



Inspección de fugas hidráulicas del actuador de dirección del tren de nariz de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400 de acuerdo al manual de mantenimiento de prácticas estándar, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga

Tipán Lalón, Sandra Gissela

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. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

05 de agosto del 2022

Latacunga

Reporte de verificación de contenidos



CAP.1 - 2-3 -4-2.pdf

Scanned on: 19:32 August 10, 2022 UTC



Identical Words	333
Words with Minor Changes	444
Paraphrased Words	30
Omitted Words	0

Firma:



GABRIEL
SEBASTIAN INCA
YAJAMIN

Inca Yajamin, Gabriel Sebastián
C. C: 1722580329



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Certificación

Certifico que la monografía: "Inspección de fugas hidráulicas del actuador de dirección del tren de nariz de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400 de acuerdo al manual de mantenimiento de prácticas estándar, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga" fue realizado por la señorita Tipán Lalón, Sandra Gissela; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 05 de agosto de 2022

Firma:



Escaneado por
**GABRIEL
SEBASTIÁN INCA
YAJAMIN**

Inca Yajamin, Gabriel Sebastián

C. C: 1722580329



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Tipán Lalón, Sandra Gissela**, con cédula de ciudadanía n° 1600496358, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Inspección de fugas hidráulicas del actuador de dirección del tren de nariz de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400 de acuerdo al manual de mantenimiento de prácticas estándar, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 05 de agosto de 2022

Firma

Tipán Lalón, Sandra Gissela

C.C.: 1600496358



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Autorización de Publicación

Yo **Tipán Lalón, Sandra Gissela**, con cédula de ciudadanía n°1600496358, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Título: Inspección de fugas hidráulicas del actuador de dirección del tren de nariz de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400 de acuerdo al manual de mantenimiento de prácticas estándar, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 05 de agosto de 2022

Firma

Tipán Lalón, Sandra Gissela

C.C.: 1600496358

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi madre pues sin ella no lo habría logrado, por su entrega y dedicación total porque jamás me negó su apoyo y siempre estuvo pendiente de mí. Su bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por un camino de luz. Por eso te doy mi trabajo por tu paciencia y amor madre mía Te amo.

Tipán Lalón, Sandra Gissela

Agradecimiento

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida, quiero extender un profundo agradecimiento primeramente a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa y a quienes hicieron posible este este sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron mi inspiración, apoyo y fortaleza. Mi madre, mi padre y mis hermanos muchas gracias a ustedes por demostrarme que el verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere.

Tipán Lalón, Sandra Gissela

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenidos	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Resumen	12
Abstract	13
Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación	14
Antecedentes	14
Planteamiento del problema	14
Justificación e Importancia	15
Objetivos	16
<i>Objetivo general</i>	16
<i>Objetivos específicos</i>	16
Alcance	16
Capítulo II: Marco teórico	17
Historia de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400	17
Generalidades de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400	18

Especificaciones técnicas de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400.....	19
Sistemas hidráulicos.....	20
Sistema hidráulico principal de la aeronave Hawker Siddeley 125-400.....	20
<i>Almacenamiento del fluido</i>	<i>21</i>
<i>Sistema de indicación</i>	<i>22</i>
Sistema hidráulico auxiliar de la aeronave Hawker Siddeley 125-400	24
<i>Almacenamiento del fluido</i>	<i>25</i>
Sistema de trenes de aterrizaje	25
Sistema de trenes de aterrizaje de la aeronave Hawker Siddeley 125-400	26
<i>Sistema de Retracción y extensión del tren de aterrizaje.....</i>	<i>28</i>
Sistema de dirección del tren de nariz (Steering).....	30
Sistema de dirección de la rueda de nariz aeronave Hawker Siddeley 125-400..	31
<i>Control del sistema de dirección.....</i>	<i>33</i>
<i>Operación del sistema de dirección.....</i>	<i>35</i>
Mantenimiento aeronáutico	36
Tipos de mantenimiento	37
Inspección de aeronaves	38
Inspección visual.....	38
<i>Objetivo de la inspección visual.....</i>	<i>39</i>
<i>Proceso de la inspección visual.....</i>	<i>40</i>
<i>Procedimientos de una inspección visual.....</i>	<i>40</i>

Inspecciones en sistemas hidráulicos	42
Inspección de la válvula bypass.....	43
<i>Inspección de las cañerías.....</i>	<i>44</i>
<i>Inspección de abrazaderas</i>	<i>45</i>
<i>Mantenimiento e inspección de los filtros</i>	<i>46</i>
<i>Inspección de sonido</i>	<i>46</i>
<i>Inspección de presión</i>	<i>46</i>
Bancos de pruebas hidráulicas.....	47
<i>Componentes principales de un banco hidráulico</i>	<i>48</i>
Capítulo III: Desarrollo del tema	49
Descripción general	49
Componentes a inspeccionar.....	49
<i>Importancia de realizar una inspección</i>	<i>51</i>
Instalación del sistema eléctrico del banco hidráulico	52
Inspección del banco hidráulico	52
Mantenimiento preventivo del banco de pruebas hidráulicas	53
Mantenimiento de la estructura del banco de pruebas hidráulicas.....	53
<i>Reemplazo de las ruedas del banco hidráulico.....</i>	<i>54</i>
<i>Proceso de pintura de la estructura del banco de pruebas hidráulicas.....</i>	<i>55</i>
Mantenimiento de los componentes del banco hidráulico	56
<i>Conexiones eléctricas</i>	<i>56</i>

<i>Bomba hidráulica</i>	58
<i>Manómetros</i>	58
<i>Cañerías</i>	59
Remoción del actuador del Steering.....	60
Inspección de fugas del actuador	61
Análisis de costos	63
<i>Costos primarios</i>	63
<i>Costos secundarios</i>	64
Costo total del proyecto.....	65
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones.....	66
Conclusiones.....	66
Recomendaciones.....	66
Glosario de términos	67
Referencias bibliográficas	69
ANEXOS.....	71

Resumen

El presente proyecto se encamina directamente a la comprobación de fugas del actuador del sistema de dirección del tren de nariz de la aeronave Hawker Siddeley, mediante el uso de un banco de comprobación de circuitos hidráulicos, perteneciente a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga. Ejecución de varias inspecciones de los componentes que se ven comprometidos a sufrir daños por estar expuestos a un ambiente húmedo o salino, por consiguiente, analiza que instrucciones seguir para su respectivo uso y mantenimiento. Al mismo tiempo analiza todos los procesos que deben ser realizados para la comprobación de fugas del actuador, tales como son: la remoción, instalación e inspección; así como también, el mantenimiento preventivo a ser realizado en el banco de pruebas hidráulicas. La ejecución de varios procedimientos de rehabilitación, para los diferentes componentes del banco hidráulico, además la calibración de sus manómetros, para que dicho equipo sea utilizado por los estudiantes al efectuar prácticas de laboratorio de las distintas asignaturas. Por último, muestra todos los procedimientos a ser realizados para que el sistema de dirección del tren de nariz de la aeronave Hawker Siddeley se encuentre operativo y sin ningún reportaje.

Palabras clave: fugas hidráulicas, actuador de dirección, inspección de fugas, rehabilitación de un banco hidráulico.

Abstract

This project is directly aimed at checking for leaks in the actuator of the nose gear steering system of the Hawker Siddeley aircraft, through the use of a test bench for hydraulic circuits, belonging to the career of Higher Technology in Aeronautical Mechanics of the University of the Armed Forces ESPE Latacunga Headquarters. Execution of several inspections of the components that are compromised to suffer damages for being exposed to a humid or saline environment, consequently, it analyzes which instructions to follow for their respective use and maintenance. At the same time, it analyzes all the processes to be performed for actuator leak testing, such as: removal, installation and inspection; as well as the preventive maintenance to be performed in the hydraulic test bench. The execution of several rehabilitation procedures for the different components of the hydraulic test bench, as well as the calibration of its pressure gauges, so that this equipment can be used by the students in the laboratory practices of the different subjects. Finally, it shows all the procedures to be performed so that the nose gear steering system of the Hawker Siddeley aircraft is operative and without any report.

Keywords: hydraulic leaks, steering actuator, leak inspection, rehabilitation of a hydraulic bank.

Capítulo I

Planteamiento del problema de investigación

Antecedentes

El Servicio de Gestión Inmobiliaria del Sector Público-INMOBILIAR de la República del Ecuador con la donación de la aeronave HAWKER SIDDELEY 125-400 con matrícula XB-ILD que se encuentra inoperativo por diversos motivos de haber perdido su aeronavegabilidad, la Sección de Tecnologías ESPE ha realizado todas las gestiones pertinentes para que la aeronave sea trasladada del Ala de transporte Nro. 11 hacia el campus de la Sección de Tecnologías-ESPE.

Debido a que la aeronave fue trasladada hacia la plataforma del campus General Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, el sistema de dirección del tren de aterrizaje de nariz al estar a la intemperie y no ser utilizado dejó de funcionar, motivo por el cual se realizará el mantenimiento del actuador y su respectiva comprobación de fugas hidráulicas con el presente trabajo de titulación.

La carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con diversas áreas tal como una biblioteca técnica, un laboratorio de materiales compuestos, laboratorio de mecánica básica, laboratorio de reparaciones estructurales, equipos de instrucción tales como la aeronave antes mencionada. El laboratorio de mecánica básica cuenta con un banco de comprobación de circuitos hidráulicos para la realización de prácticas de los estudiantes, el mismo que sirve para visualizar cómo operan los sistemas hidráulicos y sus componentes en forma real, el accionamiento y control de la operación.

Planteamiento del problema

El sistema de dirección del tren de nariz llamado también “steering” de la aeronave HAWKER SIDDELEY 125-400, se encuentra inoperativo debido al deterioro y pérdida de algunos componentes que corresponde a este sistema y así como por falta de mantenimiento.

En especial nos centraremos en el actuador que es un componente principal el cual al retraerse y extenderse mueve la rueda del tren de nariz, de este modo guía la dirección de la aeronave.

Estos movimientos son gracias a que el actuador recibe en sus cámaras fluido hidráulico a presión, al estar este actuador por un largo periodo de tiempo inmóvil y no haber realizado un respectivo mantenimiento se producen ciertas fugas de líquido hidráulico. Esto perjudica considerablemente en la movilización de la aeronave y a la vez en las prácticas de los estudiantes, ya que predomina un alto nivel de peligro al trabajar sin los niveles adecuados de fluido hidráulico.

Justificación e Importancia

La falta de una inspección y un mantenimiento preventivo del actuador del sistema de dirección del tren de nariz de la aeronave HAWKER SIDDELEY 125-400, conlleva a que el mismo tenga fugas de líquido hidráulico, en vista de esto y de acuerdo al Manual de Mantenimiento de Prácticas Estándar es necesario realizar una prueba de fugas del actuador utilizando el banco de comprobación de circuitos hidráulicos del laboratorio de mecánica básica, el mismo que nos permitirá percibir si las fugas de líquido hidráulico están dentro de los límites permisibles.

Al mismo tiempo se realizará el mantenimiento preventivo del banco de comprobación de circuitos hidráulicos que optimice las prácticas de laboratorio referente a las clases de hidráulica en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Objetivos

Objetivo general

Inspeccionar fugas hidráulicas del actuador de dirección del tren de nariz de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400, de acuerdo al Manual de Mantenimiento de Prácticas Estándar perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga

Objetivos específicos

- Recopilar información pertinente, necesaria y técnica sobre el funcionamiento de los partes y componentes del sistema de dirección del tren de nariz de la aeronave HAWKER SIDDELEY HS 125-400.
- Ejecutar un mantenimiento preventivo al banco de comprobación de circuitos hidráulicos del laboratorio de mecánica básica.
- Comprobar el funcionamiento del actuador de dirección del tren de nariz de acuerdo al Manual de Mantenimiento de la aeronave HAWKER SIDDELEY HS 125-400.

Alcance

El presente proyecto, beneficia a todos los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, para la ejecución de prácticas de mantenimiento tales como inspección, chequeos, y comprobación de fugas referente a los sistemas que utilizan presión hidráulica de forma eficiente y segura.

Capítulo II

Marco teórico

Historia de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400

El avión Jet Hawker Siddeley 125-400 con matrícula mexicana XB-ILD fue propiedad de César Fernández (ex gobernador de Manabí y sospechoso de narcotráfico), por lo cual el estado hizo poder de la aeronave para cumplir vuelos logísticos por parte de la Fuerza Aérea Ecuatoriana desde el 2005 y condicionado por trámites legales. (EL UNIVERSO, 2004)

Según el comunicado menciona que se realizarían los trámites legales y las verificaciones técnicas de la nave para que la FAE pueda utilizarla en misiones logísticas con autoridades civiles y militares y como ambulancia en casos de emergencias. Pero, solo la podrá utilizar una vez que sea recuperada legalmente y esté lista para volar, ya que no contaba con documentación técnica, y no estaría en condiciones mecánicas para su rehabilitación.(EL UNIVERSO, 2004)

Figura 1

Aeronave Hawker Siddeley 125-400 incautada



Nota. Aeronave Hawker Siddeley 125-400 incautada y custodiada por Consep. Tomada de El avión de Fernández, para uso de autoridades (p.1), por El Universo, 2004.

