



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Inspección visual del ewis del compartimento del equipo electrónico posterior del avión escuela Hawker Siddeley de la unidad de gestión de tecnologías “ESPE”.

Reyes Velázquez, Ronny Ramiro

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Mecánica Aeronáutica Mención Motores

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

Tlgo. Arellano Reyes, Milton Andrés

Latacunga

10 de marzo del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

Certificación

Certifico que la monografía, **“Inspección Visual del Ewis del Compartimento del Equipo Electrónico Posterior del Avión Escuela Hawker Siddeley de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.”** Fue realizado por el señor **REYES VELASQUEZ, RONNY RAMIRO** 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, 10 de marzo del 2021

Firma:

Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3

Reporte de verificación



Urkund Analysis Result

Analysed Document: RONNY REYES MONOGRAFIA SIN GRAFICOS.pdf (D97029785)
Submitted: 3/2/2021 10:23:00 PM
Submitted By: rrreyes5@espe.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

tesis.docx (D42631606)
MENDOZA ORTIZ LUIS ANTONIO.docx (D63480383)
Bryan.pdf (D35375165)

Instances where selected sources appear:

7

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Andrés Milton Arellano Reyes".

Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

Responsabilidad de autoría

Yo, **REYES VELASQUEZ, RONNY RAMIRO**, con número de ciudadanía N° 1722269360 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Inspección Visual del Ewis del Compartimento del Equipo Electrónico Posterior del Avión Escuela Hawker Siddeley de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE”**. es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 10 de marzo del 2021

Firma:

Reyes Velásquez, Ronny Ramiro

C.C.: 1722269360



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

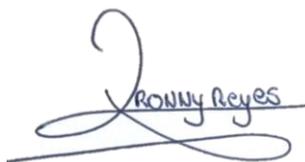
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

Autorización de publicación

Yo, **REYES VELASQUEZ RONNY RAMIRO**, con cedula de ciudadanía 1722269360 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Inspección Visual del Ewis del Compartimento del Equipo Electrónico Posterior del Avión Escuela Hawker Siddeley de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE”**. en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 10 de marzo del 2021

Firma:



Reyes Velásquez, Ronny Ramiro

C.C.: 1722269360

Dedicatoria

Todo el esfuerzo, trabajo y empeño del presente proyecto, va dedicado principalmente a mi familia, en especial a mis padres que jamás dejaron de apoyarme y confiaron en mi en todos los momentos de mi carrera, por todo el esfuerzo que realizaron día a día para poder culminar mis estudios con éxito y disciplina.

A mis hermanas mayores que siempre fueron un ejemplo a seguir y que nunca dudaron de mí y siempre estuvieron apoyándome en los momentos más importantes de mi carrera.

A mis abuelos que siempre nos guiaron por el camino del bien, me enseñaron muchos valores que para mí siempre fueron importantes como el respeto y la humildad y a pesar de no tenerles a mi lado siempre sentí su apoyo desde el cielo.

También quiero agradecerles a mis compañeros Mateo, Sofia, Plinio por su amistad ya que siempre estuvimos juntos desde el inicio de la carrera apoyándonos siempre el uno al otro para poder salir adelante.

RONNY RAMIRO REYES VELASQUEZ

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme su bendición, sabiduría y las fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de nuestra etapa académica.

A mi familia por la confianza y el apoyo brindado que sin duda alguna en el trayecto de mi carrera han sido un pilar importante para que ahora me encuentre en esta etapa de mi vida corrigiendo las fallas y celebrando los triunfos.

También quiero dedicar a la Universidad De Las Fuerzas Armadas Del Ecuador por permitirme ser parte de su honorable y respetada institución, además a mi tutor de tesis Tecnólogo Andrés Arellano que siempre nos dio prioridad, pacencia, y sobre todo compartió de su tiempo y conocimiento en todo momento.

RONNY RAMIRO REYES VELASQUEZ

Tabla de contenidos

Caràtula	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación.....	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
Resumen.....	15
Abstract.....	16
Planteamiento del problema de investigación.....	17
Antecedentes.....	17
Planteamiento Del Problema	18
Justificación e importancia.....	19
Objetivos	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Alcance.....	21
Marco teórico.....	22
Inspección	22
Tipos de Inspección por Ensayos No Destructivos	22
Inspección Visual.....	23

Características de la Inspección Visual.....	26
Tipos De Inspección Visual.....	27
Inspección Visual Directa.....	28
Inspección Visual Remota.....	29
Factores que Afectan una Inspección Visual	30
Efectos de Fatiga.....	31
Condiciones que Afectan la Inspección Visual.....	32
Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (Ewis)	32
Definición.....	32
Fallas del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (Ewis)	33
Degradación del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (EWIS).....	33
Factores de la Degradación del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (EWIS).....	34
Causas de la degradación del Sistema de interconexión de cableado eléctrico (EWIS).....	36
Principales Componentes Expuestos a la Degradación del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico.....	40
Cables.....	40
Conectores.....	41
Inspección del Cableado	42
Niveles de inspección aplicables al cableado eléctrico.....	43
Áreas Principales Donde se Realiza una Inspección del Cableado	47
Sistema Eléctrico de las Aeronaves.....	49
Historia.....	49
Configuración del Sistema Eléctrico.....	50
Localización de los Sistemas Eléctricos en el Avión.....	51
Descripción general.....	52
Sistema Eléctrico de Aviones Avanzados.....	54

Sistema Eléctrico de Aviones monomotores pequeños.....	54
<i>Sistema eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley.....</i>	<i>55</i>
Sistema de corriente directa.....	56
Sistema de corriente directa baterías.....	57
Sistema DC Planta Externa.....	57
Sistema de Corriente Alterna.....	58
Sistema de Corriente Alterna de Transformadores.....	58
Elementos y Componentes Eléctricos a Utilizar.....	58
Cables Eléctricos.....	58
Abrazaderas.....	60
Conectores eléctricos:.....	62
Terminales.....	64
Materiales de limpieza.....	65
Franela de limpieza.....	65
Desengrasantes.....	65
Limpiador de Contactos Eléctricos.....	67
Desarrollo del tema.....	68
Preliminares.....	68
Consideraciones Generales.....	69
Inspección del Cableado Eléctrico del Compartimiento del Equipo Electrónico del Aeronave Hawker Siddeley HS 125.....	69
Inspección de abrazaderas.....	79
Inspección de conectores eléctricos.....	84
Inspección de puntos a tierra:.....	86
Inspección de terminales eléctricos:.....	89
Presupuesto.....	93
Análisis de costos.....	93

Conclusiones y recomendaciones	97
Conclusiones	97
Recomendaciones	98
Bibliografía	99
Anexos	102

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Ventajas y desventajas de la inspección visual</i>	25
Tabla 2. <i>Lista de herramientas utilizadas en la practica</i>	91
Tabla 3. <i>Lista de materiales utilizados en la practica</i>	92
Tabla 4. <i>Lista de equipos utilizados en la practica</i>	93
Tabla 5. <i>Costos primarios</i>	94
Tabla 6. <i>Costos secundarios</i>	95
Tabla 7. <i>Costo total del proyecto</i>	96

