



**Inspección visual del cableado eléctrico del motor Volksplane de acuerdo a la
información técnica vigente, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas
Armadas ESPE**

Pérez Villacis, Joel Rodrigo,

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica

Mención Motores

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo
en Mecánica Aeronáutica Mención Motores

Tnlgo. Arellano Reyes, Milton Andrés

21 de febrero del 2022

Latacunga



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Inspección visual del cableado eléctrico del motor Volksplane de acuerdo a la información técnica vigente, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** Fue realizado por el la señor **Pérez Villacis, Joel Rodrigo** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 21 de Febrero del 2022



Firmado electrónicamente por:
**MILTON ANDRÉS
ARELLANO REYES**

.....
Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3

Reporte de verificación de contenido



Pérez Villacis, Joel Rodrigo.pdf

Scanned on: 21:8 February 18, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	515
Words with Minor Changes	257
Paraphrased Words	278
Omitted Words	0



Website | Education | Businesses

Firmado electrónicamente por:
**MILTON ANDRES
ARELLANO REYES**

Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

RESPONSABILIDAD DE AUTORIA

Yo, **Pérez Villacis, Joel Rodrigo**, con número de ciudadanía N° **180479259** declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Inspección visual del cableado eléctrico del motor Volksplane de acuerdo a la información técnica vigente, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 17 de Febrero del 2022

Firma:

Pérez Villacis, Joel Rodrigo

C.C. 180479259



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Pérez Villacis, Joel Rodrigo**, con cedula de ciudadanía **180479259** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: monografía “**Inspección visual del cableado eléctrico del motor Volksplane de acuerdo a la información técnica vigente, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 17 de Febrero del 2022

Firma:

Pérez Villacis, Joel Rodrigo

C.C. 180479259

Dedicatoria

La presente monografía representa todo mi trabajo esfuerzo, dedicación y perseverancia en el trayecto de mi carrera profesional y va dedicado principalmente a mi familia como son mis amados padres por apoyarme, confiar en todo momento he inculcarme buenos valores. A mí querida esposa que es un ejemplo a seguir siempre ha estado apoyándome en los momentos más difíciles que se ha presentado durante mi preparación y así poder culminar mis estudios con éxito. A mi hija por ser la motivación de alcázar este sueño tan anhelado. Y mis demás familiares que día a día con sus consejos me han guiado por el mejor camino, me han enseñado muchos valores como es el respeto, la honestidad y la responsabilidad. A mis hermanos por enseñarme el maravilloso sentimiento de hermandad, y que todos los objetivos se consiguen con esfuerzo y perseverancia.

Pérez Villacis, Joel Rodrigo

Agradecimiento

Es grato para mi poder expresar un agradecimiento a cada una de las personas que han formado parte de mi formación profesional este trabajo quiero agradecer a Dios, por guiar cada uno de mis pasos y permitir alcanzar un sueño más de los que tengo trazado para mi vida. A mis padres por ser el motor impulsor y nunca dudaron de mi capacidad para alcanzar el objetivo. A mi universidad por darme la oportunidad de formar parte de ella, convirtiéndome en un profesional también agradecer a todos los docentes que conformar la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE quienes de una u otra forma han sabido impartir los conocimientos necesarios para mi formación que se plasma todos los conocimientos adquiridos en el ámbito laboral. Como no agradecer a mis hermanas, esposa e hija por motivarme cada día y a todas aquellas personas que estuvieron en el transcurso de mi carrera.

Pérez Villacis, Joel Rodrigo

Tabla de contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido	3
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenido.....	8
Índice de Figuras.....	14
Índice de tablas	16
Resumen	17
Abstract.....	18
Planteamiento del problema de investigación	19
Antecedentes	19
Planteamiento Del Problema	20
Justificación e importancia	21
Objetivos	21
<i>Objetivo General</i>	21
<i>Objetivos Específicos</i>.....	22

Alcance	22
Marco teórico.....	23
Descripción general del motor Volksplane	23
Sistema del Volksplane	24
Sistema eléctrico	25
Componentes del sistema eléctrico	26
Conectores eléctricos.....	27
Batería.....	28
Sistema de corriente directa	29
Sistema de corriente directa baterías.....	29
Sistema DC Planta Externa	30
Sistema de Corriente Alterna	30
Sistema de Corriente Alterna de Transformadores	30
Elementos y Componentes Eléctricos a Utilizar.....	30
Interruptor	31
Alternador/generador	31
Regulador de voltaje.....	32
<i>Fusible y circuit breakers.....</i>	32

Magnetos	33
Cables Eléctricos.....	33
Tipos de cables	33
<i>Cables de cobre:</i>	33
<i>Cable eléctrico</i>	34
Sistema hidráulico.....	35
Sistema de combustible.....	36
<i>Tipos de sistema de combustible</i>	37
Ventajas que tiene este sistema de ignición	38
Terminales.....	39
Inspección	40
<i>Tipos de inspección</i>	41
<i>Tipos De Inspección Visual</i>	41
Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (Ewis).....	47
Características de la Inspección Visual	48
Abrazaderas.	49
Abrazaderas metálicas:.....	50
Abrazaderas isofónicas:	50

Abrazaderas de aluminio:	50
Inspección	51
Materiales de limpieza	55
Franela para la limpieza	55
Desengrasantes	56
Limpiador de Contactos Eléctricos	56
Eddy courant	57
Corrosión	58
Corrosión-Solución.	60
Dimensiones y características - Evans VP-1 Volksplane	62
<i>Dimensiones</i>	63
<i>Características Generales</i>	65
<i>Rendimiento</i>	66
Ensayos no destructivos	66
<i>Pruebas de emisión acústica (AE)</i>	66
<i>Pruebas electromagnéticas (ET)</i>	66
<i>Prueba de fugas (LT)</i>	67
<i>Análisis de vibraciones (VA)</i>	67

<i>Pruebas de Partículas Magnéticas (MT)</i>	67
<i>Pruebas radiográficas de neutrones (NR)</i>	68
Ensayos no destructivos aplicados en la aviación	68
Niveles de Inspección Visual	69
Historia Volkplane.....	70
Desarrollo del tema	73
Preliminares	73
Medidas de seguridad	73
Accionamientos Accesorios y función.....	74
Herramientas para el desarrollo del proyecto.....	74
Consideraciones Generales	75
Inspección del cableado eléctrico y de los componentes del motor	
Volkplane.....	75
Presupuesto	89
Análisis de costos.....	89
<i>Costos Primarios</i>	89
<i>Costos Secundarios</i>	91
<i>Costo Total del Proyecto</i>	91

Conclusiones y recomendaciones	92
Conclusiones	92
Recomendaciones	94
Abreviaturas	95
Glosario.....	97
Bibliografía.....	99
Anexos	102

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Evans VP-1 Volksplane</i>	24
Figura 2 <i>Sistema electrico del arnes de distribucion entre el magneto y los pistones</i> ..	26
Figura 3 <i>Materiales esenciales para la protección de las conexiones</i>	28
Figura 4 <i>Batería</i>	29
Figura 5 <i>Ilustración de generador de aviación</i>	32
Figura 6 <i>Unión de cables aeronáuticos</i>	35
Figura 7 <i>Sistema Hidráulico</i>	36
Figura 8 <i>Sistema de combustible</i>	37
Figura 9 <i>Esquema del sistema de ignición de un avión</i>	38
Figura 10 <i>Diversas terminales aplicadas en aeronáutica</i>	40
Figura 11 <i>Inspección interna del motor</i>	41
Figura 12 <i>Inspección visual de tren de aterrizaje</i>	43
Figura 13 <i>Se utilizan para la fijación segura de tubos metálicos flexibles</i>	51
Figura 14 <i>Visualización de las superficies</i>	54
Figura 15 <i>Inspección por ultrasonido</i>	55
Figura 16 <i>Limpieza de conexiones electricas</i>	57
Figura 17 <i>Técnico de mantenimiento realizando las correctas inspecciones</i>	58
Figura 18 <i>Deterioro de la corrosión</i>	59
Figura 19 <i>Componentes afectados por condiciones ambientales</i>	60
Figura 20 <i>Inspección del fuselaje</i>	61
Figura 21 <i>Mantenimiento programado</i>	62
Figura 22 <i>Dimensiones y características</i>	63
Figura 23 <i>Vuelo de la aeronave Evans VP-1 Volksplane</i>	70
Figura 24 <i>Ilustración del motor VOLKSPLANE</i>	72

Figura 25	<i>Inspección del área eléctrica del motor Volksplane.....</i>	<i>76</i>
Figura 26	<i>Inspección de contaminación en el distribuidor del motor</i>	<i>77</i>
Figura 27	<i>Despojo de residuos contaminantes para el motor.....</i>	<i>78</i>
Figura 28	<i>Inspección y evaluación de los cables eléctricos y su recubrimiento.....</i>	<i>79</i>
Figura 29	<i>Inspección y evaluación del estado del Distribuidor de corriente.....</i>	<i>80</i>
Figura 30	<i>Limpieza y eliminación de la corrosión mediante materiales específicos ..</i>	<i>81</i>
Figura 31	<i>Tratamiento de corrosión para el plato de la hélice con el arranque</i>	<i>82</i>
Figura 32	<i>Limpieza química con los líquidos Alumiprex y Alodai</i>	<i>83</i>
Figura 33	<i>Aplicación de pintura a los componentes del motor Volksplane</i>	<i>84</i>
Figura 34	<i>Motor restaurado para su respectivo funcionamiento.....</i>	<i>85</i>
Figura 35	<i>Tubos corrugado propileno especificados para el sistema eléctrico.....</i>	<i>86</i>
Figura 36	<i>Inspección del trabajo final para verificar alguna falencia o aprobación</i>	<i>87</i>

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Instrumentos para una inspeccion</i>	48
Tabla 2 <i>Dimensiones de la aeronave Evans motor Volkplane</i>	64
Tabla 3 <i>Caracteristicas generales.</i>	65
Tabla 4 <i>Rendimiento</i>	66
Tabla 5 <i>Herramientas utilizadas para la realización de las practicas</i>	87
Tabla 6 <i>Materiaes usados en la realización de la práctica</i>	88.
Tabla 7 <i>Equipos utilizados en la realización de la práctica</i>	89
Tabla 8 <i>Costos primarios</i>	90
Tabla 9 <i>Costos secundarios</i>	90
Tabla 10 <i>Costo total del proyecto</i>	91

Resumen

Para que una aeronave pueda navegar en condiciones seguras, controlando los diferentes y diversos sistemas que conforman su proceso de vuelo es necesario y un requerimiento fundamental de un sistema eléctrico para que este pueda operar de forma segura, por ende debe mantenerse en condiciones óptimas para que puedan evitar fallas catastróficas durante el vuelo, este escrito abarca partes fundamentales dadas por las autoridades, podemos detallar en la parte de marco teórico todo lo relacionado a historia y componentes del motor Volksplane también generalidades que se les hace a un sistema eléctrico, como el mantenimiento, los diferentes métodos de inspección a cada parte y componente del sistema eléctrico dando así una breve reseña historia de todo el trabajo que mediante el trabajo y la evaluación de anteriores accidentes poder cubrir la falencia y poder implementar nuevas y más correctas medidas de seguridad, el desarrollo del proceso que se hizo al motor Volksplane y su sistema eléctrico se encontraba muy deteriorado dando como resultado del estudio presencia de corrosión y grasas por motivos de que se encontraba en condiciones ambientales las cuales la humedad, el sol y polvo habían sulfurado las conexiones eléctricas y constaban de presencia de corrosión en los componentes del sistema eléctrico el cual esta parte nos muestra el proceso del cual se trató la corrosión en los sistemas y cuál fue la inspección del sistema eléctrico con su respectiva evaluación y mantenimiento.

Palabras clave:

- **SISTEMA ELÉCTRICO (EWIS).**
- **MANTENIMIENTO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS**
- **CABLEADO ELÉCTRICO**
- **PRACTICA DE USO DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO**

Abstract

For an aircraft to navigate safely, controlling the different and diverse systems that make up its flight process is necessary and a fundamental requirement of an electrical system so that it can operate safely, therefore it must be kept in optimal conditions so that can avoid catastrophic failures during the flight, this writing covers fundamental parts given by the authorities, we can detail in the theoretical framework part everything related to the history and components of the Volksplane engine, as well as generalities that are made to an electrical system, such as maintenance , the different inspection methods for each part and component of the electrical system, thus giving a brief history of all the work that, through work and the evaluation of previous accidents, can cover the fault and be able to implement new and more correct safety measures, the development of the process that was done to the Volksplane engine and its electrical system Rico was very deteriorated, resulting in the presence of corrosion and grease due to the fact that it was in environmental conditions in which humidity, sun and dust had sulfurized the electrical connections and the presence of corrosion in the components of the electrical system. which this part shows us the process in which the corrosion in the systems was treated and what was the inspection of the electrical system with its respective evaluation and maintenance.

Key words:

- **ELECTRICAL SYSTEM (EWIS).**
- **MAINTENANCE OF ELECTRICAL COMPONENTS**
- **ELECTRICAL WIRING**
- **PRACTICE OF USE OF THE MAINTENANCE MANUAL**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1 Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” es una Institución de Educación Superior donde se ha desarrollado nuevas tecnologías en las últimas décadas, la cual brinda la oportunidad de formar profesionales aeronáuticos de alta calidad, la Universidad se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi donde oferta carreras únicas en el Ecuador entre ellas tenemos la carrera de Mecánica Aeronáutica impartida por la Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT), formando jóvenes competitivos y capaces de satisfacer todo tipo de dificultades que se puedan presentar en su vida profesional y personal.

La Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT), cuenta con laboratorios, material didáctico, simuladores, aviones escuela que permiten a los estudiantes un mejor desenvolvimiento académico, la carrera de mecánica aeronáutica se encuentra bajo regulaciones de la DGAC para la formación de técnicos de mantenimiento.