La Hora publicó que el jet permanecía en el ex hangar privado Aerofer que estaba custodiado por personal del Consep y que fue inspeccionada por siete militares de la FAE y el director provincial del Consep. A pesar de todos los trámites realizados no pudieron recuperar legalmente la aeronave, ya que se encontraba en tierra, sin documentación técnica, y no en condiciones mecánicas para su rehabilitación. (EL UNIVERSO, 2004)

El avión regresó a propiedad del Servicio de Gestión Inmobiliaria del Sector Público-INMOBILIAR de la República del Ecuador y fue trasladado al Aeropuerto Internacional "Cotopaxi" específicamente al hangar de la DIAF (Dirección de Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana). Debido a que la aeronave se encontraba inoperativa y ocupaba espacio en el interior del hangar, fue trasladada a la plataforma militar del ALA DE TRANSPORTE N°11. (Gallardo, 2018)

Generalidades de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400

Birreactor de transporte ejecutivo, diseñado originalmente por de Havilland a inicios de los años '60 del pasado siglo, como DH.125 Jet Dragon, es producido en serie por Hawker Siddeley tras el vuelo del prototipo el 13 de agosto de 1962. (Golpe, 2013)

El primer ejemplar de serie realiza su vuelo inaugural el 12 de febrero de 1963 y es entregado al cliente de lanzamiento el 10 de septiembre de 1964. Propulsado por dos turbofán ubicados en la parte posterior, dotado de un fuselaje cilíndrico totalmente presurizado, posee alas bajas en flecha y cola en T, capaz de transportar 7 pasajeros con 2 pilotos. (Golpe, 2013)

Hasta la fecha se han producido más de 1600 unidades, las cuales fueron fabricadas en principio por Hawker Siddeley, luego a partir de 1977 por British Aerospace, desde 1993 por Raytheon y desde 2007 por Hawker Beechcraft. En el ámbito militar fue o es utilizado por las Fuerzas Armadas de Arabia Saudita, Argentina, Botsuana, Brasil, Corea del Sur, Gran Bretaña, Irlanda, Japón, Malawi, Malasia, Nigeria, Pakistán, Sudáfrica, Turkmenistán y Uruguay. (Golpe, 2013)

Figura 2

Aeronave Hawker Siddeley HS 125-400



Nota. Aeronave Hawker Siddeley 125-400 incautada y custodiada por Consep. Tomada de https://christianamadospotting.files.wordpress.com/2015/08/lvaxz_11.jpg

El avión ha experimentado cambios de designación durante su vida activa.

Originalmente como DH.125, fue rebautizado como HS.125 cuando de Havilland se convirtió en una división de Hawker Siddeley en 1963. Cuando Hawker Siddeley Aircraft se fusionó con British Aircraft Corporation para formar British Aerospace en 1977, el nombre fue cambiado al de BAE 125. (Cuenca, 2019)

Especificaciones técnicas de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400

Tabla 1

Especificaciones de la Aeronave Hawker 125-400

Aeronave Hawker Siddeley 125-400	
Modelo	HS.125 Series 400 ^a
Año de construcción	1969
Número de construcción	25190
Tipo de aeronave:	Multi-motor de ala fija
Número de motores	2
Fabricante y modelo de motor:	Rolls Royce Viper 522 de 14,9
Rendimiento	Velocidad de crucero 724 km / h (390 kt),
Peso	kg (12,260 lb)

Aeronave Hawker Siddeley 125-400

Dimensiones	Envergadura 14.32 m
Capacidad	Tripulación 2 personas. Asientos para 12 personas

Nota. Esta tabla muestra las características técnicas de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400.

Sistemas hidráulicos

Los sistemas hidráulicos utilizados en las aeronaves se consideran una opción más fiable debido al uso de fluido hidráulico que es virtualmente incompresible y capaz de transmitir altas presiones mientras es liviano y más duradero en comparación con los sistemas neumáticos, además, debido a la dinámica de fluidos, los sistemas hidráulicos son casi 100 % eficientes y experimentan pérdidas mínimas de fluido relacionadas con la fricción.

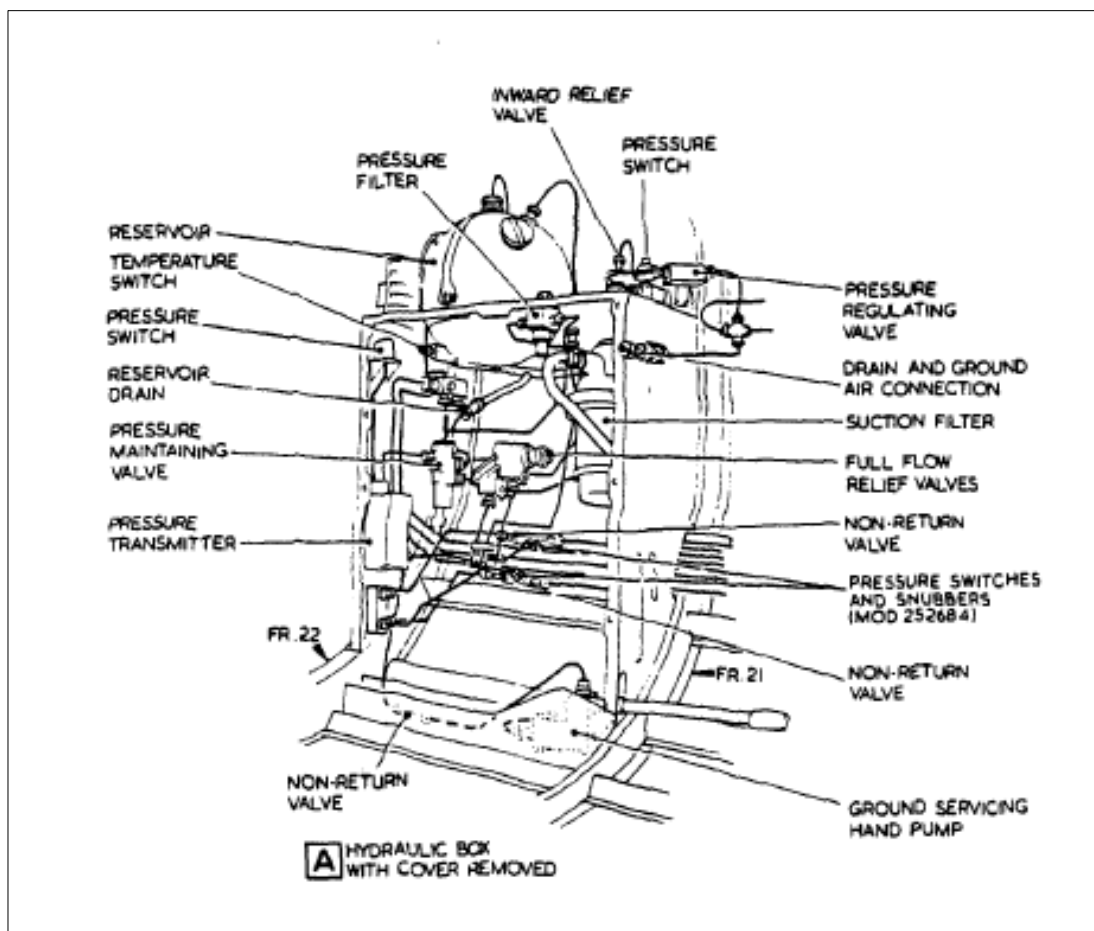
Las presiones dentro de los sistemas hidráulicos de la aeronave suelen ser más altas que la mayoría de las aplicaciones industriales, estas presiones están relacionadas con la necesidad de un peso ligero en altitudes más altas, ya que los actuadores generan fuerzas de torsión y potencia más altas. A continuación se redacta los dos sistemas hidráulicos que posee la aeronave Hawker Siddeley 125-400.

Sistema hidráulico principal de la aeronave Hawker Siddeley 125-400

El sistema hidráulico principal utiliza una bomba manual accionada por el motor la cual permite proporcionar energía para los siguientes sistemas (Ver Anexo A):

- Funcionamiento normal de los flaps
- Funcionamiento normal de los frenos de aire
- Extensión y retracción normal del tren de aterrizaje
- Funcionamiento normal y de emergencia de los frenos de las ruedas
- Dirección de la rueda de nariz
- Funcionamiento de las reversas

Figura 3

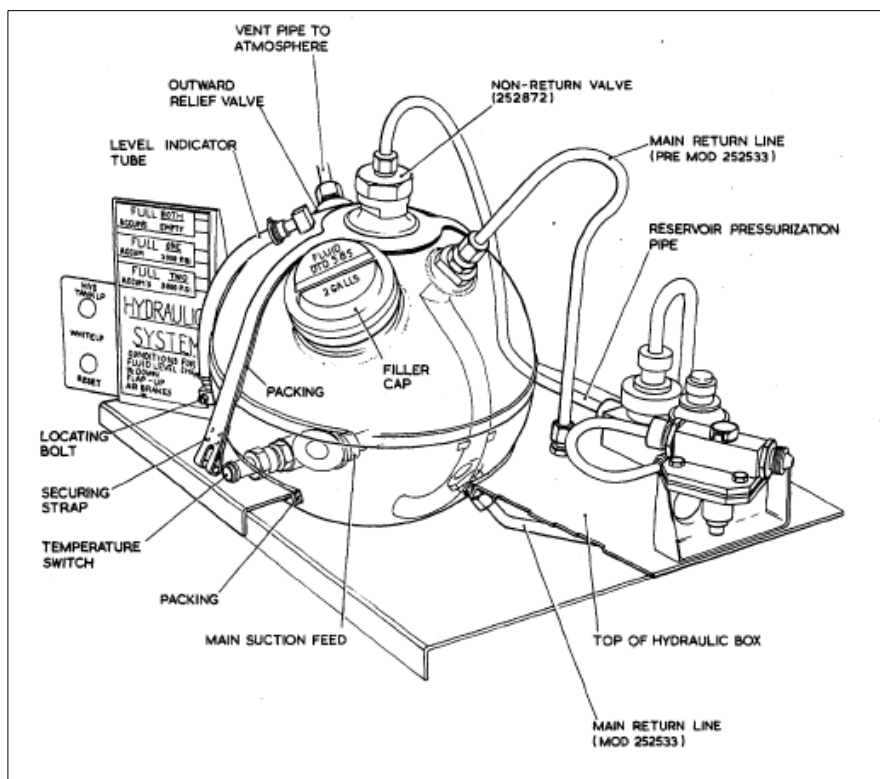
Compartimiento hidráulico

Nota. Compartimiento hidráulico de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Almacenamiento del fluido

El fluido del sistema se almacena en un depósito de forma esférica situado en el compartimiento trasero del equipo, su contenido se muestra en un tubo indicador de nivel, integrado en el depósito, la capacidad es de 2,4 galones.

Figura 4

Reservorio hidráulico

Nota. Reservorio hidráulico de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

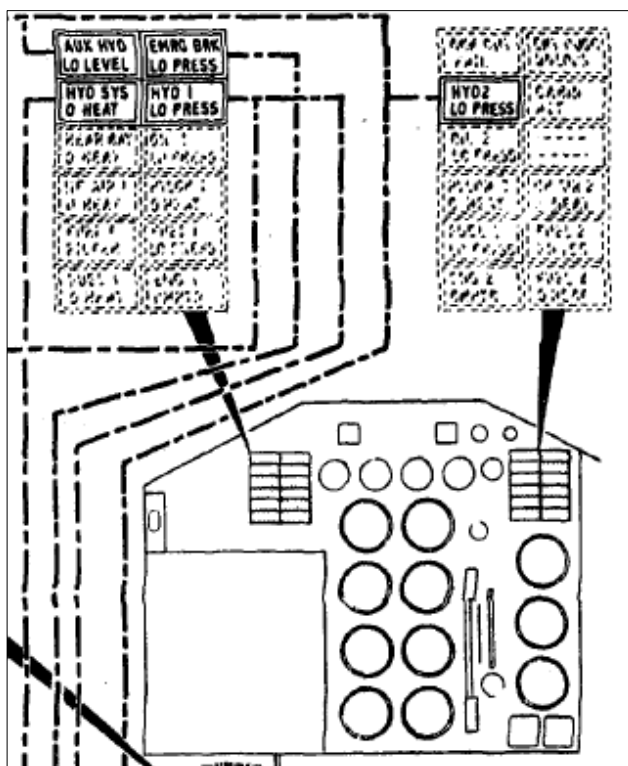
El depósito se presuriza con aire sangrado de ambos motores, antes de las válvulas de aire principales del sistema de aire acondicionado. Además puede realizarse desde una fuente externa a través de una conexión de aire en tierra.

Sistema de indicación

En el compartimento de vuelo existen las siguientes indicaciones para monitoreo del sistema hidráulico.