Índice de figuras

Figura 1. <i>Inspección visual del motor de una aeronave</i>	25
Figura 2. <i>Características de la inspección visual</i>	27
Figura 3. <i>Inspección visual directa</i>	29
Figura 4. <i>Inspección visual remota</i>	30
Figura 5. <i>Valores de iluminación para la inspección visual</i>	31
Figura 6. <i>Factores de degradación del Ewis</i>	35
Figura 7. <i>Causas de la degradación del cableado</i>	39
Figura 8. <i>Aislamiento del cableado</i>	41
Figura 9. <i>Tipos de conectores eléctricos</i>	42
Figura 10. <i>Inspección detallada</i>	44
Figura 11. <i>Inspección visual general</i>	46
Figura 12. <i>Inspección zonal</i>	47
Figura 13. <i>Estructura centralizada del sistema eléctrico de una aeronave</i>	52
Figura 14. <i>Diagrama del sistema eléctrico del avion</i>	53
Figura 15. <i>Sistema eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley</i>	55
Figura 16. <i>Calibre del cable AWG</i>	60
Figura 17. <i>Tipos de abrazaderas de aviación</i>	62
Figura 18. <i>Tipos de conectores eléctricos</i>	63
Figura 19. <i>Tipos de terminales electricos</i>	64
Figura 20. <i>Tipos de desengrasantes</i>	66
Figura 21. <i>Limpiador de contactos eléctricos</i>	67
Figura 22. <i>Área donde se va a realizar la inspección</i>	70
Figura 23. <i>Limpieza del área de trabajo</i>	71
Figura 24. <i>Herramientas para la inspección</i>	72
Figura 25. <i>Inspección del cableado</i>	73
Figura 26. <i>Inspección del sobrecalentamiento del cableado</i>	73
Figura 27. <i>Inspección de contaminación química en el cableado</i>	74
Figura 28. <i>Inspección de la superficie interior del cableado</i>	75
Figura 29. <i>Estado de la superficie del cableado</i>	75

Figura 30. <i>Recubrimiento blindado del cableado</i>	76
Figura 31. <i>Soporte del cableado</i>	77
Figura 32. <i>Chequeo de los mazos de cables</i>	77
Figura 33. <i>Requisitos primordiales del cableado</i>	78
Figura 34. <i>Identificación del cableado</i>	79
Figura 35. <i>Inspección del estado de las abrazaderas</i>	79
Figura 36. <i>Forros de las abrazaderas</i>	80
Figura 37. <i>Estado integral de las abrazaderas</i>	81
Figura 38. <i>Estado de las abrazaderas</i>	81
Figura 39. <i>Tamaño de las abrazaderas</i>	82
Figura 40. <i>Colocación de abrazaderas en la estructura</i>	83
Figura 41. <i>Soporte de abrazaderas</i>	83
Figura 42. <i>Inspección de los conectores electricos</i>	84
Figura 43. <i>Estado de los sellos de los conectores</i>	84
Figura 44. <i>Bucles de goteo</i>	85
Figura 45. <i>Estado interno de conectores</i>	85
Figura 46. <i>Limpieza de conectores con WD-40</i>	86
Figura 47. <i>Conexiones a tierra</i>	87
Figura 48. <i>Reparación de las conexiones a tierra</i>	87
Figura 49. <i>Examinación de arcos electricos en las tomas a tierra</i>	88
Figura 50. <i>Colocación de las tomas a tierra</i>	88
Figura 51. <i>Inspección de terminales eléctricos</i>	89
Figura 52. <i>Ajuste de terminales eléctricos</i>	90
Figura 53. <i>Tipos de terminales eléctricos</i>	90
Figura 54. <i>Tamaño y disposición de terminales</i>	91

Resumen

El sistema eléctrico de una aeronave es una de las partes fundamentales para el funcionamiento de un avión ya que este sistema es uno de los más importantes en una aeronave y debe mantenerse en condiciones operables, este escrito abarca dos partes importantes, la primera parte contiene toda la parte teórica es decir las generalidades del sistema eléctrico de una aeronave y los tipos de inspección que debemos realizar al cableado eléctrico de una aeronave, y en la segunda parte se tiene como objetivo describir la parte práctica, detallando cada uno de los procedimientos que se debe realizar en el cableado eléctrico de una aeronave, la parte práctica es la base fundamental del desarrollo de nuestro trabajo ya que debemos realizar de manera adecuada todos los procedimientos descritos para evitar cualquier tipo de incidente o accidente al momento de realizar los trabajos en la aeronave. Además de eso es fundamental analizar y conocer cuál es la función que cumple el sistema eléctrico en una aeronave, ya que de esta manera podemos los estudiantes podrán ampliar los conocimientos y los procedimientos que debemos realizar si encontramos alguna falla en sistema eléctrico para evitar el deterioro de los componentes y equipos del sistema eléctrico de un avión.

Palabras Clave:

- **SISTEMA ELÉCTRICO DEL AVIÓN**
- **MANTENIMIENTO DEL COMPARTIMEINTO ELECTRÓNICO**
- **INSPECCIÓN DEL AVIÓN**
- **CABLEADO**

Abstract

The electrical system of an aircraft is one of the fundamental parts for the operation of an airplane since this system is one of the most important in an aircraft and must be kept in operable conditions, this writing covers two important parts, the first part contains all the theoretical part is to say the generalities of the electrical system of an aircraft and the types of inspection that we must carry out to the electrical wiring of an aircraft, and the second part aims to describe the practical part, detailing each of the procedures that are must be carried out in the electrical wiring of an aircraft, the practical part is the fundamental basis of the development of our work since we must adequately carry out all the procedures described to avoid any type of incident or accident at the time of carrying out the work on the aircraft . In addition to that, it is essential to analyze and know what the function of the electrical system in an aircraft is, since in this way we can students can expand the knowledge and procedures that we must carry out if we find a fault in the electrical system to avoid deterioration of the components and equipment of the electrical system of an airplane.

Key words:

- **AIRCRAFT ELECTRICAL SYSTEM**
- **MAINTENANCE OF THE ELECTRONIC COMPARTMENT**
- **INSPECTION OF THE PLANE**
- **WIRING**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Antecedentes

El desarrollo de las nuevas tecnologías en la última década ha generado un impulso de manera notable para las nuevas generaciones de profesionales, es por esta razón que la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” oferta carreras únicas en el Ecuador, un claro ejemplo de esto es la carrera de mecánica aeronáutica mención motores impartida en la Unidad de Gestión de Tecnologías con sede el Latacunga, brindando de esta manera la oportunidad de formar profesionales competitivos y capaces dentro de su ámbito laboral.

A lo largo de los años en el Ecuador el campo aeronáutico ha tenido un notable crecimiento, es por esta razón que es de gran importancia que los futuros profesionales cuenten con una formación de calidad tanto en el ámbito teórico como práctico permitiendo de esta manera ampliar los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida estudiantil, garantizando de esta manera que el Ecuador se convierta en un país competitivo en este campo.

La Unidad de Gestión de Tecnologías cuenta con talleres y material para instrucción de alta calidad con la cual los estudiantes podrán realizar su formación de manera adecuada, Al ser una carrera certificada por la DGAC es de gran importancia que cumpla con los diferentes implementos de enseñanza en condiciones de calidad lo cual se verá reflejado en desempeño laboral.

