



**“Inspección de 1200 horas o 4 años del rotor principal según el MPM 05-50-19a de
la aeronave Agusta 109-K2”**

Ichau Guaman, Willian Eduardo

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica
Aeronáutica

Ing. Muñoz Grandes, Milton Stalin

25 de mayo de 2023



Latacunga

Reporte de verificación de contenido

Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA WILLIAN ICHAU3.pdf (D167946670)
Submitted	5/22/2023 11:33:00 PM
Submitted by	Juan Carlos Altamirano
Submitter email	jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	jc.altamiranoc_uta@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS EVELYN GUAMANGALLO QUIMBITA.pdf Document TESIS EVELYN GUAMANGALLO QUIMBITA.pdf (D62783706)	 8
W	URL: https://elmercurio.com.ec/2020/11/05/sabe-como-vuela-un-helicoptero-conozca-mas-detalles-sobre... Fetched: 5/24/2023 5:56:00 AM	 5

Entire Document

1 Carátula "INSPECCIÓN DE 1200 HORAS O 4 AÑOS DEL ROTOR PRINCIPAL SEGÚN EL MPM 05-50-19A DE LA AERONAVE AGUSTA A109-K2." Ichau Guaman, Willian Eduardo
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica Monografía previa a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Aeronáutica Ing. Milton Stalin, Muñoz Grandes Latacunga, 15 de mayo de 2023

2 Certificación Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica Certificación Certifico que el trabajo de titulación: "INSPECCIÓN DE 1200 HORAS O 4 AÑOS DEL ROTOR PRINCIPAL SEGÚN EL MPM 05-50-19A DE LA AERONAVE AGUSTA A109-K2" fue realizado por el señor ICHAU GUAMAN WILLIAN EDUARDO ; 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:

83%

MATCHING BLOCK 1/13

SA

TESIS EVELYN GUAMANGALLO QUIMBITA.pdf
(D62783706)

razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente. Latacunga, 15 de mayo del 2013

Firma: Ing. Milton Stalin, Muñoz Grandes C. C.
3 Reporte de verificación de contenido





Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Certificación

Certifico que la monografía : **“Inspección de 1200 horas o 4 años del rotor principal según el MPM 05-50-19a de la aeronave Agusta A109-k2”** fue realizado por el señor **Ichau Guaman, Willian Eduardo**; la mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada 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, 25 de mayo del 2013

Firma:

Ing. Muñoz Grandes, Milton Stalin

C. C: 0502445547



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Ichau Guamán, Willian Eduardo**, con cédula de ciudadanía N° 175203061-7, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía : **Inspección de 1200 horas o 4 años del rotor principal según el MPM 05-50-19a de la aeronave Agusta A109-K2** 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, 25 de mayo del 2023

Firma

Ichau Guaman, Willian Eduardo

C.C.: 175203061-7



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Autorización de Publicación

Yo **Ichau Guaman, Willian Eduardo**, con cédula de ciudadanía N° 175203061-7, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Inspección de 1200 horas o 4 años del rotor principal según el MPM 05-50-19a de la aeronave Agusta A109-K2** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 25 de mayo del 2023

Firma

.....
Ichau Guaman, Willian Eduardo

C.C.: 1752030617

Dedicatoria

Con gran emoción y agradecimiento, quiero dedicar mi tesis a ustedes, que han sido una fuente de inspiración, apoyo y motivación a lo largo de todo este proceso.

A mi familia, por su amor incondicional, paciencia y comprensión en los momentos en que mi dedicación a este trabajo requería más tiempo y esfuerzo. Gracias por ser mi roca y mi refugio en los momentos difíciles.

A mis amigos y compañeros de estudio, por su amistad, consejos y por compartir conmigo momentos de alegría y de estrés. Gracias por animarme a seguir adelante y por creer en mí.

A mis profesores y tutores, por su orientación, guía y conocimientos transmitidos, que me han permitido crecer académicamente y desarrollarme como persona. Gracias por su dedicación y compromiso con mi formación. A todos los que de alguna forma han contribuido a que este logro sea posible, les doy las gracias. Espero que mi trabajo sea una pequeña contribución para la sociedad y que pueda devolverles en parte todo lo que me han dado.

Con todo mi cariño y gratitud,

Ichau Guaman, Wilian Eduardo

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de alguna manera a la realización de esta tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a los técnicos de mantenimiento de la empresa Aeromaster, por su guía, apoyo y sabios consejos a lo largo de todo el proceso de investigación. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para el éxito de este trabajo, y siempre estaré agradecido por su dedicación y compromiso

Agradezco también a mis compañeros de clase, quienes me acompañaron en este camino con su amistad, su colaboración y su ánimo en momentos de dificultad.

No puedo dejar de agradecer a mi familia, quienes siempre me brindaron su amor, apoyo y paciencia, especialmente en los momentos en que este trabajo demandó más tiempo y dedicación.

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo, ya sea brindando información valiosa, facilitando el acceso a los recursos necesarios o simplemente ofreciendo su ayuda desinteresada. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo, y espero que pueda ser de alguna manera útil para la sociedad y para la comunidad científica.

Con todo mi cariño y gratitud,

Ichau Guaman, Wilian Eduardo

ÍNDICE CONTENIDOS

Carátula	1
Certificación	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice contenidos	8
Índice de figuras	13
Resumen.....	17
Abstract	18
Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación.....	19
Antecedentes	19
Planteamiento del problema.	20
Justificación e Importancia.....	20
Objetivos	21
<i>Objetivo general</i>	21
<i>Objetivos específicos</i>	21
Alcance.....	22
Capítulo II: Marco Teórico	23
Reseñas históricas	23

<i>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE</i>	23
<i>Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica</i>	23
<i>Empresa Aeromaster</i>	24
<i>Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito(Ecuador)</i>	24
Helicóptero	25
<i>Historia del helicóptero</i>	25
<i>Que es un helicóptero</i>	27
<i>Como vuela un helicóptero</i>	27
<i>Partes principales de un helicóptero</i>	27
Historia del helicóptero Agusta 109k2	28
Historia del helicóptero agusta A109K2 (HC-CRE)	30
Dimensiones	32
Fuselaje	33
<i>El fuselaje delantero</i>	33
<i>Fuselaje superior</i>	33
Características generales	35
Sistemas del helicóptero A109k2	36
<i>Sistemas de Combustible</i>	36
<i>Sistemas de controles de vuelo</i>	37
<i>Sistema eléctrico</i>	37
<i>El sistema de generación de C.A.:</i>	38

<i>El sistema de generación de C.C.:</i>	38
Motores	39
Tipos de rotor	40
<i>Articulado</i>	40
<i>Rígido (sin articulaciones)</i>	41
<i>Semirrígido</i>	41
Rotor principal	42
<i>Palas del rotor principal</i>	43
<i>Cabeza del rotor principal</i>	44
Rotor de cola	44
<i>Palas rotor de cola</i>	45
<i>Cabeza del rotor de cola</i>	45
Vibraciones del rotor	45
Mantenimiento aeronáutico	46
Tipos de mantenimiento aeronáutico	46
<i>Mantenimiento preventivo</i>	46
<i>Mantenimiento correctivo</i>	46
<i>Mantenimiento restaurativo</i>	47
<i>Límite de Tiempo (Hard Time)</i>	48
Tipos de inspecciones	48
<i>Inspecciones programadas</i>	48

<i>Inspección diaria</i>	48
<i>Inspecciones complementarias</i>	49
<i>Inspecciones periódicas</i>	49
<i>Inspección mayor</i>	49
<i>Inspecciones no programadas</i>	50
<i>Inspecciones eventuales o especiales</i>	50
<i>Inspecciones a consecuencias de incidentes</i>	50
<i>Inspecciones de los equipos opcionales</i>	50
<i>Ensayo de materiales (N.D.I.)</i>	51
Documentación para el mantenimiento técnico.....	51
<i>Documentación Operacional</i>	52
<i>Documentación Técnica</i>	52
Corrosión.....	54
Tipos de corrosión.....	55
<i>Corrosión uniforme</i>	55
<i>Corrosión galvánica:</i>	55
<i>Corrosión por picaduras:</i>	56
<i>Corrosión intergranular:</i>	56
<i>Corrosión por fatiga</i>	57
Capítulo III: Desarrollo del tema.....	58
Preliminares.....	58

Información técnica	58
Herramientas especiales	59
<i>Condiciones requeridas</i>	60
Desmontaje de las palas	61
Desmontaje de la cabeza del rotor principal.....	63
Desmontaje de los amortiguadores del rotor principal.....	66
Clasificación de cada componente por colores	66
Desmontaje de los sellos de agarre (Grip Seal).....	67
Desmontaje de los rodamientos de los grips seal	69
Desmontaje de los sellos de los grips seal.....	71
Instalación de los sellos de los grip seal	71
Instalación de los grip seal al rotor principal.....	73
Lubricación de los grip seal.....	74
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	76
Conclusiones	76
Recomendaciones	77
Glosario	78
Bibliografía	80
Anexos.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Antigua ESPE</i>	23
Figura 2 <i>Historia del helicóptero</i>	25
Figura 3 <i>Primer modelo exitoso</i>	26
Figura 4 <i>Helicóptero A109</i>	29
Figura 5 <i>Helicóptero Agusta 109k2</i>	30
Figura 6 <i>Helicóptero de los bomberos</i>	31
Figura 7 <i>Dimensiones del helicóptero A109 k2</i>	32
Figura 8 <i>Fuselaje del helicóptero A109k2</i>	34
Figura 9 <i>Características generales del helicóptero A109k2</i>	35
Figura 10 <i>Motores Turbomeca Arriel 1K1</i>	40
Figura 11 <i>Rotor articulado</i>	40
Figura 12 <i>Rotor rígido</i>	41
Figura 13 <i>Rotor semirrígido</i>	42
Figura 14 <i>Rotor principal</i>	43
Figura 15 <i>Rotor de cola del helicóptero A109 K2</i>	44
Figura 16 <i>Mantenimiento restaurativo</i>	47
Figura 17 <i>Ensayos de materiales (N.D.I.)</i>	51
Figura 18 <i>IPC del helicóptero A109k2</i>	53
Figura 19 <i>Corrosión uniforme</i>	55
Figura 20 <i>Corrosión galvánica</i>	56
Figura 21 <i>Corrosión por picaduras</i>	56

Figura 22 <i>Corrosión intergranular</i>	56
Figura 23 <i>Corrosión por fatiga</i>	57
Figura 24 <i>Información técnica</i>	59
Figura 25 <i>Helicóptero seguro para mantenimiento</i>	60
Figura 26 <i>Panales de acceso desmontado</i>	61
Figura 27 <i>Desmontaje de las palas</i>	62
Figura 28 <i>Instalación de la herramienta especial</i>	62
Figura 29 <i>Rotor principal sin palas</i>	63
Figura 30 <i>Desmontaje de la cabeza del rotor principal_1</i>	63
Figura 31 <i>Desmontaje de la cabeza del rotor principal_2</i>	64
Figura 32 <i>Desmontaje de la cabeza del rotor principal_3</i>	64
Figura 33 <i>Desmontaje de la cabeza del rotor principal_4</i>	65
Figura 34 <i>Desmontaje de la cabeza del rotor principal_5</i>	65
Figura 35 <i>Preparación del área del trabajo</i>	65
Figura 36 <i>Desmontaje del amortiguador del rotor principal</i>	66
Figura 37 <i>Orden de los componentes según los colores</i>	67
Figura 38 <i>Desmontaje de los grip seal</i>	68
Figura 39 <i>Limpieza de los grips seal _1</i>	68
Figura 40 <i>Limpieza de los grips seal _2</i>	69
Figura 41 <i>Desmontaje de los rodamientos_1</i>	69
Figura 42 <i>Desmontaje de los rodamientos_2</i>	70

Figura 43 <i>Corrosión del rodamiento</i>	70
Figura 44 <i>Desmontaje de los sellos de los grips seal</i>	71
Figura 45 <i>Instalación de los sellos en los grip seal_1</i>	72
Figura 46 <i>Instalación de los sellos en los grip seal_2</i>	72
Figura 47 <i>Instalación de los sellos en los grip seal_2</i>	73
Figura 48 <i>Instalación de los grip seal al rotor principal</i>	73
Figura 49 <i>Lubricación de los grip seal</i>	74
Figura 50 <i>Instalación de rotor al fuselaje</i>	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características del rotor principal</i>	36
Tabla 2 <i>Herramientas especiales</i>	60

Resumen

Este trabajo de titulación contiene información sobre una inspección de 1200 horas al rotor principal del helicóptero A109 K2, según las tareas de mantenimiento aplicables a la aeronave, perteneciente a la empresa Aeromaster. El mantenimiento aeronáutico juega un papel muy importante en el sector de la aviación, ya que es fundamental cumplir con especificaciones estrictas para garantizar la seguridad de la aeronave y sus sistemas. A través de la recopilación de información técnica, se pueden explicar los procedimientos necesarios para inspeccionar el rotor principal de acuerdo con el manual de mantenimiento del helicóptero, al ATA 62, siguiendo cada paso como indica en el manual y verificando las condiciones de los componentes de acuerdo al manual de reparaciones estructurales. Una vez realizado todo lo anterior, se deben realizar pruebas funcionales para verificar el correcto funcionamiento del sistema. Al realizar un mantenimiento adecuado al rotor principal, el helicóptero estará en condiciones de funcionar para que pueda seguir volando con la compañía. Además, para llevar a cabo el proyecto, se cuenta con herramientas, equipos de apoyo y documentos técnicos necesarios para realizar el trabajo de inspección de manera óptimas y seguras para un correcto funcionamiento de la aeronave. Dando en operable el helicóptero.

