



**INSPECCIÓN DEL TREN PRINCIPAL DEL AVIÓN HAWKER SIDDELEY HS 125-400,
MEDIANTE MANUAL DE MANTENIMIENTO E INFORMACIÓN TÉCNICA,
PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

Rivera Pullugando, Corina Maribel

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica

Mención Aviones

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnóloga
en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Ing. Coello Tapia, Luis Ángel

14 de octubre del 2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“INSPECCIÓN DEL TREN PRINCIPAL DEL AVIÓN HAWKER SIDDELEY HS-125-400, MEDIANTE MANUAL DE MANTENIMIENTO E INFORMACIÓN TÉCNICA, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**, fue realizado por la señorita **RIVERA PULLUGANDO CORINA MARIBEL**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 14 de octubre del 2020

Firma:

Ing. Coello Tapia Luis Ángel

C. C. 050312866-2








REPORTE DE VERIFICACIÓN

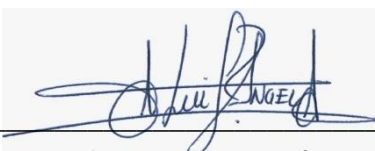


Document Information

Analyzed document	TRABAJO DE TITULACIÓN CORINA MARIBEL RIVERA PULLUGANDO-URKUND.pdf (D81796871)
Submitted	10/15/2020 9:18:00 PM
Submitted by	
Submitter email	cmrivera3@espe.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	lacoello.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://avionesdelinea.blogspot.com/2014/09/#! Fetched: 10/15/2020 9:19:00 PM	 4
SA	67813.pdf Document 67813.pdf (D63054355)	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS AMAN OSCAR URKU.docx Document TESIS AMAN OSCAR URKU.docx (D54312510) Submitted by: ofaman@espe.edu.ec Receiver: eszabala.espe@analysis.arkund.com	 1
W	URL: https://es.slideshare.net/SemeyJimenaJimnezRes/gatos-hidraulicos-59656894 Fetched: 10/15/2020 9:19:00 PM	 1
W	URL: https://www.quiminet.com/articulos/gato-hidraulico-funcionamiento-y-tipos-2650085.htm Fetched: 10/15/2020 9:19:00 PM	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / MONOGRAFIA PDF.pdf Document MONOGRAFIA PDF.pdf (D77258579) Submitted by: eaarevalo1@espe.edu.ec Receiver: eaarevalo1.espe@analysis.arkund.com	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis Carlos Saquina.docx Document Tesis Carlos Saquina.docx (D43771986) Submitted by: clsaquinga@espe.edu.ec Receiver: eszabala.espe@analysis.arkund.com	 1



Ing. Coello Tapia Luis Ángel

C.C.: 050312866-2



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Rivera Pullugando Corina Maribel**, con cedula de ciudadanía nº **160089390-1**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía, **“Inspección del tren principal del avión Hawker Siddeley HS-125-400, mediante manual de mantenimiento e información técnica, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 14 de octubre de 2020

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Corina Maribel Rivera Pullugando'.

Rivera Pullugando, Corina Maribel

C.C.: 160089390-1



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Rivera Pullugando Corina Maribel**, con cedula de ciudadanía nº **160089390-1**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la presente monografía: **“Inspección del tren principal del avión Hawker Siddeley HS-125-400, mediante manual de mantenimiento e información técnica, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 14 de octubre de 2020

Rivera Pullugando, Corina Maribel

C.C.: 160089390-1

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado primero a Dios quien ha sido guía y fortaleza durante toda mi vida, el que me ha sabido sostener y abrir las puertas necesaria para alcanzar cada uno de mis sueños.

A mi padre, Mario Rivera, quien desde el cielo ha sido sabiduría, paciencia y perseverancia, por creer en mi durante toda su estadía terrenal y por su magnífico ejemplo de vida.

A mi madre y hermana, Marlene Pullugando y Dulce María Rivera, por ser los pilares fundamentales y el apoyo durante toda mi carrera universitaria, por creer en mí y sentirse orgullosas de verme crecer y alcanzar mis sueños.

A mi tío, Fabián López, por ser mi segundo padre y brindarme el apoyo necesario para culminar mis estudios.

A mi hijo, Iker Rivadeneira, porque ha representado en mi vida el amor incondicional, el orgullo, la perseverancia, la humildad, por ser quien me ha enseñado a soñar y darme cuenta que ningún sueño es más grande que las ganas por conseguirlo.

Rivera Pullugando Corina Maribel

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser tan bondadoso para conmigo y no soltar mi mano en ningún momento de mi vida, por ser mi guía y fortaleza en todo momento, por enseñarme el amor sobre todas las cosas, por ser misericordioso y bendecirme cada día con personas quienes han estado a mi lado y han compartido muchos momentos especiales a mi lado

A mis padres y hermana, que con su amor y dedicación me enseñaron a valorar cada día de mi vida y porque me dejaron en claro que la mejor herencia de su parte es el estudio, por creer en mí, independientemente de las circunstancias, y por brindarme su apoyo para alcanzar mis metas. Gracias a ellos por inculcar en mí todos los valores necesarios para caminar en el camino correcto, especialmente, la responsabilidad, humildad, solidaridad y dedicación; por permitirme creer que lo más importante en mi vida es la unión y el amor de familia. A mi tío, por ser mi segundo padre, por sus consejos, su apoyo, su preocupación durante toda mi vida.

A mi esposo e hijo, por ser la fortaleza en los momentos difíciles, por estar a mi lado y amarme incondicionalmente, por su apoyo en todo momento y por convertirse en los pilares fundamentales de mi vida, por ayudarme a alcanzar mis sueños y permitirme seguir proponiendo metas.

Rivera Pullugando Corina Maribel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Antecedentes.....	16
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Justificación e Importancia.....	17
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo general	18
1.4.2. Objetivos específicos.....	18
1.5. Alcance.....	18
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Hawker Siddeley 125-400.....	20
2.1.1. Historia	20
2.1.2. Características generales	21
2.1.3. Dimensiones principales.....	23

	9
2.2. Sistema de Trenes de Aterrizaje	24
2.2.1. Tren de aterrizaje principal	24
2.2.2. Tren de aterrizaje de nariz	24
2.2.3. Tipos de trenes de aterrizaje	25
2.2.4. Tipos de configuración de los trenes de aterrizaje	26
2.3. Descripción del Sistema de Trenes de Aterrizaje de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400	28
2.3.1. Generalidades	28
2.3.2. Trenes de aterrizaje principales	29
2.4. Izaje de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400	31
2.5. Equipos de Apoyo en Tierra.....	33
2.5.1. Definición.....	33
2.5.2. Tipos de equipos de apoyo en tierra.....	33
2.5.3. Tipos de Gatos Hidráulicos para aeronaves	43
2.5.4. Partes del Gato Hidráulico	46
2.6. Mantenimiento Aeronáutico	47
2.6.1. Definición.....	47
2.6.2. Tipos de Mantenimiento.....	47
2.7. Documentos Aplicables a Aeronaves.....	50
2.7.1. Definición.....	50
2.7.2. Documentación Operacional.....	50
2.7.3. Documentación Técnica	51
3. DESARROLLO DEL TEMA	52
3.1. Equipo de seguridad.....	52
3.2. Limpieza general de la aeronave	52
3.3. Inspección visual de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400.....	53
3.4. Descripción general de la práctica	56
3.5. Desarrollo de las tareas de mantenimiento	59
3.5.1. Levantamiento de la aeronave.....	59
3.5.2. Chequeo de los espacios/tolerancias del conjunto del Side Stay.....	61
3.5.3. Lubricación de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400.....	67

	10
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
4.1. Conclusiones	71
4.2. Recomendaciones	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características de la aeronave hawker siddeley</i>	22
Tabla 2 <i>Datos obtenidos por medición directa, distancia 1</i>	61
Tabla 3 <i>Datos obtenidos por medición directa, distancia 2</i>	64
Tabla 4 <i>Datos obtenidos por medición directa, distancia 3</i>	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Hawker Siddeley 125-400</i>	21
Figura 2 <i>Dimensiones generales</i>	23
Figura 3 <i>Tren de aterrizaje</i>	24
Figura 4 <i>Tren de aterrizaje fijo</i>	25
Figura 5 <i>Tren de aterrizaje retráctil</i>	26
Figura 6 <i>Tren de aterrizaje convencional</i>	27
Figura 7 <i>Tren de aterrizaje triciclo</i>	28
Figura 8 <i>Tren de aterrizaje principal</i>	30
Figura 9 <i>Punto de elevación del ala</i>	31
Figura 10 <i>Puntos de izaje de la aeronave</i>	32
Figura 11 <i>Barra de remolque</i>	33
Figura 12 <i>Cabeza de la barra de remolque</i>	34
Figura 13 <i>Remolque</i>	34
Figura 14 <i>Cobertores</i>	35
Figura 15 <i>Calzos</i>	36
Figura 16 <i>Carrito multipropósito</i>	36
Figura 17 <i>Dispensadores de líquido hidráulico</i>	37
Figura 18 <i>Equipos para transportar oxígeno</i>	37
Figura 19 <i>Tanque de agua potable</i>	38
Figura 20 <i>Banco de pruebas de presurización</i>	39
Figura 21 <i>Cargador de baterías</i>	39
Figura 22 <i>Planta eléctrica externa</i>	40
Figura 23 <i>Planta hidráulica externa</i>	40
Figura 24 <i>Descongelador de aeronaves</i>	41
Figura 25 <i>Herramientas para servicio de nitrógeno</i>	41
Figura 26 <i>Soporte de ruedas</i>	42
Figura 27 <i>Plataformas rodantes</i>	42
Figura 28 <i>Soportes estabilizadores</i>	43
Figura 29 <i>Gato de eje</i>	44
Figura 30 <i>Gato de trípode</i>	45
Figura 31 <i>Partes del gato hidráulico</i>	46
Figura 32 <i>Mantenimiento aeronáutico</i>	47

	13
Figura 33 <i>Inspección visual</i>	48
Figura 34 <i>Manual de vuelo</i>	50
Figura 35 <i>Hawker Siddeley HS 125-400</i>	53
Figura 36 <i>Mancha de aceite en el ala</i>	53
Figura 37 <i>Puertas de las bahías de los trenes de aterrizaje</i>	54
Figura 38 <i>Tren de aterrizaje principal izquierdo</i>	54
Figura 39 <i>Luz de taxeo y aterrizaje derecha</i>	55
Figura 40 <i>Unión de la estructura del motor con el fuselaje</i>	56
Figura 41 <i>Cartilla de la inspección de 600 horas de la aeronave HS 125-400</i>	57
Figura 42 <i>Cartilla de lubricación de la aeronave HS 125-400</i>	58
Figura 43 <i>Gatos hidráulicos</i>	59
Figura 44 <i>Aeronave Hawker Siddeley HS 125-400</i>	60
Figura 45 <i>Aeronave Hawker Siddeley HS 125-400 en gatos</i>	60
Figura 46 <i>Calibrador de láminas</i>	62
Figura 47 <i>Toma de medida directa de la tolerancia descrita anteriormente</i>	62
Figura 48 <i>Partes del side stay</i>	63
Figura 49 <i>Calibrador de vernier</i>	65
Figura 50 <i>Medición de la distancia “x”</i>	65
Figura 51 <i>Medición del vástago de la válvula de inversión</i>	67
Figura 52 <i>Puntos de lubricación</i>	68
Figura 53 <i>Lubricación</i>	69
Figura 54 <i>Lubricación de las bisagras de la puerta del tren de aterrizaje principal</i>	69
Figura 55 <i>Lubricación manual de rodamientos de la puerta del tren de aterrizaje principal</i> 70	70
Figura 56 <i>Lubricación de las tijeras del tren de aterrizaje principal</i>	70