El campo aeronáutico en el Ecuador ha tenido considerables avances, por tal razón se ha ido posesionando de forma paulatina en el país, los siniestros sucedidos en las aeronaves son por el deterioro del cableado eléctrico, la presencia de corrosión en la estructura que pone en riesgo la aeronavegabilidad de la aeronave para ellos se debe realizar una inspección visual minuciosa de todo el cableado eléctrico para evitar un accidente y garantizar la seguridad del operador como de la aeronave.

La universidad cuenta con una infraestructura de manera que permite realizar programas de mantenimiento visuales he identificar los problemas que existen dentro de una aeronave, permitiendo un mejor desarrollo en la parte práctica de los estudiantes.

1.2 Planteamiento Del Problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías siendo parte de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ubicada en la ciudad de Latacunga es una institución que brinda educación superior a los jóvenes en diferentes carreras entre ellas se destaca la carrera de mecánica aeronáutica la única en el país, certificada por la Dirección General de Aviación civil la universidad cuenta con profesionales capacitados que imparten la instrucción teórica y práctica.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE cuanta con varias aeronaves escuela que se encuentra a la intemperie el mismo que ha generado que el motor volksplane que se utiliza como material didáctico para los estudiantes que conforman dicha universidad, el principal problema que se ha presentado es en el cableado eléctrico un deterioro superficial, puntos de corrosión en los terminales del cableado eléctrico debido a que el motor se encuentra expuesto al medio ambiente, por tal motivo estos daños presentados pueden ser evitados ejecutando una inspección visual tomando en consideración que los estudiantes necesitan del material didáctico para realiza prácticas de mantenimiento.

Al no contar con esta inspección del cableado del motor Volksplane la consecuencia es para los estudiantes que no podrán complementar la parte práctica quedando vacíos al momento de enfrentarse al campo laboral.

1.3 Justificación e importancia

La presente monografía se desarrolla con la finalidad de facilitar al personal docente y estudiante una instrucción teórica conjuntamente con la práctica por esta razón es importante realizar la inspección del cableado eléctrico del motor volksplane aplicando todos los conocimientos que fueron impartidos en el transcurso de la instrucción por cada uno de los docentes que conforman la Unidad de Gestión de Tecnología ESPE, es necesario la realización de esta monografía porque recae directamente sobre que los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, porque son ellos quienes realizan actividades y utilizan como el material didáctico.

Al ser una Universidad única que forma jóvenes en la carrera de aviación cuenta con sus propios aviones escuelas para ellos es necesario la inspección visual. La inspección visual tiene un papel importante dentro del campo aeronáutico la cual implica una constatación ocular que permite evaluar los defectos o el estado de conformidad que debe cumplir en el manual de mantenimiento.

La ejecución de este proyecto dará como resultado mitigar los daños existentes en el cableado eléctrico del motor Volksplane a su vez prolongar el tiempo de vida útil de la aeronave que estará al servicio de los estudiantes y personal docente que conforman la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Inspeccionar visualmente del cableado eléctrico el motor Volksplane de acuerdo a la información técnica vigente del avión escuela de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica referente motor Volksplane para el procedimiento respectivo de la inspección visual.
- Ejecutar la inspección y reemplazar el cableado eléctrico que se encuentre con anomalías del motor Volksplane perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Realizar las pruebas de funcionamiento operacional y cumplir con los procedimientos técnicos prescritos en el manual de mantenimiento.

1.5. Alcance

La presente monografía está dirigido a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que pretende brindar a los estudiantes que conforman la carrera de mecánica aeronáutica los procedimientos que se debe ejecutar al momento de realizar una inspección visual del cableado eléctrico del motor Volksplane, mejorando el bienestar institucional y logrando de esta manera preservar la vida útil del sistema eléctrico.

También se aplica los conocimientos al momento de revisar y reemplazar el cableado eléctrico, abrazaderas, conectores eléctricos que presente anomalías, proporcionando al estudiante recibir una información académica de excelencia y la facilidad de ejecutar prácticas en perfectas condiciones.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Descripción general del motor Volksplane

El Evans VP-1 Volksplane es un avión americano con un diseño de ala baja, tiene un solo asiento con una cabina abierta, sus diseños se caracterizan por ser fáciles de construir y seguro de volar cuenta con un buen rendimiento. Para la construcción de estas aeronaves se utiliza madera contrachapada de grado marino el fuselaje está construido con celosía este tipo de armadura soporta todas las cargas de tensión diagonales manteniendo una simplicidad.

El Volksplane voló por primera vez en septiembre de 1968. Ofrecido como un conjunto de planos y comercializado como un avión divertido, el Volksplane fue inmediatamente popular entre los constructores de viviendas que lo vieron como un proyecto económico y fácil de construir. Se han construido varios ejemplos con variaciones en el diseño. En 1973, *Mohog*, un Volksplane de piel de caoba, con más modificaciones al diseño básico que incorporan alas monocasco, barra antivuelco reforzada y un dosel de burbujas sopladas, fue construido por la familia Wosika en bajo costo. Las características de vuelo son relativamente benignas, ya que la intención era crear un avión simple y fácil de volar. Aunque no se pretende que sea un diseño acrobático. (Jackson, s.f.)

El Volksplane voló por primera vez en septiembre de 1968. Ofrecido como un conjunto de planos y comercializado como un avión "divertido", el Volksplane fue inmediatamente popular entre los constructores de viviendas que lo veían como un proyecto económico y fácil de construir. Se han construido varios ejemplos con variaciones en el diseño. En 1973, *Mohog*, un Volksplane con revestimiento de caoba,

con modificaciones adicionales al diseño básico que incorporan alas monocasco, barra antivuelco reforzada y un dosel de burbujas sopladas, fue construido por la familia de Wosika El Cajón, California, a un costo de \$ 3,000.

La construcción del Volksplane es relativamente sencilla y, según algunos constructores de viviendas, es casi como construir un "modelo de avión gigante".^[10] Las características de vuelo son relativamente benignas, ya que la intención era crear un avión simple y fácil de volar. Aunque no se pretende que sea un diseño acrobático, se han realizado suaves "balanceos de alerones, ochos perezosos, wingovers, candelabros y puestos empinados". Hasta la fecha, se han vendido un total de aproximadamente 6.000 planos.

Figura 1

Evans VP-1 Volksplane



Nota. En este grafico podemos ver al avión Evans VP-1 Volksplane. Tomado de (Accredia, 2020)

2.2 Sistema del Volksplane

Los sistemas del motor Volksplane juegan un papel muy importante

- Sistema eléctrico
- Sistema hidráulico
- Sistema de combustible
- Sistema neumático

2.3 Sistema eléctrico

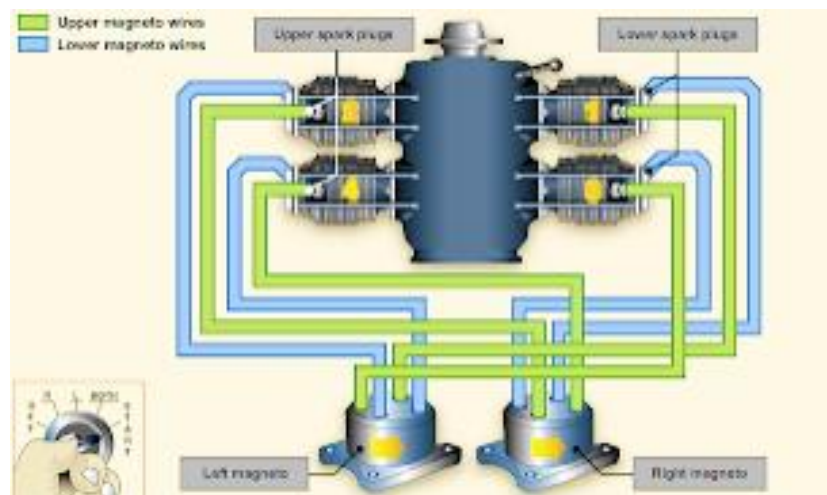
En las épocas antiguas la aviación, Gago Buron nos dice que los requerimientos eléctricos eran símbolo de la energía eléctrica que se utiliza para el encendido de los motores mediante las bujías y su complemento que es el magneto, en la actualidad los magnetos son muy comunes en él, los aviones de baja potencia. Mientras la tecnología avanza se ha ido implementado varios equipos como es la radio a su vez vieron la necesidad de implementar baterías que se recarga con un dinamo. En las aeronaves gracias al movimiento de las turbinas se podía girar la dinamo. Uno de los factores muy importante para el desarrollo de la aviación ha sido la segunda Guerra Mundial provocando grandes avances tecnológicos en esta época apareció los primeros radares conjuntamente con los motores a reacción, fue ahí donde se construyó los aviones comerciales y militares de gran dimensión con requerimiento eléctrico.

El sistema eléctrico es muy importante para el funcionamiento de varios sistemas e instrumentos de la aeronave como es el arranque del motor, instrumentos de navegación, radios entre otros que depende de una energía eléctrica, antiguamente muchos aeroplanos no tenía un sistema eléctrico ellos tenían un sistema de magneto que proporciona la energía eléctrica al sistema de encendido de las bujías del motor, para que este funcione se ejecutaba el movimiento de la hélice con la ayuda de las manos. En la actualidad las aeronaves están equipadas con un sistema eléctrico en la energía alimenta a otros sistemas y dispositivos, para el encendido del motor en la

actualidad se sigue utilizando los magnetos siendo estos los que no necesitan del sistema eléctrico para su operación si se presentara un corte eléctrico en el motor no afecta el funcionamiento del mismo.

Figura 2

Sistema eléctrico del arnes de distribución entre el magneto y los pistones



Nota. Este sistema no aplica para el motor Volksplane, se entiende la investigación adecuada para la distribución eléctrica de motores más actuales usados en aviación menor que utilizan los magnetos. Tomado de (AIRCRAFT ELECTRICAL SYSTEM, 2022)

2.3.1 Componentes del sistema eléctrico

La mayoría de aviones están equipados de un sistema eléctrico con un sistema de corriente eléctrica continua de 14 o 28 voltios y se compone de los siguientes componentes:

- Batería

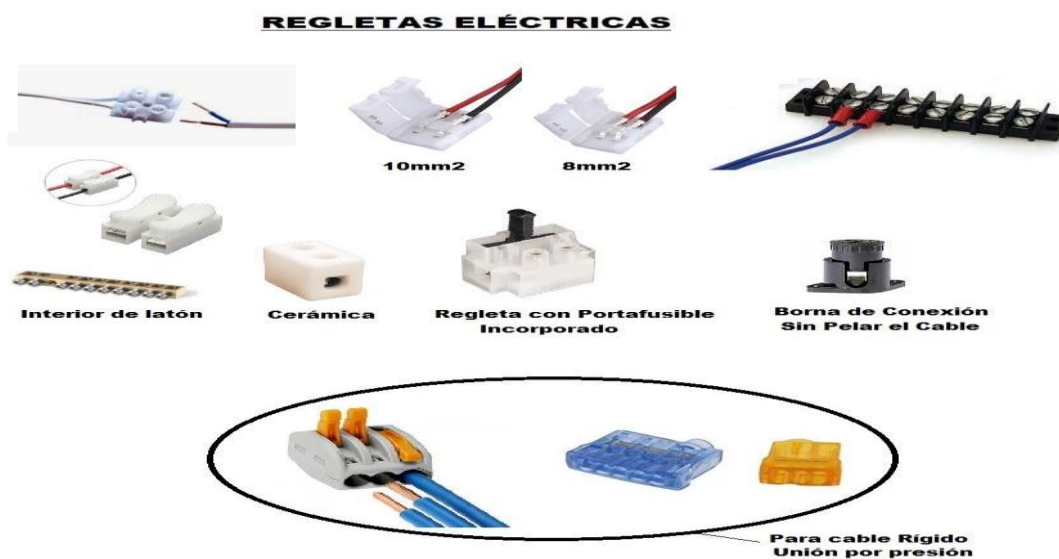
- Interruptor
- Alternador/generador
- Regulador de voltaje
- Fusible y circuit breakers
- Magnetos
- Cableado eléctrico
- Etc.

2.3.2 Conectores eléctricos

Los conectores son elementos que tienen una conexión y desconexión rápida del cableado eléctrico. Están formados por una carcasa exterior (Shell) sobre la que se monta el inserto y los contactos. La carcasa puede estar fabricada en distintos materiales: aleación de aluminio o acero etc. Los conectores se agrupan en series definidas por un tipo de carcasa con una serie de patrones que se repiten en todos los tamaños (tamaño de la carcasa) y variantes disponibles para la serie. Los conectores utilizados se dividen en tres grandes grupos: circulares, rectangulares y coaxiales.

Figura 3

Materiales esenciales para la protección de las conexiones



Nota. Estas terminales son esenciales para cuidar las conexiones de los cables, para lograr una mayor eficiencia y reducción de oxidación por exposición a fluidos o ambiente. Tomada de (AOPA, 2011)

2.3.2 **Batería**

Es un elemento muy importante del sistema eléctrico de cualquier avión, se utiliza como un auxiliar, una de las características que tiene la batería es Níquel-Cadmio siendo estos poco sensibles a los cambios de temperatura, permite cargas rápidas, soportan grandes picos de intensidad. Las baterías disponen de una bandeja para almacenar las posibles pérdidas de electrolito que puede afectar a los demás componentes o la estructura del avión, estos son elementos que pueden alcanzar altas temperaturas, es por eso que deberá mantener una distancia mínima entre ellas que facilite su refrigeración.

Figura 4

Batería



Nota. En esta figura podemos visualizar una batería de níquel-cadmio que se utiliza en aviación. Tomado de (pasionporvolar, 2020)

2.3.3 Sistema de corriente directa

Las fuentes de alimentación incluyen dos baterías de NiCd o plomo ácido de 24 V, 23 A, y una opcional de 24 V, 4 A (adaptación de arranque en clima frío), dos generadores de 300 A, una APU engranada de 200, 250 o 300 A para la máquina de generación de energía y un sistema de alimentación externo de 28 voltios.