Figura 5

Indicadores del sistema hidráulico



Nota. Indicadores del sistema hidráulico de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

- Presión del sistema principal y de los frenos.
- Baja presión del sistema principal (HYD LO PRESS).
- Alta temperatura del sistema principal (HYD SYS OHEAT).
- Aviso de nivel bajo del depósito auxiliar (AUX HYD LO LEVEL).
- Baja presión del acumulador de los frenos de emergencia (EMERG BRK LO PRESS).
- Operación de los frenos de emergencia

Sistema hidráulico auxiliar de la aeronave Hawker Siddeley 125-400

El sistema hidráulico auxiliar proporciona una fuente alternativa de energía hidráulica para la extensión del tren de aterrizaje y el funcionamiento de los Flaps, este se acciona manualmente y es independiente del sistema principal.

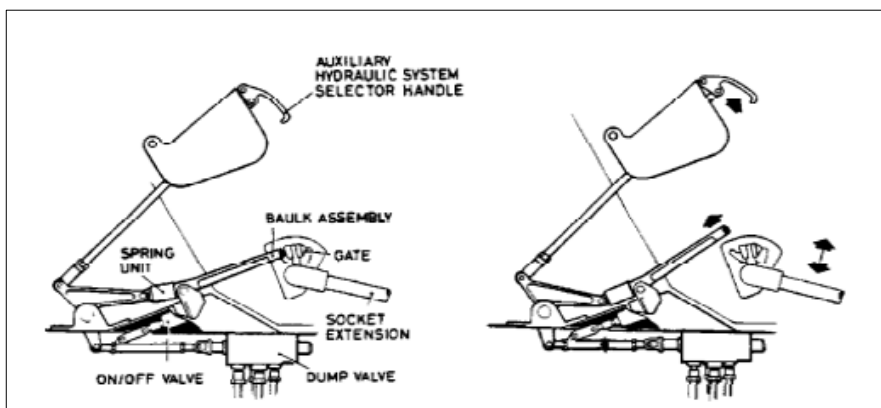
La selección del sistema auxiliar se realiza tirando de la manija selectora AUX HYD SYSTEM PULL, antes de la selección, las válvulas del sistema se ajustan para el funcionamiento normal.

- On/off valve: Permite aliviar la filtración de fluido del sistema auxiliar.
- Dump valve: Ajustada para conectar la presión del sistema principal y el retorno del sistema a las líneas del tren principal y del tren de morro.
- Shuttle valves: Cierran los puertos de suministro del sistema auxiliar del tren de aterrizaje.

El funcionamiento manual de la bomba manual extrae el fluido del depósito auxiliar, este a su vez suministra fluido a presión de hacia los trenes principales y tren de nariz, el fluido también se suministra a la unidad de control de los flaps.

Figura 6

Sistema selector de la bomba del sistema auxiliar hidráulico.



Nota. Bomba manual del sistema hidráulico auxiliar de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400.

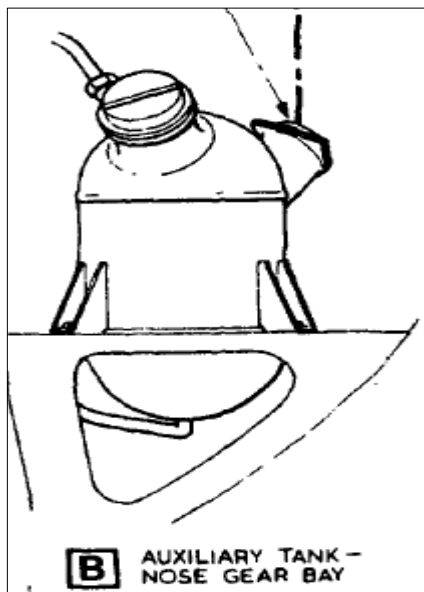
Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Almacenamiento del fluido

El suministro de fluido para el sistema auxiliar está contenido en un depósito de 2,84 litros situado adyacente a la bahía del tren de nariz.

Figura 7

Reservorio del sistema hidráulico auxiliar.



Nota. Reservorio del sistema hidráulico auxiliar de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400.

Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Un depósito lleno proporciona suficiente fluido para una extensión de emergencia del tren de aterrizaje, y seguido de al menos una extensión de los flaps a la posición de aterrizaje.

Sistema de trenes de aterrizaje

Se denomina tren de aterrizaje al conjunto de elementos necesarios para soportar y dirigir una aeronave cuando está en tierra, en el caso de aeronaves anfibios se le domina tren de flotación. A lo largo de la historia el tren de aterrizaje ha pasado por una gran cantidad de modelos y formas siempre relacionadas con el peso del avión y con las funciones que se le encomendaban.(Gutiérrez & Gutiérrez, 2016)

Durante el aterrizaje, el conjunto de tren de aterrizaje tiene como objetivo amortiguar el impacto. En un principio, los trenes fueron unos patines que se deslizaban por el suelo, después se acoplaron a la estructura unas ruedas y seguido se empezaron a utilizar los amortiguadores de diferentes tipos para absorber las cargas que producían las irregularidades del terreno de los aeródromos y que no dañasen en la estructura. (Gutiérrez & Gutiérrez, 2016)

El haber conseguido que en la mayoría de los aeropuertos del mundo tanto las pistas de aterrizaje como las zonas de rodaje, espera y aparcamiento estén con superficies llanas y duras ha influido mucho en los diseños de los trenes de aterrizaje de los aviones actuales, quedando, salvo para los aviones históricos, los tipos de trenes fijos para los aviones lentos y pequeños de la aviación en general y los retráctiles para el resto de los aviones. Con respecto a la forma prácticamente son de tren clásico con tren principal y patín de cola, lo que deja al avión inclinado cuando está en tierra.(Gutiérrez & Gutiérrez, 2016)

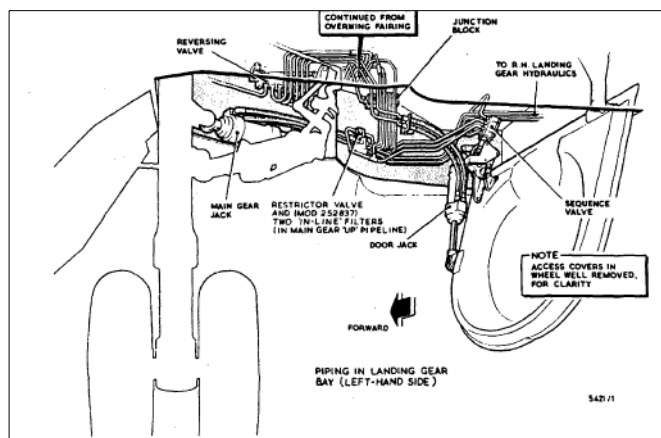
El tren de aterrizaje retráctil consta de varios componentes que le permiten funcionar, por lo general, estos son los enlaces de torsión, los arreglos de muñones y soportes, los enlaces de los puntales de arrastre, dispositivos de retracción de engranajes eléctricos e hidráulicos, así como componentes de bloqueo, detección e indicación. Además, el tren de nariz tiene mecanismos de dirección adjuntos al tren como lo es el sistema de dirección o conocido como Steering.

Sistema de trenes de aterrizaje de la aeronave Hawker Siddeley 125-400

El sistema de trenes de aterrizaje es de tipo retráctil, consta de un tren de nariz y dos trenes principales, incorpora un actuador oleo neumático y un par de neumáticos. Los actuadores hidráulicos, retraen el tren principal hacia el interior del ala y el tren de aterrizaje de nariz hacia el interior del compartimento. La energía para el funcionamiento de los cilindros de retracción es proporcionada normalmente por el sistema hidráulico principal y otro sistema hidráulico auxiliar independiente, operado desde una bomba manual en el compartimento de vuelo, realiza la extensión de emergencia del tren de aterrizaje. (Ver Anexo B)

Figura 8

Sistema de trenes de aterrizaje

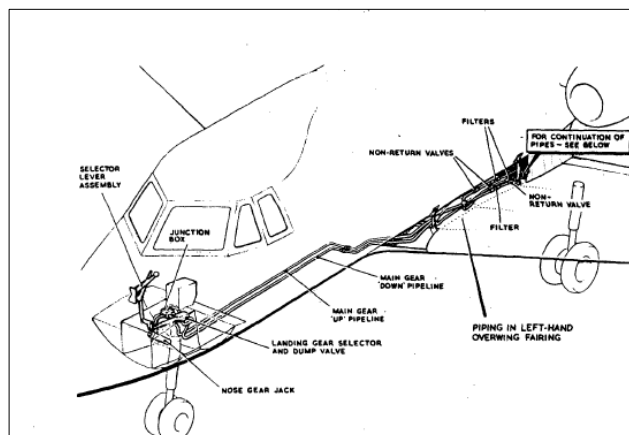


Nota. Sistema de trenes de aterrizaje de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

La dirección de la rueda de nariz es dirijible desde una rueda en el compartimento de vuelo. Los frenos hidráulicos de las ruedas principales, que normalmente operan desde el sistema hidráulico principal a través de unidades antideslizantes, son controlados por cilindros accionados por la puntas de los pedales en cabina de vuelo.

Figura 9

Suministro del sistema hidráulico hacia los trenes de aterrizaje



Nota. Sistema de trenes de aterrizaje abastecido del sistema hidráulico de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Cuando el tren de aterrizaje está retraído, el tren de nariz está completamente encerrado por dos puertas, con bisagras una a cada lado del compartimento de la base del tren de aterrizaje. El tren principal es cubierto por carenados con bisagras y por una puerta de accionamiento hidráulico que cubre las ruedas del tren, cerrando totalmente el tren replegado.

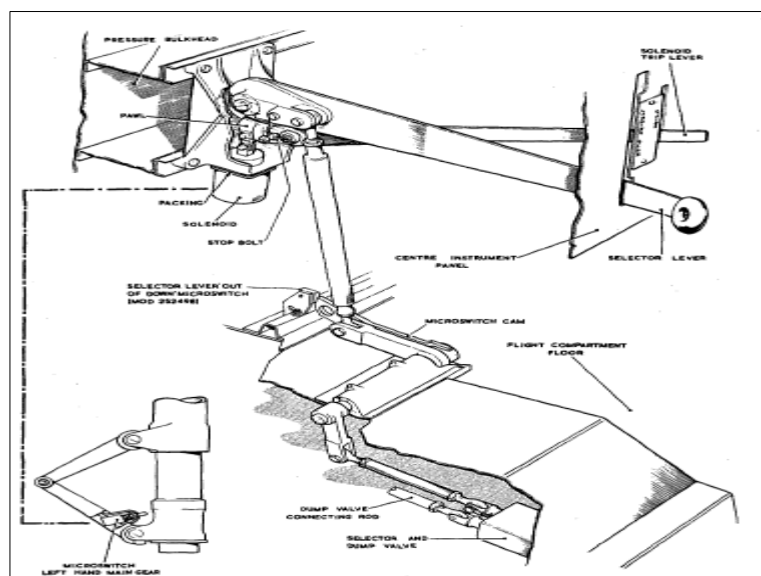
Existen indicaciones de la retracción y extensión de los trenes de aterrizaje, así como también indicadores mecánicos conectados al mecanismo de retracción de cada unidad proporcionan una indicación visual de la posición de tren de aterrizaje.

Sistema de Retracción y extensión del tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje es extendido y retraído por la operación de un actuador hidráulico este se encuentra en el tren principal y de nariz. La energía hidráulica es suministrada por el sistema hidráulico principal en condiciones normales, pero para condiciones de emergencia utiliza un sistema hidráulico auxiliar, por medio de válvulas de corte.

Figura 10

Sistema de retracción y extensión de los trenes de aterrizaje

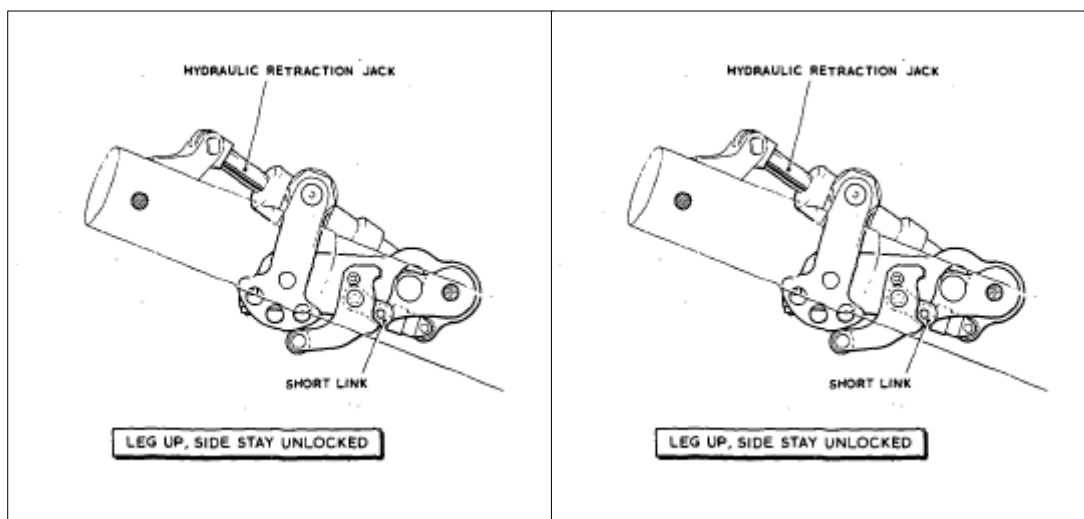


Nota. Sistema de retracción y extensión de los trenes de aterrizaje de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Para la retracción del tren de aterrizaje, el primer movimiento del cuerpo del actuador hidráulico mueve la estructura del tren de aterrizaje hacia arriba. Se acciona la palanca de bloqueo que desengancha el brazo inferior; al mismo tiempo, el pasador de bloqueo se desplaza al otro extremo de la ranura de bloqueo. El movimiento final del actuador hidráulico mueve el pasador de bloqueo hasta el extremo "bloqueado" y acciona la palanca de bloqueo; la columna tensora asegura que se mantenga el bloqueo si se elimina la presión hidráulica del actuador. Durante la retracción del tren principal, se acciona una válvula de secuencia para controlar la apertura y el cierre de las puertas de los neumáticos.