RESUMEN

El presente proyecto se enfoca en la realización de una inspección a los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías, específicamente el ajuste y chequeo de las tolerancias en los rodamientos y componentes expuestos a desgaste por utilización en el conjunto de side stay, el cual permite la extensión y retracción de los trenes de aterrizaje de la aeronave ya mencionada. Esta tarea se encuentra dentro del programa de mantenimiento, concretamente, en la inspección de 600 horas la cual busca mantener las tolerancias dentro de los límites permitidos para que la aeronave se mantenga Aeronavegable, caso contrario, se realice un cambio del conjunto de side stay. Dentro del Capítulo I se detalla el planteamiento del problema, la importancia del proyecto, el objetivo general, los objetivos específicos, los cuales ayudan para que el proyecto cumpla con su propósito y el alcance. Seguidamente, en el Capítulo II se encuentra toda la información necesaria para la correcta realización de la tarea de mantenimiento ya descrita. Luego, en el Capítulo III se evidencia la realización de la parte práctica del presente proyecto y finalmente en el Capítulo IV se encuentra las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

PALABRAS CLAVE:

- **SIDE STAY**
- **EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA**
- **INSPECCIÓN**

ABSTRACT

This project focuses on conducting an inspection of the main landing gears of the Hawker Siddeley HS 125-400 aircraft, belonging to the Unidad de Gestión de Tecnologías, specifically the adjustment and checking of tolerances in the bearings and exposed components wear, due to use, in the side stay assembly, which allows the extension and retraction of the main landing gears of Hawker Siddeley aircraft. This task is within the maintenance program, specifically, in the 600 hours inspection. This task pretend to maintain the tolerances within the limits allowed for the aircraft to remain airworthiness conditions, otherwise, a change of the side stay assembly is necessary. Within Chapter I are detailed, the statement of the problem, the importance of the project, the general objective, the specific objectives which help the project to fulfill its purpose, and scope. Next, in Chapter II, general information about the aircraft and all steps for the correct performance of the maintenance task already described, are detailed. Then, in Chapter III the realization of the practical part of this project is evidenced and finally in Chapter IV the corresponding conclusions and recommendations are found.

KEY WORDS:

- **SIDE STAY**
- **GROUND SUPPORT EQUIPMENT**
- **INSPECTION**

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

El primer tren de aterrizaje data de principios del siglo XX, unido a la historia de los primeros aeroplanos experimentales y se constituía simplemente de una especie de patín a modo de trineo que se deslizaba por la tierra. Esto era posible debido al escaso peso de estos artilugios volantes, fabricados con tubos ligeros, lona y cables de acero; con la I Guerra Mundial aparece el primer tren de aterrizaje que hace honor a su nombre, era una estructura fija atornillada al fuselaje en forma de V, con una rueda en su vértice.

Los años 20 fueron decisivos para la incipiente aviación. Los aparatos ya se fabricaban en su mayoría de aleación de aluminio, mayor peso y por tanto, el tren de aterrizaje hubo de modernizarse con suspensión más eficiente y carenas para reducir el impacto aerodinámico en todo el conjunto; pero no sería hasta los años 30 cuando se diseñaron trenes de aterrizaje más efectivos, con sistemas de suspensión específicos y retráctiles, debido al mayor peso de las aeronaves y el aumento de las velocidades de operación, que, respectivamente, hicieron más eficientes, seguros y con mayor aerodinámica los aparatos. (Aviones de Línea-Revista de Aviación, 2014)

La Carrera de Mecánica Aeronáutica, para conseguir ser una institución de renombre, debe mantener los aviones escuela en condiciones óptimas. Los trenes de aterrizaje son la base del avión escuela y su mantenimiento es primordial; por lo que, una inspección de los mismos constituye un factor importante dentro de este proceso.

1.2. Planteamiento del problema

El parque aeronáutico de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE brinda a la institución la oportunidad de impartir educación

teórico-práctica, razón por la cual la conservación de los aviones escuela resulta un pilar fundamental para el desarrollo de la misma, por esta razón, se ha visto la necesidad de realizar mantenimientos preventivos a las aeronaves para preservar su estado físico y por ende alargar su vida útil.

Los aviones escuela no poseen un hangar que permita proteger la estructura de las condiciones climáticas de la provincia de Cotopaxi, motivo por el cual, se ha observado el deterioro progresivo de los mismos; esto ha provocado que varios componentes sufran daños y como resultado la mayoría de docentes y estudiantes tienen inconvenientes el momento de realizar prácticas dentro de las aeronaves.

Si esta falencia continúa, los futuros estudiantes y la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías no contarán con la formación necesaria ni con los equipos correspondientes para realizar tareas de mantenimiento durante las prácticas en cada una de las asignaturas, por esta razón, la realización de un mantenimiento preventivo del conjunto de rueda del tren principal de la aeronave Hawker Siddeley HS-125-400 contribuye a la conservación del parque aeronáutico y consecuentemente al desarrollo continuo de la carrera, debido a que brinda a los futuros mecánicos la oportunidad de conocer de manera práctica las características de una aeronave.

1.3. Justificación e Importancia

Una vez aplicado el trabajo descrito anteriormente, todos los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE Campus Guillermo Rodríguez Lara, ubicado en la ciudad de Latacunga, y específicamente quienes forman parte de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, se verán beneficiados debido a que se contará con una aeronave en mejores condiciones al momento de realizar prácticas.

El desarrollo del proyecto ayudará tanto a docentes como a estudiantes a conocer

más de cerca los procesos de levantamiento de la aeronave y remoción de trenes de aterrizaje dentro del cumplimiento de tareas de mantenimiento mostradas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, este trabajo proporcionará mayor facilidad en el proceso enseñanza-aprendizaje y proporcionará a los estudiantes las habilidades necesarias para el correcto desempeño durante las prácticas pre-profesionales y a futuro, en su vida laboral.

El presente proyecto es de gran importancia para el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de la Unidad de Gestión de Tecnologías ya que permitirá que los conocimientos se adquieran de manera más fácil e interactiva aumentando el interés del estudiante en temas de vital importancia.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Inspeccionar el tren de aterrizaje principal del avión Hawker Siddeley HS-125-400, mediante el manual de mantenimiento e información técnica, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE.

1.4.2. Objetivos específicos

- Recopilar toda la información necesaria para la inspección acorde a la tarea de mantenimiento y datos de técnicos.
- Implementar los equipos de apoyo en tierra, aplicables para el levantamiento de la aeronave de manera segura.
- Realizar la inspección y mantenimiento del tren de aterrizaje principal, de acuerdo a la tarea de mantenimiento de la Aeronave Hawker Siddeley HS-125-400, para sus posteriores pruebas funcionales.

1.5. Alcance

El presente proyecto se desarrollará dentro de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE Sede Latacunga, específicamente en el campus Gral. Guillermo Rodríguez Lara en

donde se dará mantenimiento a la aeronave Hawker Siddeley HS-125-400, el objetivo principal de una inspección del tren de aterrizaje principal, es mantener el avión escuela en óptimas condiciones para uso de instrucción y trabajos prácticos enfocados en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, para de esta manera mejorar el desenvolvimiento de los mismos en el campo laboral.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Hawker Siddeley 125-400

2.1.1. Historia

El Hawker Siddeley HS-125, uno de los diseños de posguerra más exitosos de la industria de la aviación británica, fue uno de los aviones de negocios de primera generación más exitosos y, en forma desarrollada, sigue en producción con Raytheon (ver entrada separada) El HS-125 comenzó su vida como un proyecto de De Havilland antes de que esa compañía se convirtiera en parte del grupo Hawker Siddeley. Como el DH-125, este avión corporativo de tamaño medio voló por primera vez el 13 de agosto de 1962. Durante un tiempo, el DH-125 fue nombrado Jet Dragon, mientras que solo se construyeron ocho aviones iniciales de producción de la Serie 1 antes de que las entregas se cambiaran a los más potentes. Serie 1A (el sufijo A que denota América del Norte) y Serie 1B (el B que denota ventas para los mercados mundiales). Se construyeron un total de 77. Mientras tanto, la Serie 2 fue un derivado militar construido para la RAF de Gran Bretaña como el entrenador de navegación Dominie T1. (Airliners, 2003)

Las Series 3A y 3B mejoradas (29 construidas) tenían un peso bruto más alto, mientras que las 3A / RA y 3B / RA (36 construidas) eran aún más pesadas con combustible extra para un mayor alcance. Cuando De Havilland se fusionó con Hawker Siddeley, la Serie 4, que presentaba numerosos refinamientos menores, se comercializó a medida que se construían las Series 400A y 400B y 116. El último turbocompresor Viper con motor 125 construido fue la Serie 600A y 600B. La Serie 600 presenta un fuselaje estirado que tiene asientos estándar en la cabina principal de seis a ocho, o hasta 14 en una configuración de alta densidad. Otros cambios incluyeron turborreactores Rolls-Royce Viper 601-22 más potentes, cola vertical alargada y aleta ventral y un tanque de

combustible en la aleta dorsal extendida. El 600 voló por primera vez el 21 de enero de 1971 y se convirtió en el modelo de producción estándar hasta que se introdujo la serie 700 Garrett TFE-731 con turboventilador (descrita por separado bajo Raytheon) en 1976. Algunas Series 600 se reactivaron con TFE-731 como HS- 125-F600s. (Airliners, 2003)

Figura 1

Hawker Siddeley 125-400



Nota. La imagen muestra una fotografía antigua de la aeronave Hawker Siddeley 125-400.

Tomado de (Golpe, 2013)

2.1.2. Características generales

El Hawker Siddeley es una aeronave de tipo monoplano con alas bajas, posee dos motores sujetos en la parte posterior del fuselaje. La configuración del ala es ligeramente barrida, que se basa en el plano de ala más grande de Havilland Comet, además tiene flaps ranurados de gran tamaño y spoilers los mismos que permiten una operación segura en aeródromos pequeños.

El avión tiene un fuselaje de tipo monocasco perfectamente cilíndrico, las alas se encuentran ensambladas en el fuselaje inferior, este diseño ayuda a que, durante la fabricación de la aeronave, éstas se hagan en secciones separadas y al final de todo el proceso de producción se unan fácilmente. Adicionalmente, tiene tanques de combustible

integrales los cuales son parte de la estructura de las alas y albergan la mayoría de la capacidad total de combustible.