2.3.4 Sistema de corriente directa baterías

Dos baterías principales están conectadas en paralelo para proporcionar 24 V CC para arranque interno, arranque de APU y alimentación de equipos básicos, generadores o baterías externas recargables de fábrica. Cada batería está conectada al bus PE a través de un contacto de emergencia controlado por un interruptor de batería. Cuando el interruptor de la batería está en la posición ON, la corriente de la batería 1 cierra ambos contactares y las baterías se conectan en paralelo. Tiras de PE y PE2.

Poner el interruptor en la posición de emergencia hace lo mismo, pero la corriente de ambas baterías cierra el contacto.

2.3.5 Sistema DC Planta Externa

Un enchufe de planta externo estándar de 28 V y tres clavijas en el lado derecho del cuerpo permite que la unidad de alimentación a tierra (GPU) alimente PS1, PS2, PE PE2 y el bus de conexión. La fábrica exterior también puede cargar la batería. Para el arranque del motor, el dispositivo externo debe proporcionar 1000 amperios de 28 voltios CC, limitado a 1100 amperios. Cuando se conecta un equipo externo y el interruptor EXT POWER está en la posición ON, la energía fluye hacia el contacto de tierra a través del contacto de arranque interno y el interruptor EXT POWER.

2.3.6 Sistema de Corriente Alterna

La alimentación de CA incluye: dos inversores estáticos de 1250 VA o 2500 VA, 115 VCA, 400 Hz, un inversor estático de 250 VA, 115 VCA 400 Hz, dos transformadores de CA de 6 V/26 V alimentados por bus.

2.3.7 Sistema de Corriente Alterna de Transformadores

Dos transformadores convierten los 115 V CA del bus de CA a 6 V y 26 V CA para sistemas de iluminación y aviónica, el transformador n.º 1 recibe alimentación del bus XE y el n.º 2 recibe alimentación del bus XS1.

2.4 Elementos y Componentes Eléctricos a Utilizar

En una aeronave podemos encontrar un sinnúmero de componentes eléctricos lo cual vamos a detallar cada uno de ellos a continuación.

- Cables Eléctricos
- Abrazaderas

- Conectores
- Terminales

2.4.1 Interruptor

Es un conector eléctrico que se utiliza para desviar o interrumpir la corriente eléctrica también cumple dos funciones off/on estos interruptores constan de dos contactos metálicos.

2.4.2 Alternador/generador

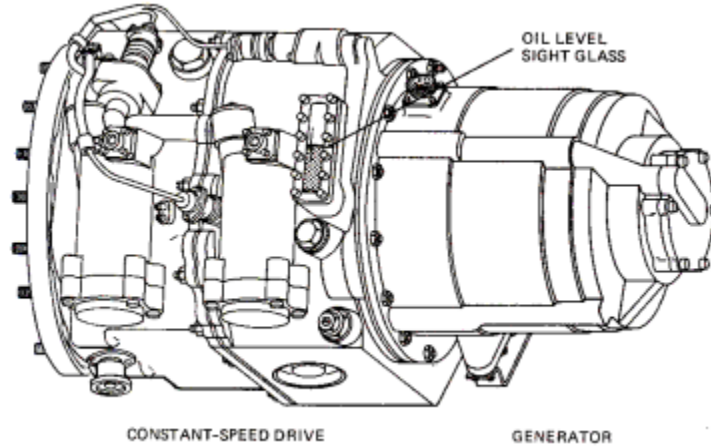
Estos componentes funcionan mediante el giro del motor al cual proporciona corriente eléctrica al sistema. Los alternadores producen suficiente corriente también son ligeros en peso otra de las ventajas es la economía que estos no puede brindar y son menos propensos a sufrir sobre carga. La energía eléctrica se obtiene en alternadores síncronos quiere decir que son sin escobilla el alternador se forma por tres generadores como es un estator de excitación, un estator de potencia y un generador de imagen permanente.

Las ventajas de los generadores:

- Facilidad de mantenimiento con una baja probabilidad de falla.
- Adecuados rpm son accionados por motores principales del avión.
- El rotor de potencia se encarga de crear un campo giratorio para adquirir los niveles de tensión.

Figura 5

Ilustración de generador de aviación



Nota. Los alternadores son los encargados de producir energía eléctrica permite mantener el trabajo y mantener la carga de la batería. Tomado de (Escudero, 2002)

2.4.3 Regulador de voltaje

El regulador es el encargado de controlar y estabilizar la salida del generador o alternador hacia la batería.

a. Fusible y circuit breakers

Los breakers hacen la misma función que los fusibles tienen la ventaja de ser restaurados manualmente los breakers tienen forma de botón que salta hacia afuera cuando se ve sometido a una sobrecarga el piloto debe presionar el botón para que vuelva a funcionar.

2.4.4 Magnetos

Se encargan de generar el voltaje suficiente para generar una chispa en la bujía y así provocar ignición dentro del motor de combustión interna. Los componentes que podemos encontrar dentro del magneto son un rotor imantado, un enrollamiento primario, enrollamiento secundario, capacitor y ruptor de circuito.

2.4.5 Cables Eléctricos.

Son cables utilizados para transmitir señales eléctricas de alta frecuencia. Suele estar formado por dos conductores concéntricos, uno interior que transmite información, y otro exterior que tiene aspecto tubular y sirve de referencia de tierra y retorno de corriente. Entre los dos hay una capa aislante llamada dieléctrico con una constante dieléctrica específica. La principal característica que define a un cable coaxial es su impedancia característica, que depende de la relación de los diámetros del conductor interior, conductor exterior y dieléctrico.

2.5 Tipos de cables

Los cables se dividen en series que consisten en unidades básicas con ciertas propiedades eléctricas, mecánicas y térmicas. Ejemplos de estas series de cables son:

2.5.1 Cables de cobre:

a. Cables de tipo DR: cable simple, marcable con láser y temperatura de operación entre 55 grados y 260 grados centígrados.

b. Cables de tipo DRx: cable multiconductor, trenzado y temperatura de operación entre 55 grados y 260 grados centígrados. en este caso x indica el número de conductores A=1, B=2, C=3, D=4.

c. Cable tipo MLx: Cable multiconductor, trenzado y apantallado, marcable con láser y temperatura de operación entre 55 grados y 260 grados centígrados del mismo modo, x indica el número de conductores A=1, B=2, C=3 y D=4.

2.6 Cable eléctrico

El cable eléctrico es un conjunto de varios conductores está recubierto por un material aislante protector los cables pueden ser flexibles o rígidos están compuesto de cobre siendo un excelente conductor. En el cableado eléctrico también encontramos la identificación de cables con sus voltajes y circuitos que permiten una operación segura, facilidad de mantenimiento, dentro del cableado eléctrico se utiliza la terminología mazo que significa que los conductores se unen mediante cordones o bandas metálicas. Otro de los factores importantes es los conductores los más utilizados es el cobre y el aluminio con diferentes ventajas y desventajas, el cobre es un excelente conductor es el más dúctil entre los dos materiales con facilidad de soldadura entre el aluminio y el cobre este conductor es más caro y pesado.

Figura 6

Unión de cables aeronáuticos

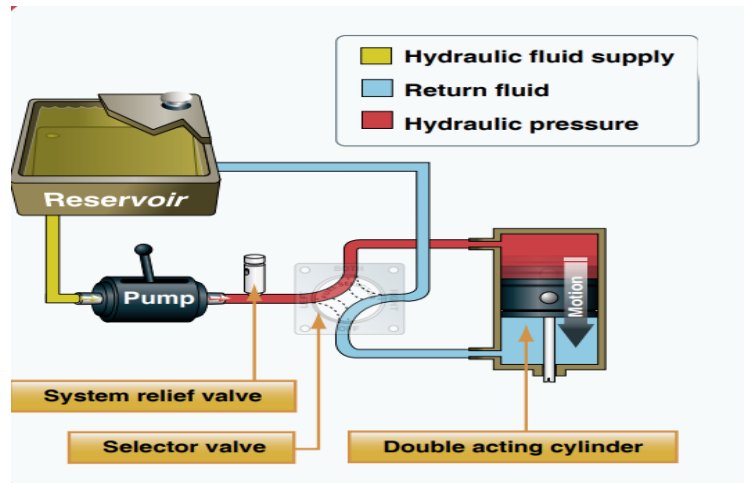


Nota. Sistema eléctrico de las aeronaves, conexiones y cables identificado como buses.

Tomado de (AuthorClare McGarrey, 2019)

2.7 Sistema hidráulico

El sistema hidráulico es muy importante en las aeronaves dependiendo la complejidad efectúan un trabajo mediante el movimiento de fluidos una de las ventajas que tiene el sistema hidráulico es que su peso es muy bajo, una facilidad de mantenimiento permitiendo reducir esfuerzos al accionar ciertos subsistemas que tiene la aeronave con es los frenos, mandos de vuelo, trenes de aterrizaje, compuertas de pasajero y carga. El sistema alimenta los circuitos de energía que son reguladores, acumuladores de presión, bombas de presión, indicadores de presión, entre otros, este sistema se basa en el principio de pascal.

Figura 7*Sistema Hidráulico*

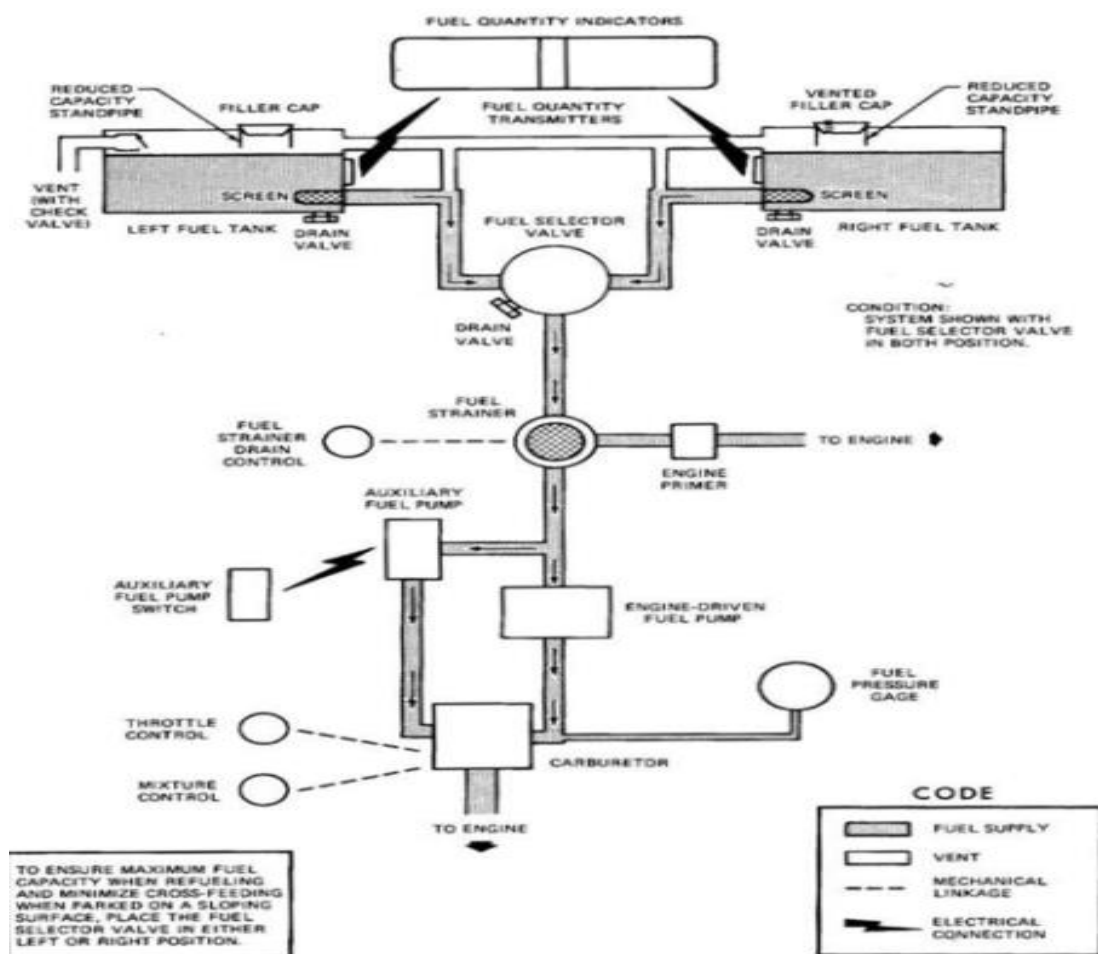
Nota. En esta figura podemos visualizar un ejemplo del funcionamiento del sistema hidráulico que se utiliza en el avión. (Administration, Requisitos de instalación para motores de aeronaves, 2018)

2.8 Sistema de combustible

El propósito es almacenar el combustible y entregar una cantidad precisa, limpia y a la presión correcta, para satisfacer las exigencias del motor. Un sistema en buenas condiciones y bien proyectado, asegura un flujo abundante y efectivo de combustible en todas las fases del vuelo, que incluyen un cambio de velocidad, maniobras violentas y repentinas, las aceleraciones y desaceleraciones; además, el sistema debe estar razonablemente libre de la tendencia de obstrucción de vapor que pueda resultar por cambios de las condiciones climáticas en tierra o durante el vuelo. Los indicadores de combustibles, tales como el instrumento de presión, de flujo e indicadores de cantidad, dan señales continuas del funcionamiento del sistema. (Aviación, s.f.)