Palabras clave: helicóptero A109 K2, Rotor principal, Mantenimiento aeronáutico, Inspección de 1200horas.

Abstract

This degree work contains information on a 1200-hour inspection of the main rotor of the A109 K2 helicopter, according to the maintenance tasks applicable to the aircraft, belonging to the Aeromaster company. Aeronautical maintenance plays a very important role in the aviation sector, as it is essential to comply with strict specifications to ensure the safety of the aircraft and its systems. Through the collection of technical information, it is possible to explain the necessary procedures to inspect the main rotor according to the helicopter maintenance manual, to the ATA 62, following each step as indicated in the manual and verifying the condition of the components according to the structural repair manual. Once all of the above is completed, functional tests should be performed to verify the correct operation of the system. By properly maintaining the main rotor, the helicopter will be in working condition so that it can continue flying with the company. In addition, to carry out the project, we have the necessary tools, support equipment and technical documents to perform the inspection work in an optimal and safe manner for the correct operation of the aircraft. Making the helicopter operable.

Key words: A109 K2 helicopter, Main rotor, Aeronautical maintenance, 1200 hours inspection.

Capítulo I

Planteamiento del problema de investigación

Antecedentes

La dirección de aviación de bomberos está dedicada a brindar servicios de atención de siniestro e incidencias medicas suscitadas en el distrito metropolitano de Quito, cuenta con un helicóptero “Agusta A109-K2” que se encuentra equipado con 2 turbina marca Arriel 1K1, para vuelos de gran altura y altas temperaturas, de igual manera cuenta con gancho para línea larga (Bambi Buket), grúa de rescate, capacidad para el trasporte de dos heridos en camilla y paramédico.

Un rotor es la parte rotativa de un helicóptero que genera la sustentación aerodinámica. El rotor full articulado utiliza articulaciones para reducir los esfuerzos a los que se ven sometidas las palas y que pueden transmitirse indebidamente a la cabeza del rotor. Son sistemas de rotor con cuatro palas en los que se emplean articulaciones para el batimiento, el paso y el arrastre.

La inspección no programada vendría a cabo por una fuga de grasa que se inspecciona siempre en cada vuelo, de igual manera se observó juego en un pitch change links debido a las altas vibraciones que genera el rotor suelen afectar a los accesorios, con ellos se determinó realizar una orden de trabajo y llevarlo a mantenimiento a la empresa “Aeromaster” que es certificado para dichos trabajos, además disponen de las herramientas y técnicos calificados permitiendo garantizar el correcto cumplimiento de los trabajos acorde a las normas que se encuentran estipuladas en las órdenes técnicas emitidas por el fabricante.

Planteamiento del problema

Para la operación de una aeronave es ineludible que se encuentre en óptimas condiciones y por ello se realizan las inspecciones programadas que en este caso fue de 1200 horas donde se encontró fallas en el rotor principal, se observó una fuga de grasa cuando la aeronave venia de vuelo, así que en la inspección se llegó a la conclusión que los Hub Grips estaban desgastados permitiendo la fuga de grasa a las palas.

Continuando con la inspección se percató una falla en los Pitch Change Links que su función principal es el cambio de paso de las palas, lo cual se analizó y resulto tener un juego de 0.8 mm, y el manual de mantenimiento nos establece que si tiene más de 0.5mm de juego, inmediatamente remplazar el componente.

La causa de estas fallas es principalmente por las vibraciones que causa el rotor principal, como en el manual de mantenimiento nos indica, que se minimice a un valor aceptable las vibraciones porque generan grandes fatigas a los componentes provocando su corta duración y de igual manera siendo muy riesgoso para tener una buena aeronavegabilidad

Justificación e Importancia

El proyecto técnico beneficiará a la empresa Aeromaster y a los técnicos que realizan el mantenimiento del rotor principal del helicóptero A109K2 de acuerdo a la documentación técnica para determinar si existe alguna anomalía en su funcionamiento y si existe algún desgaste en sus componentes. Además de prolongar la vida útil, el material en el que se encuentra el rotor principal.

Permitirá el mantenimiento adecuado del rotor principal, lo que brindará la facilidad de identificar los procedimientos que se deben utilizar en un área en particular, brindando así un mantenimiento adecuado además de seguir los procedimientos de inspección correctos, de manera que permitirá la realización de cualquier tarea de mantenimiento, mantener la seguridad operativa de la tripulación y el helicóptero.

El proyecto es factible porque cuenta con documentación técnica actualizada para realizar inspecciones, cuenta con amplias instalaciones en buen estado, todas las herramientas necesarias otorgadas por la empresa para dar un buen mantenimiento, además cuentan con helicópteros técnicos capacitados A109K2.

Objetivos

Objetivo general

Inspección de 1200 horas o 4 años del rotor principal según el MPM 05-50-19a de la aeronave AGUSTA A109-K2 perteneciente a la Dirección de Aviación de los Bomberos (DAB) en la empresa AEROMASTER en la ciudad de Quito.

Objetivos específicos

- Buscar información técnica necesaria para la inspección del rotor principal según el manual de mantenimiento del helicóptero A109k2
- Realizar la inspección al rotor principal según las especificaciones del fabricante.
- Detallar los procedimientos necesarios para realizar la inspección rotor principal, en base a la documentación técnica, para afianzar la práctica y conocimientos adquiridos
- Realizar pruebas pertinentes al rotor principal una vez que se ha realizado la inspección de 1200 horas, siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento y la directiva de aeronavegabilidad, para establecer que la aeronave este en óptimas condiciones

Alcance

Este proyecto se encuentra en el ámbito de la operación del helicóptero A109K2, personal de mantenimiento de la empresa Aeromaster, y tiene como objetivo fortalecer los conocimientos clave que debe tener un mecánico u operador al momento de realizar las inspecciones del rotor principal, para lo cual es necesario utilizar los conocimientos técnicos actualizados. Documentos emitidos por la operación del fabricante, también es inevitable tomar las debidas precauciones y el equipo adecuado durante la realización de las operaciones, de modo que se pueda optimizar el mantenimiento de la aeronave.

En este proyecto El personal de mantenimiento de la empresa Aeromaster actualiza y fortalece los conocimientos de la inspección del rotor principal mediante la operación del helicóptero A109K2, con toda la documentación técnica de la aeronave emitida por el fabricante (SB) y de la ACC (AD's) así como el uso del manual de mantenimiento.

Capítulo II

Marco Teórico

Reseñas históricas

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE tiene su origen cuando el 16 de junio de 1922 se crea la «Escuela de Oficiales de Ingenieros», mediante Decreto del presidente de la República, Dr. José Luis Tamayo, publicado en el Registro Oficial 521; en vista de la necesidad de tecnificar los mandos en las especialidades de ingeniería y artillería el 22 de octubre de 1936, durante la Presidencia de Federico Páez, se cambia el nombre por «Escuela de Artillería e Ingenieros». Al ampliar su pensum académico y nivelarlo con las demás universidades ecuatorianas, en 1948 se la denominó Escuela Técnica de Ingenieros. Ante la crisis universitaria del país y las necesidades de las Fuerzas Armadas, en 1972 el Gral. Guillermo Rodríguez Lara, presidente de la República abre las puertas para que ingresen estudiantes civiles(ESPE, 2022).

Figura 1

Antigua ESPE



Nota. Historia de la universidad de las fuerzas armadas ESPE. Tomada de (ESPE).

Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Cabe mencionar que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico–ITSA, una Institución de Educación Superior, fue creada el 08 de noviembre de 1999 y reconocido por el CONESUP

el 22 de septiembre del año 2000, desde aquel momento el Instituto brindó sus servicios educativos superiores a la juventud del país con carreras innovadoras únicas, ofreciendo nuevos campos laborales en la industria aeronáutica y en la industria en general (Urbano Muñoz, 2018).

A partir de julio del 2014 Unidad de Gestión de Tecnologías tiene el privilegio de ser la única escuela técnicos de mantenimiento aeronáuticos en el país, certificado por la Dirección General de Aviación Civil bajo la parte 147 de la RDAC permiso destinado al perfeccionamiento de habilidades y destrezas de los estudiantes en este ámbito. (Urbano Muñoz, 2018).

Empresa Aeromaster

Aeromaster Airways nace en el año 1989 de la visión y pasión por la industria de la aviación de una pareja de empresarios quienes se propusieron dotar del mejor soporte aéreo helitransportado a las actividades de explotación petrolera que se llevaban a cabo en la Región Amazónica por aquel entonces. El sueño de estos emprendedores de la aviación ha ido consolidándose a través de los años. Los helicópteros, aviones, y servicios de taller aeronáutico especializado de la compañía han jugado un rol destacado en proyectos claves para el Desarrollo Nacional. La calidez en el servicio, y la excelencia en la operación, mantenimiento, y actividades de apoyo aeronáutico se han convertido en un sello distintivo de nuestra organización en el país y en el extranjero. Actualmente, miramos al futuro con optimismo, y nos encontramos desarrollando capacidades adicionales que nos permitirán innovar y mantenernos a la vanguardia tecnológica para liderar a la Industria Aeronáutica Ecuatoriana hacia una mayor competitividad y reconocimiento en la región (*Quiénes Somos – Aeromaster*).

Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito(Ecuador)

El Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, presento su primera unidad aérea para la atención de emergencias. Desde marzo del 2017, nuestro helicóptero modelo

“Agusta A109-K2”, tiene el objetivo de potenciar la atención de siniestros e incidencias médicas suscitadas en el Distrito Metropolitano de Quito(*Aviación de Bomberos – Bomberos Quito*).

La adquisición de la aeronave se inició con la necesidad de dotar a la ciudad de Quito y al país, de un helicóptero especializado para la atención de emergencias. Capaz de operar en las condiciones de altura y temperatura del Distrito y brindar seguridad a los pilotos y personas a bordo, para realizar operaciones oportunas y efectivas durante la atención de siniestros e incidentes médicos(*Aviación de Bomberos – Bomberos Quito*).

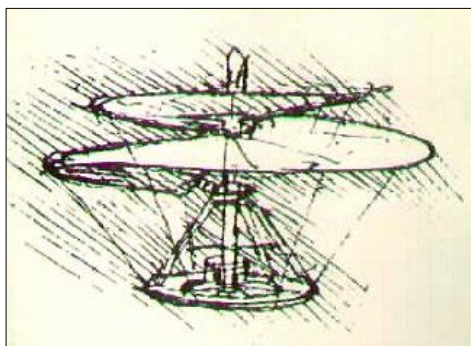
Helicóptero

Historia del helicóptero

Se cuenta que en la antigua China había un juguete que se accionaba a mano, al que a veces se llamaba “trompo volador” y que se elevaba al tiempo que giraba rápidamente. Pero lo más probable es que la primera persona que contempló la posibilidad de un helicóptero con suficiente potencia como para transportar a un ser humano, y que de hecho experimentó con modelos diseñados por él, fue el artista, ingeniero y arquitecto italiano del siglo XV Leonardo da Vinci, quien hacia el año 1500 hizo dibujos donde se ve un artefacto volador con un rotor helicoidal. Leonardo había pensado usar la fuerza muscular para mover el rotor, pero esta energía nunca habría sido suficiente para poner en funcionamiento un helicóptero de este tipo(Gomez, 2010).