Tabla 1

Características de la aeronave Hawker Siddeley

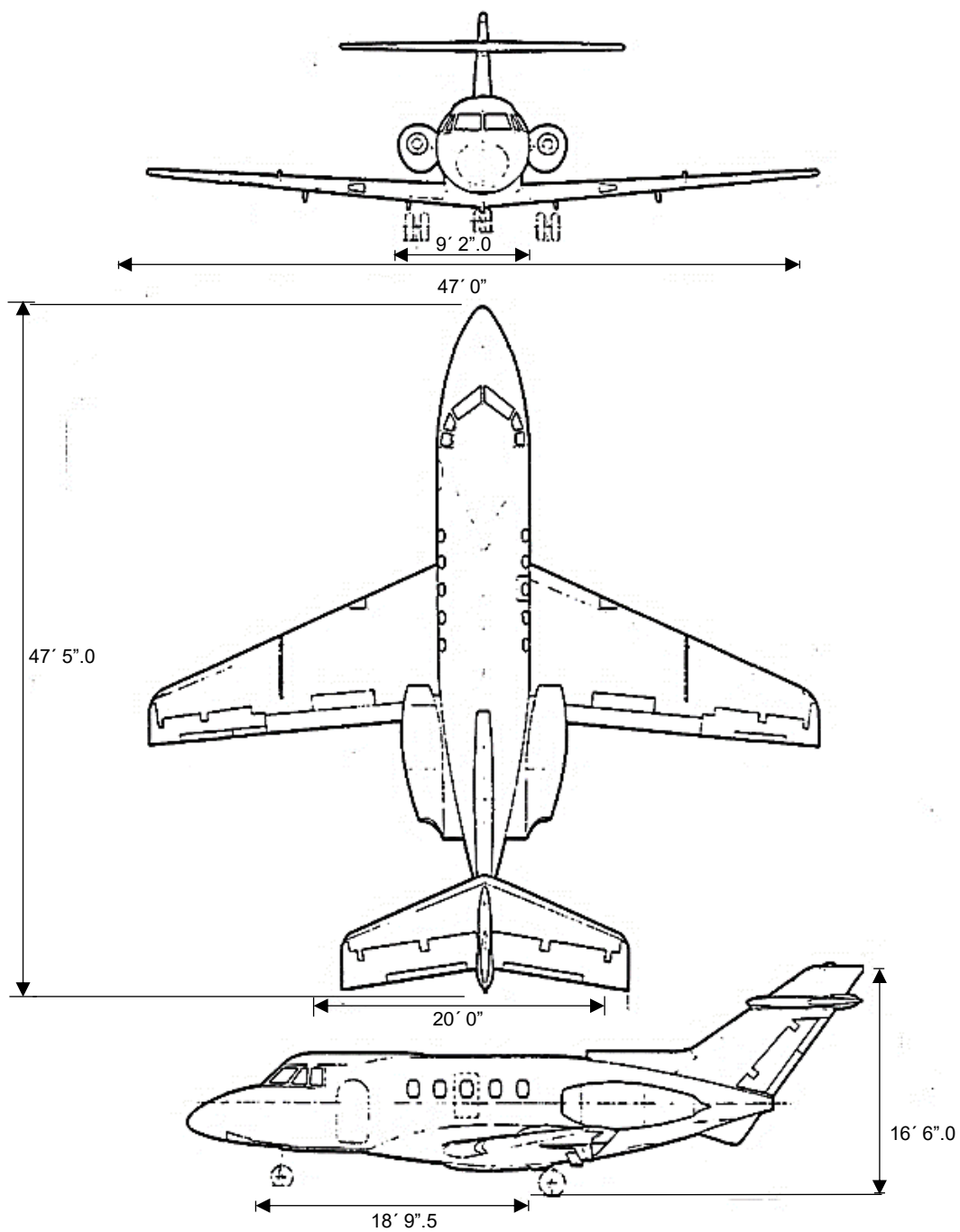
País de origen	Reino Unido
Tipo	Jet corporativo de tamaño medio
Motores	Dos turbojets Rolls-Royce Viper 522 de 14.9 kN (3 360 lb).
Performance	Velocidad de crucero de largo alcance 724 km / h (390kt). Velocidad inicial de ascenso 4 800 pies/min. Alcance con una carga útil de 454 kg (1000 lb) y reservas de 2835 km (990 nm).
Peso	Funcionamiento típico vacío 5 557 kg (12 260 lb), despegue máximo 10 569 kg (23 300 lb).
Dimensiones	Envergadura de ala 14.32 m (47 pies 0 pulg.). Longitud 14.42 m (47 pies 5 pulg.). Altura 5.03 m (16 pies 6 pulg.). Área de ala 32.8 m ² (353 pies cuadrados).
Capacidad	Tripulación de vuelo de dos. Se ofrecen varias configuraciones interiores opcionales según las preferencias del cliente. Capacidad máxima de la cabina principal para 12.

Nota. La tabla muestra las características generales de la aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomado y editado de (Airliners, 2003)

2.1.3. Dimensiones principales

Figura 2

Dimensiones generales



Nota. La imagen muestra las medidas de la aeronave HS 125-400. Tomado y editado de (Raytheon Aircraft, 2003)

2.2. Sistema de Trenes de Aterrizaje

Los trenes de aterrizaje son componentes principales de la aeronave, cuya función principal es la de soportar y absorber las cargas al momento del aterrizaje de tal manera que la estructura del avión no se vea afectada por las mismas, además sirven de soporte para la aeronave cuando ésta se encuentra en tierra.

Usualmente los trenes de aterrizaje están formados por dos conjuntos esenciales que son: trenes de aterrizaje principales y trenes de aterrizaje auxiliares.

Figura 3

Tren de aterrizaje



Nota. La imagen muestra los trenes de aterrizaje de una aeronave. Referencia. Tomado de (IK4-TEKNIKER, 2015)

2.2.1. Tren de aterrizaje principal

Son los encargados de soportar el peso del avión, casi en su totalidad, cuando se encuentra en tierra. Están formados por uno o más conjuntos de ruedas y se encuentran uno a cada lado del avión, paralelos al eje longitudinal del mismo.

2.2.2. Tren de aterrizaje de nariz

Es aquel que completa la configuración de trípode en el sistema de trenes de

aterrizaje, es llamado auxiliar debido a que no soporta gran cantidad del peso de la aeronave, pero es de vital importancia porque en él se encuentra instalado el steering¹, el cual es el encargado de dirigir a la aeronave durante su taxeo.

2.2.3. Tipos de trenes de aterrizaje

Los trenes de aterrizaje pueden ser fijos o retráctiles.

- a. Trenes de Aterrizaje Fijos.** – Son aquellos que se mantienen fuera de la estructura de la aeronave en todas las fases de vuelo, es decir, no poseen un sistema que permita guardar o cubrir las piernas de los trenes de aterrizaje durante el vuelo, esto provoca que la aeronave tenga mayor resistencia al avance debido a que no mantiene su forma aerodinámica en todo momento, razón por la cual este tipo de trenes de aterrizaje se utiliza solo en aeronaves de aviación menor.

Figura 4

Tren de aterrizaje fijo



Nota. La imagen muestra el tren de aterrizaje tipo fijo. Tomado de (Cumulonimbo, 2019)

¹ Steering.- Sistema de dirección de la rueda del tren de nariz.

b. Trenes de Aterrizaje retráctiles. – Son aquellos que pueden guardarse dentro de la estructura del avión, ya sea el fuselaje, en las alas o ambas. Poseen un sistema de extensión y retracción normalmente potenciado por el sistema hidráulico de la aeronave.

Figura 5

Tren de aterrizaje retráctil



Nota. La imagen muestra el tren de aterrizaje tipo retráctil. Tomado de (Ringegni, 2013)

2.2.4. Tipos de configuración de los trenes de aterrizaje

a. Tren de Aterrizaje Convencional

Son aquellos trenes de aterrizaje conformados por dos trenes de aterrizaje principales y uno auxiliar ubicado en la cola de la aeronave, comúnmente llamado, patín de cola. Tienen la ventaja de ser más aerodinámicos y más livianos que los trenes de aterrizaje tipo triciclo debido a que la rueda trasera es bastante pequeña en comparación a un tren de aterrizaje de nariz.

La mayor desventaja es que la aeronave se vuelve más difícil de maniobrar en tierra, además es más vulnerable a vientos cruzados y tiene poca visibilidad frontal debido a que el avión tiende a levantar la nariz por la configuración misma de la

aeronave, adicionalmente es más propenso a encapotarse durante la fase de aterrizaje y el fuselaje debe elevarse durante la carrera de despegue para nivelar el avión.

Figura 6

Tren de aterrizaje convencional



Nota. La imagen muestra el tren de aterrizaje con configuración convencional. Tomada de (Flyer1, 2007)

b. Tren de Aterrizaje Triciclo

La disposición del tren de aterrizaje más comúnmente utilizada es el tren de aterrizaje tipo triciclo. Se compone de tren principal y tren de nariz.

El tren de aterrizaje de tipo triciclo se usa en aviones grandes y pequeños con los siguientes beneficios:

- Permite una aplicación más fuerte de los frenos sin perder la nariz al frenar, lo que permite velocidades de aterrizaje más altas.
- Proporciona una mejor visibilidad desde la cubierta de vuelo, especialmente durante el aterrizaje y las maniobras en tierra.
- Brinda más control de la aeronave. Dado que el centro de gravedad de la aeronave está delante del tren principal, las fuerzas que actúan sobre el centro de gravedad

tienden a mantener la aeronave avanzando en lugar de girar, como con un tren de aterrizaje tipo rueda trasera. Traducido de: (Federal Aviation Administration, 2018)

Figura 7

Tren de aterrizaje triciclo



Nota. La imagen muestra el tren de aterrizaje con configuración triciclo. Tomada de (Ni el cielo es el límite, 2017)

2.3. Descripción del Sistema de Trenes de Aterrizaje de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400

2.3.1. Generalidades

El tren de aterrizaje retráctil consiste de un tren de aterrizaje de nariz y dos trenes de aterrizaje principales, en cada unidad se encuentra incorporado un amortiguador oleo-neumático y un par de ruedas. Los gatos hidráulicos, ubicados uno en cada unidad, retraen el tren principal dentro de la estructura de las alas y el tren de aterrizaje de nariz dentro de su bahía. La potencia para operar los gatos hidráulicos, encargados de la retracción, es normalmente provista por el sistema hidráulico principal.

Un sistema hidráulico auxiliar independiente, operado por una bomba manual en el compartimiento de vuelo, es provisto para un despliegue de emergencia de los trenes de

aterrizaje. La rueda de nariz es auto-centrada y dirigida desde un volante en el compartimiento de vuelo.

Los frenos hidráulicos en las ruedas principales, normalmente operadas desde el sistema hidráulico principal a través de las unidades de anti-skid², son controlados por los cilindros maestros operados por los pedales. La presión obtenida desde el acumulador de emergencia de los frenos es usada para el parqueo y para la operación de emergencia de los frenos de las ruedas. En último caso, las unidades anti-skid son evitadas.

Cuando el tren de aterrizaje es retraído, el tren de nariz es totalmente encerrado por dos puertas, con bisagras a cada lado de la bahía del tren de aterrizaje de nariz. El tren principal es carenado, en la posición retraída, por dos carenados³ con bisagras los cuales cubren solo la estructura tubular del tren de aterrizaje comprendida desde el inicio de este hasta antes del conjunto de rueda, y por una puerta operada hidráulicamente la cual cubre las ruedas del tren principal, de esta manera, los trenes retraídos quedan totalmente cubiertos. Las puertas del tren de nariz y los carenados de la estructura tubular de los trenes principales son mecánicamente unidos a sus respectivos mecanismos de retracción.

Los anunciadores en el compartimiento de vuelo están conectados a microswitches⁴ operados por las unidades de los trenes de aterrizaje principales y de nariz. Además, los indicadores mecánicos conectados al mecanismo de retracción de cada unidad proveen indicaciones visuales de la posición de los trenes de aterrizaje. Traducido y adaptado de: (Raytheon Aircraft Company, 2003)

2.3.2. Trenes de aterrizaje principales

Cada unidad del tren de aterrizaje principal incorpora un amortiguador oleo-

² Anti-skid.- Sistema anti-deslizante

³ Carenado.- Tipo de recubrimiento externo con función aerodinámica

⁴ Microswitch.- Interruptor accionado eléctricamente que necesita poca fuerza física para ser accionado.

neumático, en cuya base están montados los dos ejes de desplazamiento. La unidad completa es soportada por un cojinete de apoyo en un adaptador que se extiende hacia atrás desde el larguero trasero del ala, y se estabiliza, cuando está en la posición “abajo”, por un soporte lateral entre el tren de aterrizaje y la estructura del ala.

