GLOSARIO DE TERMINOS

Accidente: El conjunto de lesiones o daños que puedan presentarse en el personal que se encuentre dentro o en el área donde se desarrollan las actividades aéreas.

Aeropuerto: Infraestructura adecuada en la cual se usa para el transporte de pasajeros o carga, que se rigiere de acuerdo a una autoridad aeronáutica civil.

Altura: Distancia que existe entre una referencia específica y un punto que puede desplazarse de manera vertical.

Control de tráfico aéreo: departamento que se encuentra dentro del área donde se llevan a cabo las actividades aéreas, los cuales prestan servicios de control oportuno del flujo del tráfico aéreo.

Explotador: Persona, entidad o empresa que se especializa en la explotación de las aeronaves para generar capital.

Plan de vuelo: Conjunto de información que proyecta un vuelo o una parte de un vuelo que está sujeto a las autoridades encargadas de controlar el tránsito aéreo.

ABREVIATURAS

ATC: Control de Tránsito Aéreo.

ATS: Servicios de tránsito aéreo.

IFR: Reglas de vuelo por instrumentos.

INS: Sistema de navegación inercial.

L: Izquierda.

MHz: Megahertzio.

NAV: Navegación.

PTL: Piloto de Transporte de Línea. Avión.

PWR: Potencia.

QDM: Rumbo Magnético.

WRNG: Alerta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Amigos del Museo del Aire. (3 de Junio de 2011). Recuperado el 06 de Enero de 2020, de <http://www.aama.es/aama/los-frenos-de-rueda-en-el-avion-2/> Recuperado el 15 de diciembre del 2019

Bravo, J. N. (2017). *Rehabilitación del sistema hidráulico y tren de aterrizaje de aeronave Learjet 25D*. México, D.F.

Cuesta, J. G. (2003). *Terminología Aeronáutica*. Madrid: Díaz de Santos. S.A.

Desarrollo y defensa. (30 de Julio de 2017). Recuperado el 10 de Enero de 2020, de <https://desarrolloydefensa.blogspot.com/2017/07/recordando-al-maravilloso-avion-dhc-6.html>

F-27, F. (1984). *Maintenance Manual*.

HispanTV. (6 de Junio de 2017). Recuperado el 10 de Enero de 2020, de <https://www.hispanTV.com/noticias/rusia/343662/caza-ruso-intercepta-bombardero-eeuu-mar-baltico>

Leebens, B. (s.f.). *Psaudio*. Recuperado el 01 de Enero de 2020, de <https://www.psaudio.com/article/fairchild-part-1/>

Lesnoj. (s.f.). *123RF*. Recuperado el 11 de Enero de 2020, de https://es.123rf.com/photo_41192268_tren-de-aterrizaje-retr%C3%A1ctil-de-aviones-de-un-solo-motor-.html

Oñate, A. E. (2007). *Conocimientos del avion*. Madrid : Paraninfo.

oscilaciones2. (19 de Marzo de 2012). Recuperado el 11 de Enero de 2020, de <http://trenesdeaterrizaje.blogspot.com/2012/03/tipos-de-trenes-de-aterrizaje.html>

Oscilaciones2. (21 de Marzo de 2012). *Trenes de aterrizaje*. Recuperado el 11 de Enero de 2020, de <http://trenesdeaterrizaje.blogspot.com/2012/03/sistema-de-amortiguacion.html>

Rafael Trallero, R. A. (2013). *EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE EN LAS AERONAVES*. Madrid .

Ramón, S. F. (2 de Diciembre de 2013). *Asociación Amigos del Museo del Aire*. Recuperado el 11 de Enero de 2020, de <http://www.aama.es/aama/los-amortiguadores-de-los-aviones/>

Ramonet, J. (2004-2013). *Análisi y Diseño de Procesos Empresariales*. México, D.F.

Rocero, S. E. (s.f.). *Ingeniería Aeroespacial*. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de <https://docplayer.es/53930298-Disenio-detallado-diseno-tren-de-aterrizaje.html>

Rubías, J. (s.f.). *Pinterest*. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de <https://www.pinterest.ca/pin/318066792411811530/>

Santiago, S. (01 de 2020). *Tiposde.com*. Recuperado el 29 de Enero de 2020, de <https://www.tiposde.com/flujograma.html>

SOSTENIMIENTO”, B. D. (2016). *MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO*. México, D.F.

wikiwand. (s.f.). Recuperado el 02 de Enero de 2020, de Fokker F27 Friendship: https://www.wikiwand.com/es/Fokker_F27_Friendship?fbclid=IwAR1Q7S99prcv4fzVxSIBYWrZ1QqgxGAQZkZ2CCbW4wAy4Lv8bVy6K1gwopE#/Bibliograf%C3%ADa

ANEXOS



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN


Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor MERA TAIPE, ANDY FELIPE.

En la ciudad de Latacunga a los 04 días de febrero del 2020.

Aprobado por:

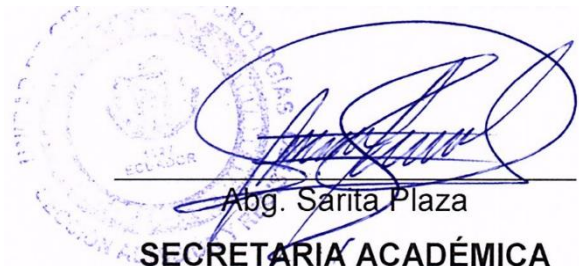


Tigo. Paul Rogelio Arcos Castillo
DIRECTOR DEL PROYECTO



Ing. Rodrigo Bautista

DIRECTOR DE LA CARRERA



SECRETARÍA ACADÉMICA