Figura 2

Historia del helicóptero



Nota. Primer helicóptero o llamado también como “trompo volador”. Tomado de (Leonardo da Vinci, 2011).

El padre de los helicópteros es conocido como Igor Sikorsky. No fue la primera persona en diseñar el helicóptero, pero fue la primera persona en diseñar uno que podía volar exitosamente varios años después. En Rusia, Sikorsky trabajó en modelos de helicópteros para el ejército ruso y americano. Llamó a su primer modelo el VS-300 y fue el primer helicóptero de un solo rotor.(Inventos Históricos, 2023).

Figura 3

Primer modelo exitoso



Nota. Sikorsky en diseñar el primer helicóptero sustentable. Tomado de (Inventos Históricos, 2023).

Más allá del hecho de que el helicóptero de Sikorsky podía volar, su helicóptero podía maniobrar de arriba abajo, a los lados y más. Sikorsky nunca estuvo completamente satisfecho con su trabajo, y continuó mejorándolo y surgió un nuevo modelo que volaba exitosamente, pero sin la idea de estos tres hombres, y la idea original de Da Vinci, el helicóptero nunca hubiera podido tocar los cielos(Inventos Históricos, 2023).

Que es un helicóptero

Aerodino que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales(Aviación civil, 2019).

Un helicóptero es un tipo de aeronave sumamente popular que se caracteriza y distingue porque está sustentada y es impulsada a partir de uno o más rotores horizontales. El rotor está compuesto por dos o más palas y es aquella parte rotativa de la aeronave que permite la sustentación aerodinámica de la nave. Cabe destacar, que podremos encontrarnos con el rotor principal, el cual aparece montado en un mástil en la parte superior del helicóptero y el rotor de cola, que consiste en una hélice aplicada sobre el larguero de cola del helicóptero(Ucha Florencia, 2012).

Como vuela un helicóptero

Es importante considerar que, sobre un helicóptero, al igual que en una aeronave de ala fija (avión), actúan 4 fuerzas fundamentales durante el vuelo: peso, sustentación, empuje y arrastre. El peso es la fuerza con la que la tierra atrae el helicóptero hacia abajo, la sustentación es la fuerza que levanta al helicóptero, es decir, la fuerza que se opone al peso y le permite volar, el empuje es la fuerza que mueve el helicóptero hacia adelante y el arrastre es la fuerza que se opone al movimiento del helicóptero. La gran diferencia entre una aeronave de ala fija (avión) y una aeronave de ala rotatoria (helicóptero) es la forma como se generan las fuerzas de sustentación y empuje(CMV, 2020).

En el avión, la sustentación se genera por las alas, cuando éste avanza a través del aire; mientras que el empuje es generado por el motor. En un helicóptero, el rotor principal es el que produce la fuerza de sustentación y a la vez, la fuerza de empuje(CMV, 2020).

Partes principales de un helicóptero

- **Palas del rotor:** parte del aparato principal que garantiza la propulsión y la sustentación del helicóptero(CMV, 2020).

- **Rotor principal:** parte central del aparato principal que garantiza la propulsión y la sustentación del helicóptero(CMV, 2020).
- **Cabina de mando:** cubículo reservado para el manejo del aparato.(CMV, 2020).
- **Palancas de mando:** mando de control del helicóptero CÍCLICO Y COLECTIVO(CMV, 2020).
- **Pedal del timón de mando:** mando del timón de dirección accionado por el pie.(CMV, 2020).
- **Patín de aterrizaje:** dispositivo metálico de soporte.
- **Cola:** parte trasera y estrecha del fuselaje(CMV, 2020).
- **Estabilizadores vertical y horizontal:** partes de la aeronave que evitan la desviación de la misma(CMV, 2020).
- **Rotor antipar:** aparato auxiliar que garantiza la sustentación y la propulsión del helicóptero(CMV, 2020).

Historia del helicóptero Agusta 109k2

A finales de la década de 1960, Agusta diseñó el helicóptero A109 originalmente como un helicóptero comercial monomotor. Sin embargo, pronto se dio cuenta de que se necesitaba un diseño de dos motores y fue rediseñado en 1969 con dos motores turboeje el Allison 250-C14. Una versión militar proyectada (el A109B) se consideró desde el principio, pero Agusta inicialmente decidió no perseguir el desarrollo inmediato, sino que se concentró en la versión A109C de ocho asientos. El primero de los tres prototipos realizó su primer vuelo el 4 de agosto de 1971

Figura 4

Helicóptero A109



Nota: El gráfico muestra el helicóptero A109, diseñado a finales de la década de 1960 tomada (AIRGWAYS, 2021).

En 1976, comenzaron las entregas de la producción A109 a los clientes. Las ventajas sobre el Bell 206 líder del mercado en ese momento eran la velocidad superior del A109, la redundancia de dos motores y una mayor capacidad de asientos. En 1975, Agusta volvió a la posibilidad de una versión militar, por lo que se llevaron a cabo una serie de pruebas entre 1976 y 1977 utilizando un total de cinco A109A equipados con misiles TOW construidos por Hughes Aircraft. De este programa surgieron dos versiones militares, una destinada a misiones de ataque ligero / apoyo cercano y la otra a operaciones a bordo (Crawford, 2003)

Las versiones civiles mejoradas siguieron rápidamente desde el modelo de producción inicial; en 1981, se puso a disposición de los operadores un A109A Mk2 con cabina ensanchada. En 1993, el A109 K2 se introdujo utilizando un nuevo motor, un par de motores Turbomeca Arriel 1K1 ; esto fue seguido por el A109 Power , muy similar al K2 excepto por el uso de motores Pratt & Whitney Canada PW206 en 1996 (Crawford, 2003).

Figura 5*Helicóptero Agusta 109k2*

Nota. El gráfico muestra la aeronave A109 K2, saliendo al mercado en 1993. Tomado de (Agusta A109k II, 2015).

El Agusta A109 pasó a llamarse AW109 tras la fusión en julio de 2000 de Finmeccanica SpA y las respectivas filiales de helicópteros Agusta y Westland Helicopters de GKN plc para formar AgustaWestland. En febrero de 2014, AgustaWestland reveló que estaba desarrollando el AW109 Trekker, una variante actualizada del AW109. Está equipado con tren de aterrizaje deslizante (el primer helicóptero bimotor de AgustaWestland en tener esta característica) y está propulsado por un par de motores Pratt & Whitney Canadá PW207C equipados con FADE (Crawford, 2003).

Historia del helicóptero agusta A109K2 (HC-CRE)

Previamente perteneciente a la empresa ecuatoriana Aeromaster S.A y matriculado como HC-CRE, este helicóptero fue fabricado en 1998 con especificaciones exclusivas para la conocida empresa de rescate suiza Rega, la cual opera en uno de los entornos más complejos para realización de búsqueda y rescate, los propios Alpes suizos y en Liechtenstein, donde las

condiciones de altura y clima frío llevan al límite las capacidades de las aeronaves que ahí rescatan cientos de personas anualmente.

Dentro de este contexto y tomando en cuenta las necesidades de la institución y la complejidad geográfica de Ecuador, este helicóptero cuenta con todos los equipos y características necesarias para llevar tareas similares en Quito y también de apoyo en el país. Las misiones que le han sido designadas inicialmente al personal calificado para la operación de este AW109 son: búsqueda y rescate, traslado de personal médico e institucional, traslado médico y combate contra incendios.

Figura 6

Helicóptero de los bomberos



Nota. En la figura se muestra el helicóptero de los bomberos de Quito. Tomado de (*Aviación de Bomberos – Bomberos Quito*).

Para este último punto, los pilotos realizarán su entrenamiento en el uso y operación del conocido bambi bucket en México, prioridad para los Bomberos de Quito ante la próxima temporada de verano en la ciudad. Las operaciones de este helicóptero se realizarán desde su nueva base, ubicada en el norte de Quito, en lo que anteriormente era el Antiguo Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito y donde operaban en ese entonces los bomberos aeronáuticos, ahora

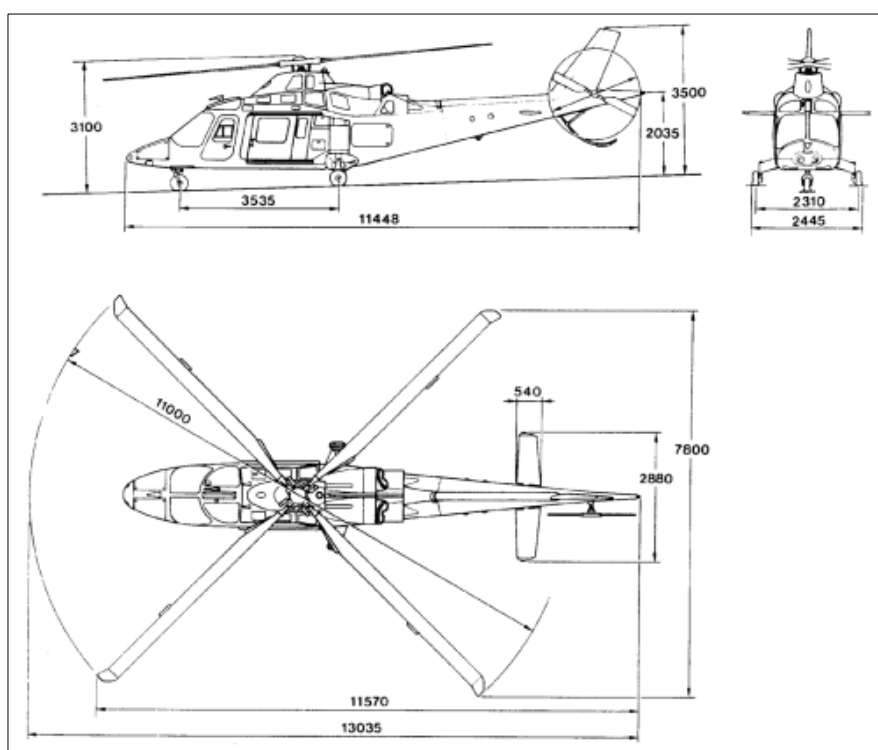
una nueva base de bomberos civiles, que agregan a sus servicios esta aeronave que espera servir diariamente a los quiteños, para lo que se ha adecuado un helipuerto, recarga directa de combustible y hangar para mantenimiento, que será realizado por Aeromaster como parte del convenio entre ambas instituciones.

Dimensiones

El helicóptero presenta un rotor principal de cuatro palas articulado, lo cual ofrece el sistema de rotor una potencia alta de control, de igual manera una alta acción de los amortiguadores. La figura, se observa las principales dimensiones del helicóptero representada en milímetros

Figura 7

Dimensiones del helicóptero A109 k2



Nota. En la gráfica se muestra las dimensiones del helicóptero A109 k2 representada en milímetros. Tomada de (Agusta A109k II, 2915).

Fuselaje

El fuselaje constituye la estructura principal de todo el helicóptero y proporciona puntos de fijación para todos los componentes. El fuselaje se divide en dos secciones principales:

- El fuselaje delantero.
- El fuselaje de posterior

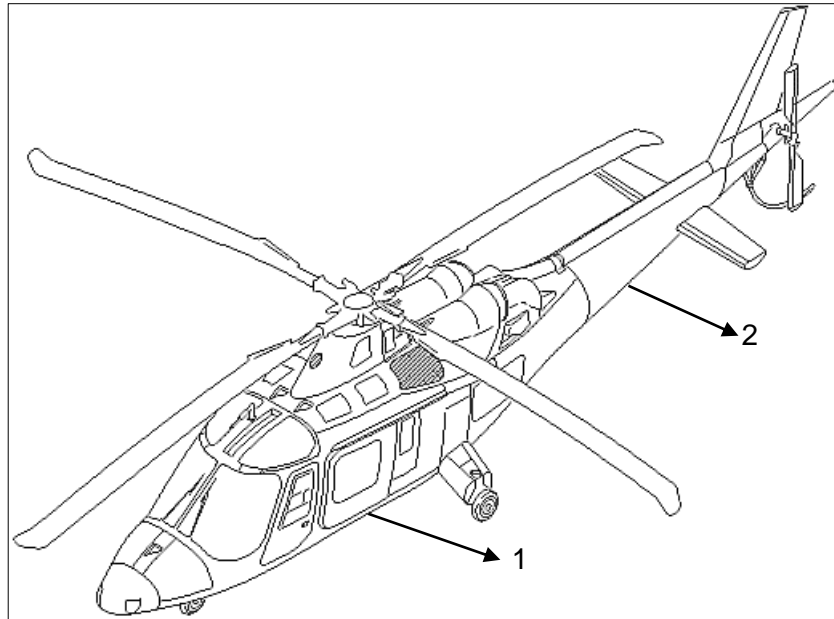
El fuselaje delantero

El fuselaje delantero comprende el morro, los compartimentos del piloto y del pasajero y la parte de estructura que va desde el compartimento del pasajero hasta el cono de cola. En la parte inferior de la cabina alberga el tren de nariz, la batería y soporta el panel de instrumentos; la estructura incluye dos vigas longitudinales, dos mamparos, costillas, largueros, piel de aleación ligera y paneles transparentes.