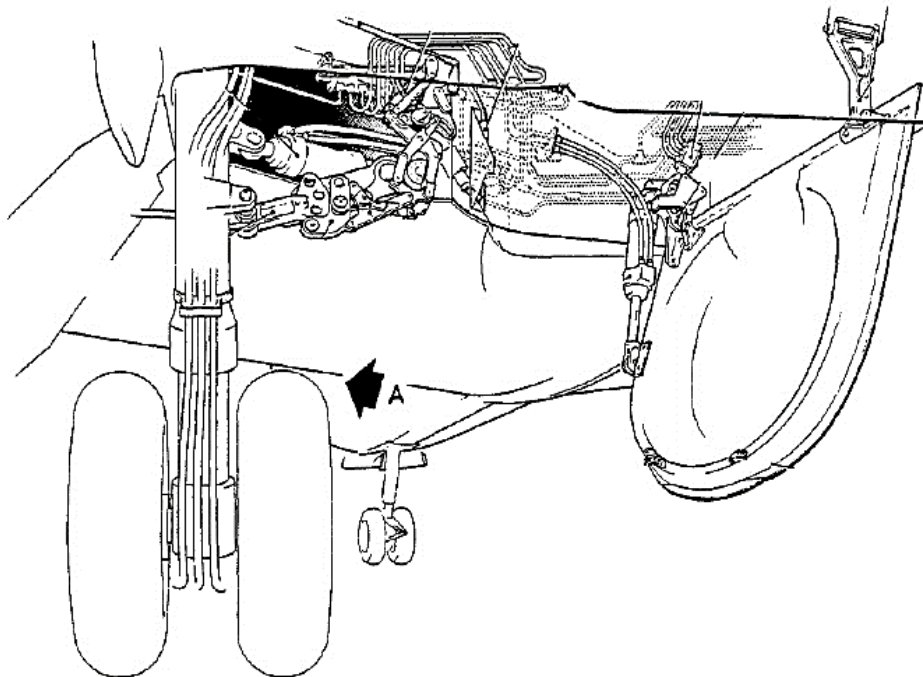
El soporte lateral se dobla durante la retracción y forma el componente de seguridad principal cuando el tren está en las posiciones retraído y extendido.

El tren de aterrizaje es sostenido en la posición “arriba” por un carenado el cual está abisagrado a la piel baja del ala y unido al tren de aterrizaje por un pequeño puntal.

La bahía del tren está cubierta por una puerta carenada la cual cierra después de la extensión y retracción.

Figura 8

Tren de aterrizaje principal



Nota. La imagen muestra el tren de aterrizaje principal de la aeronave HS 125-400. Tomada de: (Raytheon Aircraft, 2003)

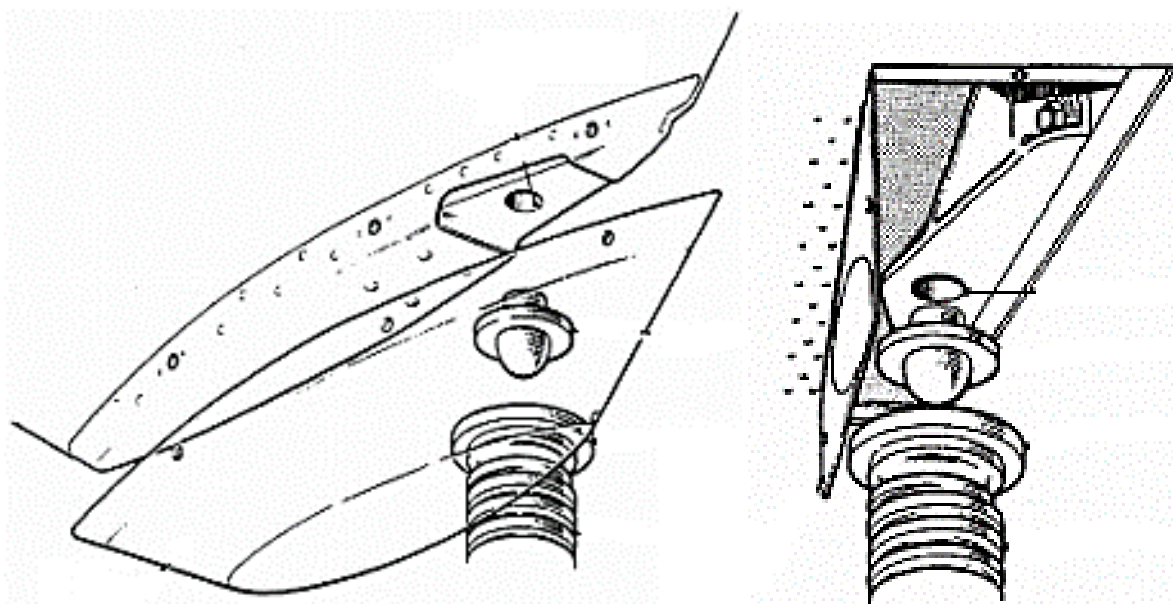
2.4. Izaje de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400

El avión se puede elevar sobre gatos hidráulicos en tres puntos, siendo sus ubicaciones, una el borde de ataque en la raíz de cada ala y otra en la parte trasera del fuselaje.

La elevación de las ruedas del tren de aterrizaje para fines de servicio se puede lograr mediante el uso de un gato de botella en la pierna adecuada. Las almohadillas de elevación para este gato son partes integrales de los conjuntos de las piernas del tren de aterrizaje. Traducido de: (Raytheon Aircraft Company, 2003).

Figura 9

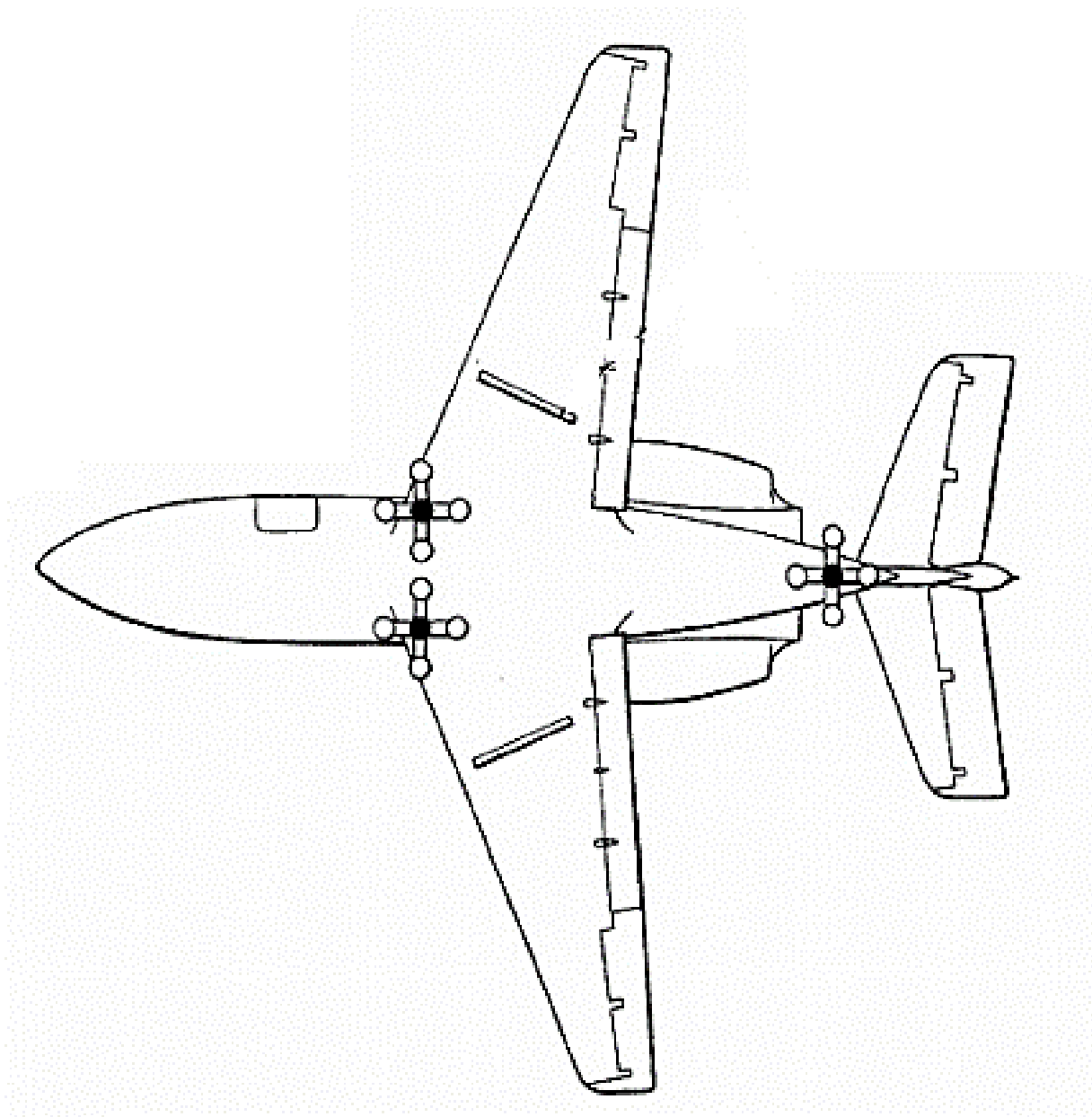
Punto de elevación del ala



Nota. La imagen muestra los puntos de elevación de la cola (izq.) y las alas (der.) de la aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de (Raytheon Aircraft Company, 2003)

Figura 10

Puntos de izaje de la aeronave



Nota. La imagen muestra la ubicación de los puntos de elevación de la aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de (Raytheon Aircraft Company, 2003)

2.5. Equipos de Apoyo en Tierra

2.5.1. Definición

Son equipos destinados a brindar soporte a las aeronaves durante sus operaciones en tierra, tanto en carga y descarga como en abastecimiento y taxeo del avión. Son indispensables en las escalas entre vuelos y también durante las tareas de mantenimiento.

2.5.2. Tipos de equipos de apoyo en tierra

a. Equipos para Remolcado y Taxeo

a1. Barras de Remolque (Towbar)

Son equipos para remolcar la aeronave con ayuda de un vehículo, es la unión entre el tractor de remolque (vehículo) y la aeronave, usualmente se utilizan para movilizar la aeronave entre pits o hacia el hangar de compañía.

Figura 11

Barra de remolque



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

a2. Cabeza de Barra de Remolque (Towbar Head)

Son adaptadores que permiten unir la barra de remolque hacia la rueda del tren de nariz de la aeronave.

Figura 12

Cabeza de la barra de remolque



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

a3. Remolque sin barra

Es un equipo que engancha la rueda del tren de nariz a una banda adaptada en el mismo vehículo que jala la aeronave.

Figura 13

Remolque



Nota: Tomada de (TronAir, 2018)

b. Equipos para Parqueo y Amarre

b1. Cobertores para la aeronave

Son cobertores para determinadas partes de la aeronave que ayudan a mantener un buen estado de las mismas y a evitar que se obstruyan por objetos arrojados por el viento.

Figura 14

Cobertores



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

b2. Calzos

Son equipos que evitan el movimiento no deseado de la aeronave en superficies irregulares o por acción del viento. Usualmente está fabricados de caucho para evitar su deslizamiento en cualquier tipo de superficie y poseen una franja reflectiva que permite distinguirlos en la oscuridad. Es el equipo más utilizado para asegurar momentáneamente un avión.

Figura 15

Calzos



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

c. Equipos de Apoyo para Servicio

c1. Vehículo Multipropósito

Es un equipo que permite servir varios sistemas de la aeronave a la vez, reduciendo el tiempo y consecuentemente optimizando recursos.

Figura 16

Carrito multipropósito



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

c2. Dispensadores de aceite hidráulico

Son utilizados para servir el sistema hidráulico de la aeronave.

Figura 17

Dispensadores de líquido hidráulico



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

c3. Equipos para servicio de oxígeno

Son equipos que permiten conectar el cilindro de oxígeno a un regulador y a un medidor de presión para realizar una operación de servicio segura debido a que la manipulación de estos equipos es muy delicada.

Figura 18

Equipos para transportar oxígeno



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

c4. Tanque de Servicio de Agua Potable

Son carritos adjuntos a un tanque esterilizado especialmente para el transporte de agua potable, permite dar servicio al sistema de agua potable de la aeronave evitando contaminaciones durante el proceso.

Figura 19

Tanque de agua potable



Nota. Tomado de (TronAir, 2018)

d. Equipos de Presurización

d1. Banco de Prueba de Presión de Cabina

Es un banco de prueba portable que permite realizar el test de presurización de la cabina en línea para comprobar su correcta funcionalidad y garantizar un vuelo seguro.

Figura 20

Banco de pruebas de presurización



Nota. Tomado de (TronAir, 2018)

e. Equipo Eléctrico

e1. Cargador de Baterías

Es un equipo portátil que, como su nombre lo dice, permite cargar baterías.