Figura 8

Sistema de combustible



Nota. En esta figura podemos visualizar un diagrama esquemático del sistema de combustible. (Aviación, s.f.)

a. Tipos de sistema de combustible

- Por gravedad
- Por presión

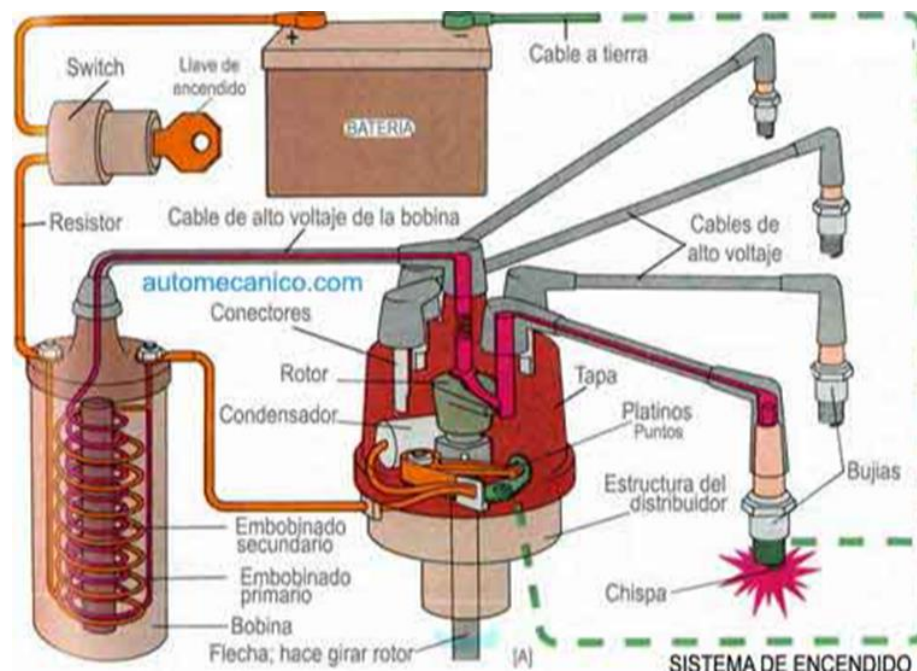
2.9 Sistema de ignición y arranque

El sistema de ignición nos habla acerca de la forma en que la mezcla de combustible/aire con la suficiente tensión eléctrica generada por las bujías para que genere el adecuado calor, se logra que la bujía esté sincronizada y permite que encienda en el momento justo para el adecuado funcionamiento. En las épocas antiguas para realizar el encendido del motor se debe realizar un movimiento en la hélice gracias a la ayuda de las manos en cambio en la actualidad tenemos facilidad de funcionamiento gracias al sistema de arranque directo, la función principal de la bujía es convertir alta tensión eléctrica en calor para encender la mezcla de aire/combustible. Los tipos de sistemas de ignición tenemos:

- Ignición por batería
- Ignición por magnetos

Figura 9

Esquema del sistema de ignición de un avión



Nota. Ilustración del funcionamiento entre el distribuidor y la bujía. Tomado de (AIRCRAFT ELECTRICAL SYSTEM, 2022)

a. Ventajas que tiene este sistema de ignición

- El perfecto funcionamiento del motor.
- En la expansión de gases tenemos un mayor rendimiento.
- La combustión de la mezcla es más perfecta por la reducción del tiempo de propagación producida por las chispas.
- El sistema de magnetos tiene dos magnetos y dos bujías por cilindro.
- El funcionamiento del magneto se basa en corriente de alta tensión.
- El peso muerto es menor.
- Una potente chispa.
- La ignición en el sistema de magnetos no depende del estado de carga de la batería.
- Disminuye el corto circuito.

2.10 Terminales

Entre los diferentes métodos de finalización de los cables en un circuito eléctrico de una aeronave podemos encontrar dos tipos de terminales eléctricos:

- Terminales de soldadura
- Terminales de presión

Figura 10

Diversas terminales aplicadas en aeronáutica



Nota. Estos sistemas son mucho más efectivos para el aislamiento de los cables de las aeronaves. Tomado de (Brett Smith, 2021)

2.11 Inspección

Es una verificación, prueba de chequeo, observación o monitoreo de los componentes y sistemas de una aeronave ayudando de esa forma a detectar algún daño o anomalías que puede presentar. Esto incluye la confirmación de una actividad de la industria aeronáutica y cumple con los requerimientos que son establecidos por regulaciones, manuales aprobados y leyes que establece la Autoridad. (Civil D. G., s.f.)

Figura 11*Inspección interna del motor*

Nota. Las inspecciones internas del motor solo las puede hacer un hangar que conserve las especificaciones adecuadas para desarmar completamente el motor sin aquel permiso lo único que se puede realizar es una inspección mediante un boroscopio, el cual permite visualizar el estado interno del motor sin afectar su seguridad. Tomado de (AVIACION, 2020)

2.11.1 Tipos de inspección

- Inspección visual
- Partícula magnética
- Líquidos penetrantes
- Ultrasonido
- Rayos x
- Eddy current

a. Inspección Visual

Es realizar una inspección ocular para tener acceso al área que se va a realizar la inspección esto debe ser ejecutado por una persona entrenada para realizar esta tarea La inspección visual es el primer paso de cualquier evaluación. En general, las Pruebas no Destructivas establecen como requisito previo realizar una inspección visual, normalmente, para muchos objetos la inspección visual es utilizada para determinar la cantidad, tamaño, forma o configuración, acabado superficial, efectividad (reflexión), características de color, ajuste, características funcionales y la presencia de discontinuidades superficiales. (CV, s.f.).

Según la FAA AC 43 204 una parte importante de los métodos involucrados con las inspecciones no destructivas se hace por medio de la inspección visual. La inspección visual se define como el proceso de utilizar el ojo sin ayuda, solo o junto con numerosas ayudas, como el mecanismo de detección desde el cual tienen la posibilidad de hacer juicios sobre la condición de una unidad a analizar o examinar. Este método de inspección puede perfeccionarse en monumental medida por medio de la utilización de combinaciones apropiadas de máquinas de aumento como, baroscopios, fuentes de luz, escáneres de video y otros dispositivos.

El ensayo de inspección visual es un método de ensayo no destructivo que posibilita la detección de discontinuidades que están afectando a el área visualmente accesible de los objetos, es el método no destructivo por excelencia, siendo su alcance de aplicación extremadamente extenso, este procedimiento nos sirve para detectar materiales en relación a su explicación y estructura química. Ciertos tipos de inspección se aplican, como se define posteriormente, en funcionalidad del nivel de complejidad de ingreso y el grado de carga llevada por la composición.

La inspección visual no solo es importante como método de ensayo en sí mismo, sino que es fundamental como ensayo anterior y preliminar en la ejecución de cualquier otro, así como podemos observar en la Figura #1 se debe hacer la inspección visual para detectar cualquier tipo de anomalías. Y esto debe realizarse una y otra vez, incluso cuando esté prevista la ejecución de otro tipo de ensayos. Para poder hacer hacer eficazmente el ensayo visual, es tan importante saber hacer técnicamente la observación visual, como saber interpretar los resultados vigilados.

Figura 12

Inspección visual de tren de aterrizaje



Nota. Para este proceso se debe determinar mediante la observación alguna falla o desgaste probable para poder darle el debido mantenimiento. Tomado de (Administration, Manual para técnicos de mantenimiento de aviación - Planta motriz Volumen 1, 2018)

a. Tipos De Inspección Visual

La inspección visual pertenece a los ensayos más simples y además bastante difícil debido a que los resultados de este ensayo están sujetas a la vivencia del inspector, y de los conocimientos que éste tenga en relación a la operación, los materiales y demás puntos influyentes en los mecanismos de fracasa que el objeto logre exponer.

Para hacer una inspección visual hay diversos procedimientos, según las herramientas que se usen como ayuda a la perspectiva, y la distancia (o el acceso) que se tenga entre el inspector y el objeto de análisis, la Inspección visual se puede dividir en 2 conjuntos:

- Inspección Visual Directa
- Inspección Visual Remota

b. Inspección visual directa e indirecta

Las inspecciones visuales son muy importantes para los programas de mantenimiento en el campo aeronáutico la tecnología cada vez se ha ido desarrollando a pasos muy gigantes con la finalidad de brindar al técnico de mantenimiento facilidad de trabajo como es las inspecciones no destructivas, la inspección visual nos permite garantizar una adecuada aeronavegabilidad de la aeronave.

- a) Inspección visual remota:** En el área de mantenimiento este tipo de inspección es muy utilizada con la ayuda de diferentes instrumentos como es la linterna, baroscopio y lupas dichos instrumentos ayuda a inspeccionar las diferentes partes de avión o motor una vez realizado este procedimiento identificamos el grado de daño que tenemos en caso de que existiera. Se utiliza en aquellos

casos en que no se tiene ingreso directo a los recursos a analizar, o en aquellos recursos en los cuales, por su diseño, es bastante difícil ganar ingreso a sus cavidades internas. Esta clase de inspección es bastante usada en la industria para comprobar el estado interno de los motores recíprocos, las turbinas estacionarias, compresores, tuberías de calderas, intercambiadores de calor, soldaduras internas, tanques y válvulas entre otros.

- **Inspección visual directa:** En las pruebas no destructivas es lo más común utilizar el método de prueba visual, existe una gran diferencia entre las dos inspecciones que existe como es la directa e indirecta. La directa se basa que un inspector debe estar presente junto al objeto de prueba y prestando una visión inmediata a la superficie a inspeccionar. Esta clase de inspección se la debería hacer a una distancia corta del objeto, aprovechando al más grande la capacidad visual natural del inspector. Se aplican lentes de crecimiento, microscopios, lámparas o linternas, y habitualmente se emplean instrumentos de medición como calibradores, micrómetros y galgas para medir y clasificar las condiciones encontradas. En esta situación tienen la posibilidad de usar instrumentos de medida para calificar la defectología vinculada al material.

(ATEHORTUA ARENAS, INGENIERIA Y Construcciones AERONAUTICAS).

Cabe subrayar cuales son las primordiales aplicaciones de la inspección directa como nos sugiere INGENIERÍA Y Construcciones AERONÁUTICAS “van desde la simple observación de un elemento principalmente para ver si está defectuoso hasta inspecciones detalladas de alguna característica en particular, de la misma de la misma forma que:” (ATEHORTUA ARENAS & FEDERAL, INGENIERIA Y Construcciones AERONAUTICAS). Detección de anomalías superficiales como por ejemplo rasguños, exceso de rugosidad y superficies no cubiertas por la pintura o el recubrimiento.

- Detección de fracturas, porosidad, corrosión y otro tipo de grietas.
- Comprobación de magnitudes, alineaciones.
- Medidas de exactitud, holguras, tolerancias.
- Detección de objetos extraños.
- Ubicación de elementos.

c. Factores que Afectan una Inspección Visual

Es de enorme trascendencia identificar los diferentes componentes que tienen la posibilidad de influir a una inspección visual, permitiendo tal cual que se efectivice y aumente la posibilidad de identificar probables fallas existentes en la aeronave las cuales tienen la posibilidad de provocar una falla y tal hallar una viable corrección a la misma.

d. Condiciones que Afectan la Inspección Visual

- **Limpieza.** - Es un requisito elemental para una buena inspección visual; es imposible obtener datos visuales por medio de capas de suciedad”
- **Cambios de color.** - La evaluación del color y cambios de color pertenece a los principios básicos de la mayor parte de las inspecciones visuales”
- **Características de brillo (brillantez).** - El contraste del brillo es considerado el componente de mayor relevancia en la vista”

e. Efectos de Fatiga

Proceso activo en el cual el observador mantiene seguimiento a las ocupaciones particulares mediante ingesta de la retroalimentación, por lo que las cosas percibidas pueden ser alteradas por las ocupaciones o condición física del observador; como pasa

con todos los otros procesos que requieren participación activa, la fatiga reduce la eficiencia del observador para hacer una interpretación rigurosa del dato visual.

2.12 Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (Ewis)

El sistema de interconexión de cableado eléctrico de la aeronave (EWIS) significa una combinación de dispositivo de cableado y cable que se fijan en cualquier área de la aeronave con el propósito de mover energía eléctrica, que incluye diferentes tipos de señales y datos entre uno o más aspectos de terminación previstos.

Alambres eléctricos y barras colectoras.

Los terminales de dispositivos eléctricos, incluyendo los relays, interruptores, contactares, bloques de terminales y los rompe circuitos.

- Conectores y sus complementos.
- *Puesta a tierra y vinculación.*
- Empalmes eléctricos, retiramiento de cables, defensor de cable.

El sistema de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) asociado con tales sistemas juega un papel integral para garantizar la operación segura del sistema y del avión. Si un sistema es requerido por la certificación de tipo o por las reglas de operación, el EWIS asociado con ese sistema debe ser evaluado como parte de enseñar el cumplimiento del sistema.

Para realizar este tipo de inspecciones debe utilizar los siguientes elementos.

Tabla 1*Instrumentos para una inspeccion*

Instrumentos	Descripción
Espejo de inspección	Se debe utilizar en áreas de línea de visión normal, con un tamaño apropiado para la excelente visualización del área que este sin grietas, libre de suciedad, desgaste de revestimiento.
Linternas	En la inspección visual de la aeronave debe utilizar linternas y estas deben estar autorizadas por Underwriters quien garantiza el uso adecuado de la misma.
Baroscopios	Este instrumento permite al operador observar las áreas de difícil acceso sin necesidad de desmontar el elemento.

2.13 Características de la Inspección Visual

De acuerdo con la FAA AC 43 13 1B SECTION 2 para la utilización en el mantenimiento aeronáutico, la inspección visual va más allá de lo visual, es una de las técnicas más usadas en las técnicas concretas de inspecciones no destructivas.

El procedimiento de inspección visual puede mejorarse mediante la implementación de diferentes combinaciones apropiadas de máquinas de aumento los cuales pueden ser baroscopios, fuentes de luz, escáneres de video entre otros, la inspección visual da un

medio para detectar y comprobar una amplia variedad de discontinuidades que pueden exponer en las múltiples regiones de la aeronave y recursos de aeronave al igual que sus materiales, tales como grietas, corrosión, contaminación, acabado del área, juntas de soldadura, conexiones de soldadura y descargas de adhesivos.