1.2. Planteamiento Del Problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE es una institución dedicada a la formación de tecnólogos de excelencia los cuales se encuentran capacitados en la resolución de diferentes problemas que se puedan presentar en su vida laboral, una de las diferentes carreras que se oferta en la institución educativa es la de Mecánica Aeronáutica Mención Motores.

El presente problema se genera al no contar con un instrumento de enseñanza practica para los estudiantes que se encuentre en una condición optima aumentando el desconocimiento de los mismos hacia los diferentes sistemas pertenecientes a los diferentes aviones escuela con los cuales cuenta la carrera de mecánica aeronáutica, incrementando la posibilidad de que el estudiante quede con vacíos académicos los cuales afectaran en gran medida al desempeño de los mismos el amplio mundo competitivo de la aviación.

El presente proyecto es de gran importancia ya que además de servir como una guía para futuras prácticas de mantenimiento que realicen los estudiantes acerca de inspecciones visuales referentes al cableado eléctrico y conectores eléctricos de una aeronave sirve como material de calidad para que los docentes puedan impartir de mejor manera los conocimientos necesarios para de esta manera ayudar a la universidad incrementando su competitividad en el campo académico y también laboral.

1.3. Justificación e importancia

Una necesidad apremiante para cualquier tipo de aeronave o componente es su mantenimiento, el cual debe ser realizado de manera minuciosa y garantizar el correcto estado de los mismos, la finalidad de este proyecto es servir a las nuevas generaciones de estudiantes para que puedan demostrar sus habilidades durante las actividades académicas realizadas de manera practica en los diferentes aviones escuela mediante el uso de manuales e información técnica necesaria.

Al ser la carrera de mecánica aeronáutica pionera en la formación de tecnólogos de alto nivel académico y competitivo es de gran importancia que cuenten con implementos de instrucción practica se encuentren en un estado óptimo de servicio permitiendo a los estudiantes adquirir la experiencia necesaria que los posicione como líderes en el país y que en un futuro puedan desempeñarse de mejor manera en su vida profesional en el sector aeronáutico.

Las inspecciones visuales forman parte importante de las prácticas de mantenimiento que se realizan tanto a una aeronave, permitiendo así el cumplimiento de estándares de seguridad y conservando la aeronavegabilidad de los mismos, logrando de esta manera que con el presente proyecto el estudiante logre incrementar sus conocimientos teóricos complementados con la practica en los aviones escuela de alta calidad utilizando información técnica adecuada para la realización de dichas inspecciones.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar la inspección visual del EWIS del compartimento del equipo electrónico del avión escuela HAWKER SIDDELEY de la Unidad de Gestión de Tecnologías mediante información técnica referente a la inspección visual del cableado eléctrico para mejorar el estado del sistema.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Identificar la información técnica necesaria para realizar de la manera adecuada la inspección por condición al cableado eléctrico, conectores eléctricos y abrazaderas del compartimento del equipo electrónico.
- Examinar el estado del cableado eléctrico del compartimento del equipo electrónico y realizar el reemplazo del cableado eléctrico, conectores eléctricos y abrazaderas utilizando la información técnica encontrada en la tarea de mantenimiento.
- Comprobar el funcionamiento operacional del EWIS mediante el energizado de la aeronave según el procedimiento especificado en el ATA 24 del manual de mantenimiento del avión escuela HAWKER SIDDELEY.

1.5 Alcance

El proyecto abarca la inspección visual del EWIS del compartimento del equipo electrónico mediante la tarea de mantenimiento del avión escuela (Hawker Siddeley) lo cual garantiza que el estudiante de la Unidad De Gestión De Tecnologías “ESPE” amplíen sus conocimientos referentes al sistema eléctrico de la aeronave, este proyecto ayudara como fuente de consulta al momento de realizar una inspección visual al cableado eléctrico de la aeronave facilitando al estudiante la realización de futuras tareas de mantenimiento incrementando su capacidad competitiva en el ámbito laboral a futuro.

El presente proyecto tiene como finalidad revisar y reemplazar tanto el cableado eléctrico como los conectores eléctricos y abrazaderas pertenecientes al compartimento del equipo electrónico del avión escuela HAWKER SIDDELEY, ayudando de esta manera no solo al estudiante el cual será capaz de recibir una formación académica de excelencia sino también al docente al momento de impartir las enseñanzas utilizando un material de apoyo en correcto estado.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Inspección

Según **FARLEX DICTIONARY** la inspección se define “El proceso de examinar, verificar y probar sistemáticamente los miembros, componentes y sistemas estructurales de la aeronave, para detectar condiciones reales o potenciales inservibles” (Diccionario de terminos Militares y Asociados, 2005).

Podemos dar otra definición de inspección según la **CIRCULAR DE ASESORAMIENTO No. 119-133A-2017** otorgada por la DGAC. Es una revisión libre, examen, auditoria, verificación, medición, prueba, chequeo, observación o monitoreo para entablar, en forma documentada, que un producto, proceso, práctica o archivo está en conformidad con los requerimientos normativos. Esto incluye la aseveración 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)

2.2 Tipos de Inspección por Ensayos No Destructivos

Los ensayos no destructivos son muy importantes en el ámbito de la aviación, los cuales son utilizados tanto en los entornos de producción como en el mantenimiento sin dañar o destruir ningún componente, “se aplica a una gran variedad de tipos de materiales y productos, las posibilidades de detección de esta técnica se limitan,

obviamente, a aquellos defectos que son visibles, tales como grietas, poros, desgaste, decoloraciones, corrosión, así como al control dimensional” (ATEHORTUA ARENAS, INGENIERIA Y ESTRUCTURAS AERONAUTICAS).

La **FAA AC 43 13 1B** señala los siguientes tipos de inspección por ensayos no destructivos:

- A. “Inspección visual
- B. Partícula magnética
- C. Penetrantes
- D. Corriente de Foucault
- E. Radiografía
- F. Ultrasónico”

2.3. Inspección Visual

De acuerdo con la **FAA AC 43 204** una gran parte de los procedimientos relacionados con las inspecciones no destructivas se realiza mediante la inspección visual.

La inspección visual se define como el proceso de usar el ojo sin ayuda, solo o junto con varias ayudas, como el mecanismo de detección a partir del cual pueden hacer juicios sobre la condición de una unidad a examinar o analizar. Este procedimiento de inspección puede mejorarse en monumental medida mediante la implementación de combinaciones apropiadas de aparatos de crecimiento como, baroscopios, fuentes de luz, escáneres de clip de video y otros dispositivos. (Administration, Visual Inspection For Aircraft, 1997, p. 1)

El ensayo de inspección visual es un procedimiento de ensayo no destructivo que permite la detección de discontinuidades que afectan a el sector visualmente accesible de los objetos, es el procedimiento no destructivo por excelencia, siendo su alcance de aplicación radicalmente largo, este método nos sirve para identificar materiales respecto a su descripción y composición química. Ciertos tipos de inspección se usan, como se define más adelante, en funcionalidad del grado de dificultad de ingreso y el nivel de carga llevada por la estructura. (Ipunto, 2019, p. 1)

La inspección visual no solo es fundamental como procedimiento de ensayo en sí mismo, sino que es importante como ensayo anterior y preliminar en la ejecución de cualquier otro, así como tenemos la posibilidad de mirar en la Figura #1 se debería hacer la inspección visual para identificar cualquier tipo de anomalías. Y esto debería desarrollarse constantemente, inclusive una vez que se encuentre prevista la ejecución de otro tipo de ensayos. Para lograr hacer eficazmente el ensayo visual, es tan fundamental saber hacer técnicamente la observación visual, como saber interpretar los resultados vigilados. (Ipunto, 2019, p. 1)

Figura 1.