Figura 21

Cargador de baterías



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

e2. Planta Eléctrica Externa

Es un equipo que permite abastecer de energía eléctrica a los diferentes sistemas cuando la aeronave está apagada.

Figura 22

Planta eléctrica externa



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

f. Planta Hidráulica Externa

Es un equipo que permite proveer de energía hidráulica a la aeronave cuando esta se encuentra apagada.

Figura 23

Planta hidráulica externa



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

g. Equipos para Aire Acondicionado

g1. Equipo de Descongelación de Aeronaves

Son equipos que permiten descongelar sistemas de las aeronaves, que tienden a congelarse durante el invierno, para evitar fallos durante el vuelo.

Figura 24

Descongelador de aeronaves



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

h. Equipos para Trenes de Aterrizaje

h1. Herramientas de medición de nitrógeno

Este conjunto de herramientas y equipos permite medir la presión de nitrógeno a las ruedas de manera segura. Está conformado por un grupo de mangueras, manómetros y válvulas que permiten medir la presión del gas continuamente.

Figura 25

Herramientas para servicio de nitrógeno



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

h2. Equipos para mantenimiento de ruedas

Son equipos que sirven de soporte para el conjunto de rueda mientras se realizan tareas de mantenimiento.

Figura 26

Soporte de ruedas



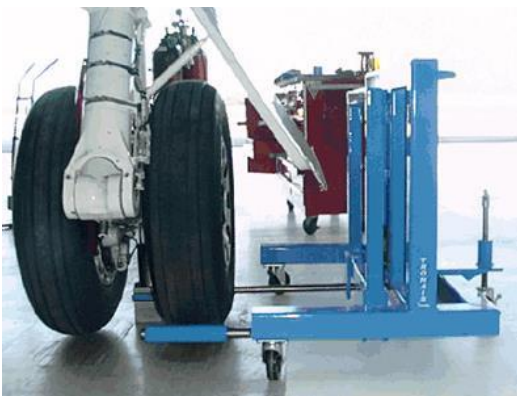
Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

h3. Portaruedas

Son equipos que sirven para transportar las ruedas de los trenes de aterrizaje de manera fácil y segura, Son adaptables a cualquier tipo de llantas.

Figura 27

Plataformas rodantes



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

i. Equipos para Izaje y Levantamiento

i1. Soportes y/o Estabilizadores

Como su nombre lo indica son soportes que brindan estabilidad a la aeronave mientras este se encuentra levantado por gatos hidráulicos.

Figura 28

Soportes estabilizadores



Nota. Tomada de (TronAir, 2018)

i2. Gatos Hidráulicos

Es una máquina empleada para la elevación de cargas mediante el accionamiento manual de una manivela o una palanca. Se le da el nombre de gato “hidráulico” por la utilización de un líquido, generalmente un aceite, para ejercer presión sobre un cilindro que empujará a otro de diferente tamaño para lograr la elevación del brazo. (Reséndiz, 2016)

2.5.3. Tipos de Gatos Hidráulicos para aeronaves

a. Gato de Eje

Un gato de eje es un gato hidráulico autónomo y portátil. El ascensor consta de tres carneros, así como un cilindro exterior. El depósito de fluido es un tanque rectangular soldado a la base

Los gatos de la aeronave de eje se usan para el mantenimiento de la aeronave que

involucra reparación y reemplazo de neumáticos, reparación del servicio de frenos y otros procedimientos de mantenimiento cuando es necesario levantar la nariz y/o el tren de aterrizaje principal. Los gatos del eje se colocan directamente sobre o debajo del tren de aterrizaje de la aeronave. (TronAir, 2018)

Figura 29

Gato de eje



Nota. Tomada de (Aeroexpo)

b. Gato de trípode

Un gato de trípode es también un gato hidráulico portátil e independiente. Sin embargo, este tipo de gato para avión consta de tres partes centrales: una estructura de trípode de acero tubular con ruedas giratorias, un cilindro hidráulico y un conjunto de bomba hidráulica.

Las tomas de trípode deben usarse para el mantenimiento de rutina tanto en la nariz como en el fuselaje de la aeronave. Este tipo de gato generalmente se reserva para elevar la nariz, el ala o la cola de una aeronave y se utiliza operando manualmente la bomba hidráulica para elevar el cilindro y el ariete. Cuando se usan en cantidades suficientes y se

colocan en los puntos de elevación requeridos, las tomas de trípode pueden levantar todo el avión de la plataforma.

Los gatos de trípode no son adecuados para levantar cuando se produce un movimiento lateral del gato durante la operación de gato. Este tipo de movimiento puede ocurrir al elevar la aeronave para cambiar una rueda que se ha desinflado.

Existen modelos de trípodes portátiles y plegables, pero se utilizan principalmente para aplicaciones militares. (TronAir, 2018)

Se utilizan para soportar un avión estacionado para evitar que su cola se caiga o incluso caiga al suelo. Cuando los pasajeros en el frente bajan de un avión, el avión se vuelve pesado y la cola se inclina. Usar el gato es opcional pero no todos los aviones lo necesitan. Cuando es necesario, son tirados a la cola y configurados por mano de obra. Una vez configurado, no se necesita supervisión del gato hasta que la aeronave esté lista para partir. (Sierra Research Inc., 1988)

Figura 30

Gato de trípode



Nota. Tomada de (Aeroexpo)

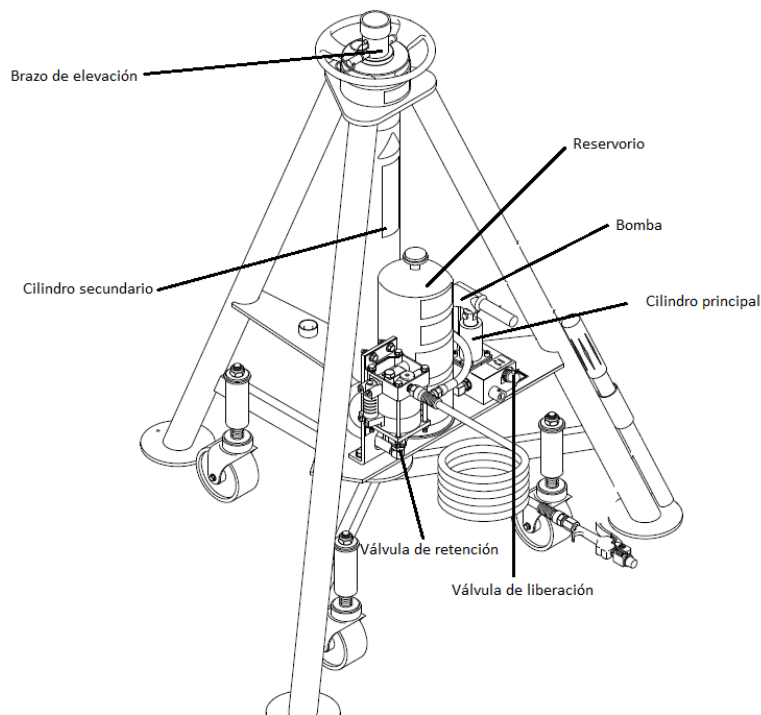
2.5.4. Partes del Gato Hidráulico

En general, los gatos hidráulicos constan de las siguientes partes:

- **Depósito:** Es el lugar donde se contiene el aceite o fluido.
- **Bomba:** Crea la presión para mover el aceite.
- **Válvula de retención:** Permite que el líquido llegue al cilindro principal.
- **Cilindro principal:** Recibe la presión del fluido y empuja al cilindro secundario.
- **Cilindro secundario:** Acciona el brazo de elevación.
- **Brazo de elevación:** Como su nombre indica, eleva el cuerpo que se le coloca encima.
- **Válvula de liberación:** Libera el aire para liberar la presión y revertir el proceso de elevación. (Quiminet, 2011)

Figura 31

Partes del gato hidráulico



Nota. Tomada de (Aeroexpo; Tronair Inc., 2014)

2.6. Mantenimiento Aeronáutico

2.6.1. Definición

Es el conjunto de tareas que permiten mantener la aeronavegabilidad de un avión dentro de los parámetros de seguridad para una operación confiable. Generalmente estas tareas se encuentran detalladas en los manuales emitidos por el fabricante de la aeronave.

Figura 32

Mantenimiento aeronáutico



Nota: Tomada de (ITAèrea, n.d.)

2.6.2. Tipos de Mantenimiento

a. Mantenimiento Preventivo

Como su nombre lo indica, este tipo de mantenimiento permite prevenir fallas en la aeronave, es decir, detecta pequeños defectos que se pueden resolver de manera instantánea, evitando de esta manera, una parada por una falla grave. Es el tipo de mantenimiento más eficiente debido a que abarata costos de mantenimiento. Dentro de este tipo están incluidas las inspecciones cíclicas, periódicas y planificadas tales como inspecciones visuales, chequeo visual, inspección por condición, entre otras; en otras palabras, el Programa de Mantenimiento de las aeronaves.

Figura 33*Inspección visual*

Nota: Tomada de (Global Jet Aviation, n.d.)

a1. Límite de Tiempo (Hard Time)

Es un tipo de inspección que se realiza dentro de un lapso de tiempo predeterminado, este tiempo puede ser medido en horas de vuelo, tiempo calendario o ciclos. Normalmente las tareas de mantenimiento de tipo hard time definen tiempos específicos o el tiempo de vida útil de componentes antes de su remoción.

Existen dos tipos de criterio para limitar partes y componentes de aeronaves, los mismos que han sido definidos por el fabricante y la autoridad aeronáutica.

- *Vida Límite o Vencimiento:* Las partes y componentes dentro de este grupo tienen un tiempo de vida limitado por el fabricante del mismo, luego del cual no podrán ser utilizados o reutilizados independientemente de la condición que tengan al momento de su remoción. Esta característica se impone a aquellos componentes que, si fallan, podrían causar accidentes o incidentes.
- *Overhaul o Recorrida:* Los componentes dentro de este grupo tienen un tiempo

determinado, denominado TBO o Time Between Overhaul, después del cual deben someterse a una inspección exhaustiva y especial única para cada componente, y después del cual pueden ser utilizados, siempre y cuando cumplan con todos los requisitos para mantener la aeronavegabilidad de la aeronave. Este tipo de inspección la pueden realizar únicamente Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas u OMA`s con las habilitaciones requeridas.

a2. Por Condición (On Condition)

Los componentes On Condition son aquellos que no tienen definido un tiempo de vida útil, sino por el contrario, su reemplazo se realiza de acuerdo a criterios específicos descritos en el manual de mantenimiento de la aeronave o componente. Adicionalmente, cuentan con un plan de inspecciones periódicas para determinar su condición paulatinamente; dentro de estas tareas se pueden encontrar inspecciones visuales, test de operaciones, ensayos no destructivos o NDI, entre otros.

b. Mantenimiento Predictivo

Analiza las fallas antes de que estas ocurran de acuerdo a datos obtenidos de los registros de mantenimiento. Viene de la mano con el tipo de mantenimiento anterior ya que a partir de ese punto se pueden identificar posibles fallos regulares o comunes de ciertas partes, componentes y la aeronave en general. Normalmente los RTV o Registros Técnicos de Vuelo constituyen la fuente primaria para la recolección de datos.

c. Mantenimiento Restaurativo

Es el último recurso de mantenimiento, se realiza cuando ya se produjo una falla o un daño, constituye cambios de componentes, reparaciones estructurales y todas las tareas de mantenimiento que permitan restaurar la aeronave y mantener la aeronavegabilidad de la misma dentro de los límites permisibles.

2.7. Documentos Aplicables a Aeronaves

2.7.1. Definición

Son un conjunto de registros, manuales y documentos que permiten comprobar la aeronavegabilidad de la aeronave y la operación de la misma. Son emitidos y aprobados por la Autoridad Aeronáutica Civil del estado de diseño, matrícula y operación del avión, y el fabricante del mismo.

Todos estos documentos se mantienen actualizados por revisiones realizadas por la AAC o el fabricante, de acuerdo al caso.