Los compartimentos del piloto y del pasajero están formados por una estructura de aleación ligera y paneles de nido de abeja con dos vigas principales, bastidores, mamparos, costillas, largueros, piel transparente y parabrisas. La estructura de popa de la cabina de pasajeros alberga la transmisión principal, la planta motriz, el tren de aterrizaje principal y está formada por dos vigas, marcos, costillas, largueros, piel y se completa con un mamparo donde se fija la sección de popa o tail boom mediante cuatro pernos.

Fuselaje superior

El fuselaje posterior es una estructura básica semimonocasco que se fija a la sección de popa del fuselaje mediante cuatro pernos. El fuselaje posterior soporta el elevador sincronizado, la aleta vertical, el patín de cola, la caja de engranajes de 90° y el rotor de cola, así como el eje de transmisión del rotor de cola.

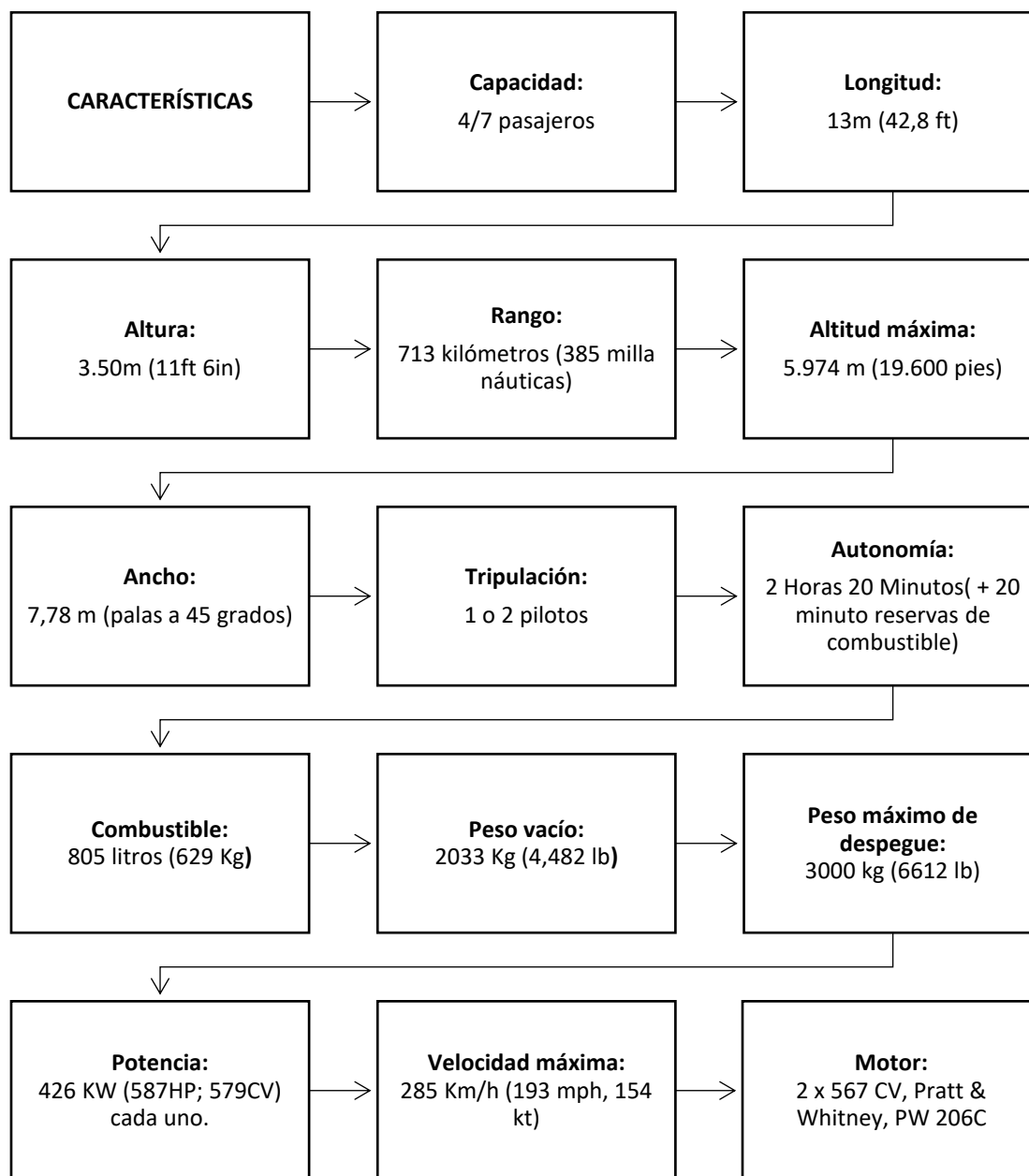
Figura 8*Fuselaje del helicóptero A109k2*

Nota. En la gráfica especifica cual es el fuselaje delantero (1) y el fuselaje posterior (2) tomado de (Agusta A109k II, 2915).

Características generales

Figura 9

Características generales del helicóptero A109k2



Nota. En esta tabla detalla las características de la aeronave tomado de (Agusta A109k II, 2915).

Tabla 1*Características del rotor principal*

Ítems	Características
Diámetro del rotor	11m (36 ft)
Numero de palas	4
Dirección de rotación	Avance de la pala izquierda
Velocidad de rotación	380 rpm

Nota. Tomada de (Agusta A109k II, 2915).

Sistemas del helicóptero A109k2***Sistemas de Combustible***

El almacenamiento de los helicópteros consta de dos depósitos principales delanteros y dos depósitos principales traseros. Cada depósito delantero abastece al motor asociado. Existe la posibilidad de instalar un depósito auxiliar para suministrar combustible adicional. En el caso de los helicópteros, el sistema de almacenamiento puede completarse con dos depósitos adicionales o con un depósito auxiliar, de modo que cuando se instalan los depósitos adicionales el combustible está contenido en seis depósitos. Cuando se instala el depósito auxiliar, el combustible se almacena en cinco depósitos. El sistema de distribución consta de dos circuitos independientes idénticos, cada uno conectado al motor asociado (AgustaWestland, 2016).

Cada circuito consta principalmente de dos bombas de combustible, un conjunto de filtros, una válvula de cierre, un transmisor de presión y un presostato diferencial. En caso necesario, una válvula de alimentación cruzada permite que el combustible de un circuito de suministro abastezca a ambos motores. Los sistemas de indicación comprenden el sistema de indicación de presión, el sistema de indicación de cantidad de combustible y los circuitos de aviso de combustible (AgustaWestland, 2016).

Sistemas de controles de vuelo

El sistema de controles de vuelo de los rotores permite controlar el helicóptero en toda su envolvente de vuelo. Este sistema de controles permite controlar el vuelo vertical, el vuelo nivelado y la dirección del helicóptero, y todas las combinaciones posibles. El sistema de control de vuelo de los rotores comprende el sistema de control del rotor principal, el sistema de control del rotor de cola y el sistema de control del servo. El elevador sincronizado instalado en el cono de cola del helicóptero está conectado a través de un linkage a la manga colectiva y se mueve simultáneamente con el movimiento vertical del plato cíclico.

Los controles de paso del colectivo, cíclico y del rotor de cola son rígidos, de tipo servoasistido, y están conectados respectivamente a las palancas del colectivo, a la palanca cíclica y a los pedales de control anti-torque. Los controles de vuelo consisten en palancas, palancas acodadas, soportes, tubos de control fijos y ajustables. Los tubos de control ajustables permiten el montaje de los controles de vuelo.

El helicóptero incorpora dos actuadores en el sistema de control cíclico y un solo actuador en el sistema de control de cabeceo del rotor de cola como provisión para que el sistema de helipiloto aumente la estabilidad del helicóptero.

Se instalan dos pedales de punta en los pedales anti-torque del piloto y se utilizan para controlar los frenos del tren de aterrizaje principal. Los sistemas de control colectivo, cíclico y anti-torque incorporan controles de fricción para variar el esfuerzo necesario para mover los controles.

Sistema eléctrico

Las principales fuentes de energía eléctrica son los generadores accionados por el motor y la batería de 24 V. Los sistemas de energía eléctrica del helicóptero incluyen:

- El sistema de generación de CA.
- El sistema de generación de CC.
- El sistema de alimentación externa.

El sistema de generación de CA suministra la corriente alterna monofásica de 115 y 26 V (Helicópteros), el sistema de generación de CC suministra la corriente continua de 28 V, mientras que el sistema de alimentación externa suministra la energía eléctrica al helicóptero cuando está en tierra.

El sistema de generación de C.A.: La corriente alterna es suministrada por dos inversores estáticos monofásicos de 250 VA y dos relés sensores. El inversor N° 1 se alimenta de la barra colectora de 28 V CC N° 1 a través del disyuntor INV 1. El inversor N° 2 se alimenta de la barra colectora de 28 V CC N° 2 a través del disyuntor INV 2. Cada inversor puede alimentar las barras colectoras de 115 V CA y 26 V CA a través de los disyuntores del panel aéreo auxiliar

El fallo de un inversor se indica mediante la iluminación de la luz de precaución INV 1 o INV 2, provocando la intervención del relé del sensor de tensión relativa para conmutar el sistema al otro inversor. El diagrama esquemático del sistema de generación de CA, mientras que los componentes principales del sistema se ilustran en la figura....

El sistema de generación de C.C.: La corriente continua, a 28 V, es suministrada, cuando los motores están en funcionamiento, por dos generadores de 30 V y 160 A accionados por los motores; los generadores funcionan también como arrancadores. Un circuito de control y ajuste está asociado a cada generador; el circuito prevé el ajuste de la tensión, la distribución de la carga durante el funcionamiento en paralelo y la protección contra la sobretensión y la corriente inversa.

En caso de avería de ambos generadores, la alimentación de los distintos sistemas se suministra a través de la barra de baterías. Con los motores apagados (por lo tanto, con los dos generadores inoperativos), la energía eléctrica es suministrada por una batería de níquel-cadmio de 24 V y 27 Ah. La batería está conectada a la barra colectora respectiva a través de un relé controlado por el interruptor BATT. La batería,

alojada en el compartimento izquierdo del morro, está provista de un sensor de temperatura que, mediante la iluminación de la luz de aviso BATT HOT, indica cualquier temperatura que supere el límite permitido.

En tierra y con la batería desconectada, la energía eléctrica puede obtenerse de una fuente de alimentación externa (28 V, 400 A mínimo) conectada al sistema a través de un receptáculo apropiado situado en el lado izquierdo del morro. La apertura de la puerta de acceso al receptáculo de alimentación externa provoca la iluminación de la luz de aviso EXT PWR ON en el panel de advertencia central.

El sistema de alimentación planta externa.: El sistema de alimentación externa proporciona un medio para suministrar energía eléctrica de corriente continua a la barra colectora de la batería. El sistema consta de un conector de alimentación externa, situado en el lado izquierdo del morro.

La puerta de acceso al receptáculo de alimentación externa acciona un interruptor, que hace que la luz de precaución EXT PWR ON, en el panel de precaución y advertencia, se encienda cuando se abre la puerta. Cuando se conecta una fuente de alimentación eléctrica externa a la aeronave y los interruptores GEN 1 BUS y GEN 2 BUS se ponen en ON, todos los buses del helicóptero se energizan

Motores

Los motores están alojados en un compartimento situado a popa de la transmisión. Este compartimento está delimitado por dos cortafuegos y dividido por un cortafuegos central, cuya parte superior puede desmontarse. Los motores están protegidos por capós y carenados y se fijan al soporte del motor correspondiente en tres puntos.