2.14 Abrazaderas.

El tendido eléctrico se sujeta a la estructura mediante unas abrazaderas que aíslan al cableado de la estructura metálica de la aeronave. Las abrazaderas suelen llevar un anillo de goma que envuelve a los conductores y los protege de las vibraciones y posibles erosiones. La gama de abrazaderas para cables está diseñada para soportar y asegurar los cables fijándolos de forma permanente o semipermanente a una ruta de cable elegida, esto es importante sobre todo en instalaciones donde escasea el espacio o donde pueden producirse daños si los cables permanecen sueltos. Los mazos cables eléctricos se sujetan a través de abrazaderas que aíslan el cableado de la estructura metálica de la aeronave. Las abrazaderas pueden estar constituidas por materiales diversos, pero preferentemente son metálicas o de cuero (o productos similares). Tienen especial importancia en la unión de conducciones flexibles o no de gases o líquidos (escape, frenos, etc.), y las más comunes se ciñen mediante tornillo y tuerca que aproximan paralelamente los extremos doblados de la lámina por su cara interna (para lo cual existen orificios adecuados cerca de los extremos), o bien acercan unos suplementos incorporados. Son características del automóvil las abrazaderas para sujeción de hojas de ballestas. En muchos casos las abrazaderas de conducciones disponen de diversas prolongaciones para que puedan efectuarse otras conexiones. Dependiendo del tipo de material con el que se fabrica una abrazadera, se pueden clasificar en:

2.14.1 Abrazaderas metálicas:

Para conseguir apriete de mangueras y tubos flexibles, que contiene enganche de rosca incorporado. Ofrecen, además de flexibilidad, una eficiente fijación en los más arduos ambientes. La disponibilidad de un recubrimiento de cloropreno hace de estas abrazaderas una solución perfecta como sujeción, protegiendo cables o tubos contra la vibración, reduciendo

2.14.2 Abrazaderas isofónicas:

Ventilación de tubos con relleno aislante, adecuada para la sujeción de los conductos de ventilación. Representan un método de fijación sencillo y se puede instalar fácilmente en cualquier lugar.

2.14.3 Abrazaderas de aluminio:

Ofrecen, además de flexibilidad, una eficiente fijación en los más arduos ambientes. La disponibilidad de un recubrimiento de cloropreno hace de estas abrazaderas una solución perfecta como sujeción, protegiendo cables o tubos contra la vibración, reduciendo ruido y proporcionando aislamiento eléctrico.

2.14.4 Abrazaderas de PVC:

Figura 13.

Se utilizan para la fijación segura de tubos metálicos flexibles



Nota. Tipo de abrazadera metálica utilizadas para el mantenimiento aeronáutico.

Tomado de (Aviation, s.f.)

2.14.5 Inspección

Según FARLEX DICTIONARY la inspección se define como “El proceso de analizar, revisar y probar sistemáticamente los miembros, elementos y sistemas estructurales de la aeronave, para identificar condiciones reales o potenciales inservibles” Tenemos la posibilidad de ofrecer otra definición de inspección de acuerdo con la CIRCULAR DE Orientación No. 119-133A-2017 otorgada por la DGAC. Es una revisión independiente, examen, auditoria, verificación, medición, prueba, chequeo,

observación o monitoreo para establecer, en forma documentada, que un producto, proceso, práctica o documento está en conformidad con los requerimientos normativos. Esto incluye la confirmación de que una actividad propia de la industria aeronáutica cumple con los requerimientos establecidos por las regulaciones, leyes y manuales aprobados o aceptados por la Autoridad.” (Dirección General De Aviación Civil, 2017, pág. 2)

Este proceso es muy importante ya que nos permite prevenir accidentes, ya que por medio de la observación y chequeo podemos detectar posibles errores o estrés en las estructuras de la aeronave, podemos también observar fisuras o partes que estén desgastadas.

a. Tipos de Inspección por Ensayos No Destructivos

Los ensayos no destructivos resultan muy relevantes en el marco de la aviación, los cuales son usados tanto en los espacios de producción como en el mantenimiento sin afectar o eliminar ningún elemento, “se aplica a una extensa variedad de tipos de materiales y productos, las maneras de detección de esta técnica se limitan, por supuesto, a esas deficiencias que son visibles, como por ejemplo grietas, poros, desgaste, decoloraciones, corrosión, así como al control dimensional”

La FAA AC 43 13 1B apunta los próximos tipos de inspección por ensayos no destructivos:

- Inspección visual
- Partícula magnética
- Penetrantes
- Corriente de Foucault
- Radiografía
- Ultrasónico

b. Inspección de partículas magnéticas

Es un ensayo que se puede aplicar a materiales ferromagnéticos como componentes acabados, palanquillas, fundiciones y piezas forjadas. Para poder realizar inspecciones por partículas magnéticas es necesaria la presencia de magnetismo, en las inspecciones por partículas magnéticas se utilizan medios visibles o fluorescentes, con partículas húmedas (suspendidas en un fluido) o en forma de polvo seco. Las partículas húmedas visibles normalmente son negras y pueden utilizarse con una pintura blanca que actúa como contraste para mejorar su visibilidad. Las partículas visibles secas están disponibles en color rojo, negro, amarillo y gris. Las inspecciones por partículas magnéticas fluorescentes tienen mayor sensibilidad que el método por partículas visibles. Es necesario utilizar una lámpara de rayos UVA y contar con una zona oscura para ver e interpretar los indicios. (Aplus, s.f.)

c. Líquido penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes nos ayuda a detección de discontinuidades que se puede presentar en cualquier pieza este método no permite identificar cualquier rajadura o abertura, pero siempre y cuando no se aplique en un material poroso. El líquido penetrante se aplica en la superficie de prueba a inspeccionar, este penetra en las discontinuidades, luego el exceso de penetrante es eliminado. La superficie es secada y el revelador aplicado. El revelador funciona como absorbente del penetrante que ha quedado atrapado en las discontinuidades y como superficie de contraste. El tinte en el penetrante puede ser visible o fluorescente (visible bajo el uso de luz negra). (Sec, s.f.)

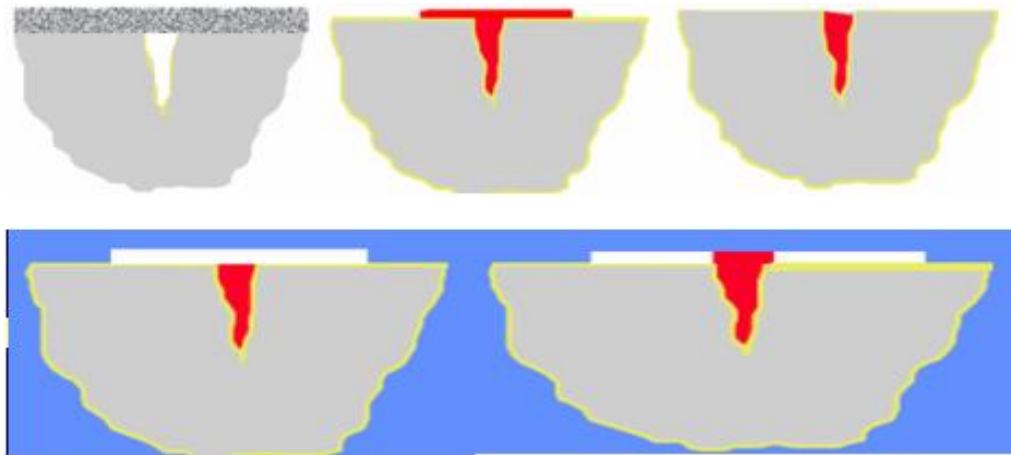
Los procedimientos son:

- Preparar y limpiar el área

- Secado
- Aplicación del penetrante
- Retiro del todo el exceso
- Secado de la superficie de ensayo
- Revelado

Figura 14

Visualización de las superficies



Nota. Podemos observar la proporción de la fisura y su debido resultado tras el tratamiento. Tomado de (AVIACION, 2020)

d. Ultrasonido

Este tipo de ensayo utiliza un método de examen no destructivo en el cual las ondas de sonido se introducen dentro de la pieza que se va examinar el cual permite determinar las discontinuidades, dichas ondas viajan a través del material y se refleja en un dispositivo que se utiliza para la inspección ultrasónica permitiendo con facilidad determinar si existe o no alguna falla.

Figura 15

Inspección por ultrasonido



Nota. Mediante este procedimiento determinamos que el fuselaje o componentes no presenten un error o que conserven sus propiedades de fábrica, ya que si refleja señales altas esa parte está deteriorada. Tomado de (AOPA, 2011)

2.15 Materiales de limpieza

Para la limpieza y desinfección de las aeronaves y motores se requiere de un tratamiento único y especial, ya que son necesario la utilización de agentes limpiadores que nos permitan prevenir la presencia de corrosión y no sean perjudiciales para los componentes del motor. No todos los agentes limpiadores y desinfectantes en un avión, ya que podrían dañar las superficies o sus estructuras.

2.15.1 Franela para la limpieza

Va a ser de constante necesidad contar con una franela o tela de limpieza al momento de realizar mantenimiento al cableado eléctrico tanto para limpiar equipos, así

como para recoger y secar cualquier sustancia que se derrame y así trabajar con precaución y estética.

2.15.2 Desengrasantes

Los desengrasantes son productos de limpieza especializados en la eliminación de residuos contaminantes de sustancias como grasas o aceites. Para producir desengrasantes se pueden utilizar sustancias naturales o artificiales. La función de estas sustancias es remover los contaminantes mediante una reacción química que inhibe la corrosión y revierte la incrustación de los contaminantes y la suciedad. En la industria existen varios tipos de desengrasantes los cuales se adaptan al tipo de uso que se requiera, y a sus concentrados activos que actuarán sobre un determinado material, producto o máquina, por lo tanto, dentro de sus grandes divisiones, estos se pueden clasificar en:

- Desengrasantes químicos (con solventes)
- Desengrasantes a base de agua (sin solventes)
- Desengrasantes alcalinos
- Desengrasantes industriales
- Desengrasantes biodegradables

2.15.3 Limpiador de Contactos Eléctricos

El limpiador de contactos eléctricos se usa para desengrasar y hacer una limpieza rápida y eficiente de los contactos manchados o corroídos de todas las clases. El limpiador de contactos electrónicos reduce pérdidas de voltaje y aumenta la conductividad eléctrica. La contaminación que puede causar la corriente de rastreo es eficazmente retirada. Debido a su baja tensión superficial y viscosidad, el limpiador de

contactos electrónicos penetra profundamente en los canales más finos y grietas, desarrollando así su eficacia exactamente en el punto de suciedad. Es neutro y no ataca superficies como metales, plásticos, elastómeros, lacas y otros recubrimientos, (Moreno, 2016, p. 1)

Figura 16

Limpieza de conexiones electricas



Nota. Es muy importante limpiar este sistema eléctrico con líquidos específicos, es muy importante leer la documentación técnica para poder efectuar el adecuado caso contrario estaría comprometiendo la aeronavegabilidad de la aeronave ya que está atentando contra la seguridad. Tomado de (AuthorClare McGarrey, 2019)

2.16 Eddy courant

Sirve para detectar discontinuidades superficiales y sub superficiales dependiendo de la frecuencia de inspección, consiste en la inducción de corrientes en el material a través de una bobina o probeta de inspección, la misma que es excitada con una corriente alterna proveniente del equipo. Inspección no destructiva de materiales

conductores permite la detección de grietas, corrosión y huecos en la superficie, el subsuelo y el interior de agujeros de los tornillos. Corriente de Eddy es un método aceptable para la detección de la conductividad de los materiales y grosor de la pintura. Materiales sobrecargados, huelga de aeronaves. (Ariana, s.f.)

Figura 17

Técnico de mantenimiento realizando las correctas inspecciones



Nota. Este proceso conlleva a realizar un trabajo óptimo y eficaz, el técnico de mantenimiento debe estar capacitado para realizar y manejar cada proceso adecuadamente. Tomado de (AOPA, 2011)

2.17 Corrosión

La corrosión ha sido reconocida durante mucho tiempo como uno de los grandes enemigos de los propietarios de aeronaves. Mucho se ha dicho y escrito sobre la corrosión en la aviación general, pero la mayor parte se refiere a la corrosión de la estructura del avión. Se han desarrollado productos y procedimientos para hacer frente

a esta amenaza. Desafortunadamente, se ha hecho menos sobre la corrosión interna del motor. Es posible que no nos demos cuenta de ninguna corrosión hasta que el motor se desmonte para una revisión general, una revisión que quizás deba realizarse cientos de horas antes debido al daño por corrosión.

Figura 18

Deterioro de la corrosión



Nota. Cuando las partes metálicas están expuestas a las condiciones del ambiente este se llega a deteriorar de una forma rápida y consume todo su material haciendo que un motor o un componente se afecte gravemente. Tomado de (Administration, Manual para técnicos de mantenimiento de aviación - Planta motriz Volumen 1, 2018)

La persona promedio conoce la versión más común de la corrosión como "óxido". La palabra en sí es un sustantivo o un verbo. El óxido por definición es el resultado de la oxidación del metal. Un fabricante de motores se refiere al proceso de corrosión en los motores de aeronaves como "corrosión galvánica", que es un tipo de corrosión causada por metales diferentes que se encuentran muy cerca unos de otros. En este proceso también debe estar presente un electrolito como el agua. Casi todos los metales se oxidarán o corroerán. En un motor como el Volkplane nunca se está a

salvo de la corrosión y en el caso del mismo, se encontró varias zonas corroídas, conduciendo esta problemática a una vida más corta del motor.