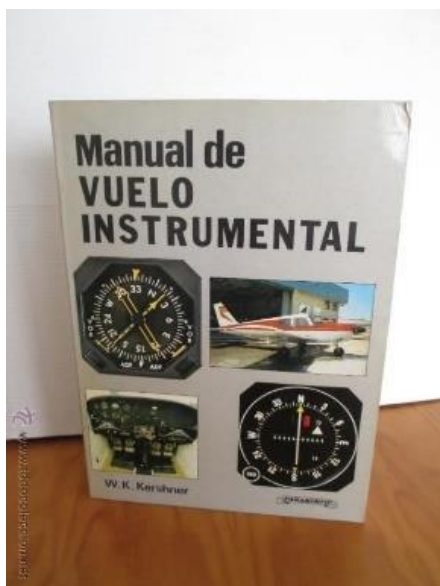
Existen dos tipos de documentaciones, las cuales serán explicadas a continuación:

2.7.2. Documentación Operacional

Contienen información esencial para realizar las operaciones de vuelo de manera segura. Son documentos de suma importancia para los pilotos y tripulación, entre ellos se encuentran: el manual de operaciones, listas de chequeo, manual de vuelo, entre otros.

Figura 34

Manual de vuelo



Nota: Tomada de (TodoColección, 2015)

2.7.3. Documentación Técnica

Es el conjunto de instrucciones y procedimientos necesarios para mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves en un grado aceptable y seguro, mediante el mantenimiento de las mismas.

Son todos los manuales de mantenimiento, directivas de aeronavegabilidad, boletines de servicio, circulares de asesoramiento, registros técnicos de vuelo, etcétera; en fin, todos los documentos emitidos por la AAC de diseño, operación, matrícula y el fabricante de la aeronave que ayuden a dirigir las tareas de mantenimiento y reparaciones necesarias

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Equipo de seguridad

Durante el desarrollo de la práctica se utilizó el equipo de protección personal y de bioseguridad, debido a la emergencia sanitaria por el Covid-19, tales como:

- Overol
- Zapatos de seguridad
- Chaleco reflectivo
- Mascarilla
- Gafas de seguridad

3.2. Limpieza general de la aeronave

Se realizó la limpieza de la maleza alrededor de la aeronave porque se encontraba demasiado alta y obstruía la visión para la inspección a realizar, dicha limpieza se llevó a cabo manualmente, en las zonas de los trenes de aterrizaje, y con ayuda de un machete, en las zonas donde no existía peligro de dañar la estructura de la aeronave.

Adicionalmente, se realizó la limpieza de las bahías de los trenes de aterrizaje y de la piel externa de las alas, por la presencia de insectos y suciedad, lo cual no permitía que se realice la inspección de manera correcta, para esta actividad se utilizó agua, franela y shampoo para autos, se utilizó este último elemento debido a que los sulfatos y sales que contiene son menos agresivos con la estructura de la aeronave y consecuentemente evita la aparición de corrosión, cabe recalcar que luego de la limpieza se aclaró las partes lavadas con abundante agua para eliminar los residuos del detergente,

Figura 35

Hawker Siddeley HS 125-400



Nota: La imagen muestra el área circundante a la aeronave despejada de maleza.

3.3. Inspección visual de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400

Se realizó una inspección visual general de toda la aeronave, encontrando las siguientes discrepancias:

- Mancha de aceite en la superficie superior del flap del ala izquierda, la misma que proviene del motor.

Figura 36

Mancha de aceite en el ala



Nota: La imagen muestra la mancha producida, en la superficie superior del flap del ala izquierda, por una fuga de aceite en el motor.

- Tapa de acceso al punto de anclaje para el levantamiento, ubicado en la raíz del ala izquierda, con deformación y sin tonillos de aseguramiento.
- Puerta de la bahía del tren de aterrizaje izquierdo y derecho desconectadas.

Figura 37

Puertas de las bahías de los trenes de aterrizaje



Nota: La imagen muestra la ausencia de los pernos de sujeción en las puertas de las bahías de los trenes de aterrizaje principales.

- No se encuentra el sensor de abajo y asegurado del tren de aterrizaje izquierdo.

Figura 38

Tren de aterrizaje principal izquierdo



Nota: La imagen muestra la tijera del tren principal izquierdo sin las cañerías de conducción del cableado eléctrico y sin el sensor abajo y asegurado.

- Carenado del punto posterior de levantamiento de la aeronave sin tornillos.
- Tapa de acceso al punto de anclaje para el levantamiento, ubicado en la raíz del ala derecha, con deformación y sin ancla para su respectivo aseguramiento.
- Mica de las luces de taxeo y aterrizaje del ala derecha rota.

Figura 39

Luz de taxeo y aterrizaje derecha



Nota: La imagen muestra la mica rota de la luz de taxeo y aterrizaje derecha.

- Empaques de la puerta de emergencia desgastados y con filtración de agua hacia el interior de la aeronave.
- En general, falta de ferretería en el fuselaje de la aeronave, tales como, pernos, tornillos, tuercas y remaches, y corrosión por la exposición de la aeronave a factores climáticos.
- Instalación de motores incompleta, la estructura del motor se encuentra separada de las alas y el cableado se encuentra dañado por corrosión.

Figura 40

Unión de la estructura del motor con el fuselaje



Nota: La imagen muestra cables sueltos dejados durante la instalación de los motores.

- Cables de controles de vuelo primarios sueltos.

3.4. Descripción general de la práctica

La práctica llevada a cabo consistió en una inspección de 600 horas de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400, específicamente la tarea denominada “Chequeo de los espacios/tolerancias del conjunto del Side Stay⁵”, estos espacios varían con el tiempo debido al desgaste normal del mecanismo (rodamientos), sin embargo, una correcta lubricación puede garantizar que dicho desgaste no avance con rapidez. Si el desgaste se mantiene dentro de los niveles permisibles (máximo 0.020”) no se necesita realizar una tarea adicional, por el contrario, si se encuentra fuera de límite se requiere un cambio del conjunto del side stay.

⁵ Side stay: Conjunto de partes y componentes que permiten la extensión y retracción de los trenes de aterrizaje.

Figura 41

Cartilla de la inspección de 600 horas de la aeronave HS 125-400

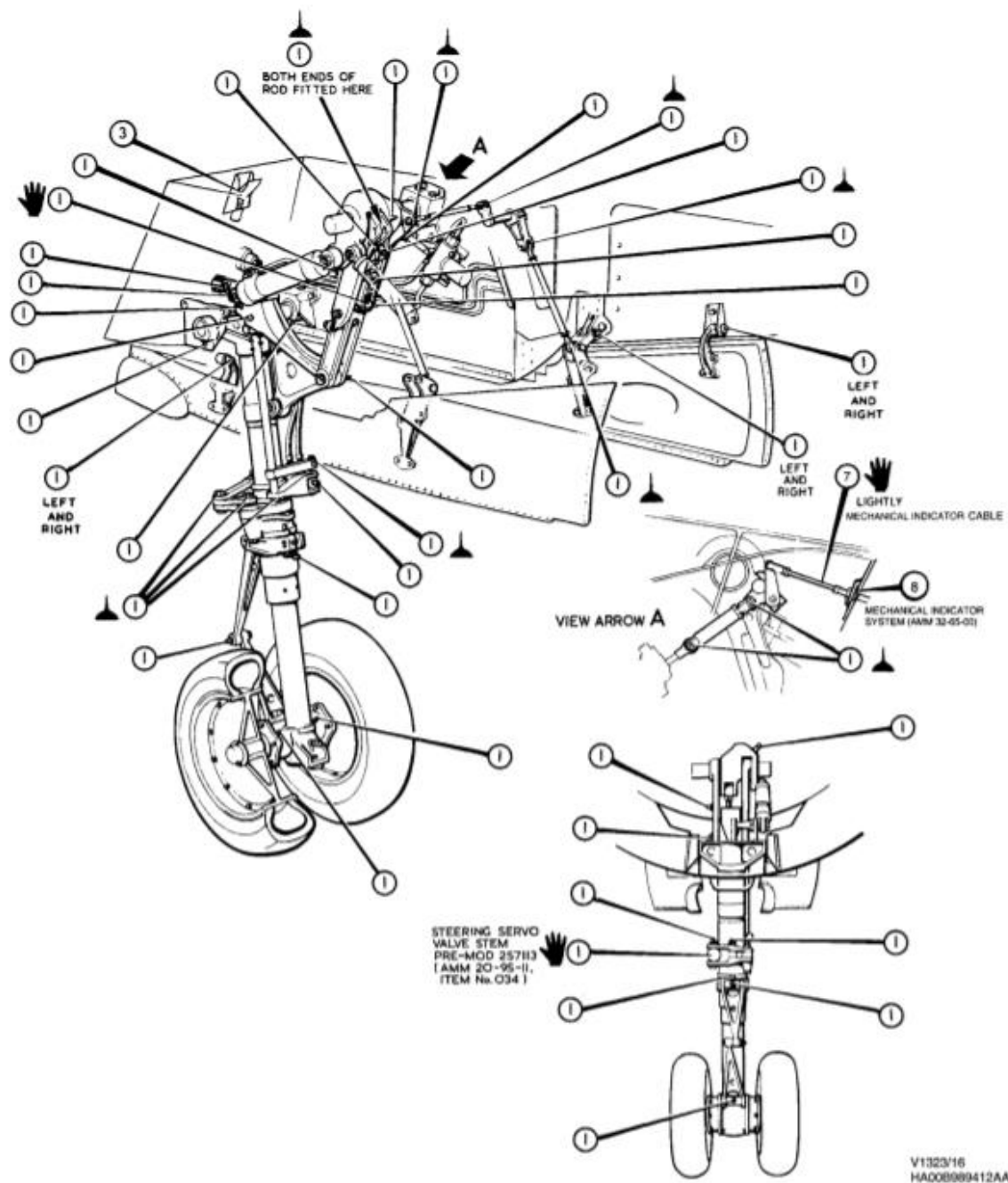
600 HOUR INSPECTION			
Area W1, W2: Wings, LH and RH, and main landing gear bays.			
Access: Flaps lowered and airbrakes open. Main landing gear doors open. Panels W507, W508, W509, W509A, W510, W510A, W512, W513, F223, W328, W426 and W428 removed.			
Aircraft Registration:	Total Airframe Hours:	Mechanic	Inspector
Hydraulic Power			
290011	Main landing gear bays. <ul style="list-style-type: none"> • Inspect, specially for signs of corrosion on the pipes and couplings. • Clean off any corrosion you find and reprotect as necessary. • Make sure there is no signs of fouling between the tires and pipes. 		
Landing Gear			
320023	Main gear leg assemblies. <ul style="list-style-type: none"> • Make sure oil level and gas pressures are correct (AMM 32-10-11). • Check the leg extension (AMM 12-32-00). 		
320024	Main landing gear side-stays. <ul style="list-style-type: none"> • Inspect for satisfactory condition. • Check side-stay clearances (AMM 32-10-21 or AMM 32-10-25). • Inspect center joint nut for distortion. 		
320025	Brake units including shuttle valves and rigid pipelines. Inspect as visible and with the brake unit pressurized (AMM 32-40-112).		

Nota: Imagen tomada del programa de mantenimiento de la aeronave.

Además, se realizó las lubricaciones respectivas de acuerdo a la tarea de lubricación contenida en el manual de la aeronave, la misma que se encuentra a continuación

Figura 42

Cartilla de lubricación de la aeronave HS 125-400



Nota: La imagen muestra los puntos de lubricación de acuerdo al programa de mantenimiento de la aeronave,

3.5. Desarrollo de las tareas de mantenimiento

3.5.1. Levantamiento de la aeronave

Primero, se colocó bases de madera para los gatos hidráulicos debido a que, el suelo donde se encuentra la aeronave es irregular y la desnivelación de los gatos puede provocar que estos se viren y por ende la aeronave caiga hacia un lado.

Posteriormente, se colocó los gatos hidráulicos en los puntos de anclaje de la aeronave de acuerdo al manual de mantenimiento.