Figura 11

Mecanismo de bloqueo - desbloqueo para la retracción de los trenes de aterrizaje

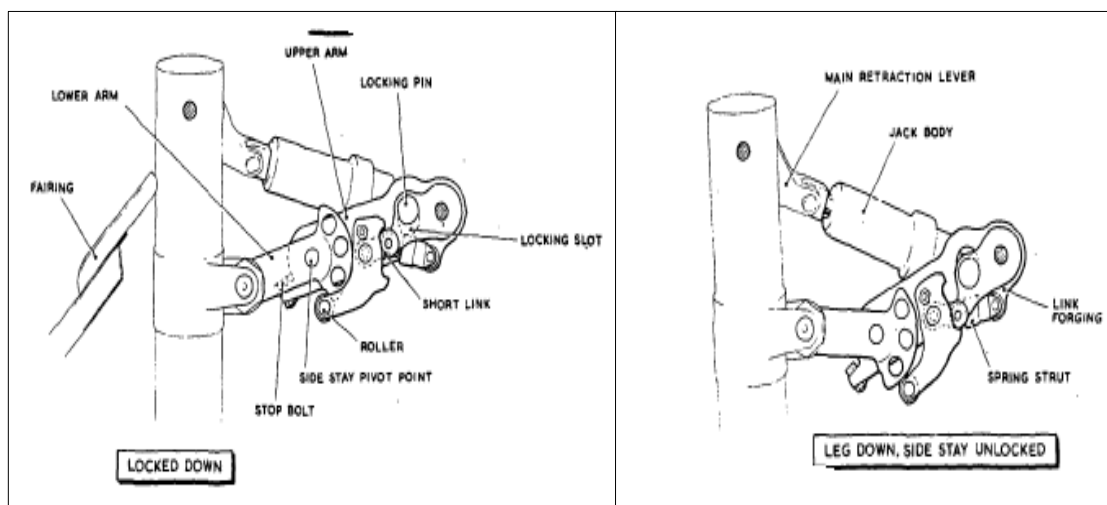


Nota. Mecanismo de bloqueo - desbloqueo para la retracción y extensión de los trenes de aterrizaje de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

La secuencia de extensión es la inversa de la retracción. El actuador hidráulico se retrae, gira la palanca de bloqueo, el pasador de bloqueo se mueve, el rodillo se desplaza y se rompe el bloqueo. El tren de aterrizaje se extiende, el montante lateral se despliega y se endereza, la palanca de bloqueo gira, el pasador de bloqueo se desplaza en la ranura, el rodillo se encaja y se bloquea hacia abajo.

Figura 12

Mecanismo de bloqueo - desbloqueo para la extensión de los trenes de aterrizaje



Nota. Mecanismo de bloqueo -desbloqueo para la extensión de los trenes de aterrizaje de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Sistema de dirección del tren de nariz (Steering)

La dirección de la rueda de nariz está disponible cuando el tren de aterrizaje está en la posición hacia abajo y comprimido por peso del avión. Al colocar la palanca de control del tren de aterrizaje hacia abajo, el sistema presión hidráulica A suministra presión desde la línea descendente del tren de aterrizaje hasta la válvula dosificadora de dirección.

Consta de un controlador electrónico digital, unidad de potencia hidromecánica, mando, y sensores de posición del pedal del rudder. La unidad de potencia hidromecánica (un conjunto integrado) incluye todas las válvulas hidráulicas, potencia amplificación, actuación y amortiguación.

La rueda de nariz en la mayoría de los aviones se puede dirigir desde la cabina de vuelo a través de un sistema de dirección de la rueda de nariz. Esto permite dirigir la aeronave

durante la operación en tierra. Algunos aviones simples tienen conjuntos de rueda de nariz que giran. Dichos aviones son dirigidos durante el rodaje por frenado diferencial.

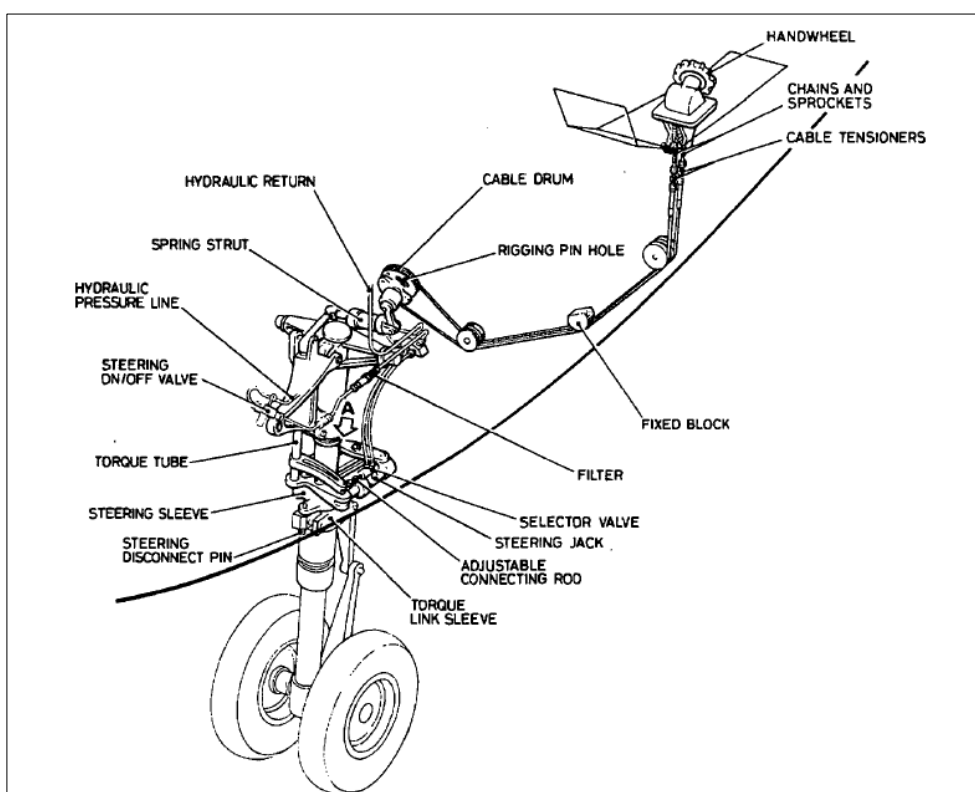
Sistema de dirección de la rueda de nariz de la aeronave Hawker Siddeley 125-400

El tren de aterrizaje es dirijible desde un volante situado en la consola izquierda del piloto. El movimiento del volante se transmite a la válvula selectora de un cilindro hidráulico situado en la columna del tren de aterrizaje.

En respuesta a la selección, el actuador se mueve para girar la parte inferior de la base a través de un conjunto de dirección y de enlace de torsión de la base. El rango de dirección es de 45 grados en cada dirección. (Raytheon Aircraft Company, 2003)

Figura 13

Sistema de dirección de la rueda de nariz



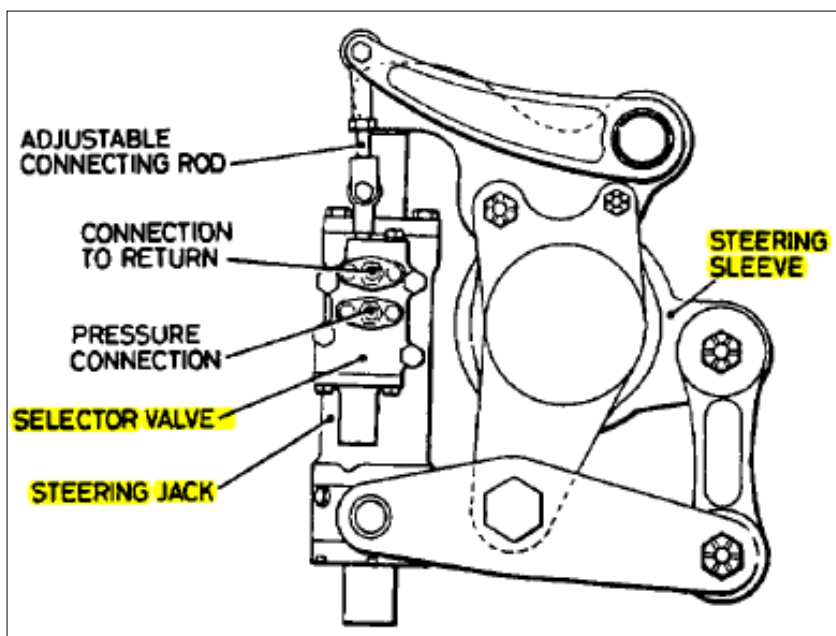
Nota. Sistema de dirección de la rueda de nariz de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400.

Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

El sistema de dirección puede desconectarse, para el remolque, retirando un pasador que normalmente conecta la dirección y el conjunto de la barra de torsión. Una válvula de activación/desactivación del sistema de dirección, accionada por el mecanismo de retracción del tren de aterrizaje, asegura que haya un suministro hidráulico al actuador de dirección sólo cuando el tren de aterrizaje está en la posición de bloqueo total.

Figura 14

Componentes de sistema de dirección de la rueda de nariz

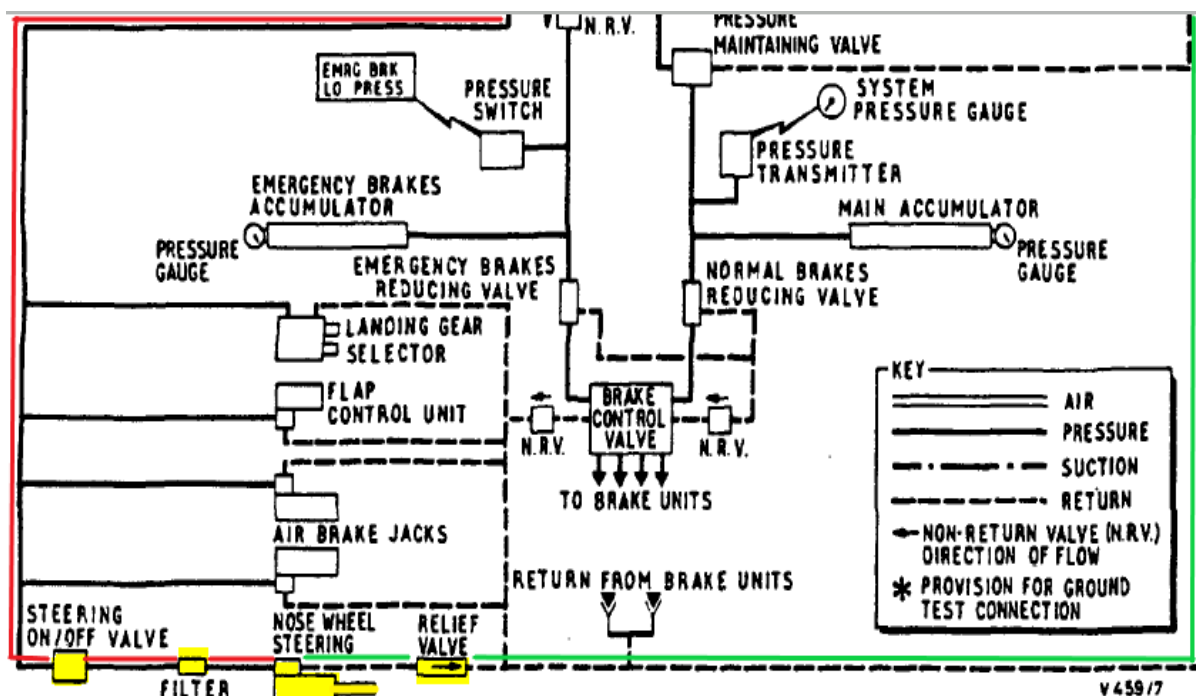


Nota. Componentes del sistema de dirección de la rueda de nariz de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

A continuación se muestra el suministro de fluido hidráulico hacia el actuador de dirección del tren de nariz:

Figura 15

Diagrama del sistema de dirección de la rueda de nariz



Nota. Diagrama del sistema de dirección de la rueda de nariz de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Como ya se mencionó, el suministro de energía hidráulica es directamente del sistema principal mediante una bomba mecánica, este fluido llega a la válvula que activa o desactiva el sistema de dirección del tren de nariz, el mecanismo del actuador de dirección está protegido por un pequeño filtro en línea en el suministro de presión hidráulica al actuador de dirección. Una válvula de alivio está instalada en la línea de retorno del actuador, la cual asegura la presión del actuador esto reduce la posibilidad de que la rueda de nariz se mueva. (Raytheon Aircraft Company, 2003)

Control del sistema de dirección

Una rueda instalada a lado izquierdo del piloto transmite el movimiento por medio de una transmisión cónica y un piñón. El piñón acciona, a través de una pequeña cadena, un

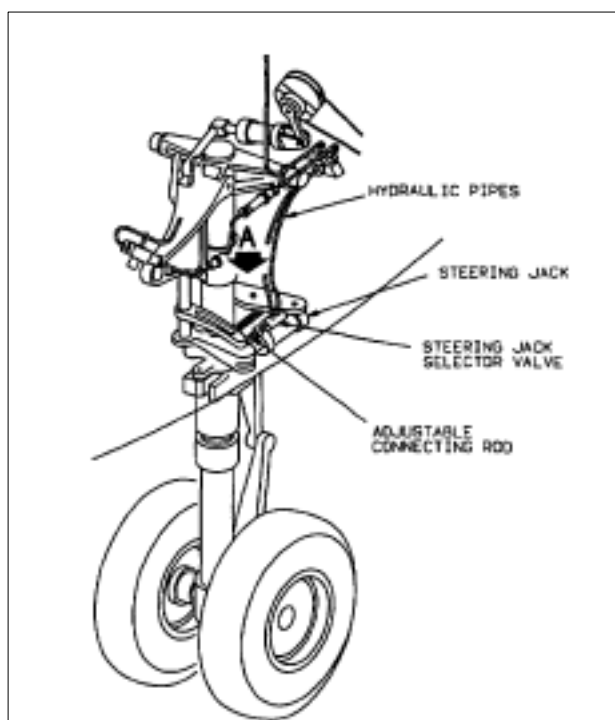
conjunto de piñones dobles fijados a un eje situado debajo de la carcasa del timón, a estos se unen los cables que pasan por las poleas hacia el conjunto de tambor.

En el compartimento del tren de nariz, el conjunto tambor está conectado mediante una palanca y un puntal de resorte a una palanca unida a un tubo de torsión. Una varilla situada en el extremo inferior del tubo de torsión acciona, a través de una corta biela, el selector del actuador de dirección. (Raytheon Aircraft Company, 2003)

El actuador de dirección está fijado a un soporte de la estructura del tren. El cuerpo del actuador está unido a un par de palancas que están conectadas por un enlace al conjunto de dirección alrededor de la carcasa del tren.

Figura 16

Control del sistema de dirección de la rueda de nariz



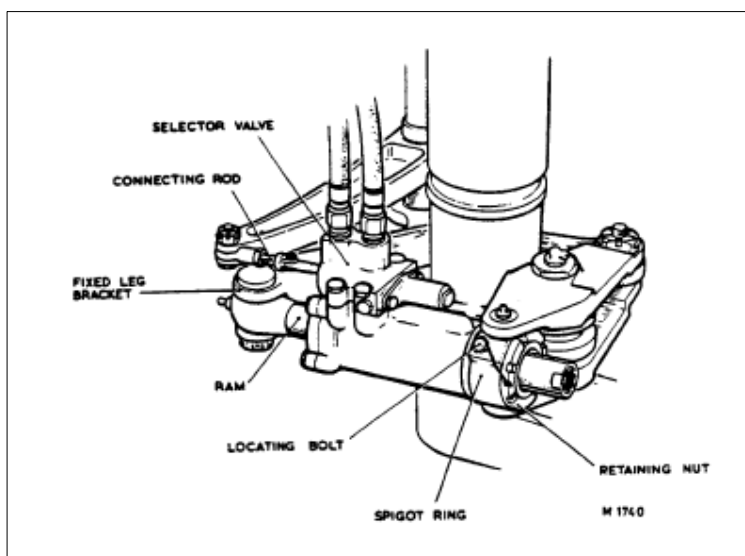
Nota. Componentes del sistema de control de dirección de la rueda de nariz de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Operación del sistema de dirección

La rotación del volante fuera de la posición central es transmitida por el sistema de control para dar una selección correspondiente en la válvula selectora del manguito de dirección. La presión del sistema hidráulico principal activa el extremo correspondiente del actuador de dirección. Dado que el extremo del actuador es fijo, este se mueve para hacer girar el eje y los neumáticos.

Figura 17

Accionamiento del actuador del Steering

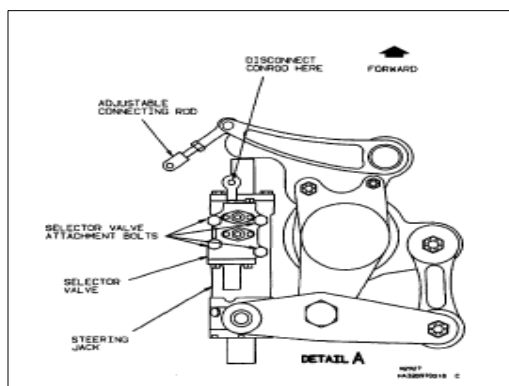


Nota. Mecanismos que permiten el accionamiento del actuador del sistema de dirección de la rueda de nariz de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

El movimiento del cuerpo del actuador también mueve el cuerpo del selector, llevando la válvula selectora a una posición neutral tan pronto como se haya alcanzado la posición seleccionada. La válvula de activación/desactivación de la dirección está conectada mediante una varilla de conexión al mecanismo del tren de nariz y al indicador de posición. (Raytheon Aircraft Company, 2003)

Figura 18

Posición de la válvula selectora



Nota. Válvula selectora del sistema de dirección de la rueda de nariz de la Aeronave Hawker Siddeley 125-400. Tomada de Manual de mantenimiento Hawker Siddeley 125-400.

Mantenimiento aeronáutico

En los primeros tiempos de la aviación, los programas de mantenimiento fueron desarrollados principalmente por pilotos y mecánicos, ellos evaluaban las necesidades de mantenimiento de una aeronave de una aeronave, basándose en sus experiencias individuales, y creaban programas sencillos y desprovistos de análisis. (Ackert, 2010)

Las revisiones de mantenimiento de aeronaves son las inspecciones periódicas que deben realizarse en todas las aeronaves comerciales/civiles después de un tiempo específico o después de un uso específico las aeronaves militares suelen seguir programas de mantenimiento específicos, que pueden o no ser similares a los de las aeronaves comerciales/civiles.

Los intervalos de tiempo estipulados entre las diferentes inspecciones de mantenimiento dependen tanto del fabricante de la aeronave como del operador y del número de ciclos de la aeronave número de aterrizajes.

Tipos de mantenimiento

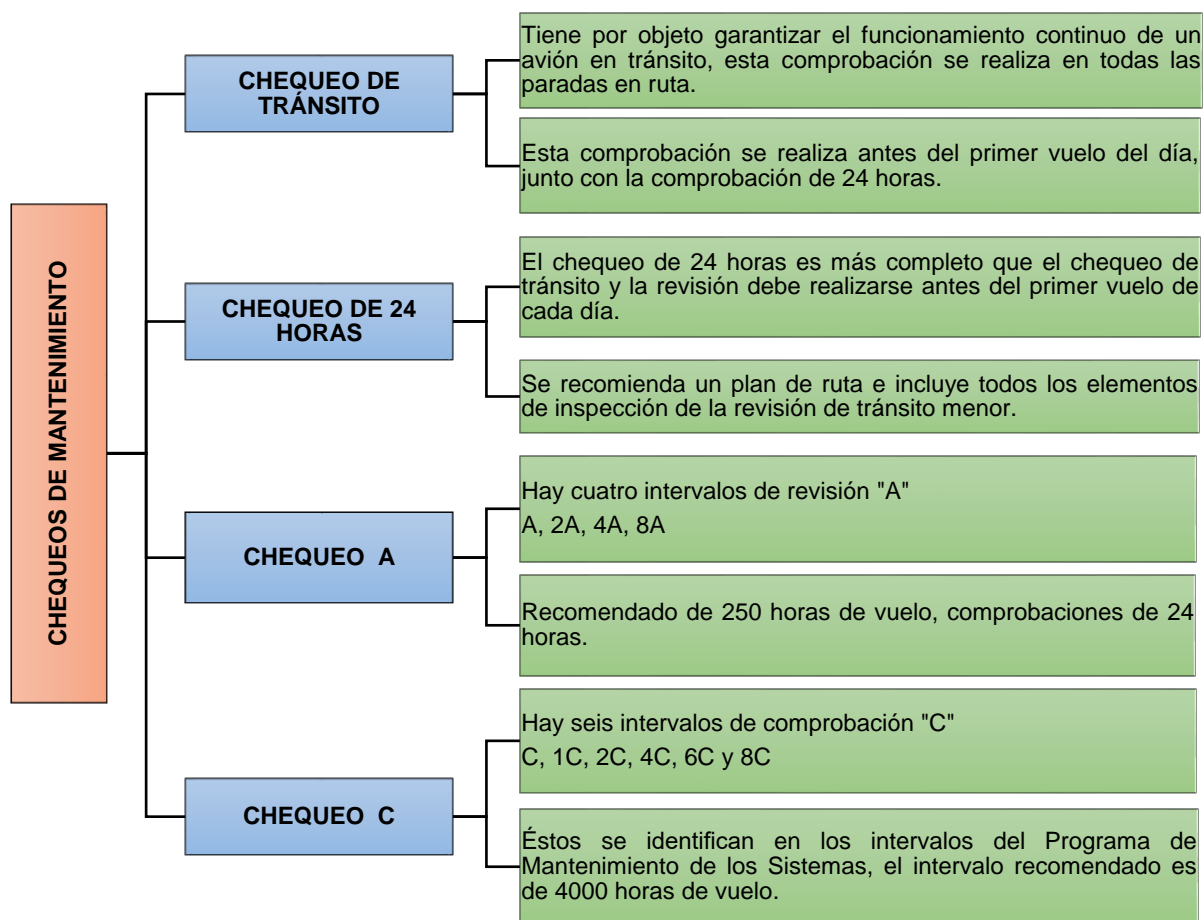
Mantenimiento no programado: Actividades que se realizan sin haber realizado un programa de mantenimiento.

Mantenimiento programado: Actividades que se deben realizar acorde a tiempos y tareas establecidas en un programa de mantenimiento.

Dentro de las tareas del mantenimiento programado se encontró las siguientes:

Figura 19

Chequeos de mantenimiento



Nota. Clasificación de los chequeos de mantenimiento en una aeronave.

Inspección de aeronaves

El propósito de la inspección de aeronaves es asegurar que la aeronave esté en condiciones de aeronavegabilidad a su vez el término aeronavegabilidad no está definido en el 14 CFR sin incautación, relativa al plazo y la normativa para la emisión de un certificado de aeronavegabilidad estándar revelan dos condiciones que deben cumplirse para que la aeronave sea considerada en condiciones de aeronavegabilidad:

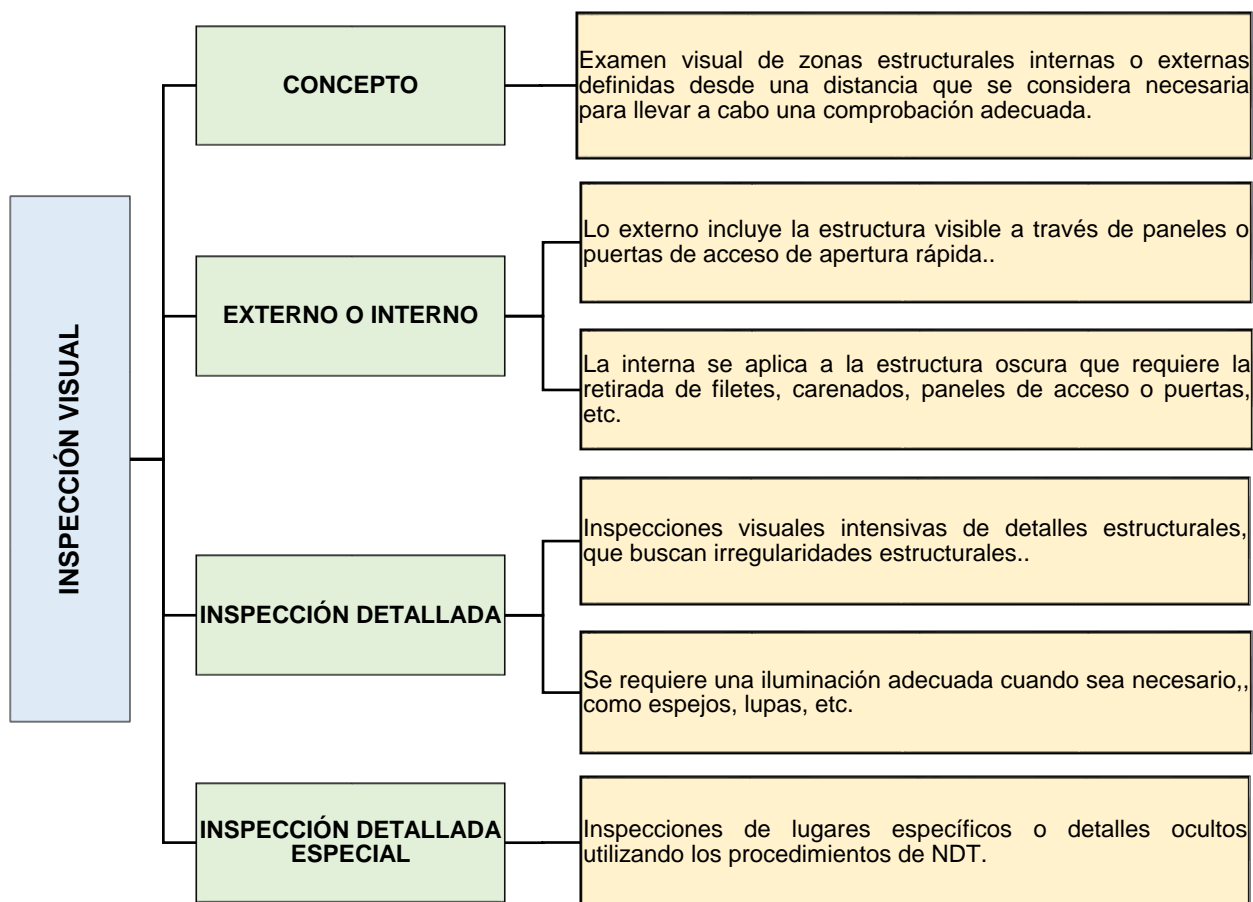
La aeronave debe cumplir con su certificado de tipo y estar en condiciones de operación segura. Cuando las horas de vuelo y el tiempo calendario se acumulan en la vida útil de una aeronave, algunos componentes se desgastan y otros se deterioran (Aircraft Inspection (Part One), 2017)