Inspección visual del motor de una aeronave



Nota. El grafica representa la inspección visual que realiza un técnico de mantenimiento para tener un diagnóstico rápido, simple y confiable. Tomado de visual inspection Aviation (2007, 6 junio). AviationPross.

Tabla 1.

Ventajas y desventajas de la inspección visual

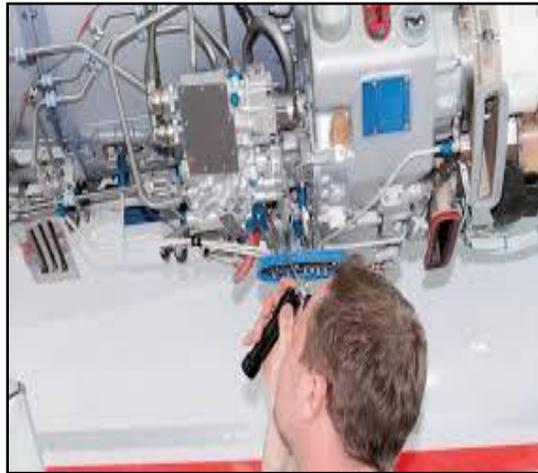
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Puede detectar y ayudar en la eliminación de discontinuidades que podrían convertirse en un defecto	Solamente pueden ser evaluadas las condiciones superficiales de los componentes.
Se puede obtener resultados inmediatos	“La calidad de la inspección depende de una gran parte de la experiencia y conocimiento del inspector”.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
No requiere de instrumentos sofisticados	Se requiere de dos o más personas para que la técnica sea efectiva
El costo de la inspección visual es el más bajo de todos los ensayos no destructivos.	Siempre se requiere de una fuente efectiva de iluminación

2.3.1. Características de la Inspección Visual

Según la **FAA AC 43 13 1B SECTION 2** para el uso en el mantenimiento aeronáutico, la inspección visual va más allá de lo visual, es una de las técnicas más utilizadas en las técnicas específicas de inspecciones no destructivas.

El método de inspección visual puede perfeccionarse por medio de la utilización de diferentes combinaciones apropiadas de aparatos de crecimiento los cuales tienen la posibilidad de ser baroscopios, fuentes de luz, escáneres de clip de video entre otros, la inspección visual otorga un medio para identificar y revisar una vasta diversidad de discontinuidades que tienen la posibilidad de exponer en las diversas zonas de la aeronave y elementos de aeronave al igual que sus materiales, como por ejemplo grietas, corrosión, contaminación, destruido del área, juntas de soldadura, conexiones de soldadura y descargas de adhesivos. (Administration, Techniques, and practices- Aircraft Inspección and Repair , 1998)

Figura 2.*Características de la inspección visual*

Nota. Este grafico hace referencia a las características que tenemos que tener en cuenta al momento de realizar una inspección visual. Tomado de PCE Instruments. (s. f.). inspección visual en aviación - Google zoeken.

2.3.2 Tipos De Inspección Visual

La inspección visual es uno de los ensayos más sencillos y también muy complicado ya que los resultados de este ensayo dependen de la experiencia del inspector, y de los conocimientos que éste tenga respecto a la operación, los materiales y demás aspectos influyentes en los mecanismos de falla que el objeto pueda presentar.

Para realizar una inspección visual hay varios métodos, según los instrumentos que se utilicen como ayuda a la visión, y la distancia (o el acceso) que se tenga entre el inspector y el objeto de estudio, la Inspección visual se puede dividir en dos grupos:

- Inspección Visual Directa
- Inspección Visual Remota

2.3.2.1. Inspección Visual Directa

Esta clase de inspección se la debe hacer a una distancia corta del objeto, aprovechando al mayor la capacidad visual natural del inspector.

Se usan lentes de aumento, microscopios, lámparas o linternas, y comúnmente se emplean artefactos de medición como calibradores, micrómetros y galgas para medir y clasificar las condiciones encontradas.

En este caso pueden utilizar aparatos de medida para calificar la defectología asociada al material. (ATEHORTUA ARENAS, INGENIERIA Y ESTRUCTURAS AERONAUTICAS)

Cabe recalcar cuales son las principales aplicaciones de la inspección directa como nos indica **INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS** “van a partir de la sencilla observación de un componente generalmente para ver si está defectuoso hasta inspecciones detalladas de alguna característica en especial, de la misma tal como:” (ATEHORTUA ARENAS & FEDERAL , INGENIERIA Y ESTRUCTURAS AERONAUTICAS).

- Detección de anomalías superficiales tales como rasguños, exceso de rugosidad y áreas no cubiertas por la pintura o el recubrimiento.
- Detección de fracturas, porosidad, corrosión y otro tipo de grietas.
- Comprobación de dimensiones, alineaciones.
- Medidas de precisión, holguras, tolerancias.

- Detección de objetos extraños.
- Localización de componentes.

Figura 3.

Inspección visual directa



Nota. En este grafico podemos observar cómo se realiza una inspección directa con la ayuda de una linterna y los datos específicos del manual. Tomado de Universidad Tecnológica de Pereira. (s. f.). inspección visual en aviación.

2.3.2.2. Inspección Visual Remota

Se usa en esos casos en que no se tiene ingreso directo a los elementos a examinar, o en esos elementos en los que, por su diseño, es bastante difícil triunfar ingreso a sus cavidades internas. Esta clase de inspección es bastante utilizada en la industria para revisar el estado interno de los motores recíprocos, las turbinas estacionarias, compresores, tuberías de calderas, intercambiadores de calor, soldaduras internas, tanques y

válvulas entre otros. (ATEHORTUA ARENAS, INGENIERIA Y ESTRUCTURAS AERONAUTICAS)

Figura 4.

Inspección visual remota



Nota. En este grafico podemos observar cómo se realiza la inspección visual remota con la ayuda de componentes sofisticados. Tomado de Tecnirad. (s. f.).

Inspección Visual. http://tecnirad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=472

2.4. Factores que Afectan una Inspección Visual

Es de gran importancia detectar los diferentes factores que pueden afectar a una inspección visual, permitiendo de esta manera que se efectivice e incremente la probabilidad de detectar posibles fallas existentes en la aeronave las cuales pueden causar una falla y de esta manera encontrar una posible corrección a la misma.

2.4.1. Efectos de Fatiga

Proceso activo en el que el observador conserva seguimiento a las actividades particulares por medio de ingesta de la retroalimentación, por lo cual las cosas percibidas tienen la posibilidad de ser alteradas por las actividades o condición física del observador; como ocurre con todos los demás procesos que necesitan colaboración activa, el cansancio disminuye la eficiencia del observador para hacer una interpretación precisa del dato visual. (Kareniina, 2013, pág. 3)

Figura 5.