Figura 43

Gatos hidráulicos



Nota: La imagen muestra los gatos hidráulicos ubicados en los puntos de anclaje de las alas, mismos que servirán para el levantamiento de la aeronave.

Luego, se elevó la aeronave unificadamente con los 3 gatos hidráulicos, de tal manera, que suba nivelada; una vez realizado este proceso, se aseguró los gatos hidráulicos y se procedió a la realización de la tarea principal.

Figura 44

Aeronave Hawker Siddeley HS 125-400



Nota: La imagen muestra la inspección de la colocación de los gatos hidráulicos en los puntos de anclaje, por parte del docente de la Unidad de Gestión Tecnologías.

Figura 45

Aeronave Hawker Siddeley HS 125-400 en gatos.



Nota: La imagen muestra la aeronave en el proceso de levantamiento.

3.5.2. Chequeo de los espacios/tolerancias del conjunto del Side Stay

a. Espacio entre el lever assembly y locking lever

Primero se realizó la medición del espacio entre el Lever Assembly y el Locking Lever (ver imagen de referencia, figura 46) con un calibrador de láminas, el cual se debe mantener en máximo 0.020 in, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2

Datos obtenidos por medición directa, distancia 1

Tren de aterrizaje principal izquierdo	Tren de aterrizaje principal derecho
0.0067"	0.082"
0.0058"	0.083"
0.0060"	0.087"
Promedio: 0.0061"	Promedio: 0.0084"

Nota: La tabla enlista los datos obtenidos, mediante medición directa, de las tolerancias encontradas.

a1. Cálculo del error en la medición

- *Valores del tren de aterrizaje izquierdo*

$$\Delta x = \frac{(0,0061 - 0,0067) + (0,0061 - 0,0058) + (0,0061 - 0,0060)}{3}$$

$$\Delta x = 1,33 \times 10^{-4} \text{''}$$

- *Valores del tren de aterrizaje derecho*

$$\Delta x = \frac{(0,0084 - 0,0082) + (0,0084 - 0,0083) + (0,0084 - 0,0087)}{3}$$

$$\Delta x = 0 \text{''}$$

Figura 46

Calibrador de láminas



Nota: La imagen muestra el calibrador de láminas usado durante la práctica.

Figura 47

Toma de medida directa de la tolerancia descrita anteriormente.

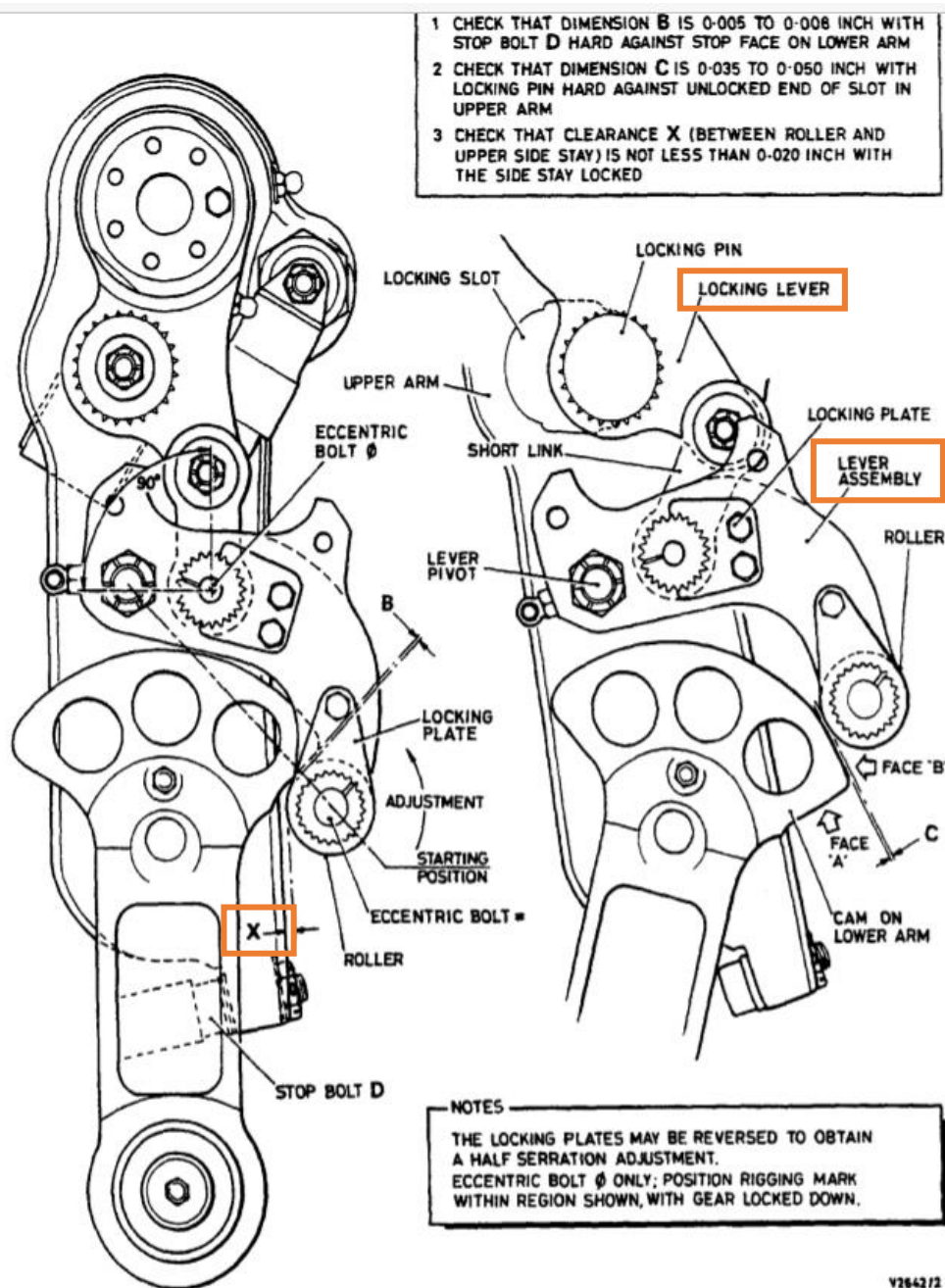


a2. Valor de la tolerancia encontrada

- *Valores del tren de aterrizaje izquierdo = $0,0061 \pm 1,33 \times 10^{-4}$ "*
- *Valores del tren de aterrizaje derecho = $0,0084$ "*

Figura 48

Partes del side stay



Nota: La imagen muestra las partes del side stay, específicamente se encuentran señaladas aquellas necesarias para la realización de la práctica. Tomada de (Hawker Beechcraft Corporation, Junio 2012)

b. Distancia “X” (Referencia figura 46)

Se realizó la medición de la distancia comprendida entre el brazo inferior del side stay y el rodamiento del lever assembly, con un calibrador de vernier, la cual debe ser máximo 0,0020” máximo, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3

Datos obtenidos por medición directa, distancia 2

Tren de aterrizaje principal izquierdo	Tren de aterrizaje principal derecho
0.170”	0.160”
0.163”	0.163”
0.165”	0.164”
Promedio: 0.166”	Promedio: 0.162”

Nota: La tabla enlista los datos obtenidos, mediante medición directa, de las tolerancias encontradas.

b1. Cálculo del error en la medición

- *Valores del tren de aterrizaje izquierdo*

$$\Delta x = \frac{(0,166 - 0,170) + (0,166 - 0,163) + (0,166 - 0,165)}{3}$$

$$\Delta x = 0''$$

- *Valores del tren de aterrizaje derecho*

$$\Delta x = \frac{(0,162 - 0,160) + (0,162 - 0,163) + (0,162 - 0,164)}{3}$$

$$\Delta x = 3,33 \times 10^{-4}''$$

Figura 49*Calibrador de vernier*

Nota: La imagen muestra el calibrador de vernier utilizado durante la medición.

Figura 50*Medición de la distancia "x"*

Nota: La imagen muestra la medición de la distancia "X" entre el rodamiento y el brazo inferior del side stay.

b2. Valor de la tolerancia encontrada

- Valores del tren de aterrizaje izquierdo = 0,166 “
- Valores del tren de aterrizaje derecho = 0,162 +/- 3,33 x e⁻⁴”

c. Distancia de la válvula de inversión (reversing valve)

Se llevó a cabo la medición de el vástago de la válvula de inversión, el cual debe ser de 0.010 a 0.050 in, con el side stay totalmente extendido (trenes de aterrizaje abajo y asegurado), obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4

Datos obtenidos por medición directa, distancia 3

Válvula de inversión izquierda	Válvula de inversión derecha
0.045”	0.048”
0.041”	0.041”
0.043”	0.047”
Promedio: 0.043”	Promedio: 0.045”

Nota: La tabla enlista los datos obtenidos, mediante medición directa, de las tolerancias encontradas.

c1. Cálculo del error en la medición

- Valores del tren de aterrizaje izquierdo

$$\Delta x = \frac{(0,043 - 0,045) + (0,043 - 0,041) + (0,043 - 0,043)}{3}$$

$$\Delta x = 0”$$

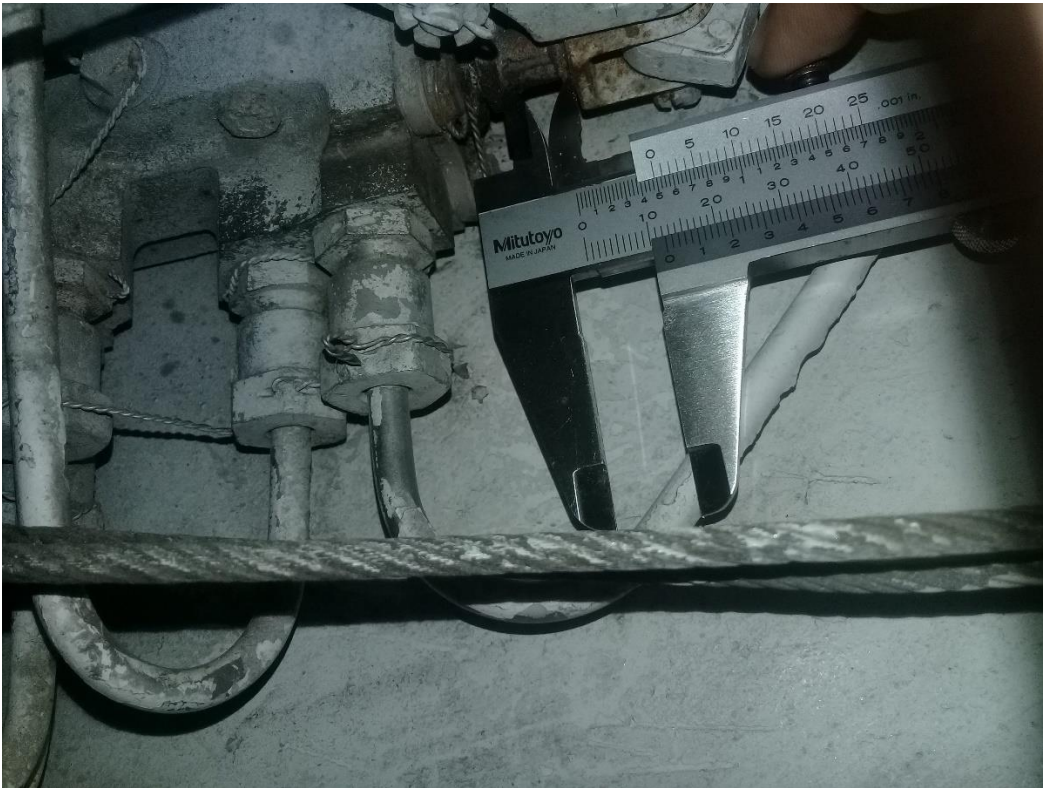
- Valores del tren de aterrizaje derecho

$$\Delta x = \frac{(0,045 - 0,048) + (0,045 - 0,041) + (0,045 - 0,047)}{3}$$

$$\Delta x = 3,33 \times e^{-4}”$$

Figura 51

Medición del vástago de la válvula de inversión



Nota: La imagen muestra la medición del vástago de la válvula de inversión.