Situados entre el sistema de transmisión y los motores se encuentran los alojamientos de admisión de aire, que están protegidos por una pantalla para evitar la entrada de materiales extraños en los motores. Los motores están equipados con tubos de drenaje que sobresalen de la parte inferior del helicóptero y permiten el drenaje de combustible y lubricante.

Figura 10

Motores Turbomeca Arriel 1K1



Nota. En la figura muestra el motor que tiene el helicóptero A109 k2

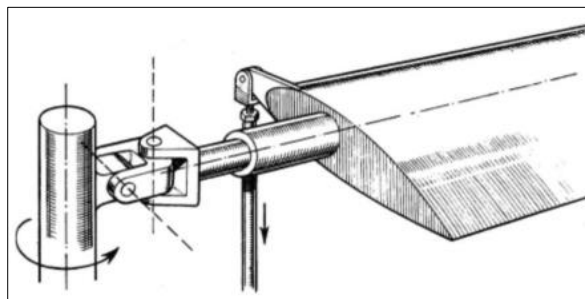
Tipos de rotor

Articulado

Utiliza articulaciones para reducir los esfuerzos a los que se ven sometidas las palas y que pueden transmitirse indebidamente a la cabeza del rotor. Son sistemas de rotor con tres o más palas en los que se emplean articulaciones para el batimiento (disminución del ángulo de ataque de la pala que avanza y aumento de la que retrocede), el paso (aumento del ángulo de paso de la pala) y el arrastre (avance o retroceso de las palas individualmente para la conservación del momento angular)(GARCÍA LOZANO, 2014).

Figura 11

Rotor articulado



Nota. En la figura se muestra un rotor articulado tomada de (GARCÍA LOZANO, 2014).

Rígido (sin articulaciones)

El eje de giro y el buje están unidos formando una sola pieza y las palas están encastradas rígidamente al buje, teniendo solamente la libertad de giro sobre su eje longitudinal para la variación del paso. Las ventajas de este sistema son su sencillez y robustez mecánica(GARCÍA LOZANO, 2014).

Figura 12

Rotor rígado



Nota. En la figura se muestra un rotor rígado. Tomada de (GARCÍA LOZANO, 2014).

Semirrígido

Se permite a las palas un ligero batimiento vertical individual. Todo el conjunto pivota, de manera que la pala que avanza asciende para disminuir su ángulo de ataque y por ende su sustentación y la que retrocede descende para aumentar ángulo de ataque y sustentación equilibrándose así la disimetría de sustentación creada por el movimiento traslacional (GARCÍA LOZANO, 2014).

Figura 13*Rotor semirrígido*

Nota. En la figura se muestra un rotor semirrígido. Tomado de (GARCÍA LOZANO, 2014).

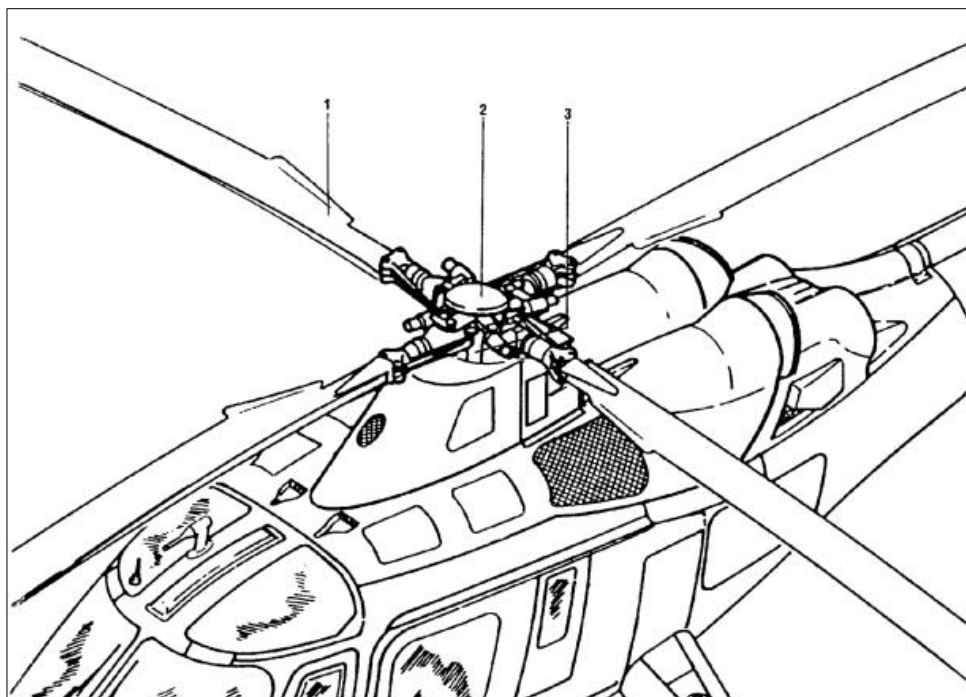
Rotor principal

El sistema del rotor es la parte giratoria de un helicóptero que genera la sustentación. El rotor está formado por un mástil, un centro y las palas del rotor. El mástil es un eje metálico cilíndrico hueco que se extiende hacia arriba desde la transmisión y es impulsado y a veces apoyado por ésta. En la parte superior del mástil se encuentra el punto de fijación de las palas del rotor, denominado centro.

Las palas del rotor se fijan al centro por diferentes métodos. Los sistemas de rotor principal se clasifican según la forma en que las palas del rotor principal se fijan y se mueven en relación con el centro del rotor principal. Hay tres clasificaciones básicas: semirrígido, rígido o totalmente articulado. Algunos sistemas de rotor modernos, como el sistema de rotor sin cojinetes, utilizan una combinación de ingeniería de estos tipos.

Figura 14

Rotor principal



Nota. En la gráfica podemos observar el rotor principal del helicóptero A109k2 con las respectivas partes principales: (1) las palas del rotor, (2) la cabeza del rotor y (3) los controles de rotación. Tomado de (Agusta A109k II, 2915).

Palas del rotor principal

Las palas del rotor principal son de material compuesto. Cada pala está construida con un larguero de fibra de vidrio, un revestimiento del borde de salida de fibra de vidrio con un núcleo de Nomex, una banda de abrasión de acero inoxidable fijada al borde de ataque y una tapa de la punta de acero inoxidable o una tapa de la punta de fibra de vidrio con una banda anti-abrasiva de níquel.

Un alerón se fija a los carenados del borde de fuga. Las palas se fijan a las empuñaduras del cubo con dos pernos. Las palas se equilibran estáticamente durante la construcción mediante pesos colocados en la pala en la raíz y en el extremo exterior. Los

pernos de retención de las palas son huecos, lo que permite añadir pesos durante el equilibrado del cubo.

Cabeza del rotor principal

El cubo está instalado en el mástil, asegurado por una tuerca anular, permite que las palas aleteen, arrastren y giren alrededor de su eje longitudinal, está fabricado de acero.

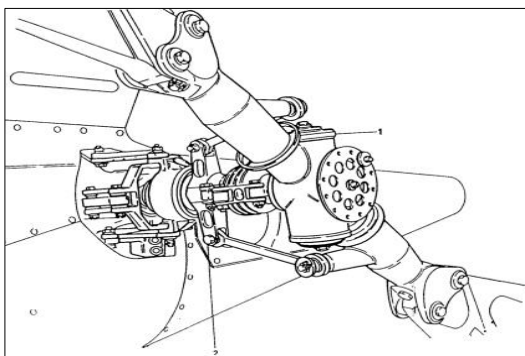
Rotor de cola

El conjunto del rotor de cola y las palas se compone principalmente de las palas del rotor de cola y el cubo del rotor de cola. El conjunto de buje y palas consta de un muñón estriado internamente instalado en el eje de salida de 90° de la transición, un buje montado en el muñón, dos agarraderas unidas al buje con dos correas de tensión-torsión y dos pernos de retención y dos palas instaladas en las agarraderas con dos pernos de retención para cada pala.

El cubo tiene cuatro brazos cilíndricos; dos brazos, en los que están montadas las mordazas, permiten el movimiento de cambio de paso de las palas; los otros dos brazos del yugo, dispuestos a lo largo de un eje que forma un ángulo de 45° con el eje de los otros dos brazos, alojan el muñón estriado y permiten el movimiento de las palas.

Figura 15

Rotor de cola del helicóptero A109 K2



Nota. En la gráfica se muestra el rotor de cola del helicóptero A109 K2 donde el (1) es el cubo del rotor de cola con las respectivas palas y el (2) es el mecanismo de cambio de paso.

Tomado de (Agusta A109k II, 2915).

Palas rotor de cola

Las palas del rotor de cola, de construcción metálica, constan de un larguero de acero, que actúa también como banda anti-abrasiva, un núcleo de nido de abeja adherido y una piel de acero adherida. En la raíz de la pala se encuentran los dobladores de acero superior e inferior y dos placas de anclaje con los orificios para los pernos de retención de la pala.

La raíz de la pala está cerrada por una nervadura de resina fenólica. La pala se equilibra estáticamente durante la fabricación con pesos, instalados en la raíz de la pala, y pesos (5) instalados bajo la cubierta de la punta (6).

Cabeza del rotor de cola

El cubo del rotor de cola proporciona los medios de fijación de las palas al eje de salida de la caja de engranajes del rotor de cola, el conjunto de bisagra de aleteo y el eje de cambio de paso de las palas. Consiste esencialmente en un muñón, un yugo, dos conjuntos de correas y dos empuñaduras. El muñón proporciona la fijación para el cubo del eje de salida y el pivote para la bisagra de aleteo. El yugo proporciona el soporte y el eje de cambio de paso de las palas y, junto con el muñón, la bisagra de aleteo. Dos conjuntos de correas retienen las mordazas en el yugo absorbiendo las cargas centrífugas axiales.

Vibraciones del rotor

Quizás las más obvias debido a lo fácil que es que el rotor no esté equilibrado. Pueden producirse en cualquiera de los dos rotores y los síntomas que presentan son distintos dependiendo de que sea el rotor principal o el de cola. Estas vibraciones se producen cuando hay desequilibrio entre las palas, es decir, que el eje de giro no coincide con el eje de las masas de las palas. Idealmente ambos ejes deben coincidir y tanto mayor será la vibración cuanto más alejados estén el eje de giro y el de masas de las palas. Los síntomas que las

identifican son fácilmente visibles. En el caso de desequilibrio del rotor principal el helicóptero vibra circularmente y por completo en dirección transversal, mientras que si el desequilibrio está en el rotor de cola lo veremos por la vibración de las puntas del estabilizador horizontal o, dependiendo de la severidad, la vibración vertical de la cola al completo (GARCÍA LOZANO, 2014).

Mantenimiento aeronáutico

El Mantenimiento Aeronáutico es el conjunto de tareas de mantenimiento realizadas por el usuario para mantener la funcionalidad del sistema durante su vida operativa. O, en otras palabras, son los trabajos requeridos (tareas de mantenimiento) para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye tareas como reparaciones, inspecciones, modificaciones, entre otras dichas tareas se encontraran en la documentación técnica como se verá más adelante.

Tipos de mantenimiento aeronáutico

Mantenimiento preventivo

Este es el conjunto de acciones programadas, generalmente repetitivas, que permiten verificar y mantener un estado operativo. Este tipo de mantenimiento es de gran importancia ya que es necesario para mantener operativa la aeronave. Podemos indicar que en este tipo de mantenimiento se efectúa considerando las horas de vuelo de las aeronaves, ya que existe elementos y sistemas que requieren ser revisados e inspeccionados después de algunas horas de vuelo como pueden ser: (Guamangallo & Iván, 2020).

- 100 horas de funcionamiento
- 300 horas de funcionamiento
- 3000 horas de funcionamiento

Mantenimiento correctivo

Este es el conjunto de acciones llevadas a cabo después de la aparición de una falla o anomalía, que permite restaurar el estado operativo inicial. En muchas ocasiones las

aeronaves presentan inesperadamente fallas que deben ser atendidas de inmediato para evitar problemas más graves. Por lo cual este mantenimiento se lo realiza por tener reportes en la aeronave de manera imprevista, ya sea en el hangar o en la pista se debe resolver mediante un mantenimiento correctivo para levantar el reporte, los reportes pueden ser pequeños o de mayor problema, pero este no debe llevar mucho tiempo para resolverlo (Guamangallo & Iván, 2020).