Valores de Iluminacion para la inspeccion visual

Valores de iluminancia para IV			
Actividad	Iluminación (Lux)	Iluminación cd/pie²	Tipo de iluminación
Inspecciones ocasionales	100 – 200	10 – 20	General
Alto contraste o gran tamaño	200 – 500	20 – 50	General
Medio contraste, tamaño medio	500 – 1000	50 – 100	Zona de interes

Nota. En esta imagen observamos los valores de iluminación que debemos de tener al momento de realizar una inspección visual. Tomado de ATEHORTÚA ARENAS, J.M (2011, 4 octubre). *INSPECCIÓN VISUAL (IV)*. ESTRUCTURAS AERONAUTICAS. <https://www.josemiguelatehortua.com/practic-as-estandar/tips-criterios-de-inspecci%C3%B3n/>

2.5. Condiciones que Afectan la Inspección Visual

“**Limpieza.** - Es un requisito básico para una buena inspección visual; es imposible obtener datos visuales a través de capas de suciedad” (Kareniina, 2013, p.1).

“**Cambios de color.** - La evaluación del color y cambios de color es uno de los principios básicos de la mayoría de las inspecciones visuales” (Kareniina, 2013, p.1).

“**Características de brillo (brillantez).** - El contraste del brillo es considerado el factor más importante en la vista” (Kareniina, 2013, p.1).

2.6. Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (Ewis)

2.6.1. Definición

El sistema de interconexión de cableado eléctrico de la aeronave (EWIS) significa una conjunción de dispositivo de cableado y cable que se fijan en cualquier área de la aeronave destinados a trasladar energía eléctrica, que incluye diversos tipos de señales y datos entre uno o más puntos de vista de terminación previstos. (Garcia , 2018, pág. 11)

- Alambres eléctricos y barras colectoras.
- Los terminales de dispositivos eléctricos, incluyendo los relays, interruptores, contactores, bloques de terminales y los rompe circuitos.
- Conectores y sus accesorios.
- Puesta a tierra y vinculación.
- Empalmes eléctricos, aislamiento de cables, protector de cable (shields) (Garcia , 2018, p. 12)

El sistema de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) asociado con tales sistemas juega un papel integral para asegurar la operación segura del sistema y del avión. Si un sistema es solicitado por la certificación de

tipo o por las normas de operación, el EWIS asociado con aquel sistema debería ser evaluado como parte de enseñar el cumplimiento del sistema. (Valencia, 2017, p. 5)

2.7. Fallas del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (Ewis)

Cabe recalcar que en el sistema de interconexión de cableado eléctrico tenemos un sin número de fallas como nos indica **Sebastián Valencia** en su publicación en **PREZI**.

Las primordiales razones de la degradación de los elementos de EWIS se identifican de la siguiente forma: vibración, humedad, mantenimiento, virutas y desperdicios metálicos, reparaciones, perjuicios indirectos, contaminación y temperaturas extremas. Cada componente tiene un impacto de degradación distinto en los elementos EWIS, no obstante, todos tienen que tenerse presente al hacer inspecciones físicas de la aeronave.” (Valencia, 2017, p.4)

2.7.1. Degradación del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (EWIS).

La administración federal de aviación (FAA) nos da a conocer que. “La degradación del sistema de interconexión de cableado eléctrico es un proceso que es funcionalidad de numerosos cambiantes, el envejecimiento es solo uno de dichos factores. Otros factores principales que influyen en la degradación de EWIS son” (Administration, Aircraft Electrical Wiring Interconnect System (EWIS) Job Aid, 2018, pág. 22).

- Entorno en el que está instalado.
- Propiedades físicas del EWIS.
- Instalación física real del EWIS.
- Mantenimiento (limpieza y reparación) del EWIS.

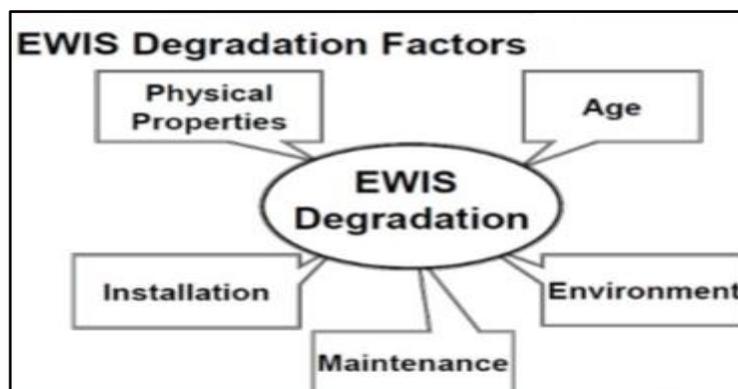
2.7.2. Factores de la Degradación del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico (EWIS).

“La manera en que el sistema de interconexión de cableado eléctrico se degrada depende, por lo tanto, del tipo de EWIS, cómo se instaló originalmente, el tiempo general y el entorno expuesto al servicio, y cómo se mantuvo el EWIS” (Administration, Aircraft Electrical Wiring Interconnect System (EWIS) Job Aid, 2018).

El historial de servicio muestra "cómo se instala el EWIS" tiene un efecto directo sobre la degradación del EWIS. En otras palabras el, EWIS que no se selecciona o instala correctamente tiene un mayor potencial para degradarse a una velocidad acelerada. Por lo tanto, las buenas prácticas de EWIS de aeronaves son requisitos fundamentales para que EWIS permanezca intacto de manera segura. (Administration, Aircraft Electrical Wiring Interconnect System (EWIS) Job Aid, 2018)

Figura 6.

Factores de degradación del ewis



Nota. En esta imagen podemos ver los varios factores que afectan en la degradación del cableado eléctrico. Tomado de *Aircraft Electrical Wiring Interconnect System (EWIS) Best Practices*. (2018, 10 diciembre). FAA.

https://www.faa.gov/training_testing/training/air_training_program/job_aids/

El deterioro en un sistema de interconexión de cableado eléctrico de una aeronave (EWIS) constantemente es complicado de detectar y arreglar. En muchas aeronaves más viejas que aún permanecen en servicio, constantemente se creó según el principio de "ajuste y olvido", pero tanto la edad como el daño colateral desapercibido a lo largo del mantenimiento no referente o las inspecciones de rutina ocasionan inconvenientes de aeronavegabilidad. (SKYbrary, 2019)

Tanto el deterioro como el daño del sistema de interconexión del cableado eléctrico comúnmente se asocian con la condición difícil de identificar del cableado en los haces de cables dirigidos en las aeronaves. El cableado de las aeronaves principalmente está en sitios de difícil ingreso e, inclusive donde son disponibles, únicamente se puede

revisar correctamente el estado de los cables externos. Por consiguiente, se ha realizado un monumental esfuerzo para desarrollar procesos de inspección más efectivos para la totalidad del cableado en especial, sin embargo, además en procedimientos prácticos para confirmar la totalidad del circuito de cableado generalmente. (SKYbrary, 2019)

Cuando la vida útil de los componentes de EWIS excede la vida útil diseñada, deben reemplazarse para mitigar el riesgo de pérdida. Es necesario un análisis preciso para descubrir exactamente dónde están los "puntos críticos" para que puedan ser reemplazados.

Los componentes de EWIS se consideran dispositivos electromecánicos que los hacen susceptibles a las superficies móviles, al desgaste general durante las acciones de mantenimiento.