c2. Valor de la tolerancia encontrada

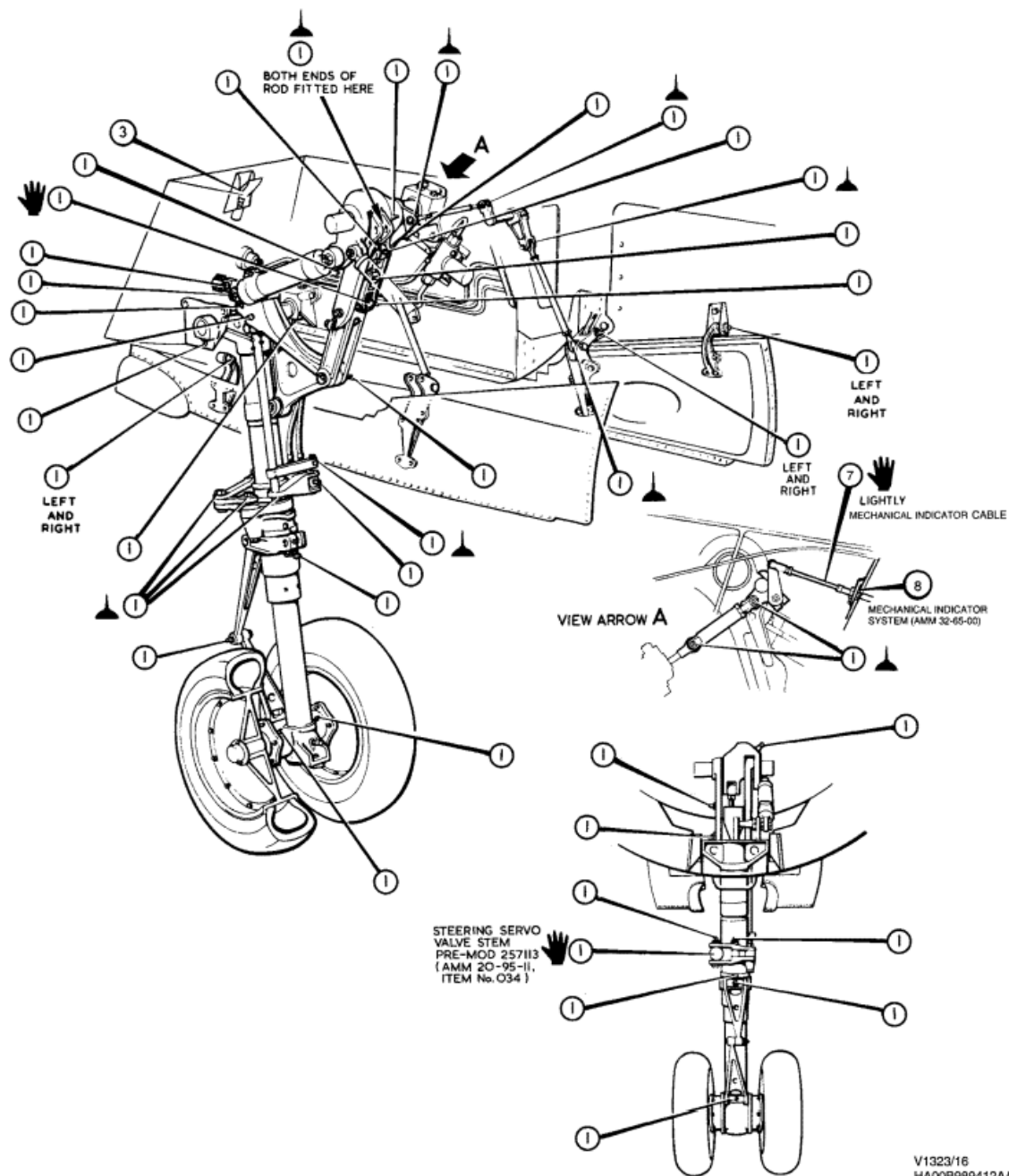
- *Valores del tren de aterrizaje izquierdo = 0,043"*
- *Valores del tren de aterrizaje derecho = $0,045 \times 3.33 e^{-4}$ "*

3.5.3. Lubricación de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400

Esta tarea se realizó con ayuda de grasa de uso general y aceite fluido lubricante marca Aeroshell, además se utilizó el diagrama de lubricación del programa de mantenimiento de la aeronave, el mismo que se muestra a continuación.

Figura 52

Puntos de lubricación



Nota: La imagen muestra los puntos de lubricación de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400. Tomada de (Hawker Beechcraft Corporation, Junio 2012)

A continuación, se muestra una galería de imágenes relacionadas a la tarea de lubricación.

Figura 53

Lubricación



Figura 54

Lubricación de las bisagras de la puerta del tren de aterrizaje principal



Figura 55

Lubricación manual de rodamientos de la puerta del tren de aterrizaje principal

**Figura 56**

Lubricación de las tijeras del tren de aterrizaje principal



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La información técnica recopilada para desarrollar la práctica detallada en el presente proyecto se tomó de documentación oficial, es decir, del manual de mantenimiento y programa de mantenimiento específicamente, dentro de estos manuales se encuentra detallado paso a paso la manera correcta de llevar a cabo las tareas de mantenimiento lo que permite al estudiante desenvolverse adecuadamente durante la ejecución de las mismas, cabe recalcar que existe información que se encuentra disponible en la Unidad de Gestión de Tecnologías pero no está completa.
- Los equipos de apoyo en tierra, específicamente los gatos hidráulicos, brindan un nivel de seguridad, al técnico y personal de mantenimiento en general, durante el desarrollo de cualquier tarea de mantenimiento que implique la elevación de la aeronave de tal manera que se minimizan los riesgos y consecuentemente se mantiene a salvo al personal de incidentes o accidentes, en un alto porcentaje.
- La tarea de mantenimiento desarrollada se tomó del programa de mantenimiento, concretamente, de la inspección de 600 horas de la aeronave y se llevó a cabo de tal manera que se siguió, en la medida de lo posible, todos los pasos descritos en la tarea considerando que, debido a la emergencia sanitaria, existió restricción en la utilización de ciertos equipos.
- La inspección visual realizada a la estructura de la aeronave muestra un alto nivel de daño general, por corrosión y pérdida de tornillos, pernos, tuercas y remaches; debido, en mi opinión, a la exposición de la aeronave a cambios climáticos bruscos.

4.2. Recomendaciones

- Obtener una suscripción o adquirir la documentación técnica aplicable a la aeronave para que se mantenga actualizada y completa; y de esta manera, las actividades en los aviones escuela se realicen adecuadamente.
- Se designe un lugar específico con las condiciones adecuadas para el almacenamiento de los equipos de apoyo en tierra donados por los estudiantes para que no se dañen en poco tiempo y sirvan de apoyo para futuras prácticas con los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías.
- Se desarrolle un procedimiento adecuado para el desarrollo de actividades dentro del campus universitario, de tal manera que no se vean afectados ni docentes ni estudiantes y se minimice el posible contagio mientras dure la emergencia sanitaria en el país.
- Se realice toda actividad en los aviones escuela con la estricta supervisión de los docentes para preservar el estado físico de las aeronaves y puedan servir durante muchos años más para la enseñanza y formación de los futuros técnicos de mantenimiento.
- Se realice limpiezas e inspecciones visuales frecuentes, a la aeronave y sus alrededores, para mantener la aeronave en mejores condiciones y se facilite el desarrollo de tareas de mantenimiento.
- Se gestione la construcción de un hangar dentro del campus universitario para proteger a los aviones escuela de daños por cuestiones climáticas y por daños causados por terceros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aeroexpo. (s.f.). *Aeroexpo*.

Airliners. (19 de 08 de 2003). *Airliners*. Recuperado el 09 de Octubre de 2019, de <https://www.airliners.net/aircraft-data/hawker-siddeley-hs-125-123400600/242>

Aviones de Línea-Revista de Aviación. (11 de Septiembre de 2014). *Aviones de Línea*. Recuperado el 2019 de Noviembre de 18, de <http://avionesdelinea.blogspot.com/2014/09/el-articulo-del-mes-el-tren-de.html>

Cumulonimbo, O. d. (08 de Junio de 2019). *Great Bustard's Flight*. Obtenido de <https://greatbustardsflight.blogspot.com/2019/05/el-brazo-articulado-en-l-del-tren.html>

Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook-Airframe Vol. 2*. USA: FAA. Recuperado el 29 de Octubre de 2019

Flyer1. (05 de Julio de 2007). *Airplane Pictures*. Recuperado el 06 de Junio de 2020, de <https://www.airplane-pictures.net/photo/156661/g-fknh-private-piper-pa-15-vagabond/>

Global Jet Aviation. (s.f.). *Global Jet Aviation*. Recuperado el 01 de 03 de 2020, de <https://www.globaljetaviation.com.ar/es/blog/volar-mas-mantenimiento-de-aeronaves>

Golpe, A. (2013). *AMILARG*. Recuperado el 09 de Febrero de 2020, de <http://www.amilarg.com.ar/hawker-125-400.html>

Hawker Beechcraft Corporation. (Junio 2012). *Aircraft Maintenance Schedule*. Wichita, Kansas: Hawker Beechcraft Corporation. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020

IK4-TEKNIKER. (2015). Recuperado el 09 de Febrero de 2020, de <https://www.tekniker.es/es/seleccion-de-materiales-y-recubrimientos-para-juntas-y-ejes-del-tren-de-aterriaje-de-aviones>

ITAèrea. (s.f.). *ITAèrea*. Recuperado el 15 de 02 de 2020, de

<https://www.itaerea.es/mantenimiento-aeronautico>

Ni el cielo es el límite. (28 de Junio de 2017). Recuperado el 06 de Marzo de 2020, de

<https://nielcieloesellimiteaviacion.wordpress.com/2017/06/28/curso-de-piloto-privado-pa11-o-c150/>

Quiminet. (07 de Diciembre de 2011). *Quiminet*. Recuperado el 17 de Enero de 2020, de

<https://www.quiminet.com/articulos/gato-hidraulico-funcionamiento-y-tipos-2650085.htm>

Raytheon Aircraft. (2003). *Aircraft Maintenance Manual DH 125 Series 400A*. USA: Raytheon Aircraft Company 2003. Recuperado el 2019 de Noviembre de 26

Raytheon Aircraft Company. (2003). *Aircraft Maintenance Manual 125-400A*. Wichita, Kansas, USA: Raytheon Aircraft Company. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019

Reséndiz, S. J. (17 de Marzo de 2016). *SlideShare*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2019, de <https://es.slideshare.net/SemeyJimenaJimenezRes/gatos-hidraulicos-59656894>

Ringegni, P. (2013). *Departamento de Aeronáutica - UNLP*. Recuperado el 01 de Febrero de 2020,

<http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/2018%20TREN%20DE%20ATERRIZAJE.pdf>

Sierra Research Inc. (31 de Diciembre de 1988). *United States Environmental Protection Agency*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2019, de

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1001U8S.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1995%20Thru%201999&Docs=&Query=%28Airport%20ground%20support%20equipment%29%20OR%20FNAME%3D%22P1001U8S.txt%22%20AND%20FNAME%3D%22P1001U8S.txt%22&Time=&EndTime=&SearchMet>

TodoColección. (31 de Octubre de 2015). Recuperado el 26 de Enero de 2020, de

<https://www.todocoleccion.net/libros-segunda-mano/manual-vuelo-instrumental-w-k->

kershner-e-d-paraninfo~x49227389

TronAir. (2018). *TronAir*. Recuperado el 26 de Octubre de 2020, de <https://www.tronair.com/resources/types-of-aircraft-jacks/>

Tronair Inc. (2014). *Operation & Service Manual*. Swanton: Tronair Inc. Recuperado el 04 de 01 de 2020

ANEXOS