Mantenimiento restaurativo

Es el conjunto de acciones que conducen al remedio definitivo de una anomalía, lo que permite eliminar todo o parte del mantenimiento preventivo y correctivo asociado con esta anomalía. El mantenimiento restaurativo se lo realiza cuando los componentes, estructura y sistemas de las aeronaves ya no pueden ser arreglados o corregidos, en este caso los elementos antes mencionados deben ser reemplazados en su totalidad por otros nuevos. Entre estos podemos mencionar los motores de Unidad de Potencia Auxiliar (APU), palas y otros sistemas y componentes mayores que requieren ser cambiados para que la aeronave recupere su operatividad (Guamangallo & Iván, 2020).

Figura 16

Mantenimiento restaurativo



Nota. El gráfico muestra un ejemplo de mantenimiento restaurativo midiendo diferentes parámetros del funcionamiento de un componente. Tomado de (Técnico Superior En Mantenimiento).

Límite de Tiempo (Hard Time)

Inspecciones a realizar a un tiempo prefijado, o, dicho de otra manera, máximo intervalo para realizar tareas de mantenimiento. A algunos componentes se le asigna un período fijo, en horas de vuelo o tiempo calendario, como límite para su remoción. Esto se evalúa estadísticamente, implica una ventaja económica pues se procede al cambio de un elemento cuya posible falla afecta la seguridad de vuelo. Dentro de esta categoría se encuentran dos tipos de limitaciones de Aeronavegabilidad impuestas por el fabricante y la autoridad (Encalada et al., 2022).

Tipos de inspecciones

Esta fase precisa las periodicidades e intervalos de la célula y/o fuselaje y motor en tiempo de funcionamiento por horas o tiempo calendario. El primer intervalo alcanzado debe tomarse en consideración, el tiempo de inspección está determinado por el envejecimiento (Escobar & Esteban, 2021).

Inspecciones programadas

A fin de facilitar la planificación de las inspecciones en función de la utilización de la aeronave se admiten tolerancias; las tolerancias no son acumulativas, no modifican los intervalos de la inspección siguiente (Escobar & Esteban, 2021).

Inspección diaria

Es la inspección para cada día en que deba volar la aeronave, se programa las correspondientes inspecciones de puesta en servicio (pre vuelo, entre vuelo, pos vuelo); estas inspecciones tienen por finalidad asegurar el buen estado inmediato de la aeronave y su disponibilidad para el vuelo, mismas que pueden efectuarse en tres tiempos (Escobar & Esteban, 2021).

- Inspección pre vuelo
- Inspección entre vuelo
- Inspección pos vuelo

Inspecciones complementarias

Esta inspección concierne especialmente el estado de aeronavegabilidad, se centra sobre la verificación del estado de los elementos cuya periodicidad es corta hasta llegar a una inspección periódica, ésta puede ser realizada después del último vuelo del día. Existen precauciones permanente y plazo de cambios los cuales se detallan a continuación:(Escobar & Esteban, 2021).

- De periodicidad de vaciado, engrase, y vigilancia de los aceites.
- De tiempos límites.
- De verificaciones temporales.

Inspecciones periódicas

Intervención técnica aplicadas a todos los accesorios, partes y componentes de la aeronave tanto de ala fija como rotativa, en base a las horas de funcionamiento o tiempo calendario transcurrido con la finalidad de darle a la aeronave un nuevo período de operabilidad tanto en horas como en tiempo calendario, en cada inspección de debe tener las siguientes precauciones (Escobar & Esteban, 2021).

- Observar las mismas precauciones aplicadas para cada inspección
- Comprobar si los manuales contienen todas las revisiones y verificar el estado de las puestas al día.
- Verificar los intervalos de desmontaje de los elementos de tiempo límite que intervienen en el período.
- Comparación de las tablas de resultado del registro de control y los últimos tiempos límite válidos

Inspección mayor

Trabajo técnico aeronáutico programado que se ejecuta a una aeronave después de haber cumplido el tiempo límite de operación indicado por el fabricante, lo cual luego de la

acción de inspección regresa la aeronave a su condición de aeronavegabilidad original. Esta inspección tiene la finalidad de dar a la célula y/o fuselaje y motor un nuevo potencial de horas y tiempo de funcionamiento restituyendo el potencial (Escobar & Esteban, 2021).

Inspecciones no programadas

Son aquellas de carácter correctivo, este tipo de inspecciones complementan en lo que concierne a las operaciones de carácter eventual o temporal (Escobar & Esteban, 2021).

Inspecciones eventuales o especiales

Es la inspección que se ejecuta como consecuencia de incidentes o accidentes, además a causa de un mal funcionamiento o defectos de fabricación que son emitidas mediante boletines de servicio para su aplicación.

Son aquellas inspecciones que se realizan por las circunstancias del empleo, la interrupción del mismo o las anomalías en general (Escobar & Esteban, 2021).

Inspecciones a consecuencias de incidentes

Una aeronave está en situación de incidente cuando puede haber daños ocultos que necesitan una detección y una vigilancia especial.

Es necesario ante todo analizar las circunstancias del incidente a fin de tener en cuenta las repercusiones posibles, tanto sobre el elemento directamente implicado como sobre los que le rodean o tienen con el mismo una relación funcional. En caso de duda informar el problema al fabricante para que pueda orientar el análisis y las conclusiones con sus consejos e incluso con su presencia (Escobar & Esteban, 2021).

Inspecciones de los equipos opcionales

Esta inspección tiene por objeto asegurar el buen estado de los diversos equipos opcionales montados en la aeronave. El programa detallado de cada equipo opcional se encuentra en el manual de mantenimiento de los equipos (Escobar & Esteban, 2021).

Ensayo de materiales (N.D.I.)

Los ensayos de materiales tienen por objeto definir los valores de características de los materiales que serán utilizados para la confección de piezas. Los ensayos nos permiten conocer la influencia de los tratamientos realizados a los materiales antes y después de la obtención de productos fabricados, las características de los metales son: resistencia a la tracción, a la flexión, a la compresión, a la torsión, el límite elástico, la dureza, la resistencia, la fatiga, etc. Según su comportamiento se clasifican en destructivos y no destructivos (Escobar & Esteban, 2021).

Figura 17

Ensayos de materiales (N.D.I.)



Nota. Tomado de (Escobar & Esteban, 2021)

Documentación para el mantenimiento técnico

La documentación es un registro de procedimientos verificados por el fabricante y aprobado por los organismos de control pertinentes (la autoridad aeronáutica de cada país, por ejemplo, la FAA). El objeto de la misma es asegurar una operación eficiente y un mantenimiento adecuado. La documentación mantiene su vigencia a través de un continuo proceso de actualización (Encalada, 2022).

El fabricante/proveedor de la aeronave, equipo o componente, debe proveer la documentación que incluya información como: datos técnicos (descripción del equipo y su

funcionamiento), estructura o diseño del equipo (ensambles, dibujos), lista de piezas o partes, repuestos y/o reemplazos, etc. La aplicación de la documentación técnica y operacional permite asegurar la vida útil prevista por el fabricante y la seguridad en el vuelo, entre otras cosas, evitando esfuerzos y costos innecesarios. Esta aplicación está referida al mantenimiento, abastecimiento, a los procedimientos y a los límites operacionales que en ella se detallan en forma general y particular. Si bien la documentación es estudiada por ingeniería, el conocimiento de la documentación también es útil y facilita las tareas de planificación, mantenimiento, abastecimiento, entre otros (Encalada, 2022).

Documentación Operacional

Prescribe procedimientos relacionados con el vuelo y su seguridad. Está compuesta por el conjunto de los Manuales de Operación, Vuelo y la Lista de Chequeos que debe efectuar el personal de a bordo. Este tipo de documentación es muy útil para el personal de vuelo (pilotos y tripulación) (Encalada, 2022).

Documentación Técnica

Proporciona los datos técnicos para permitir al operador mantener y reparar su avión asegurándole eficiencia y seguridad. Proporciona además toda la información relevante y las instrucciones referidas a: mantenimiento, programación y planificación del mantenimiento e inspecciones, herramientas y equipos de apoyo, etc (Encalada, 2022).

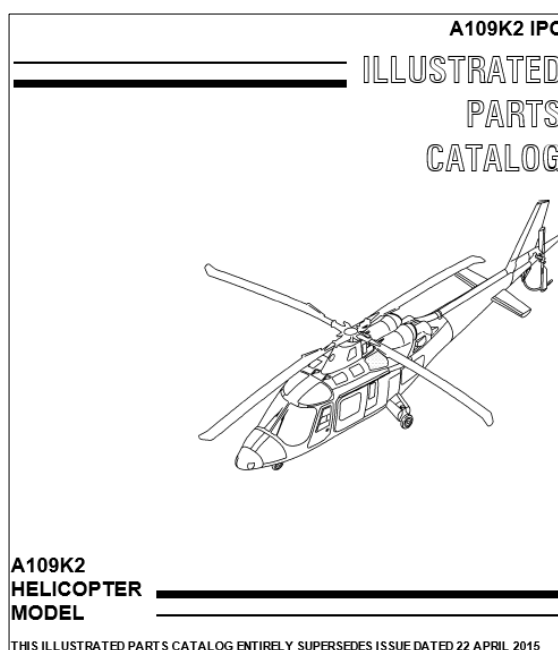
La documentación técnica está estructurada de manera tal de acceder fácilmente a la información necesaria para realizar el proceso de mantenimiento, los temas vienen distribuidos de acuerdo a la Norma ATA 100. Básicamente consiste en dividir al avión en cien partes (Capítulos), asignándole a cada una de ellas un número y un título. Cada capítulo describe un sistema del avión en particular, con todos los detalles acerca de cómo efectuar tareas sobre cada uno de sus componentes. La documentación técnica más utilizada se detalla a continuación (Encalada, 2022).

MM (Maintenance Manual) Provee los procedimientos necesarios para que el mecánico pueda realizar el mantenimiento apropiado de la aeronave y sus componentes. Además, proporciona toda la información considerada esencial para la ejecución de las tareas (Encalada, 2022).

IPC (Illustrated Parts Catalog) Está destinado a ser usado para la identificación de todas las piezas que componen la aeronave (o componente). Pasa de lo general a lo particular. Permite identificar las piezas (por su número de parte), ubicarla dentro de la aeronave (muchas veces, formando parte de un conjunto superior) y determinar cuáles son sus reemplazantes (Encalada., 2022).

Figura 18

IPC del helicóptero A109k2



Nota. Tomado de (Agusta A109k II, 2915).

AD (Airworthiness Directive) Las Directivas de Aeronavegabilidad establecen limitaciones de operación, las cuales son necesarias para mantener la operación segura de los aviones. Estas directivas contienen información acerca de una acción a tomar, que de no ejecutarse podría afectar la seguridad del vuelo, y las emite la autoridad. Las

AD's se aplican tanto a aeronaves, como a motores, hélices y componentes. Cuando existe una condición de inseguridad en alguno de estos elementos y es probable que esta condición se desarrolle en otros elementos del mismo diseño, se prescriben inspecciones, condiciones y limitaciones bajo las cuales el elemento puede seguir operando (Encalada., 2022).

SB (Service Bulletin). Es el documento emitido por el fabricante utilizado para transmitir a los operadores/usuarios información de modificaciones en el avión, motor o accesorios, inspecciones especiales requeridas para el mantenimiento del avión, motor o accesorio en condiciones seguras de operación. Se publican con el propósito de solucionar una falla no detectada durante el proceso de diseño y que afecta la seguridad del vuelo, o para comunicar la adopción de medidas preventivas, por no conocerse hasta el momento de su publicación la factibilidad de ocurrencia de la falla, etc (Encalada., 2022).

Otros. Algunos fabricantes publican otros manuales que complementan los anteriores, como son: CMM (Component Maintenance Manual), COM (Component Overhaul Manual), CRO (Component Repair and Overhaul Manual), SI (Service Instruction), SL (Service Letter), AC (Advisory Circular), WDM (Wiring Diagram Manual), CPCP (Corrosion Prevention and Control Program), entre otros.(Encalada., 2022)

Corrosión

Es el ataque destructivo que sufre todo material por la reacción de este con el medio ambiente que lo rodea, las serias consecuencias de los procesos corrosivos se han convertido hoy en día en un problema de significado mundial (María Carolina Serna Mosquera).La corrosión en los aviones es un problema común en la industria de la aviación debido a la exposición a diversos elementos ambientales como la humedad, la salinidad y los productos químicos presentes en la atmósfera. Puede afectar diferentes partes de los aviones, como la estructura, los componentes electrónicos, los sistemas hidráulicos, entre otros. Cuando no se

trata adecuadamente, la corrosión puede debilitar la integridad estructural de los aviones, lo que puede ser peligroso en vuelo y aumentar el riesgo de accidentes.