2.7.3. Causas de la degradación del Sistema de interconexión de cableado eléctrico (EWIS).

El sistema de interconexión de cableado eléctrico está expuesto a sufrir varios daños, lo cual analizaremos cuales son las causas de la degradación del sistema como nos indica el texto proporcionado por la FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA) las principales causas de la degradación del sistema de interconexión de cableado eléctrico son:

Vibración: Las superficies de alta vibración tienden a acelerar la degradación con la época, lo cual resulta en contactos "vibrantes" e indicios intermitentes. La alta vibración además puede provocar ataduras de cuerdas que dañan el aislamiento. Además, la alta vibración acelera cualquier problema que existe con el agrietamiento del

aislamiento del cable. (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 23)

Humedad: Las zonas de alta humedad principalmente aceleran la corrosión de terminales, clavijas, enchufes y conductores. Cabe señalar que el sistema de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) instalado en zonas limpias y secas con temperaturas moderadas parece soportar bien. (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 23)

Mantenimiento: Las ocupaciones de mantenimiento no programadas, si se hacen de forma errónea, tienen la posibilidad de ayudar a inconvenientes a extenso plazo y a la degradación del sistema de interconexión de cableado eléctrico (EWIS). Las reparaciones que se ajustan a las prácticas de mantenimiento recomendadas por los elaboradores principalmente se piensan permanentes y no deberían solicitar modificaciones si se mantienen correctamente. (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 23)

Daño indirecto: Los daños indirectos son eventos que ocurren comúnmente en el sistema de interconexión del cableado eléctrico como por ejemplo la separación del conducto neumático tienen la posibilidad de provocar males que, aun cuando al inicio no son evidentes, tienen la posibilidad de provocar inconvenientes en el sistema de interconexión de cableado eléctrico (Ewis). Una vez que se crea un acontecimiento de esta clase, se debería examinar cuidadosamente para aseverarse de que no haya perjuicios evidentes. (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 24)

Contaminación química: Los productos químicos como el fluido hidráulico, los electrolitos de la batería, el combustible, los compuestos inhibidores de la corrosión, los productos químicos del sistema de desperdicios, los agentes de aseo, los líquidos deshielo, la pintura y los refrescos tienen la posibilidad de ayudar a la degradación del sistema de interconexión de cableado eléctrico (EWIS). (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 24)

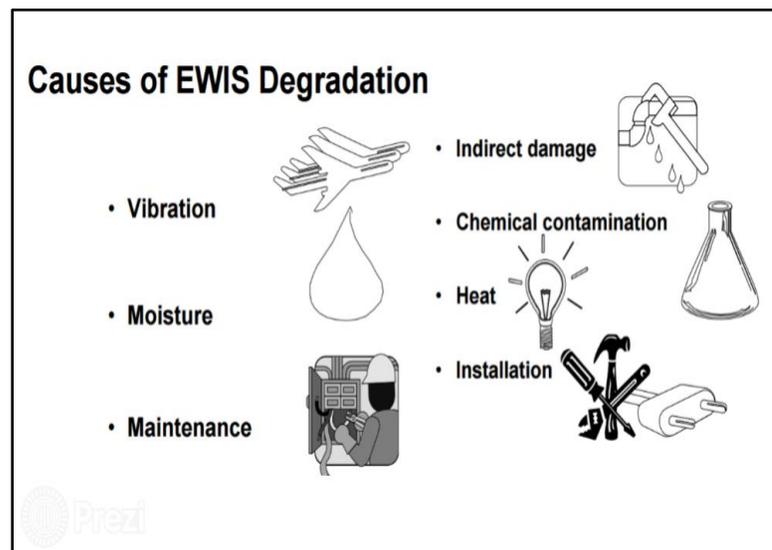
NOTA: Los fluidos hidráulicos, requieren una consideración especial, ya que es muy dañino para la arandela del conector y las abrazaderas del haz de cables, lo que provoca daños indirectos, como arcos y roces. Los componentes del sistema de interconexión de cableado eléctrico que pueden haber estado expuestos al fluido hidráulico deben recibir atención especial durante las inspecciones. (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 24)

Calor: Los elementos del sistema de interconexión de cableado eléctrico EWIS expuestos a altas temperaturas tienen la posibilidad de apurar la degradación, la sequedad del aislamiento y las grietas. El contacto directo con una fuente de calor alta puede perjudicar inmediatamente el confinamiento. Inclusive los niveles bajos de calor tienen la posibilidad de degradar el sistema de interconexión de cableado eléctrico a lo largo de largos períodos de tiempo. Esta clase de degradación en ocasiones se ve en motores, galeras y detrás de luces. (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 24)

Instalación: El sistema de interconexión de cableado eléctrico que no haya sido instalado de manera correcta puede agilizar todavía más el proceso de degradación. El enrutamiento, sujeción y terminación inadecuados a lo largo de la instalación inicial o a lo largo de una modificación puede ocasionar perjuicios en el sistema. (Administration, UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED, 2018, pág. 24)

Figura 7.

Causas de la degradación del cableado



Nota. En esta imagen podemos observar las diversas causas que existen para que el cableado sufra distintos daños. Tomado de Aircraft Electrical Wiring Interconnect System (EWIS) Best Practices. (2018, 10 diciembre).

https://www.faa.gov/training_testing/training/air_training_program/job_aids/

2.8. Principales Componentes Expuestos a la Degradación del Sistema de Interconexión de Cableado Eléctrico.

2.8.1. Cables.

El cableado es el más crítico de todos los componentes del sistema eléctrico de un avión y el más susceptible a daños por diversas formas de tensiones mecánicas, eléctricas y químicas. La probabilidad de falla y deterioro aumenta en áreas SWAMP o áreas con alta vibración, alta temperatura o fluctuaciones severas de temperatura, alta humedad, contaminación de fluidos o áreas con fugas de fluidos, o un área de alto mantenimiento. La mayoría del aislamiento del cableado de las aeronaves es de construcción de paredes delgadas y, por lo tanto, es susceptible a diversas formas de daños, tales como:. (Federal Aviation Administration, 2012, págs. 9-65)

- 1. Aislamiento Primario.** En el aislamiento primario tenemos que verificar que no tenga un sin número de problemas que a menudo podemos encontrar al momento de realizar la inspección del cableado de una aeronave.
 - A.** “Rozaduras, deshilachados, pelados, cortes, grietas, daños térmicos, agrietamiento, fragilización, ablandamiento, flujo en frío, desenredado/ separación de capas, recesión, adelgazamiento y otras formas de deformación/ separación / brechas de la capa de aislamiento” (Federal Aviation Administration, 2012, p.9-67)
 - B.** “Decoloración / carbonización por exposición al estrés o envejecimiento” (Federal Aviation Administration, 2012, págs. 9-67)
 - C.** “Pérdida de resistencia dieléctrica o de aislamiento” (Federal Aviation Administration, 2012, p.9-68).

Figura 8.

Aislamiento del cableado



Nota. En esta ilustración podemos ver las condiciones en las que debe permanecer el aislamiento del cableado. Tomado de Federal Aviation Administration. (2018). https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/amt_airframe_hb_vol_1.pdf.

2.8.2. Conectores.

“Existen muchas configuraciones de conector y la mayoría de las aeronaves usan el tipo de conector circular. Al igual que el cable, los conectores también son susceptibles al daño causado por diversas formas de exposición” (Federal Aviation Administration, 2012, pág. 516). El conector es susceptible a:

1. Daño externo causado por corrosión y tensiones mecánicas.
2. Daño interno causado en parte por el manejo excesivo en áreas de actividad frecuente de mantenimiento.
3. Degradación causada por la exposición a fluidos a base de petróleo, humedad, agua salada y alta humedad, y soluciones de limpieza y deshielo.