Naturalmente, cualquier óxido es malo. El problema con la medición de los daños causados por la corrosión es que no ocurre a una tasa constante o medible y puede comenzar, detenerse y comenzar de nuevo. El daño también depende de la superficie atacada y de la parte afectada. Las áreas de mayor preocupación son los cilindros, los anillos de los pistones, las válvulas, las guías de las válvulas, el árbol de levas y los elevadores. Está claro que la corrosión interna del motor es frecuente y es mala.

Figura 19

Componentes afectados por condiciones ambientales



Nota. Es importante chequear el motor detalladamente y en sus superficies ya que por debajo de la pintura puede acumularse contaminación que ocasiona la afectación del metal. Tomado de (VOLAR, s.f.)

2.17.1 Corrosión-Solución.

La primera recomendación es operar al menos a 180 grados F durante más de 30 minutos. Aquí nuevamente, las recomendaciones con respecto a la temperatura varían de 165 a 200 grados y el tiempo varía de 30 a 60 minutos. Sin embargo, el consenso parece ser de 180 grados. Esto purgará la humedad del aceite a través del respiradero. Menos de 30 minutos en realidad puede causar problemas al aumentar el vapor y los ácidos en el aceite.

Figura 20

Inspección del fuselaje



Nota. Las inspecciones son un proceso muy detallado el cual requiere de tiempo necesario para detectar cualquier anomalía de los componentes. Tomado de (AOPA, 2011)

Obviamente, para que pueda hacer eso, necesita saber la temperatura del aceite durante la operación. En consecuencia, se recomienda que tenga calibrado el indicador

de temperatura del aceite. Si el indicador solo tiene un área verde, tenemos que hacer nuestra propia marca en el punto que indica que el motor está a 180 grados F. Una regla general común del personal de mantenimiento del motor es cambiar el aceite cada 50 horas o cada seis meses, a menos que no haga funcionar el motor a 180 grados, en cuyo caso, debe cambiar el aceite cada 25 horas.

Figura 21

Mantenimiento programado



Nota. Para que la corrosión no afecte al material los expertos detallaron en los manuales de mantenimiento tiempos específicos para la correcta inspección de los componentes previniendo así cualquier falencia y tratándola antes de que llegue a causar un accidente. Tomado de (AIRCRAFT ELECTRICAL SYSTEM, 2022)

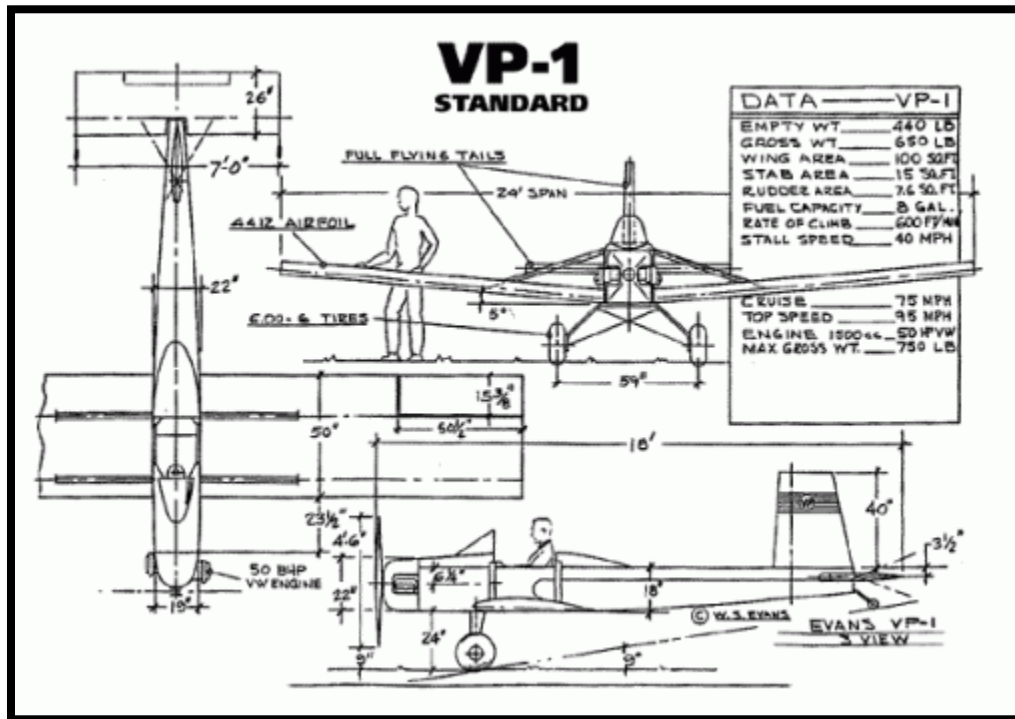
2.18 Dimensiones y características - Evans VP-1 Volksplane

El VP-1 fue diseñado por WS Evans de La Jolla, California para que sea lo más fácil posible de construir en un taller casero y con un mínimo de herramientas. El diseño final es un avión deportivo de un solo asiento de madera y tela. El fuselaje no es más que una caja de madera contrachapada mientras que la cuerda constante de las alas

hace que todas las nervaduras sean idénticas y facilita la producción y el montaje. Un motor Volkswagen impulsa el VP-1 y de ahí se derivó el nombre Volksplane. La facilidad de construcción y las características de vuelo dócil del VP-1 lo han hecho muy popular y, literalmente, se han construido cientos en todo el mundo.

Figura 22

Dimensiones y características



Nota. Este es un aeromodelo compacto. Tomado de (Aviation, s.f.)

a. Dimensiones

Tabla 2*Dimensiones de la aeronave Evans motor Volkplane*

<i>Envergadura</i>	24 pies
<i>Longitud</i>	18 pies
<i>Altura</i>	5 pies 6 pulgadas
<i>Peso</i>	685 libras (cargado)
<i>Velocidad Máxima</i>	95 millas por hora
<i>Techo de servicio</i>	10,000 pies
<i>Rango</i>	200 millas
<i>Motor</i>	Un motor de automóvil Volkswagen de 1600 a 1800 cc con 50 caballos de fuerza
<i>Tripulación</i>	1
<i>Fabricante</i>	Evans
<i>Marcas</i>	James Glaze, Tucson, AZ 1990
<i>Designación</i>	VP-1
<i>Registro</i>	N47188
<i>Número de serie</i>	1

Tabla 3*Características Generales*

<i>Tripulación</i>	1
<i>Longitud</i>	18 pies 0 pulgadas (5,49 m)
<i>Envergadura</i>	24 pies 0 pulgadas (7,32 m)
<i>Altura</i>	5 pies 1,5 pulgadas (1,562 m)
<i>Área del ala</i>	100 pies cuadrados (9,3 m ²)
<i>Perfil Aerodinámico</i>	NACA 4412
<i>Peso Vacío</i>	440 lb (200 kg)
<i>Peso máximo al despegue</i>	750 lb (340 kg)
<i>Planta motriz</i>	1 x Volkswagen motor de pistones opuestos horizontales refrigerado por aire de 4 cilindros, 40 hp (30 kW)
<i>HELICE</i>	hélice de paso fijo de 2 palas

Tabla4*Rendimiento*

<i>Velocidad de crucero</i>	65 nudos (75 mph, 120 km / h)
<i>Velocidad de pérdida</i>	35 nudos (40 mph, 65 km / h)
<i>Nunca exceda la velocidad</i>	104 nudos (120 mph, 193 km/h)
<i>Velocidad de ascenso</i>	400 pies/min (2,0 m/s)

2.19 Ensayos no destructivos

Los métodos de prueba actuales de NDT incluyen:

a. Pruebas de emisión acústica (AE).

Esta es una técnica NDT pasiva, que se basa en la detección de ráfagas cortas de ultrasonido emitidas por grietas activas bajo una carga. Los sensores dispersos sobre la superficie de la estructura detectan la AE. Incluso es posible detectar AE de plastificación en áreas altamente estresadas antes de que se forme una grieta. Con frecuencia, un método para usar durante las pruebas de prueba de un recipiente a presión, la prueba AE también es un método continuo de monitoreo de salud estructural (SHM), por ejemplo, en puentes. Las fugas y la corrosión activa también son fuentes detectables de AE.

b. Pruebas electromagnéticas (ET)

Pruebas electromagnéticas (ET) Este método de prueba utiliza una corriente eléctrica o un campo magnético que pasa a través de una parte conductora. Hay tres tipos de pruebas electromagnéticas, incluidas las pruebas de corriente de Foucault, la

medición de campo de corriente alterna (ACFM) y la prueba de campo remoto (RFT). La prueba de corriente de Foucault usa una bobina de corriente alterna para inducir un campo electromagnético en la pieza de prueba, la medición de campo de corriente alterna y la prueba de campo remoto usan una sonda para introducir un campo magnético, y RFT generalmente se usa para probar tuberías.

c. Prueba de fugas (LT)

La prueba de fugas se puede dividir en cuatro métodos diferentes: prueba de fugas de burbujas, prueba de cambio de presión, prueba de diodo halógeno y prueba de espectrómetro de masas. La prueba de fugas con burbujas utiliza un tanque de líquido, o una solución de jabón para piezas más grandes, para detectar fugas de gas (generalmente aire) de la pieza de prueba en forma de burbujas. Solo se usa en sistemas cerrados, la prueba de cambio de presión usa presión o vacío para monitorear la pieza de prueba. Una pérdida de presión o vacío durante un período de tiempo determinado mostrará que hay una fuga en el sistema.

d. Análisis de vibraciones (VA)

Este proceso utiliza sensores para medir las firmas de vibración de la maquinaria rotatoria para evaluar el estado del equipo. Los tipos de sensores utilizados incluyen sensores de desplazamiento, sensores de velocidad y acelerómetros.

e. Pruebas de Partículas Magnéticas (MT)

Este proceso NDT utiliza campos magnéticos para encontrar discontinuidades en o cerca de la superficie de los materiales ferromagnéticos. El campo magnético se puede crear con un imán permanente o un electroimán, lo que requiere que se aplique una corriente.

El campo magnético resaltará cualquier discontinuidad a medida que las líneas de flujo magnético produzcan fugas, que se pueden ver mediante el uso de partículas magnéticas que se introducen en la discontinuidad.

f. Pruebas radiográficas de neutrones (NR)

La radiografía de neutrones utiliza un haz de neutrones de baja energía para penetrar en la pieza de trabajo. Si bien el haz es transparente en materiales metálicos, la mayoría de los materiales orgánicos permiten ver el haz, lo que permite ver y examinar los componentes estructurales e internos para detectar fallas.

2.19.2 Ensayos no destructivos aplicados en la aviación

En la industria de la aviación, las técnicas de ensayos no destructivos (END) desempeñan un papel fundamental para minimizar los costes y mantener a las personas seguras.

La seguridad es importante en todas las industrias, pero especialmente en la aviación, ya que una falla o error menor puede conducir a una tragedia. Los componentes aeroespaciales fabricados con imperfecciones pueden provocar incidentes trágicos. Esto pone en riesgo el bienestar y la vida de las personas, además de importantes cantidades de dinero. Las materias primas y los componentes deben analizarse para determinar su seguridad y confiabilidad mediante el uso de un conjunto variado de inspecciones en todas las etapas de producción y mantenimiento.

Las técnicas NDT son un grupo crítico de estos métodos de evaluación que se utilizan durante la producción, construcción y mantenimiento de materias primas y piezas, todo lo cual exige análisis exhaustivos que puedan detectar cualquier defecto en un sujeto de prueba.

Las técnicas NDT también sirven como una medida de garantía de calidad utilizada en la evaluación y certificación de piezas de aeronaves. Las fallas o inconsistencias que se pasan por alto durante los procesos de producción pueden resultar en costosas reparaciones y reemplazos de piezas que consumen las finanzas de una empresa. El costo aumenta mucho más si se producen daños graves, hasta el punto de que una parte o una sección completa de la aeronave debe desecharse.

Durante el mantenimiento programado, las técnicas NDT también se pueden emplear para reconocer fallas y los efectos del desgaste. Los problemas pueden entonces ser tratados con prontitud a medida que aparecen. Sin embargo, resolver un problema una vez no garantiza que no vuelva a aparecer en el futuro.

2.20 Niveles de Inspección Visual

Dependiendo de su dificultad y grado de efectividad, las inspecciones visuales de aeronaves se pueden dividir en cuatro categorías diferentes:

- La inspección de recorrido es una verificación general para evaluar el estado general de la aeronave y su cumplimiento de las normas de seguridad. Lo realiza un inspector humano caminando por el suelo debajo de la aeronave, como sugiere el nombre.
- La inspección visual general se realiza de manera rutinaria para inspeccionar, localizar y evaluar cualquier daño, falla o anomalía. Para la mayoría de las áreas, el inspector humano requiere equipo adicional, como escaleras y recolectores de cerezas.
- Una inspección visual detallada consiste en un examen intensivo de un área, componente o sistema específico para la detección de daños. Por lo general, se

requieren algunas herramientas, incluido el uso de una linterna, una lupa, espejos o herramientas de medición especiales, etc.

- Es posible que se requiera una inspección visual detallada especial para la evaluación de daños de un elemento, instalación o ensamblaje específico.

2.21 Historia Volkplane.

Evans VP-1 Volkplane es un americano aviones diseñados para la construcción de aficionados. El avión fue diseñado por ex Convair, Aviones Ryan y Dinámica general ingeniero aeronáutico William Samuel Evans de La Jolla, California.

Figura 23

Vuelo de la aeronave Evans VP-1 Volkplane



Nota. Esta aeronave conquisto los cielos en septiembre de 1968. Tomado de (Jackson, s.f.)