Para prevenir la corrosión en los aviones, se utilizan diferentes técnicas y materiales de protección, como recubrimientos protectores, pinturas y aleaciones resistentes a la corrosión. Además, se realizan inspecciones regulares para detectar cualquier signo de corrosión temprano y tomar medidas preventivas para detener su progreso. La prevención y el mantenimiento adecuado son clave para garantizar la seguridad y la fiabilidad de los aviones.

Tipos de corrosión

Existen varios tipos de corrosión que pueden afectar los aviones. A continuación, se describen algunos de los tipos de corrosión aeronáutica más comunes:

Corrosión uniforme

Es la forma más común de corrosión y se produce cuando la superficie de un metal se desgasta uniformemente. Puede ser causada por la exposición a la humedad y a sustancias químicas corrosivas.

Figura 19

Corrosión uniforme



Nota. Tomada de (Farry Pilot, 2021)

Corrosión galvánica: Se produce cuando dos metales diferentes están en contacto en presencia de un electrolito, como la humedad. La corrosión galvánica puede ser especialmente problemática en aviones debido a la gran variedad de metales y aleaciones que se utilizan en su construcción.

Figura 20

Corrosión galvánica



Nota. Tomado de (Farry Pilot, 2021)

Corrosión por picaduras: Es una forma localizada de corrosión que se produce en pequeñas áreas de la superficie del metal. Puede ser causada por la exposición a ambientes marinos, químicos y ácidos.

Figura 21

Corrosión por picaduras



Nota. Tomado de (Farry Pilot, 2021)

Corrosión intergranular: Se produce en la zona de los bordes de los granos de metal, lo que puede debilitar la estructura de un componente y llevar a la falla del mismo.

Figura 22

Corrosión intergranular



Nota. Tomado de (Farry Pilot, 2021)

Corrosión por fatiga: Se produce por la repetida aplicación de tensiones cíclicas a un material, lo que puede provocar pequeñas fisuras que conducen a la corrosión y a la falla del componente.

Es importante identificar y tratar la corrosión en los aviones de manera oportuna para garantizar la seguridad y la fiabilidad de la aeronave. Se realizan inspecciones periódicas para detectar cualquier signo de corrosión temprano y tomar medidas preventivas para detener su progreso.

Figura 23

Corrosión por fatiga



Nota. Tomado de (Farry Pilot, 2021)

Capítulo III

Desarrollo del tema

Para la inspección de 1200 horas del rotor principal del helicóptero A109 K2 es necesario tener disponible varios equipos, herramientas y materiales de acuerdo a lo que menciona el manual en cada tarea de mantenimiento. Además, al realizar cada una de las tareas de mantenimiento se debe cumplir con todas las normas de seguridad, en cuanto a la manipulación de los sistemas de la aeronave.

Preliminares

Este capítulo detalla los procedimientos realizados durante la inspección de 1200 horas del rotor principal del helicóptero A109 K2, según especificación del manual de mantenimiento 05-50 número 19a. Está diseñado para comprender el funcionamiento del sistema del rotor principal y comprobar su importancia en los helicópteros.

Todos los recursos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento tales como herramientas necesarias, documentación técnica, equipos de apoyo y deben estar disponibles con anterioridad a la inspección, de esta manera, la correcta ejecución de las tareas descritas en cada uno de los manuales.

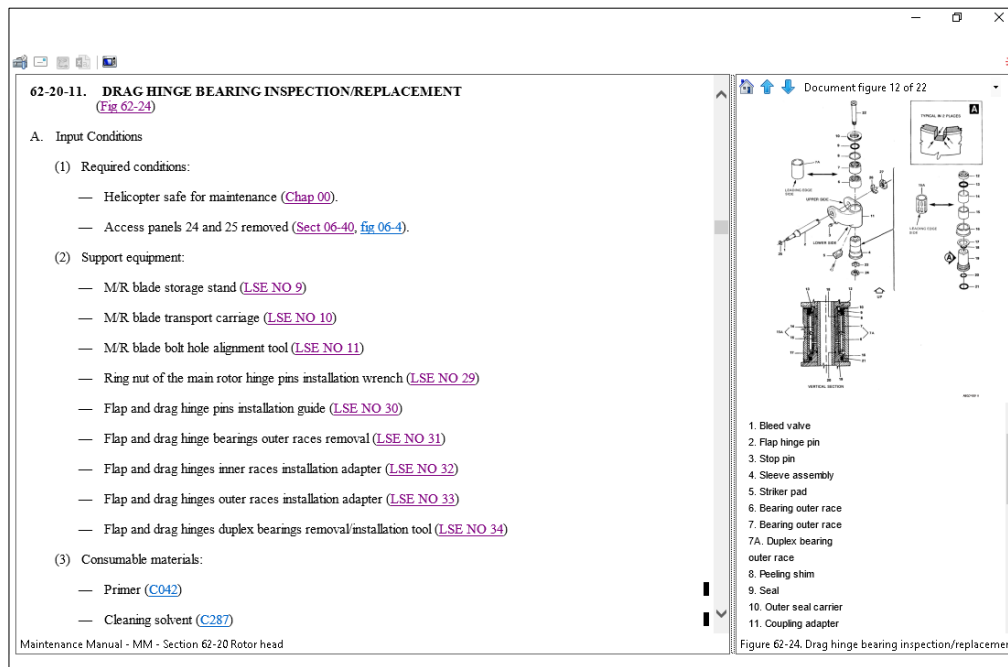
Según el manual de mantenimiento, para realizar la inspección de 1200 horas de rotor principal se debe seguir los siguientes pasos 05-50-19a:

Información técnica

Antes de iniciar el trabajo es necesario recopilar toda la información técnica necesaria para realizar la inspección, como el manual de mantenimiento, catálogo ilustrado de partes, entre otros. Toda esta documentación debe estar actualizada y aplicable al helicóptero A109 K2.(Encalada et al., 2022)

Figura 24

Información técnica



Nota. En la figura se observa el manual de mantenimiento capítulo 62-20-11. Con su respectiva imagen, dando a conocer los procedimientos para la inspección del rotor principal. Tomado de (Agusta A109k II, 2915)

Herramientas especiales

Al momento del desmontaje de los componentes, existen varias herramientas que se utiliza en la inspección como:

Tabla 2*Herramientas especiales*

Item	Nombre	Nº de parte
1	PIN,M/R BLADE RETENTION BOLT INSTALLATION	895-3101-02-101
2	TOOL ASSY,M/R GRIP OUTBD SEAL REMOVAL	109-3101-51-101
3	GUIDE,M/R INNER SEAL INSTL	109-3101-50-101
4	WRENCH,M/R HUB RING NUT REMOVAL/INSTALLATION	109-3101-38-1

Nota. En la tabla se describe las herramientas especiales que se utilizó para la inspección de 1200 horas según el manual de mantenimiento

Condiciones requeridas**Figura 25***Helicóptero seguro para mantenimiento*

Nota. En la figura se observa el traslado del helicóptero a una zona segura

Para iniciar con la inspección de 1200 horas del helicóptero se debe poner la aeronave en condiciones seguras de acuerdo al manual de mantenimiento como son:

- Asegúrese de que el helicóptero esté estacionado
- Asegurarse que todos los switches estén completamente en OFF

Figura 26

Panales de acceso desmontado



Nota. se desmonto estos paneles para realizar el mantenimiento como indica el manual de mantenimiento en el capítulo 6-40

Desmontaje de las palas

Para el desmontaje de las palas del helicóptero A109 K2 se tuvo que dirigir al (ATA 62) en la parte 62-10-4 del manual de mantenimiento (Anexo A) donde nos detalla los procedimientos para el desmontaje, siguiendo los pasos:

Retirar el cotter pin, tuerca, arandela y el perno de retención de la pala, retirando los dos pernos de cada pala, procede a retirar las palas.

Figura 27*Desmontaje de las palas*

Nota. En la figura se observa el desmontaje de las palas

En el desmontaje de las palas se utiliza la herramienta especial (ítem 1) que sirve como guía para el perno de retención de la pala que facilita el desmontaje de las palas

Figura 28*Instalación de la herramienta especial*

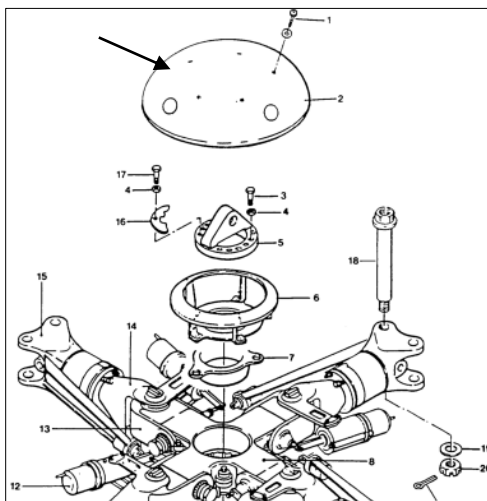
Nota. En la figura se observa la instalación de la herramienta especial para la remoción de las palas del rotor principal

Figura 29*Rotor principal sin palas*

Nota. En la figura se observa todas las palas desmontadas del rotor principal.

Desmontaje de la cabeza del rotor principal

Para el desmontaje de la cabeza del rotor principal realizo varios pasos teniendo en referencia del manual de mantenimiento del capítulo 62-20-2, y utilizando todos los equipos y herramientas para el respectivo mantenimiento.

Figura 30*Desmontaje de la cabeza del rotor principal_1*

Nota. En la figura se observa el desmontaje de la cabeza del rotor principal, tomado de (Agusta A109k II, 2915)

Figura 31*Desmontaje de la cabeza del rotor principal_2*

Nota. En la figura se observa el desmontaje de la cabeza del rotor principal del helicóptero A109 K2.

Figura 32*Desmontaje de la cabeza del rotor principal_3*

Nota. En la figura se observa los pernos de torque en la cabeza del rotor

Corte del alambre de freno en las tuercas y pernos de torque de la cabeza del rotor principal

Figura 33

Desmontaje de la cabeza del rotor principal_4



Nota. En la figura se observa la desinstalación del eslabón de cambio de paso del plato cíclico

Figura 34

Desmontaje de la cabeza del rotor principal_5



Nota. En la figura se observa el anclaje del rotor principal al tecele para el desmontaje, para ellos el helicóptero debe estar nivelado con una gata hidráulica, que el rotor salga de manera vertical

Figura 35

Preparación del área del trabajo.



Nota. En la figura se encuentra el lugar de mantenimiento que se va desarrollar la respectiva inspección del rotor principal 109 K2, dando la limpieza y orden

Desmontaje de los amortiguadores del rotor principal

Para el desmontaje de los amortiguadores del rotor principal, los procedimientos son los siguientes;

- Remover el cotter pin, la arandela y la tuerca de la sujeción al rotor principal.
- Cortar el alambre de freno de seguridad de las dos sujeciones y posteriormente desinstalar los amortiguadores del rotor principal

Figura 36

Desmontaje del amortiguador del rotor principal



Nota. En la figura se muestra el desmontaje de los amortiguadores y los alambres de seguridad de los amortiguadores, los mismos que deben ser cortados para proceder a su desmontaje.

Clasificación de cada componente por colores

Es indispensable el orden de cada componente, como son 4 palas, cada pala tiene su respectivo color las que son: rojo, blanco, azul y naranja. Este orden de los componentes lo recomienda en el manual por el simple hecho que no haya vibraciones cuando se instale nuevamente.

Figura 37

Orden de los componentes según los colores



Nota. En la figura se muestra el orden de los componentes según los colores.

Desmontaje de los sellos de agarre (Grip Seal)

Para el desmontaje de los grip seal, seguimos las instrucciones del manual, en el capítulo 62-20-10. Nos indica desconectar los pitch change link, cortando el alambre de seguridad y desinstalando todos los pernos para el desmontaje del componente, de igual manera se inspecciona si no tiene corrosión o algún otro daño físico y se procedió con su limpieza detallada, el material que se utilizó para la limpieza de la grasa fue papel.