4. Calor excesivo en zonas de alta temperatura, como bahías de motor y unidad de potencia auxiliar (APU). La probabilidad de falla y deterioro aumenta en las áreas SWAMP.

Figura 9.

Tipos de conectores eléctricos



Nota. En esta imagen podemos ver los conectores eléctricos y como deben estar conectados para que no tengan daños. Tomado de Federal Aviation Administration. (2018).

https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/amt_airframe_hb_vol_1.pdf.

2.9. Inspección del Cableado

Los métodos analíticos típicos utilizados para el desarrollo y desempeño satisfactorio de una aeronave, depende de la continua confiabilidad del sistema eléctrico en concordancia con la **FAA AC43.13-1b CHAPTER 1 SECCIÓN 8** “los cables y alambres deben ser inspeccionados para verificar si el soporte, la protección y el estado general son adecuados en todo momento” (Administración Federal de Aviación , 1998, p. 532).

En la actualidad tenemos 3 niveles de inspección específicos las cuales son, inspección detallada, inspección visual general e inspección zonal esto se ha creado

con el objetivo de identificar mejoras que podrían conducir a una aplicación mas más consistente de los requisitos de inspección.

2.9.1. Niveles de inspección aplicables al cableado eléctrico.

a. Inspección detallada (DET).

Es un examen intensivo de un artículo, instalación o ensamblaje específico para detectar daños, fallas o irregularidades. La iluminación disponible normalmente se complementa con una fuente directa de buena iluminación a una intensidad que se considera apropiada. Pueden ser necesarias ayudas de inspección como espejos, lentes de aumento u otros medios. La limpieza de la superficie y los procedimientos de acceso elaborados pueden ser necesarios. (Atehortúa Arenas, p. 1)

Una inspección detallada puede ser más que una simple inspección visual, ya que puede incluir una evaluación táctil en la que se comprueba la estanqueidad, seguridad de un componente o conjunto. Esto es de particular importancia cuando se identifican tareas aplicables y efectivas para garantizar la integridad continua de las instalaciones, como puentes de unión, conectores de terminales, etc. (Atehortua Arenas)

Nota: Aunque el término inspección visual detallada sigue siendo válido para los DET que solo usan la vista, debe reconocerse que esto puede representar solo una parte de la inspección solicitada en los documentos fuente utilizados para establecer el Programa de mantenimiento del operador. Por esta razón, se recomienda no utilizar el acrónimo "DVI", ya que excluye el examen táctil de este nivel de inspección.

Figura 10.*Inspección detallada*

Nota. En esta figura podemos ver cómo debemos realizar una inspección detallada y los materiales que debemos usar. Tomado de Jamco Always Fly Together. (s. f.).

<https://www.jamco.co.jp/en/business/aco/strength/case03/certification01.html>

b. Inspección visual general (GVI).

Un examen visual de un área interior o exterior, instalación o montaje para detectar daños obvios, fallas o irregularidades. Este nivel de inspección se realiza desde una distancia de contacto a menos que se especifique lo contrario. Puede ser necesario un espejo para mejorar el acceso visual a todas las superficies expuestas en el área de inspección.

Este nivel de inspección se realiza bajo condiciones de iluminación normalmente disponibles, como la luz del día, la iluminación del hangar, la linterna o el semáforo y puede requerir la extracción o apertura de los paneles o puertas de acceso. Se pueden requerir soportes, escaleras o plataformas para ganar proximidad al área que se está revisando.

Si bien es posible que se requieran linternas y espejos para proporcionar una vista adecuada de todas las superficies expuestas, no hay ningún requisito para retirar o desplazar el equipo a menos que se indique específicamente en las instrucciones de acceso. La eliminación de pintura y / o sellador no es necesaria y debe evitarse a menos que la condición observada sea sospechosa. (Atehortua Arenas)

Se espera que el área a inspeccionar esté lo suficientemente limpia como para minimizar la posibilidad de que la suciedad o grasa acumuladas puedan ocultar condiciones insatisfactorias que de otra manera serían obvias. Cualquier limpieza que se considere necesaria debe realizarse de acuerdo con los procedimientos aceptados para minimizar la posibilidad de que el proceso de limpieza en sí mismo presente anomalías.

(Atehortua Arenas)

En general, se espera que la persona que realiza un GVI identifique la degradación debido al desgaste, la vibración, la humedad, la contaminación, el calor excesivo, el envejecimiento, etc., y haga una evaluación de qué acciones son apropiadas para abordar una discrepancia notable. Al realizar esta evaluación, se debe considerar cualquier efecto potencial en las instalaciones adyacentes del sistema, particularmente si esto incluye el cableado. Es necesario abordar las observaciones de discrepancias, como rozaduras, pinzas rotas, flacidez, interferencia, contaminación, etc. (Atehortua Arenas)

Figura 11.*Inspección visual general*

Nota. En esta imagen nos indica como se realiza una inspección visual general con una maquina sofisticada como es el baroscopio. Tomado de Atehortúa, J. M. (2011, 4 octubre). *INSPECCIÓN VISUAL (IV)*. ESTRUCTURAS AERONAUTICAS. <https://www.josemiguelatehortua.com/practicar-estandar/tips-criterios-de-inspeccion/>

c. Inspección zonal.

Un término colectivo que comprende inspecciones visuales generales seleccionadas y verificaciones visuales que se aplican a cada zona, definidas por acceso y área, para verificar las instalaciones y la estructura del sistema y de la central eléctrica para garantizar la seguridad y el estado general. Una inspección zonal es esencialmente un GVI de un área o zona para detectar condiciones y discrepancias obvias insatisfactorias. A diferencia de un GVI autónomo, no está dirigido a ningún componente o ensamblaje especificado. (Atehortua Arenas , p. 2)

Figura 12.

Inspección zonal



Nota. en esta imagen vemos como debemos realizar una inspección zonal con ayuda de algunos instrumentos para mejorar el trabajo realizado. Tomado de Atehortúa, J. M. (2011, 4 octubre). *INSPECCIÓN VISUAL (IV)*. ESTRUCTURAS AERONAUTICAS. <https://www.josemiguelatehortua.com/practicas-estandar/tips-criterios-de-inspecci%C3%B3n/>

2.10. Áreas Principales Donde se Realiza una Inspección del Cableado

A continuación, vamos a detallar cada una de las áreas de la aeronave que son ubicaciones que deberían recibir atención especial en un programa de inspección de cableado eléctrico.

“**Alas:** Los bordes delantero y trasero del ala son áreas que experimentan entornos difíciles para la instalación del cableado”.

Área del motor, pilón y góndola: Estas áreas experimentan alta vibración, calor, mantenimiento frecuente y son susceptibles a la contaminación química.

APU: la APU es susceptible a altas vibraciones, calor y mantenimiento frecuente.

Tren de aterrizaje y pozos de ruedas: Estas áreas están expuestas a condiciones ambientales externas severas, vibraciones, contaminación química y escombros.

Paneles eléctricos y áreas de LRU: El cableado del panel es particularmente propenso a cables rotos y aislamiento cuando estos de alta densidad las áreas se alteran durante las actividades de resolución de problemas, modificaciones importantes y reformas.