Ofrecido como un conjunto de planos y comercializado como un avión "divertido", el Volksplane fue inmediatamente popular entre los constructores de viviendas que lo veían como un proyecto económico y fácil de construir. Se han construido varios ejemplos con variaciones en el diseño. En 1973, Mohog, un Volksplane con revestimiento de caoba, con modificaciones adicionales al diseño básico que incorporan alas monocasco, barra antivuelco reforzada y un dosel de burbujas sopladas, fue construido por la familia de Wosika El Cajón, California, a un costo de \$ 3,000

La construcción del Volksplane es relativamente sencilla y, según algunos constructores de viviendas, es casi como construir un "modelo de avión gigante". Las características de vuelo son relativamente benignas, ya que la intención era crear un avión simple y fácil de volar. Aunque no se pretende que sea un diseño acrobático, se han realizado suaves "balanceos de alerones, ochos perezosos, wingovers, candelabros y puestos empinados". Hasta la fecha, se han vendido un total de aproximadamente 6.000 planos.

Figura 24

Ilustración del motor VOLKSPLANE



Nota. Es un motor recíproco, el cual es un sistema de motor de arranque, alternador y distribuidor de corriente eléctrica. Tomado de (LYCOMING, 2020)

Capítulo III

3. Desarrollo del tema

3.1 Preliminares

Mediante la realización de las prácticas y efectuación de trabajo realizado al sistema eléctrico (Ewis), que actualmente han sido culminadas, en el presente capítulo se detalla los métodos que se aplicaron para que se llevara a cabo la inspección visual y chequeo del Ewis, con el objetivo de examinar y mantener en óptimas condiciones los componentes del sistema eléctrico del motor Volksplane, para el fin de permitir evaluar y corregir los daños que se han suscitado en el mismo, todos los procesos realizados fueron llevados a cabo mediante la documentación técnica tales como, manual de mantenimiento del motor, AC_43.13-1B. Para el desarrollo de las actividades de mantenimiento se contó con el apoyo del personal técnico de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe, como el Tlgo. Andrés Arellano que es nuestro director de proyecto de titulación, el mismo que es delegado de la revisión del proceso que se ha efectuado para la realización de este proyecto.

El proyecto de titulación se ejecuta con la finalidad de desarrollar métodos rápidos y fáciles de llevar a cabo al realizar labores de mantenimiento, en lo cual respecta la inspección visual del sistema eléctrico (Ewis) del motor Volksplane, optimizar y recuperar el sistema eléctrico de este motor dejándolo en óptimas condiciones, ampliando de esta forma nuevos métodos como la seguridad operación y ergonomía, bastantes primordiales para el desempeño y entorno que desarrollamos en nuestra carrera, también, mejorando los componentes, dando así como resultado un motor en óptimas condiciones.

3.2 Medidas de seguridad

Para este proyecto se necesitan medidas de seguridad para poder operar con productos químicos que puede afectar a la salud, por ende, se recomienda utilizar protección como guantes, overol, botas, protección facial como gafas y mascarillas, y casco ya que se maneja herramientas pesadas y de alto voltaje, esto ayudara a conservar la integridad del operador cuando desarrolle las actividades.

3.3 Accionamientos Accesorios y función

Los accionamientos para todos los accesorios del motor Volksplane están alojados en la sección superior del motor, cada componente cumple una función importante para el encendido y desarrollo del motor, como el alternado, el cual es el encargado de desarrollar la energía eléctrica en el motor, una función secundaria es cargar la batería y así la aeronave no tenga falencias, así también el motor de arranque el cual con un sistema eléctrico operativo en excelentes condiciones permite que el motor pueda accionar su ciclo y así brindarnos el empuje necesario para poder despegar, también, consta de un distribuidor de corriente el cual en el sistema eléctrico del motor es fundamental ya que nos ayuda a proporcionar la fuerza y el tiempo exacto, como nos explica el ciclo OTTO, el cual consiste en cuatro tiempos admisión, compresión, explosión y escape; la chispa es iniciada por la bujía en la cámara de combustión al momento del que el pistón se encuentra en el punto muerto superior (PMS), con el distribuidor de corriente podemos sincronizar este trabajo entre la bujía y cigüeñal.

3.4 Herramientas para el desarrollo del proyecto

Antes del desarrollo del proyecto, preparar el material que se va utilizar como las herramientas en un orden y lugar específico junto con los manuales de mantenimiento donde el ejecutado pueda leerlos y desarrollar las actividades que se describan.

Para el desarrollo de la actividad se consulta en el manual de mantenimiento del motor, en su sección del sistema eléctrico del motor, el cual nos va a brindar apoyo ante posibles falencias que podríamos presentar, una de las mayores sugerencias son las herramientas como llaves, que nos apoyan para el desamblaje de los componentes, guapes para ayudar con la corrosión protectores y tratamiento de la corrosión el cual permite al material principal del motor dejarlo en óptimas condiciones, para el cableado del sistema eléctrico terminales eléctricos y WD-40 para su debido mantenimiento.

3.5 Consideraciones Generales

Para ejecutar un trabajo de mantenimiento se debe inspeccionar todos los componentes y partes que se van a remover o que estén cerca del área, en el cual se evalúan la medida de protección y el estado general de todo el motor, antes de realizar cada una de las actividades que posteriormente van a ser detalladas. Por lo descrito el cableado del motor debe inspeccionarse detalladamente para determinar y evaluar los daños que podrían existir en los componentes y cableado eléctrico, dando así el estudio para brindar una solución de manera adecuada conforme a la documentación técnica.

Nota: Este capítulo consiste en la explicación detallada de todos los pasos que se efectuaron como la comprobación y el mantenimiento que se realizan al instante de realizar una inspección visual del cableado eléctrico del Motor Volksplane.

3.6 Inspección del cableado eléctrico y de los componentes del motor Volksplane.

1. Para realizar un mantenimiento se debe identificar las áreas y partes de la aeronave o motor donde se va a realizar o desarrollar el mantenimiento, vamos a realizar la inspección visual del sistema eléctrico para evaluar los daños e identificar cuáles son los problemas y llevarlos a cabo mediante el manual de mantenimiento del Motor.

Figura 25

Inspección del área eléctrica del motor Volksplane



Nota. Mediante una inspección visual se determinan los daños físicos que se han producido en el sistema eléctrico del motor.

2. Es importante revisar los componentes del motor ya que al estar en aire libre y no tener la planificación de mantenimiento específico los componentes recibieron daño, se procede a la evaluación y revisión de las sus respectivas partes para descartar cualquier daño.

Figura 26

Inspección de contaminación en el distribuidor del motor



Nota. Inspeccionamos que el componente no tenga presencia de oxido, y que no esté desgastado, también presenciamos de algún tipo de líquidos o fluidos de que produce la naturaleza.

3. Una vez evaluada la zona en la que se va a realizar el mantenimiento, procedemos a limpiar el área con diferentes materiales, utilizando franelas, guaipe, alcohol y desengrasantes adecuados para que el área quede con libre de impurezas y residuos dañinos para los siguientes procedimientos de mantenimiento.

Figura 27

Despojo de residuos contaminantes para el motor



Nota. Es un proceso muy delicado en el cual el sistema eléctrico junto con el de los componentes del motor quedaran sin ningún tipo de materia o sustancia que pueda perjudicar a la realización del mantenimiento.

4. Es muy importante determinar el estado en el que se encuentra la protección del cableado, ya que no debe filtrar ningún fluido o sustancias o polvo que puedan contaminar el sistema, es por ende que estos cables deben estar aislados y con sus respectivas abrazaderas para que no sufran excesivos movimientos o vibraciones que puedan ocasionar la afectación del cable.

Figura 28

Inspección y evaluación de los cables eléctricos y su recubrimiento



Nota. Examinamos que el cableado este sin presencia de contaminación y que sus abrazaderas estén en condición adecuadas.

5. Uno de los componentes importante del sistema eléctrico que funciona en el motor son las bujías ya que estas van a encender en un determinado tiempo el cual lo da un mecanismo que proporciona el tiempo junto al movimiento del pistón, este componente se llama distribuidor de corriente, el cual distribuye la acción de encender la bujía en el tiempo determinado por lo cual es fundamental para que el motor encienda correctamente.

Este componente es parte del sistema eléctrico, se denomina en términos comunes como operador de distribución de tiempos del motor, su medio de conexión es conocido como arnés eléctrico, el cual tienen sus debidas características para su funcionamiento.

En Nuestro motor Volksplane pudimos evaluar que al estar expuesto a humedad el arnés eléctrico existía corrosión por lo cual se procedió a la evaluación.

Figura 29

Inspección y evaluación del estado del Distribuidor de corriente



Nota. Mediante una inspección visual se determina la cantidad de corrosión que afecta el distribuidor de corriente, y verificamos si completa los requerimientos para dar mantenimiento o dar de baja.

6. Este es un paso fundamental ya que al realizar un mantenimiento del sistema eléctrico se le deben inspeccionar los componentes generadores en el motor, empezamos la limpieza con efectuación manual el cual se procedió a retirar los cables que estaban sulfurados o con presencia de corrosión.

Utilizamos herramientas como Scotch-Brite, Guaípe y Lija, que permitieron tratar la corrosión que se encontraba en un grado de más emergencia. Estas herramientas nos ayudaron bastante ya que encontramos varios defectos en el cableado y en componentes del eléctricos del motor.

Figura 30

Limpieza y eliminación de la corrosión mediante materiales específicos



Nota. Con este tratamiento el motor queda más limpio y elimina la mayor parte de corrosión.

7. En la inspección visual determinamos varios factores importantes y críticos para el motor Volksplane, que al encontrarse en un área libre y no tener las adecuadas normas de mantenimiento esto llevo al motor a tener o a propagarse un alto critico de corrosión, esto afecta a muchos componentes incluyendo a los del sistema eléctrico como alternador, bujías, distribuidor, motor de arranque, entre otros. Llevando al motor a deteriorarse a grandes proporciones.

Figura 31

Tratamiento de corrosión para el plato de la hélice con el arranque



Nota. Para este proceso se retiró la hélice para poder acceder al plato de la hélice y el arranque, así evaluando y tratando la corrosión formada en ambos componentes.

8. Para la contaminación corrosiva de este motor se utilizaron sustancias químicas como alumiprex ya que este químico nos ayuda a tratar la bacteria ocasionada por la corrosión, esto permite que el metal sea purificado, después se le pone alodine, ya que es un protector del metal el cual nos brinda protección a las áreas afectadas por la corrosión, estos químicos son fuertes por lo cual la especificación es que tengan contacto con la superficie durante 10-15 min, si excede el tiempo de utilización podría causar daños, permitiendo tratar y purificar las áreas corroídas.

Figura 32

Limpieza química con los líquidos Alumiprex y Alodai



Nota. La ilustración nos muestra la limpieza de oxidación y para la aplicación de los líquidos químicos ya especificados.

Advertencia: el uso de estos químicos puede ser altamente contaminantes para el ser humano por lo que se recomienda utilizar equipos específicos, como mascarillas, guantes, overol, entre otros.

9. Un punto muy importante es proceder a desarmar los componentes del motor Volksplane, para tratar la corrosión adecuadamente de cada componente, una vez controlada la corrosión y comprobado que cada componente este en su debida función sin contaminación, procederemos a pintar las superficies, cumpliendo las especificaciones del manual de mantenimiento sin exceder el peso de la pintura.

El proceso de pintura concluirá con el tratamiento de la corrosión ya que nos proporciona una cubierta que ayuda a prevenir futuras corrosiones.

Figura 33

Aplicación de pintura a los componentes del motor Volksplane



Nota. La ilustración nos muestra el procedimiento de aplicación de la pintura con ayuda de un compresor.

10. Después del tratamiento aplicado a cada componente se procede al ensamblaje, como primer punto debes ensamblar en su respectivo lugar los componentes del motor como, distribuidor, motor de arranque y alternador. El siguiente proceso es muy importa ya que nos ayuda a verificar el tiempo de los pistones del motor por lo cual el tiempo de encendido va a funcionar, a estos cables se les conoce como arnés eléctrico. Después de su respectivo ensamblaje y coordinación del motor con sus respectivos componentes eléctricos, procederemos a concertarlos con sus instrumentos de medición en la cabina, así mismo el respectivo cableado eléctrico.

Figura 34

Motor restaurado para su respectivo funcionamiento



Nota. Es importante verificar que el ensamblaje del motor cumpla con los requerimientos especificados por el fabricante tanto en peso como torque, y posición de cada componente eléctrico en el motor.

11. Para conectar el sistema eléctrico con el motor se adecuan las líneas y se aíslan con mangueras de propileno, la cual nos ayuda a conservar los cables que conecten con el motor para que logren maximizar su vida útil.

Figura 35

Tubos corrugado propileno especificados para el sistema eléctrico



Nota. Estos tubos nos ayudan a prevenir la contaminación y acumulación de residuos en los cables eléctricos entre le motor y la cabina.

12. Después acoplamos el sistema eléctrico con la cabina, cuidando de que no exista alguna deficiencia o mala conexión el cual podría ocasión un corto circuito de este sistema, llevando así a la conclusión de la realización de esta tarea.

Figura 36

Inspección del trabajo final para verificar alguna falencia o aprobación



Nota. Verificación de que cada sistema funcione correctamente conforme a los objetivos del proyecto

Tabla 5

Herramientas utilizadas para realización de las practicas.

Herramientas	
Desarmadores plano y estrella	Pinzas para colocación de terminales eléctricos.
Guaípe	Llaves
Amarraderas plásticas	Tubo propileno
ALUMIPREX	ALODAI

Herramientas

Estilete	Pelador de cables
----------	-------------------

Racha	Alicate
-------	---------

Tabla 6*Materiales usados en la realización de la practica*

Materiales

Alcohol	WD-40 inhibidor de la corrosión
---------	---------------------------------

Espiral de cable protector (Tubo propileno)	Cinta protectora del calor
---------------------------------------------	----------------------------

Terminales eléctricos	Taípe Negro
-----------------------	-------------

Abrazaderas	Franela absorbente
-------------	--------------------

Desengrasante Orange	Correas plásticas
----------------------	-------------------

Tabla 7

Equipos utilizados en la realización de la practica

Equipos
Compresor
Extensión eléctrica
Pinzas para terminales eléctricas
Cortadora de cables
Taladro

3.7 Presupuesto

Este proyecto fue basado en el anteproyecto con valores promediados, pero al momento de ejecutarse el trabajo practico se logró obtener valores reales y exactos que conllevó la ejecución del proyecto los cuales vamos a presentar en los siguientes puntos.