Inspección visual

Es un ensayo simple, que no posee sus principios, sus fundamentos, su disciplina de aplicación. Sin embargo, estas bases deben ser consideradas si se quiere realizar un ensayo exitoso, satisfactorio y confiable.

Estos ensayos sirven para reconocer las irregularidades tanto en la parte exterior e interior de los componentes de la aeronave. Algunas veces es necesario la utilización de boroscopios que son considerados equipos de ayuda para la inspección visual. («Ensayos no destructivos aplicados a la aeronáutica», 2018)

Figura 20

Inspección visual

Nota. Tipos de inspecciones visuales aplicadas a una aeronave.

Objetivo de la inspección visual

La inspección visual se utiliza para proporcionar una evaluación general del estado de una estructura, componente o sistema. Facilitar una detección temprana de los defectos antes de que alcancen el tamaño crítico. Detectar errores en el proceso de fabricación y obtener más información sobre el estado de un componente que muestre evidencias de un defecto.

En muchas situaciones, no existe ninguna alternativa fiable a la inspección visual. Los procedimientos visuales son exigidos por la FAA para las inspecciones estructurales en apoyo de los Documentos de Inspección Estructural Suplementaria (SSIDs), Boletines de Servicio (Ss) y Directivas de Aeronavegabilidad (ADs).

Proceso de la inspección visual

El proceso de la inspección visual debe contener dos elementos fundamentales para tener éxito:

Un inspector capacitado con visión binocular y buena agudeza visual. Un procedimiento de inspección que defina los detalles de la misma, incluyendo ejemplos del defecto o defectos rastreados.

Los resultados de los inspectores cualificados que utilizan procedimientos adecuados en detalles específicos de una aeronave pueden analizarse para proporcionar datos cuantitativos sobre la fiabilidad de la inspección de un detalle determinado. Los conocimientos obtenidos de este análisis establecen los intervalos de tiempo en los que se realizan las inspecciones.

Procedimientos de una inspección visual

Los distintos componentes de una aeronave moderna varían en función de su uso, la composición del material, el método de fabricación y el entorno en el que operan. Se utilizan para los motores, los fuselajes, los sistemas relacionados, los componentes y los accesorios. La principal diferencia entre la inspección de motores y la de fuselajes es que sólo se pueden realizar inspecciones superficiales de los motores en la aeronave. Aunque los baroscopios y otras mejoras están ampliando el número y la calidad de las inspecciones de los motores, las inspecciones completas y rigurosas de los motores requieren la remoción de estos y en muchos casos, su desmontaje completo. Los procedimientos de inspección visual deben contener todos los pasos en un formato lógico. Un procedimiento consta de cuatro partes básicas, estos elementos deben considerarse al crear o revisar un procedimiento de inspección

Tabla 2*Procedimientos para llevar a cabo una inspección visual*

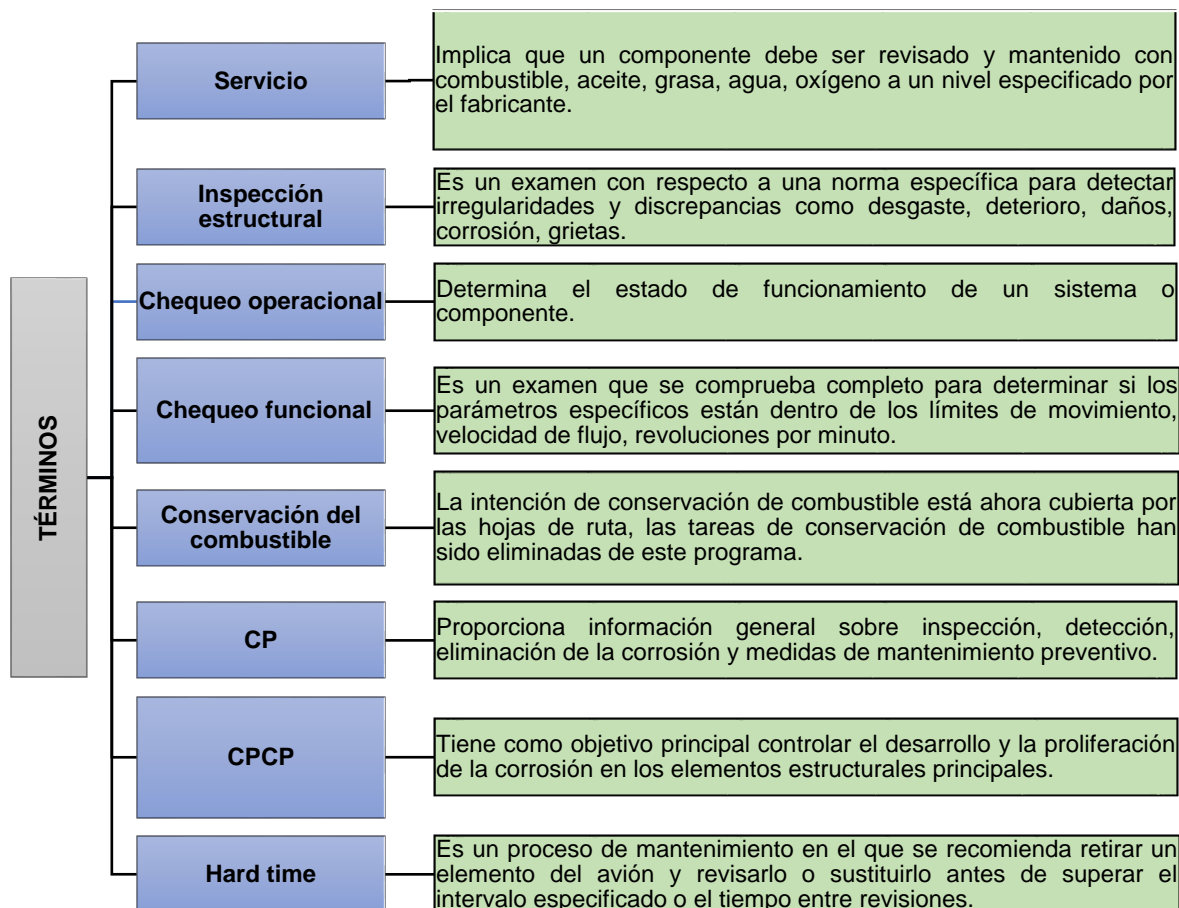
Bases de la inspección	
Ítems a considerar	Razón y propósito de la inspección, incluyendo cualquier información de fondo relevante.
	Referencias a la documentación de control, por ejemplo: AC, AD, AMM, SB.
	Fechas de control
	Efectividad.
	Tiempo y mano de obra necesarios para la inspección. Condiciones en las que la inspección ya no es necesaria.
Preparación para la inspección	
Ítems a considerar	Preparación y limpieza del elemento que se inspecciona.
	Preparación inusual de la superficie (grabado, eliminación de la pintura) o el intervalo de temperatura en el que la inspección es eficaz.
	Identificación de cualquier equipo necesario para la inspección, junto con disposiciones para su calibración periódica.
	Identificación de los materiales específicos aprobados para la inspección.
Aplicación de la inspección	
Ítems a considerar	Descripción específica de la zona a inspeccionar.
	Instrucciones para realizar la inspección.
	Descripción del defecto a detectar, preferiblemente con una muestra del mismo.
	Instrucciones para la limpieza posterior, si es necesario.
	Instrucciones para la disposición del artículo si no puede ser devuelto al servicio.
Evaluación	
Ítems a considerar	Procedimiento para establecer la fiabilidad de la inspección.
	Criterios de aceptación/rechazo.
	Requisitos para la presentación de informes.

Nota. Esta tabla muestra los diferentes procedimientos para llevar a cabo una inspección visual.

Existen varios términos que son utilizados para describir tarjetas de trabajo que se deben realizar durante los mantenimientos de la aeronave:

Figura 22

Términos utilizados durante las inspecciones de aeronaves



Nota. Términos que se utilizan durante las inspecciones de las aeronaves.

Inspecciones en sistemas hidráulicos

Cuando la mayoría de la gente piensa en los procedimientos de mantenimiento preventivo y confiabilidad para un sistema hidráulico, por lo regular solo se toma en consideración el cambio de los filtros y el control del nivel de aceite. Cuando la máquina falla, a menudo hay muy poca información relacionada con el sistema, cuando se busca solucionar el problema. Sin embargo, deben efectuarse inspecciones de confiabilidad con el sistema funcionando en condiciones normales de operación. Estas inspecciones son vitales para

prevenir las fallas y el tiempo de inactividad del sistema. («Inspecciones de confiabilidad a sistemas hidráulicos», s. f.)

Inspección de la válvula bypass

La mayoría de los conjuntos de filtros hidráulicos tienen una válvula bypass para evitar daños en caso de que el elemento filtrante se obstruya con contaminación. Esta válvula se abrirá siempre que la presión diferencial a través del filtro alcance la calibración del resorte de la válvula que, dependiendo del diseño del filtro, generalmente es de 25 a 90 libras por pulgada cuadrada (psi). Cuando estas válvulas fallan, normalmente lo hacen debido a contaminación o mal funcionamiento mecánico, lo que hace que el aceite pase en derivación por el elemento y no sea filtrado. Esto causará una falla prematura de los componentes ubicados después del filtro. («Inspecciones de confiabilidad a sistemas hidráulicos», s. f.)

Figura 23

Válvula bypass



Nota. Válvula bypass de un filtro. Tomada de <https://www.velfair.com/productos/hidraulica/filtros-hidraulicos>.

En muchos casos, esta válvula puede ser retirada del alojamiento del filtro e inspeccionada para detectar desgaste y contaminación. Debe ser inspeccionada periódicamente cuando se esté dando mantenimiento al conjunto del filtro. («Inspecciones de confiabilidad a sistemas hidráulicos», s. f.)

Inspección de las cañerías

La fuga de fluido es uno de los mayores problemas en un sistema hidráulico. El montaje adecuado de las cañerías y la sustitución de las que estén defectuosas es una de las mejores maneras de reducir las fugas y evitar tiempos de inactividad innecesarios, por lo que deben inspeccionarse regularmente para detectar fugas y deterioro; las que muestren desgaste en los conectores exteriores o fugas en los extremos deben ser sustituidas tan pronto como sea posible. Una manguera que tiene «ampollas» indica una falla del revestimiento interior, permitiendo que el aceite se escape a través del trenzado metálico y se acumule bajo la cubierta exterior. («Inspecciones de confiabilidad a sistemas hidráulicos», s. f.)

Figura 24

Cañerías hidráulicas



Nota. La importancia de inspeccionar las cañerías hidráulicas en una aeronave. Tomada de http://swissoil.com.ec/boletines/boletines%202018/34_2018.pdf

Figura 25

Ubicación de las cañerías hidráulicas



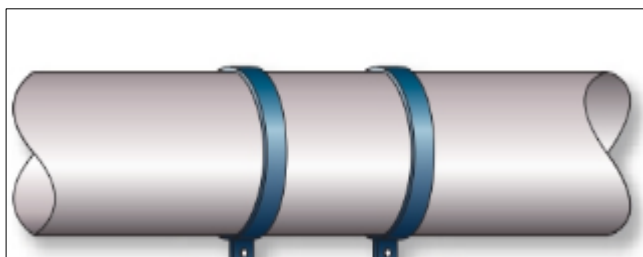
Nota. Posicionamiento de las cañerías hidráulicas en banco hidráulico. Tomada de http://swissoil.com.ec/boletines/boletines%202018/34_2018.pdf

Inspección de abrazaderas

Las abrazaderas son elementos muy importantes al momento de ubicar las cañerías hidráulicas, ya que permiten sujetar las mismas evitando que no exista rose entre los componentes. Es de vital importancia la utilización adecuada ya que puede variar su uso por las diferentes medidas que pueden existir, tanto de cañerías y de los componentes anexos.