Figura 38

Desmontaje de los grip seal



Nota. En la figura observamos el desmontaje completo de los sellos de agarre

Figura 39

Limpieza de los grips seal _1



Nota. En el gráfico se observa la limpieza de los sellos de agarre, como indica en el manual de mantenimiento que debe realizarse con papel para que no quede residuos dentro de los sellos de agarre

Figura 40

Limpieza de los grips seal _2



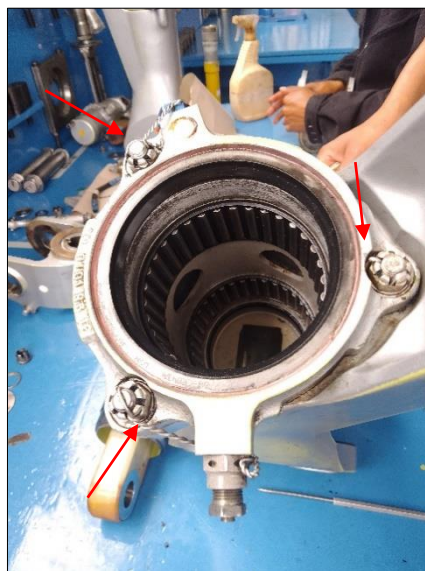
Nota. En el gráfico se muestra como quedo con la limpieza de los sellos de agarre.

Desmontaje de los rodamientos de los grips seal

En el desmontaje de los rodamientos se procedió a cortar el alambre de seguridad y quitar el cotter pin de la tuerca, donde se señala en la figura 41

Figura 41

Desmontaje de los rodamientos_1



Nota. El la gráfica se muestra lo que se retira para el desmontaje de los rodamientos de los sellos de agarre

Figura 42

Desmontaje de los rodamientos_2



Nota. Una vez desmontado se procedió con su respectiva limpieza e inspección de corrosión en los rodamientos, donde si se encontró corrosión (uniforme) en unos de los rodamientos como se muestra en la figura 43, pero estaba dentro de los parámetros del manual, indicando solo lijar la zona corroída con scotch bride, dando un tiempo límite de 500 horas y cambiar el componente

Figura 43

Corrosión del rodamiento



Nota. En la gráfica se muestra corrosión uniforme en uno de los rodamientos

Desmontaje de los sellos de los grips seal

Para el desmontaje de los sellos de los grip seal se utilizó por el fabricante una herramienta especial llamado “*Herramienta de remoción del sello externo M/R del grip seal*” como se muestra en la figura 44 Con ello facilita el trabajo ayudando fácilmente su remoción y no dañando los bordes de los grip seal.

Una vez desmontado los sellos, no se vuelven a instalar los mismos, como indica en el manual de mantenimiento, y se procede a instalar uno nuevo por cada grip seal. Limpiando e inspeccionando cualquier daño en los componentes.

Figura 44

Desmontaje de los sellos de los grips seal



Nota. Como se muestra en la figura la herramienta especial (ítem 2) para el desmontaje de los sellos

Instalación de los sellos de los grip seal

Para la instalación de los sellos se volvió a utilizar otra herramienta especial “*Herramienta de instalación del sello de los grip seal del rotor principal*” de igual manera facilita el trabajo, siendo una forma segura la instalación sin afectar los componentes.

Para la instalación solo se procedió a colocar uno de los nuevos sellos en la herramienta como se indica en la figura 45, ubicando dentro de los grip seal y golpeando con un mazo de goma.

Figura 45

Instalación de los sellos en los grip seal_1



Nota. Como se muestra en la figura la ubicación del sello en la herramienta especial (ítem 3)

Figura 46

Instalación de los sellos en los grip seal_2



Nota. Como se muestra en la figura la instalación del sello con la herramienta especial, ayudándose con un mazo de goma

Figura 47

Instalación de los sellos en los grip seal_2



Nota. Como se muestra en la imagen instalación de los sellos en los 4 grip seal

Instalación de los grip seal al rotor principal

Para la instalación de los grip seal se siguen los pasos que menciona en el manual de mantenimiento y es básicamente igual como el desmontaje, con la diferencia que en algunas turcas llevan torque y otros llevan seguro.

Figura 48

Instalación de los grip seal al rotor principal



Nota. En la figura se observa la instalación de los grip seal al rotor principal

Lubricación de los grip seal

Para la lubricación (Mobil grease 28) de los grip seal debe de estar instalados los 4, de esa forma lubricamos en los pines que se encuentran ubicado en la parte lateral, con la ayuda del grasero debemos de bombear un promedio de 300 veces por cada una, hasta observar que la grasa salga por el desfogue sin nada de burbujas, cuando la grasa salga de manera continua esta lista. La recomendación que dice el manual de mantenimiento es que cada vuelo inspeccionar con el grasero dando bombazos ya que puede quedar burbujas dentro de los grip seal

Figura 49

Lubricación de los grip seal



Nota. En la figura se observa la lubricación de los grip seal con la grasa Mobil grease 28

Figura 50

Instalación de rotor al fuselaje



Nota. En la figura se observa la instalación de rotor principal a la transmisión del helicóptero finalizando con la inspección de 1200 horas

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La información técnica disponible, facilitó la interpretación de los procedimientos necesarios para para la inspección del rotor principal según el manual de mantenimiento del helicóptero A109K2.

Es importante destacar que una inspección del rotor principal es un proceso crítico para asegurar el correcto funcionamiento y la seguridad de la maquinaria o equipo. Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta todas las recomendaciones del fabricante y seguir los procedimientos adecuados de mantenimiento y seguridad para garantizar un rendimiento óptimo y reducir los riesgos de fallas o accidentes.

La inspección de 1200 horas del rotor principal del helicóptero A109K2, fue ejecutada de manera adecuada, en base a los ítems de inspección señalados en el manual de mantenimiento del fabricante de la aeronave, específicamente en la tarea de mantenimiento 05-50-01 numeral 19 a-1.

Una vez realizada la inspección, se procedió a la correcta instalación de todos los componentes removidos, verificando los diferentes parámetros de instalación; y así poder realizar las diferentes pruebas operacionales del rotor principal una vez que se ha realizado la inspección de 1200 horas.

Recomendaciones

Utilizar siempre la documentación técnica aplicable y actualizada al componente y al trabajo de mantenimiento que se realice, para garantizar así el correcto funcionamiento del rotor principal de la aeronave.

Las herramientas a utilizar en cualquier trabajo de mantenimiento deben estar en buenas condiciones y los equipos deben estar calibrados, para evitar tener cualquier tipo de inconveniente en algún componente del motor o de la aeronave.

Se recomienda a la universidad, brindar todas las facilidades para el uso del material didáctico disponible para los estudiantes, como los aviones escuela, motores, estructuras, entre otros. Además, se debería invertir en la construcción de hangares o áreas de trabajo para las aeronaves y/o componentes que en la actualidad se encuentran deteriorándose sin ninguna protección.

Glosario

A

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

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

C

Corrosión: La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por parte de su entorno.

H

Helicóptero: Aeronave con una gran hélice en su parte superior central y otra más pequeña en la cola; este sistema permite que el aparato despegue y aterrice en vuelo vertical, se desplace en el aire hacia delante o hacia atrás, a derecha o izquierda o, incluso, que se mantenga suspendido en el aire

Hélice: Dispositivo impulsor de una aeronave que posee palas sobre un eje impulsado por un motor que cuando rota produce por su acción en el aire un empuje aproximadamente perpendicular a su plano de rotación y el cual incluye componentes de control normalmente suministrados por el fabricante, pero no incluye los rotores principales y auxiliares o planos aerodinámicos giratorios del motor.

I

Inspección: hace referencia a la acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.

F

Fuselaje: Cuerpo central del avión, donde van la tripulación, los pasajeros y las mercancías

M

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

Manual de mantenimiento: Manual, aceptable para el Estado del explotador, que contiene procedimientos, listas de verificación, limitaciones, información sobre la performance, detalles de los sistemas de aeronave y otros textos pertinentes a las operaciones de las aeronaves

Motores: Un motor aeronáutico o motor de aviación es aquel que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje

P

Planta externa: una batería encargada de dar arranque a los motores

R

Rotor principal: Parte rotatoria del helicóptero proporciona la sustentación.

V

Vibraciones: La vibración es una oscilación mecánica en torno a una posición de referencia. Es la variación, normalmente con el tiempo, de la magnitud de una cantidad con respecto a una referencia específica cuando dicha magnitud se hace alternativamente más grande y más pequeña que la referencia.

Bibliografía

Agusta A109k II. (2915, April 1). *Agusta A109K II - Helicopter Private Services*.

<https://www.helicopterprivateservices.com/agusta-a109k-ii/>

AgustaWestland. (2016). *SECTION 73-20 ENGINE FUEL CONTROL SYSTEM*.

AIRGWAYS. (2021). *Agusta 109 | Alquiler de aviones privados PLC*.

<https://privatejetcharter.com/aircraft/agusta-109/>

Aviación de Bomberos – Bomberos Quito. (n.d.). Retrieved February 5, 2023, from

<https://www.bomberosquito.gob.ec/aviacion-de-bomberos/>

CMV. (2020, November 5). *¿Sabe cómo vuela un helicóptero? Conozca más detalles sobre estas aeronaves - Diario El Mercurio*. <https://elmercurio.com.ec/2020/11/05/sabe-como-vuela-un-helicoptero-conozca-mas-detalles-sobre-estas-aeronaves/>

Crawford, S. (2003). *Twenty-first century military helicopters : today's fighting gunships*. 96.

de Tecnólogo En, T., Aeronáutica, M., & Aviones, M. (2018). *Diseño y construcción de la estructura de un Drone mediante materiales compuestos, para instrucción de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE, aplicando software CAD-CAE*. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/27667>

DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL REGULACIONES TÉCNICAS RDAC 45

Identificación de Aeronaves y Componentes de Aeronaves. (n.d.).

Encalada, L., Manolo, R., Tapia, I. C., & Angel, L. (2022). *Inspección de 300 horas del rotor principal del helicóptero A109 K2, de acuerdo a las tareas de mantenimiento aplicables a la aeronave, perteneciente a la empresa Aeromaster ubicada en la ciudad de Quito del cantón Pichincha*. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/33421>

Escobar, P., & Esteban, R. (2021). *Inspección de 800 horas (t2) del Helicóptero Lama SA 315 B mediante carta de trabajo número C.T. 57.20.401 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército*. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/27308>

- ESPE. (n.d.). *ESPE-ANTIGUA*. 2022. Retrieved February 5, 2023, from <https://www.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2019/07/ESPE-ANTIGUA-768x333.png>
- ESPE. (2022). *Historia | ESPE*. <https://www.espe.edu.ec/historia/>
- Ferry Pilot. (2021). *6 tipos de corrosión en aviones – Ferry Pilot*. <https://ferrypilot.cl/6-tipos-de-corrosion-en-aviones/>
- GARCÍA LOZANO. (2014). *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA*. 10–13.
- Gomez. (2010). *Helicópteros - Historia*. <https://www.pasionporvolar.com/helicopteros-como-funciona-e-historia/>
- Guamangallo, C., & Iván, J. (2020). *Sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto “muñón mangueta” de acuerdo a la carta de trabajo 62-35-00-701 del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”*. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/28531>
- inventos Históricos. (2023). *¿Quién inventó el Helicóptero?* <https://www.quieninventó.org/quien-invento-el-helicoptero/>
- Leonardo da Vinci. (2011). *145leonardo1.jpg (325x235)*. <https://yoreme.files.wordpress.com/2011/07/145leonardo1.jpg>
- MARÍA CAROLINA SERNA MOSQUERA. (n.d.). *ESTUDIO DE CORROSIÓN EN PIELES Y ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS*. Retrieved February 26, 2023, from <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6119/T04121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiénes somos – Aeromaster*. (n.d.). Retrieved February 5, 2023, from <https://www.aeromastersa.com/nosotros/>
- Técnico Superior en Mantenimiento de Aviones con Motor de Turbina en Madrid*. (n.d.). Retrieved February 26, 2023, from <https://www.cursosypostgrados.com/programas/tecnico-superior-en-mantenimiento-aeromecanico-de-aviones-con-motor-de-turbina-25094.htm>

Ucha Florencia. (2012, January). *Definición de Helicóptero » Concepto en Definición ABC.*

<https://www.definicionabc.com/general/helicoptero.php>

Urbano Muñoz, S. A. (2018). *Diseño y construcción de la estructura de un Drone mediante materiales compuestos, para instrucción de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE, aplicando software CAD-CAE.*

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/27667>

Anexos