3.7.1 Análisis de costos

Cuando se efectuó la inspección y reemplazo de los componentes del sistema eléctrico del motor Volksplane, surgieron una seria de costos en el cual se dividirá en primarios y secundarios.

a. Costos Primarios

- Herramientas
- Materiales
- Repuestos

Tabla 8*Costos primarios*

No.	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
1	Guaípe	13	\$0,30	\$3,90
2	Correas plásticas medianas	9	\$4,00	\$36,00
3	Limpia contactos WD-40	1	\$7,25	\$7,25
4	Desoxidante WT-110	1	\$6,50	\$6,50
5	Inhibidor de la corrosión WD-40 Specialist	1	\$17,60	\$17,60
6	Abrazaderas	15	\$1,50	\$22,50
7	Terminales eléctricos grandes	20	\$0,20	\$4,00
8	Terminales eléctricos Medianos	18	\$0,15	\$2,70
9	Terminales eléctricos pequeños	14	\$0,10	\$1,40
10	Tubo corrugados propileno (10 m)	1	\$21,00	\$21,00
11	Franela	3	\$1,00	\$3,00
12	Scotch-Brite	10	\$0,75	\$7,50
13	Desengrasante Orange (Galón)	2	\$23,00	\$46,00
14	Alcohol Industrial (Galón)	2	\$19,25	\$38,50
15	Alumiprex (Galón)	1	\$40,00	\$40,00
16	Alodai (Galón)	1	\$40,00	\$40,00
17	Primer (Pintura)	1	\$53,00	\$53,00
18	Lija grano x1000 Rollo	1	\$5,00	\$5,00
Valor Total				\$355,85

a. Costos Secundarios

- Movilización
- Elaboración de textos de la tesis
- Tramites generales de graduación

Tabla 9

Costos secundarios

ORDEN	DESCRIPCION	VALOR
1	Impresión de tarea de mantenimiento realizada	\$4,75
2	Movilización interprovincial	\$90,00
3	Internet	\$10,00
4	Papelería	\$12,00
5	Impresión de documentos para titulación	\$4,50
TOTAL		\$121,25

b. Costo Total del Proyecto

El costo total de la inversión para este proyecto se puede visualizar en la tabla

10

Tab10

Costo Total del Proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	Costos Primarios	\$355,85
2	Costos Secundarios	\$121,25
COSTO TOTAL		\$477,10

4. Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- El sistema eléctrico es uno de los más cambiantes a medida de los años, por materiales nuevos o aleaciones que favorecen al desarrollo de nuevas fibras o de nuevos cables eléctricos, desde comienzo de la aviación se busca implementar componentes eléctricos que puedan soportar altas temperaturas, eso conlleva al desarrollo diario de métodos y sistemas que puedan soportar el trabajo requerido, sabemos que el motor Volksplane es un motor básico pero con el desarrollo de las tecnologías podría tener mejoras en su sistema eléctrico, y formar nuevos prototipos que sean mucho más eficientes, ligeros y resistentes a ciertas temperaturas altas y esto conlleva a que pueda deformar los materiales del sistema eléctrico.
- Los procesos de mantenimiento del sistema eléctrico deben tener suma prioridad y cuidado del personal de mantenimiento. El cuidado al sistema electro es primordial ya que nos permite estar en condiciones de vuelo optimas al tener en funcionamiento todos los componentes de la aeronave en conjunto con el motor así podemos chequear el trabajo, proceso y desarrollo de motor durante el vuelo; para el cuidado del personal de mantenimiento deben tener normas de seguridad o por requerimiento un SMS, sistema de seguridad operacional, la cual nos permite prevenir accidentes e incidentes, poder estudiar cuales podrían ser las causas de riesgo y prevenirlas fomentando el uso obligatorio de equipamiento que puede soportar o cortar la conductividad, al ser un sistema eléctrica el personal de mantenimiento está expuesto a ser electrocutado o a sufrir quemaduras de alto riesgo.

- El técnico de mantenimiento debe estar capacitado en su área correspondiente, es muy importante que sepa desenvolverse en los manuales de mantenimiento, medir los riesgos que podría tener, equiparse del equipo correspondiente y seguir el proceso de mantenimiento, al ser un sistema eléctrico se requiere de tiempo y paciencia para el desarrollo de la inspección que se lleva a cabo del área de mantenimiento a la aeronave, en si el motor es fundamental para el vuelo y es de mucha precisión del personal técnico tenerlo en óptimas condiciones.

4.2 Recomendaciones

- Revisar el diseño y las posiciones en las que se deberían encontrar ilustradas en los manuales de mantenimiento, esto nos lleva a practica que hemos efectuado ya que mediante un estudio y una inspección antes de realizar o desarrollar cualquier actividad podremos efectuarla con un rotundo éxito, al permitir conocer en que parte voy a trabajar y como está constituida para la realización del trabajo, que materiales va a requerir, cuáles son las herramientas que vamos a utilizar y cuáles van a ser los componentes que vamos a cambiar o reemplazar para evitar consumir mucho tiempo al momento de realizar una actividad de mantenimiento en el sistema eléctrico de un motor.
- Para realizar el trabajo de mantenimiento en el sistema eléctrico del motor se debe tener en cuenta los procesos que nos dicta el manual, procedimientos y normas estipuladas por el fabricante y el operador de las aerolíneas, las cuales nos permiten desarrollar adecuadamente los procesos que se deben seguir para la efectuación de la tarea de mantenimiento.
- Cuando se realice la sustitución o remplazo de algún componente del sistema eléctrico del motor que se encuentre en estado defectuoso o que pueda ocasionar contacto, debemos verificar que el componente el cual se sustituye sea el mismo, ya que implementar otro componente seria correr riesgos ya que no sabemos si este material sea lo suficientes resistente para los sistemas eléctrico, ya que caso contrario crearía inconvenientes podría suceder durante el vuelo un indicio de fuego, es por eso que los manuales se deben manejar correctamente para ser precisos y no se puedan cometer errores de esta magnitud.

Abreviaturas

A

APU: Auxiliary Power Unit (Unidad de Potencia Auxiliar)

ac: Alternating Current (Corriente Alterna)

AC: Advisory Circular (Circular de asesoramiento)

AD: Airworthiness Directive (Directiva de aeronavegabilidad)

AWG: American Wire Gauge (Calibre de alambre americano)

APU: Auxiliary Power Unit (Unidad de Potencia Auxiliar)

D

DC: Direct Current (Corriente Directa).

E

EWIS: Electrical wiring interconnection system (Sistema de interconexión de cableado eléctrico).

F

FAA: Federal Aviation Administration (Administración Federal de Aviación) GPU:
Ground Power Unit (Unidad de potencia de tierra).

G

GVI: General visual inspection (Inspección visual general) LRU: Line Replaceable Unit
(Unidad reemplazable de línea).

M

MEA: More-Electric Aircraft (Aviones más eléctricos).

S

SWAMP: Areas with severe wind and humidity problems (Areas con problemas severos de viento y humedad).

T

TRU: Transformer Rectifier Unit (Unidad rectificadora de transformador)

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.

Abrazadera: Es un dispositivo diseñado para unirse o contraerse o para presionar una o más partes para sujetarlas firmemente.

Arnés: Un arnés de cables es un grupo de cables bien atados como una sola unidad.

B

Boroscopio: Un instrumento óptico tubular largo diseñado para la inspección visual remota de superficies.

C

Cable eléctrico: Ensamblaje de uno o más conductores dentro de una capa protectora envolvente construida de manera que permita el uso de conductores por separado o en grupo.

Circuito: Una ruta cerrada a través de cual fluye o puede fluir una corriente eléctrica.

Conductor: Un cable u otro material adecuado para conducir electricidad. **Corrosión:** Es el deterioro electroquímico de un metal como resultado de la reacción química al entorno circundante.

G

Grieta: Es una separación parcial del material causada por vibración, sobrecarga, tensiones internas, ensambles defectuosos, fatiga o cambios rápidos de temperatura.

I

Inspección: Es la verificación o prueba que realiza un individuo contra los estándares previamente establecidos.

Interruptor (switch): Es un dispositivo eléctrico que sirve para abrir o cerrar un circuito eléctrico.

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.

T

Toma de tierra: El término generalmente se aplica a una forma particular de unión que es el proceso de conectar eléctricamente objetos conductores a una estructura conductora o algún otro retorno conductivo ruta con el fin de completar de forma segura.

Transformador: Un dispositivo para subir o bajar el voltaje de corriente alterna (CA).

7. Bibliografía

- Accredia. (24 de Septiembre de 2020). *TO PROVE LAB*. Obtenido de NON-DESTRUCTIVE TESTS (LIQUID PENETRANT INSPECTION): <https://www.toprovelab.com/en/test/non-destructive-tests-penetrating-liquids>
- Administration, F. A. (6 de Septiembre de 2018). *Manual para técnicos de mantenimiento de aviación - Planta motriz Volumen 1*. Obtenido de Manual para técnicos de mantenimiento de aviación - Planta motriz Volumen 1: <https://www.faa.gov/search/?omni=MainSearch&q=Crankshaft&startAt=10#content>
- Administration, F. A. (2018). *Requisitos de instalación para motores de aeronaves*. Obtenido de https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/engine_prop/engine_approval/s/install_req/
- AIRCRAFT ELECTRICAL SYSTEM. (2022). *FLIGHT MECHANIC*. Obtenido de Wiring Installation – Wire Types: <https://www.flight-mechanic.com/wiring-installation-wire-types/>
- AMILARG. (2013). *AVIACION MILITAR ARGENTINA*. Obtenido de Hawker Siddeley 125-400: <http://www.amilarg.com.ar/hawker-125-400.html>
- AOPA. (enero de 2011). *Guía de inspección de aeronaves*. Obtenido de <https://www.aopa.org/go-fly/aircraft-and-ownership/maintenance-and-inspections/aircraft-inspections>
- Aplus. (s.f.). https://www.applus.com/dam/PDFServices/Energy-and-Industry/GLOBAL/Inspecci%C3%B3n-por-part%C3%ADculas-magn%C3%A9ticas_es.pdf.
- Ariana, S. (s.f.). https://www.academia.edu/42964405/Pruenas_no_destructivas.
- AuthorClare McGarrey. (18 de June de 2019). *INTERCONNECT-WIRING*. Obtenido de WHAT DOES EWIS MEAN?: <https://www.interconnect-wiring.com/aerospace/what-does-ewis-mean/>
- Aviación, A. d. (s.f.). *ASOC. PASION POR VOLAR*. Obtenido de <https://www.pasionporvolar.com/sistema-de-combustible-en-el-avion-cap-1/>
- AVIACION, A. N. (10 de Julio de 2020). *Tipos de chequeos en aviacion*. Obtenido de <https://www.naa.edu/types-of-aviation-maintenance-checks/>
- Aviation. (s.f.). *AVIATION G&J*. Obtenido de NDT (nondestructive testing): <https://gjaviation.com/ndt.html>
- BARDAHLO. (2017). *Historia de motores en aviacion*. Obtenido de <https://www.bardahlindustria.com/historia-motores-aviacion/>
- BEN SAMPSON. (25 de Octubre de 2018). *Aerospace TESTING INTERNATIONAL*. Obtenido de Introduction to non-destructive testing: <https://www.aerospacetestinginternational.com/features/introduction-to-non-destructive->

- MANCUZO, G. (2021). *ComparaSoftware SPA*. Obtenido de ComparaSoftware SPA:
<https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-aeronautico/>
- Marcolini, A. M. (2017). *Sistema Eléctrico de una aeronave*. Obtenido de Sistema Eléctrico de una aeronave:
http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91273/fichero/Memoria_tfg_M%C2%AA+Victoria+Alba+Prieto.pdf
- MOTORPASION. (2019). *Motor de combustion interna* . Obtenido de
<https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>
- Noxvo. (enero de 2020). *Importancia de la biela en el motor*. Obtenido de
<https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-biela-del-motor-y-su-importancia/>
- Oñate, A. E. (2019). *Conocimientos del avion, Septima edicion*. Paraninfo.
- pasionporvolar. (2020). *Uncionamienot de Motores de aviacion*. Obtenido de
<https://mccauley.txtav.com/>
- Pima Air. (2021). *PIMA AIR & SPACE MUSEUM*. Obtenido de EVANS VP-1 VOLKSPLANE:
<https://pimaair.org/museum-aircraft/evans-vp-1/>
- Sec, A. (s.f.).
https://www.academia.edu/44337350/Asme_Secc_V_Articulo_6_Inspeccion_por_Liquidos_Penetrantes.
- Shipe, J. (7 de 01 de 2020). *CESSNA FLYER ASSOCIATION*. Obtenido de CESSNA FLYER ASSOCIATION: <https://www.cessnaflyer.org/maintenance-tech/item/1102-pre-and-post-overhaul-engine-removal-installation.html>
- Technologie, C. (MARZO de 2015). *MOTORES DE COMBUSTION INTERNA*. Obtenido de
https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/catalog_of_chp_technologies_section_2._technology_characterization_-_reciprocating_internal_combustion_engines.pdf
- TWI Global. (2022). *TWI* . Obtenido de WHAT IS NON-DESTRUCTIVE TESTING (NDT)? METHODS AND DEFINITION.
- UNLP. (2018). Obtenido de Funcionamiento del arbol de levas:
<https://unlp.edu.ar/frontend/media/10/27510/bb196b78ea8ebe4bfc414b8924c07372.pdf>
- VOLAR, A. P. (s.f.). *Carburación en los motores de aviación*. Obtenido de Carburación en los motores de aviación: <https://www.pasionporvolar.com/carburacion-en-los-motores-de-aviacion/>

Anexos