Figura 26

Abrazaderas de sujeción de las cañerías



Nota. Correcta ubicación de las abrazaderas en una cañería hidráulica. Tomada de <https://www.aprendamos-aviacion.com/2021/12/aviacion-lineas-de-fluidos-tuberias.html>

Mantenimiento e inspección de los filtros

El nivel de aceite del depósito cambia constantemente a medida que los cilindros se extienden y se retraen, y el filtro es la primera línea de defensa contra la contaminación.

(«Inspecciones de confiabilidad a sistemas hidráulicos», s. f.)

Figura 27

Filtros usados en aeronaves



Nota. Mantenimiento e inspección de los filtros de una aeronave. Tomada de <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/automatizacao-e-robotica/serthi-hidraulica/produtos/filtracao/sistema-de-filtragem-off-line>

Inspección de sonido

Los diferentes componentes de un sistema hidráulico sufren daños a medida que pasa el tiempo de vida de los mismos por tal razón es muy importante realizar ciertos chequeos e inspecciones que evidencien el mal funcionamiento de los mismos y una técnica utilizada es la inspección por sonido.

Inspección de presión

El manejo de presión en un sistema hidráulico de una aeronave es el más importante ya que determina si el sistema está trabajando con los parámetros que menciona el manual.

Figura 28*Manómetro de presión*

Nota. Componente usado para medir la presión de un sistema hidráulico. Tomada de <https://www.mundoherramienta.net/herramientas-medida/manometro-presion-hidraulica/>

Bancos de pruebas hidráulicas

El banco de pruebas hidráulicas es un sistema que permite el facilitar el aprendizaje de una manera práctica utilizando algunos componentes hidráulicos como lo son: actuadores y válvulas hidráulicas en este caso, teniendo como fin un buen funcionamiento de los sistemas o circuitos realizados. (Veliz, 2015)

El sistema de entrenamiento permite la observación de fenómenos y la realización de varios circuitos oleo-hidráulicos además el banco hidráulico está diseñado como mesa de trabajo, sobre la que se pueden utilizar una gran variedad de equipos didácticos, en los que sea necesario un aporte, debe contar con conexiones mediante tuercas de unión y un enchufe rápido de forma que la instalación de los diferentes equipos de trabajo es ágil y sencilla. (Veliz, 2015)

Figura 29*Banco hidráulico*

Nota. Banco hidráulico utilizado para la comprobación de circuitos hidráulicos. Tomada de <http://www.hnsa.com.co/bancos-didacticos-hidraulicos/>

Componentes principales de un banco hidráulico

Los bancos hidráulicos se caracterizan por poseer tres componentes principales que son: sistema principal, consola de control y una fuente de poder hidráulico.

El sistema principal está compuesto por el sistema a plantearse en la práctica, pueden ser diversos circuitos. Está conformada por los medidores de flujo y presión, puertos de ingreso y egreso de aceite, control de encendido de la bomba, manómetros. Es la parte que suministra el fluido a una presión constante consta con un reservorio y una bomba hidráulica. (Veliz, 2015)

Capítulo III

Desarrollo del tema

Descripción general

En la presente investigación se realizará un análisis del sistema hidráulico de la aeronave Hawker Siddeley 125 – 400, en base a la información de los manuales, específicamente en el sistema de dirección de la rueda de nariz, sus componentes, funcionamiento y ubicación, ya que este sistema al utilizar energía hidráulica permite controlar la dirección de la aeronave en tierra sin dificultad.

El sistema hidráulico principal de esta aeronave proporciona energía para el funcionamiento de los flaps, spoilers, tren de aterrizaje, frenos y la dirección de rueda de nariz. Utiliza dos bombas impulsadas por cada motor, una bomba manual, proporciona energía para las pruebas en tierra de los servicios hidráulicos cuando los motores no están funcionando o se encuentran apagados. El sistema hidráulico auxiliar, es utilizado únicamente para el descenso de emergencia del tren de aterrizaje y los flaps, se acciona por una bomba manual adicional que suministra fluido desde un suministro independiente directamente al tren de aterrizaje y a los flaps.

Componentes a inspeccionar

El sistema de dirección de la rueda de nariz, consta de varios componentes que en un funcionamiento conjunto permiten controlar la dirección de la aeronave en tierra, principalmente se realizará la inspección de fugas hidráulicas del actuador del sistema de dirección de la rueda de nariz, para lo cual se utilizará el Manual de Prácticas Estándar ATA 20-10-354; página 201 y a la AC 43.13-1B, la cual menciona:

Los sistemas hidráulicos y neumáticos se inspeccionan en busca de fugas, cañerías desgastadas o dañadas, mangueras desgastadas o dañadas, desgaste de las componentes móviles, condición de instalación de todos los componentes, seguridad y cualquier otra condición especificada por el manual de mantenimiento. Una inspección completa incluye

considerar el tiempo de vida, la rigidez de la cañería y una comprobación del funcionamiento de todos los subsistemas. (FAA, 1988).

La inspección de fugas se llevará a cabo mediante una técnica de inspección visual y de acuerdo a los procedimientos de Manual de Prácticas Estándar de la aeronave. El actuador principal del sistema de dirección de la rueda de nariz será removido para realizar la comprobación de fugas utilizando un banco de pruebas hidráulicas, el mismo que se sometió a un mantenimiento preventivo y correctivo.

Figura 30

Actuador del sistema de dirección - steering



Nota. Actuador del sistema de dirección de la rueda de nariz y sus componentes.

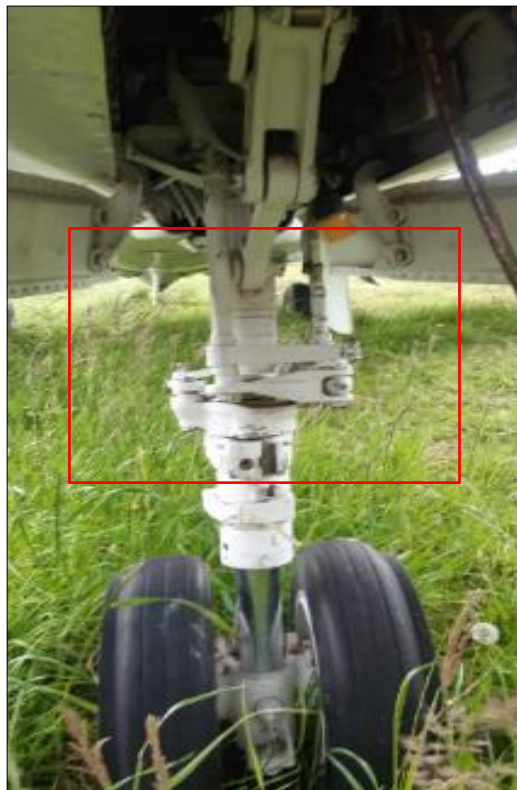
El mantenimiento preventivo del banco hidráulico de los laboratorios de la carrera es de suma importancia ya que permite a los estudiantes identificar el funcionamiento del sistema hidráulico, sin la necesidad de encender o energizar un sistema completo y a la vez simplifica el riesgo de sufrir un accidente durante la operación de los sistemas propios de la aeronave.

Importancia de realizar una inspección

El sistema de dirección de la rueda de nariz es de suma importancia ya que permite el control de la aeronave en tierra, por tal razón se debe tener siempre en cuenta si existe una fuga de líquido hidráulico y a la vez realizar una inspección total del sistema y de cada uno de los componentes. Sin embargo, deben efectuarse inspecciones de confiabilidad con el sistema funcionando en condiciones normales de operación. Estas inspecciones son vitales para prevenir las fallas y el tiempo de inactividad del sistema. (América, 2017)

Figura 31

Sistema de dirección de la rueda de nariz



Nota. Sistema de dirección de la rueda de nariz.

Instalación del sistema eléctrico del banco hidráulico

En la nueva ubicación de los laboratorios de la carrera no se encontraba las debidas instalaciones eléctricas para la conexión del banco hidráulico, por tal razón se procedió a realizar una instalación eléctrica de 220 voltios.

Figura 32

Conexiones eléctricas del banco hidráulico



Nota. Instalación de las conexiones de alimentación eléctrica.

Inspección del banco hidráulico

Se procedió a inspeccionar la estructura y cada uno de los componentes del banco hidráulico con el objetivo de obtener todos los reportajes y planificar el respectivo mantenimiento y rehabilitación.

Tabla 3*Reportajes del banco de pruebas hidráulicas*

Reportajes	
Componente	Condición
Estructura del equipo	Insatisfactoria
Ruedas del equipo	Insatisfactoria
Conexiones eléctricas	Insatisfactoria
Reservorio	Insatisfactoria
Bomba hidráulica	Insatisfactoria
Motor eléctrico	Satisfactoria
Filtro	Satisfactoria
Válvula reguladora de caudal	Satisfactoria
Válvula reguladora de presión	Satisfactoria
Válvulas direccionales	Satisfactoria
Manómetros	Insatisfactoria
Cañerías	Insatisfactoria

Nota. Esta tabla muestra los reportajes encontrados durante la inspección del banco hidráulico.

Mantenimiento preventivo del banco de pruebas hidráulicas

A continuación se brinda una explicación clara sobre que procedimientos se realizaron, para que cada uno de los componentes del banco hidráulico se encuentre en condiciones satisfactorias:

Mantenimiento de la estructura del banco de pruebas hidráulicas

Una de las discrepancias encontrada en el banco de pruebas hidráulicas fue que la estructura general se encontraba deteriorada debido al tiempo de uso del mismo, para lo cual primeramente se procedió remover todos los componentes.

Figura 33*Estructura del banco hidráulico*

Nota. Mantenimiento de la estructura del banco hidráulico.

Una vez removidos los componentes del banco de pruebas hidráulicas, se procedió a lijar la estructura del mismo ya que existía desprendimiento de pintura.

Reemplazo de las ruedas del banco hidráulico

Debido al peso de los componentes del sistema del banco hidráulico las ruedas sufrieron muchos daños al momento del traslado, incluso una de ellas no estaba instalada, por tal razón se realizó un reemplazo de todas las ruedas, teniendo en cuenta el peso que debe soportar.

Figura 34*Reemplazo de ruedas del banco hidráulico*

Nota. Reemplazo de las ruedas del banco hidráulico y proceso de soldado.

Para el proceso de reemplazo de las ruedas se utilizó electrodos 6011, para soldar las mismas hacia la estructura de la base del banco hidráulico.

Proceso de pintura de la estructura del banco de pruebas hidráulicas

Una vez instaladas las cuatro ruedas del mecanismo que permite el traslado del banco hidráulico se efectuó el proceso de pintura de toda la estructura, para lo cual se utilizó una pintura color gris anticorrosiva tipo esmalte y resistente al líquido hidráulico.

Figura 35

Proceso de pintura



Nota. Proceso de pintura de la estructura del banco hidráulico y sus componentes.

Mantenimiento de los componentes del banco hidráulico

Una vez realizada la instalación del sistema eléctrico del banco hidráulico se efectuó una prueba de funcionamiento de cada uno de los componentes, dando como resultado la condición insatisfactoria de algunos; de tal manera que se procedió a realizar el respectivo mantenimiento y rehabilitación.

Conexiones eléctricas

Las conexiones eléctricas del motor se encontraban en pésimas condiciones por tal motivo se realizó el debido mantenimiento, como cambiar el material aislante y colocar los cables en un lugar seguro.

Figura 36

Mantenimiento del sistema eléctrico del motor



Nota. Proceso de mantenimiento de los cables del motor del banco hidráulico

Reservorio

Una vez inspeccionado el reservorio del banco hidráulico se realizó el servicio del mismo, colocando 5 galones de aceite hidráulico Gold Drill ISO 100, el cual es un aceite hidráulico que brinda protección a largo término a la corrosión y formación de humedad. Además, posee excelentes propiedades adhesivas y resistentes a formar residuos a elevadas temperaturas.

Figura 37

Servicio del líquido hidráulico



Nota. Proceso de servicio del líquido hidráulico del banco hidráulico

Bomba hidráulica

Durante el chequeo funcional de la bomba hidráulica se presentó una fuga por el empaque del acople de unión al motor, este fue reemplazado y se realizó una nueva prueba de funcionamiento la cual resultó satisfactoria.

Figura 38

Reemplazo del empaque de la bomba hidráulica



Nota. Reemplazo de empaque del eje de la bomba hidráulica

Manómetros

Un manómetro es una válvula que sirve para medir la presión de algún líquido o gas. Tiene forma circular y que posee un puntero el cual indica de forma mecánica el valor de la presión. Aunado a lo anterior, son aparatos analógicos que tienen forma circular y que posee un puntero el cual indica de forma mecánica el valor de la presión. (Industrial J. S., 2020)

Los tipos de manómetros más usados son los que tienen forma de U, aunque en el mercado existe una gran variedad de este tipo de instrumento de presión. De esto se desprende, las diferentes clases de manómetros, los cuales son solo variantes de la forma en U; entre estos, destacan los manómetros de tipo pozo, tubo inclinado, tubo de Bourdon y de tubo sellado o presión absoluta. (Industrial J. S., 2020)

Los manómetros permiten monitorear la presión del fluido hidráulico cuando el equipo esté en funcionamiento, para evitar posibles sobrepresiones. Los tubos Bourdon toman la presión y la convierten en energía mecánica. Esta energía mueve un dial en el medidor, mostrando la cantidad actual de presión en el sistema.

Los manómetros de los bancos hidráulicos se encontraban con su calibración caducada, los mismos que se enviaron a calibrar con la empresa TECNIPRECISIÓN S.A. Esta empresa emitió un certificado de calibración con 27 de abril de 2022, la cual tiene un tiempo de caducidad de un año.

Figura 39

Manómetro de presión



Nota. Etiqueta de calibración del manómetro de presión del banco hidráulico

Cañerías

Algunas de las cañerías del banco hidráulico se encontraban en mal estado. Se reemplazó dos cañerías que presentaban fugas; situación que no puede ser pasada por alto, para que el sistema no pierda presión durante su funcionamiento. Los demás componentes del banco hidráulico tales como el motor, el filtro, las válvulas, se encontraban en condición satisfactoria, como muestra la figura 40.

Figura 40

Componentes del sistema hidráulico del banco de pruebas.



Nota. Instalación de los componentes del banco de pruebas

Remoción del actuador del Steering

La remoción del actuador del Steering se realizó de acuerdo al manual de mantenimiento de la aeronave Hawker Siddeley HS 125-400, página 401 del ATA 32-50-11.

Se utilizó las siguientes herramientas:

- Llaves mixtas 1/2, 9/16, 5/8, 11/16, 3/4
- Diagonal

Se liberó la presión del sistema hidráulico de acuerdo al ATA 29 del manual de mantenimiento y se desconectó las cañerías hidráulicas del actuador. Se procedió a desconectar la barra de la válvula de control selectora. Por último se retiró el pasador que asegura la tuerca de castillo y se removió el perno de sujeción del vástago del actuador.

Figura 41

Proceso de remoción del actuador



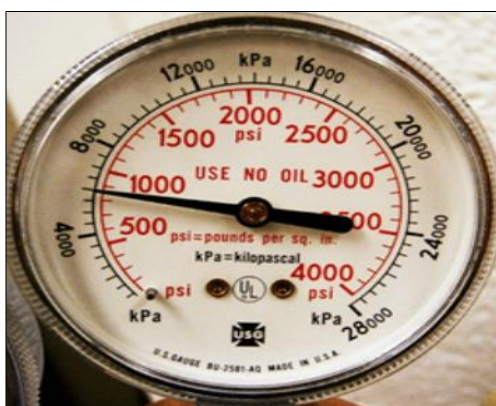
Nota. Proceso de remoción del actuador de acuerdo al manual de mantenimiento, ATA 32-50-11, página 401.

Inspección de fugas del actuador

Una vez removido el actuador, se procedió a inspeccionar visualmente la condición del mismo y a limpiar las partes que poseían impurezas.

Figura 42

Resultado del manómetro



Nota. Manómetro del banco de pruebas, marcando 800 psi para accionar el actuador

Se realizó la inspección por fugas del actuador, para este procedimiento se suministró hasta 800 psi presión con la que el actuador se extendió y se retractó.

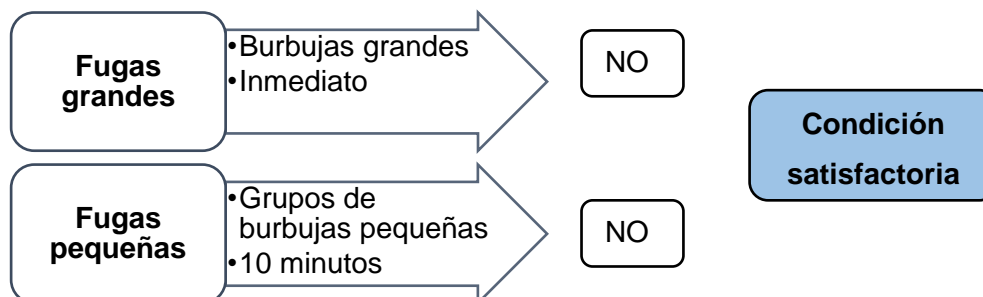
Figura 43*Inspección de fugas hidráulicas*

Nota. Inspección de fugas hidráulicas del actuador, instalado en el banco hidráulico.

Se mantuvo la presión en el actuador durante 5 minutos y se efectuó una inspección visual de acuerdo al manual de prácticas de mantenimiento el cual menciona que antes de realizar la inspección por fugas se debe tener muy en cuenta el uso del equipo de protección personal, como son overol, gafas, guantes.

Las comprobaciones de fugas se deben realizar utilizando un líquido para cubrir las partes a ser inspeccionadas llamado Sherlock. Este líquido debe ser aplicado en las conexiones del actuador y sobre el sello del vástago con el cilindro del actuador.

El ATA 20-10-354-201, página 2, literal B, numerales 2 y 3 menciona:

Figura 44*Comprobación de fugas*

Nota. Comprobación de fugas hidráulicas del actuador, utilizando el líquido Sherlock.

Una vez asegurándonos que no exista fugas en el actuador se realizó la limpieza del líquido comprobador de fugas y se procedió a instalar el actuador en la aeronave, siguiendo los pasos del manual de mantenimiento.

Análisis de costos

Los costos para la inspección de fugas del actuador del sistema de dirección del tren de nariz de la aeronave, proceso de mantenimiento del banco hidráulico, calibración de manómetros y tareas de mantenimiento adicionales, se dividieron en dos partes:

Costos primarios

- Materiales, equipos y herramientas

Tabla 4*Costos primarios*

Costos primarios			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
8 ea	Ruedas	8.50	68.00
1 gal	Pintura	20.00	20.00
4 gal	Tiñer	5.00	20.00
1 lt	Catalizador	5.00	5.00

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
5 ea	Lijas	1.00	5.00
15 ea	Letreros de seguridad	3.00	45.00
2 ea	Conector eléctrico	15.00	30.00
15 mtr	Cables	4.80	72.00
1 ea	Pelador de cables	15.00	15.00
4 ea	Taype	0.50	2.00
8 mt	Manguera negra para luz	1.00	8.00
1 ea	Sello de la bomba	7.00	7.00
1 ea	Calibración de manómetros		339.00
5 gal	Líquido hidráulico	16.00	80.00
1 ea	Cañería	35.00	35.00
2 ea	Acoples	18.00	36.00
Total			787.00

Nota. La tabla muestra los precios de todos los materiales, herramientas, repuestos y equipos utilizados para el mantenimiento del banco hidráulico.

Costos secundarios

- Documentación, requisitos y solicitudes para la universidad y logística.

Tabla 5

Costos secundarios

Costos secundarios			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
NA	Documentos, requisitos y solicitudes	\$20	\$20
NA	Transporte y alimentación	\$100	\$100
NA	Logística	\$80	\$80
Total			\$200

Nota. La tabla muestra los precios de toda la documentación y logística que se aplicó para realizar de la parte práctica de esta monografía.

Costo total del proyecto

- Costos primarios + costos secundarios

Tabla 6*Costos totales*

Costo total		
N°	Descripción	Valor total
1	Costos primarios	787.00
2	Costos secundarios	200.00
Total		987.00

Nota. La tabla muestra el costo total de la monografía.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Los diferentes manuales de mantenimiento y la documentación de la aeronave, contienen cada uno de los procedimientos técnicos para realizar una remoción, instalación e inspección del actuador del sistema de dirección del tren de nariz.
- El mantenimiento preventivo del banco de comprobación de circuitos hidráulicos del laboratorio de mecánica básica resultó satisfactorio, permaneciendo en condiciones operativas para las prácticas de los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.
- La comprobación e inspección por fugas del actuador del sistema de dirección del tren de nariz se desarrolló de acuerdo a cada proceso del manual de mantenimiento, dando como resultado una presión de 3000 psi con la que el sistema opera normalmente y por ende en el actuador no se detectó fugas hidráulicas.

Recomendaciones

- Las inspecciones, remociones, instalaciones y todo tipo de tareas de mantenimiento debe realizarse siguiendo paso a paso toda la documentación de la aeronave, ya que así nos guiaremos durante todos los procedimientos y así no cometer ningún error.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo para todas las aeronaves, equipos y herramientas de los laboratorios de tal manera que los mismos se mantengan en buenas condiciones.
- Implementar un área de trabajo, para realizar las tareas de mantenimiento de las aeronaves que garantice la seguridad de los estudiantes y salvaguarde las aeronaves.

Glosario de términos

Actuador: Componente que convierte las señales eléctricas en movimiento mecánico u otras variables físicas, como la presión o la temperatura, y por lo tanto juegan un papel activo en los sistemas de control.

Bombas hidráulicas: Aparato que aprovecha la energía cinética del caudal del agua para mover parte del líquido a un nivel superior.

Calibración: Examinar con atención cierta cosa no material para determinar sus dimensiones o su justa medida.

Chequeo operacional: Tarea para determinar si un elemento cumple su propósito.

Fluido hidráulico: Líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

Inspección: Análisis de los diferentes componentes de una aeronave, comerciales y militares, con el fin de determinar su correcto estado de funcionamiento de acuerdo a las directrices indicadas por el organismo oficial competente.

Inspección visual: Método no destructivo más utilizado en todas las industrias de fabricación de materiales.

Manómetro: Herramienta ampliamente utilizadas, para conocer datos precisos sobre la presión de determinados fluidos.

Mantenimiento preventivo: Actividades de mantenimiento que no requieren reparación, reemplazo o ensamblaje de un componente complejo de la aeronave.

Presión: Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

Steering: Componente que brinda dirección a una aeronave en tierra, para controlar sus neumáticos delanteros.

Válvulas de retención: Se usa para controlar la dirección de movimiento de un cilindro de accionamiento hidráulico o dispositivo similar.

Válvula shut off: Son válvulas usadas para cerrar el flujo de fluido a un sistema o componente en particular.

Viscosidad: Propiedad importante de los líquidos que describe la resistencia del líquido al flujo y está relacionada con la fricción interna en el líquido.

Referencias bibliográficas

- Ackert, M. S. P. (2010). *Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers*. 23.
- Aircraft Inspection (Part One)*. (2017). <https://www.flight-mechanic.com/aircraft-inspection-part-one/>
- América, N. L. (2017, agosto 25). Inspecciones de confiabilidad a sistemas hidráulicos. *Noria Latín América*. <https://noria.mx/lublearn/diez-inspecciones-de-confiabilidad-que-probablemente-esta-haciendo-sus-sistemas-hidraulicos/>
- Cuenca, H. (2019). *TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES*. 108.
- EL UNIVERSO. (2004, Septiembre 10). *El avión de Fernández, para uso de autoridades*. El Universo. <https://www.eluniverso.com/2004/09/10/0001/12/9B6B49B372A14C35B7C5A5DAAA01E971.html>
- Ensayos no destructivos aplicados a la aeronáutica. (2018, Noviembre 8). *SCI*. <https://scisa.es/ensayos-no-destructivos-aeronautica/>
- FAA. (1988). *ACCEPTABLE METHODS, TECHNIQUES AND PRACTICES AIRCRAFT INSPECTION AND REPAIR*.
- Gallardo, K. (2018). *Desmontaje y montaje del motor y ala izquierda del avión HAWKER SIDDELEY 125-400 con matrícula XB-ILD para su traslado del Ala de transporte N° 11 hasta el Campus de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE*.
- Golpe, A. (2013). *Hawker 125-400*. <http://www.amilarg.com.ar/hawker-125-400.html>
- Gutiérrez, F. G., & Gutiérrez, Á. M. G. (2016). *Sistemas de Aeronaves de Turbina: Tomo I*. NoBooks Editorial.
- Industrial J. S. (2020, julio 22). Manómetros. *JS INDUSTRIAL PERÚ*. <https://www.jsindustrial.com.pe/manometros/>

Inspecciones de confiabilidad a sistemas hidráulicos. (s. f.). *Noria Latín América*. Recuperado 10 de agosto de 2022, de <https://noria.mx/lublearn/diez-inspecciones-de-confiabilidad-que-probablemente-esta-haciendo-sus-sistemas-hidraulicos/>

Raytheon Aircraft Company. (2003). *Aircraft Maintenance Manual—ATA 32 Sistema de trenes de aterrizaje* (Vol. 2). Member of gama.

Veliz, J. L. (2015). *ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA UN BANCO DE COMPROBACIÓN DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA MECÁNICA AERONÁUTICA.*

ANEXOS