Baterías: Los cables cercanos a todas las baterías de los aviones deben inspeccionarse en busca de corrosión y decoloración. Cables descoloridos debe ser inspeccionado para su servicio.

Alimentadores de energía: Inspeccione los empalmes y las terminaciones en busca de signos de sobrecalentamiento y seguridad. Si se observan signos de sobrecalentamiento los empalmes o terminaciones deben ser reemplazados. Esto se aplica a los alimentadores de potencia de la cocina además del generador principal y APU alimentadores de energía. Se debe evaluar la conveniencia de volver a acoplar periódicamente las terminaciones del alimentador de energía.

Debajo de la cocina y los lavabos: las áreas debajo de las galeras, los lavabos, el tanque TKS y otros contenedores de líquidos son particularmente susceptible a la contaminación por café, alimentos, agua, refrescos, líquidos de inodoros, líquidos TKS, etc.

Bajo el piso y la bahía del equipo trasero: pueden producirse daños en el cableado debido a actividades de mantenimiento en estas áreas.

Superficies, controles y puertas: los arneses móviles o de doblado deben inspeccionarse a fondo en estos lugares.

Paneles de acceso: los arneses cerca de los paneles de acceso pueden recibir daños y deben tener inspecciones especiales de énfasis.

2.11. Sistema Eléctrico de las Aeronaves

2.11.1. Historia

En los orígenes y evolución de la aviación, Gago Burón (2016) señala que los requerimientos eléctricos eran simbólicos la energía eléctrica para provocar el encendido de los motores mediante bujías era proporcionada por unos dispositivos denominados magnetos que hoy en día los podemos encontrar en la mayoría de aeronaves livianas. Además, nos pudimos dar cuenta que a medida que la tecnología se fue desarrollando se comenzaron a implementar sistemas tales como radios que supusieron un aumento en las necesidades eléctricas de las aeronaves por lo que se instalaron pequeñas baterías que necesitaban de una dinamo capaz de recargarlas. El generador era impulsado por una turbina exterior que se movía por acción del aire y a su vez hacía girar la dinamo. (p.15)

Fue en la segunda Guerra Mundial la que realmente provocó un gran desarrollo de la aviación gracias a los grandes avances tecnológicos como la aparición de los primeros radares unido al desarrollo de motores a reacción que permitieron construir aviones militares y comerciales de grandes dimensiones con requerimientos eléctricos de importancia notable. (Gago Burón, 2016)

En la actualidad las necesidades de energía eléctrica son muy elevadas debido a la gran cantidad de elementos y subsistemas que la requieren para el correcto funcionamiento del sistema en conjunto. Como resultado de estos avances se ha creado el concepto de avión más eléctrico, MEA siglas en inglés (“More Electric Aircraft”) con la intención de ir substituyendo de forma progresiva sistemas tradicionales como los mecánicos, neumáticos o hidráulicos por sistemas total o parcialmente eléctricos. (Gago Burón, 2016)

2.11.2. Configuración del Sistema Eléctrico.

Como nos indica el siguiente apartado según, Prieto (2017) la aviación se fue desarrollando al pasar los años con nuevas tecnologías lo cual fue de gran importancia para el crecimiento de la aviación

Todas las aeronaves actuales funcionan con corriente alterna (AC) y corriente continua (DC). Suelen utilizar corriente continua a 28 V y corriente alterna a 115 V y 400 Hz, cuando algún sistema necesita otro tipo de tensión, disponen de convertidores. La aeronave debe disponer de energía eléctrica suficiente para abastecer a todos los sistemas, equipos y dispositivos que lo necesiten para operar, a todo este grupo se le denomina cargas y forman el subsistema de usuario o de consumo. (2017 p.25)

2.11.3. Localización de los Sistemas Eléctricos en el Avión

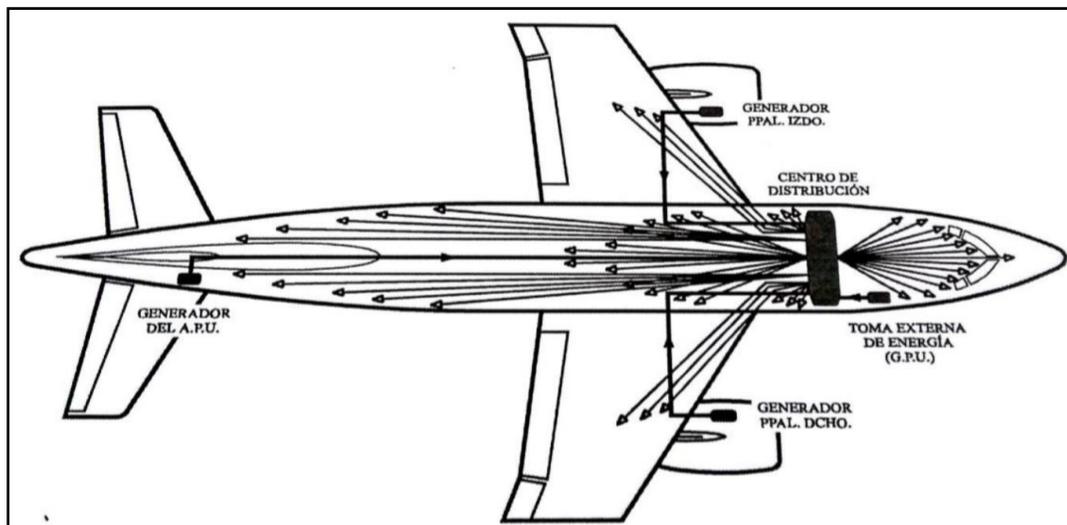
La localización de los sistemas eléctricos del avión son parte fundamental para el funcionamiento del mismo por eso debemos conocer la localización de cada uno para evitar cualquier tipo de inconveniente.

El sistema eléctrico es uno de los elementos más relevantes dentro del avión, pero responden a criterios generales ampliamente utilizados en la realidad. En la figura que vamos a mostrar a continuación (figura: # 13) muestra las zonas del avión en las que se instalan normalmente la mayor parte de equipos del sistema eléctrico. Como el más habitual sin duda es la arquitectura centralizada, por lo cual conoceremos los elementos y ubicación típica. (Peral González, 2017, p. 20)

Los generadores principales se instalan junto a los motores de avión, el movimiento se transmite de un eje a otro a través de un bloque de engranajes con la relación de transmisión apropiada para adecuar el rango de velocidades de giro del motor al rango de velocidades al que debe girar el generador. La unidad de potencia auxiliar (APU) se instala normalmente en la popa del avión para facilitar una salida segura de los gases de escape producto de la combustión por la parte trasera del fuselaje. Los generadores de emergencia se pueden situar en lugares muy diversos, aunque en cualquier caso la RAT irá situada en la parte inferior del fuselaje y deberá tener fácil acceso al exterior. (Peral González, 2020, pág. 20)

Figura 13.

Estructura centralizada del sistema eléctrico de una aeronave



Nota. En esta ilustración podemos observar la estructura centralizada del sistema eléctrico de una aeronave. Tomado de Prieto, V. A. (2017). Simulación del Sistema Eléctrico de una aeronave empleando OpenDSS.

http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91273/fichero/Memoria_tfg_M%C2%AA+Victoria+Alba+Prieto.pdf

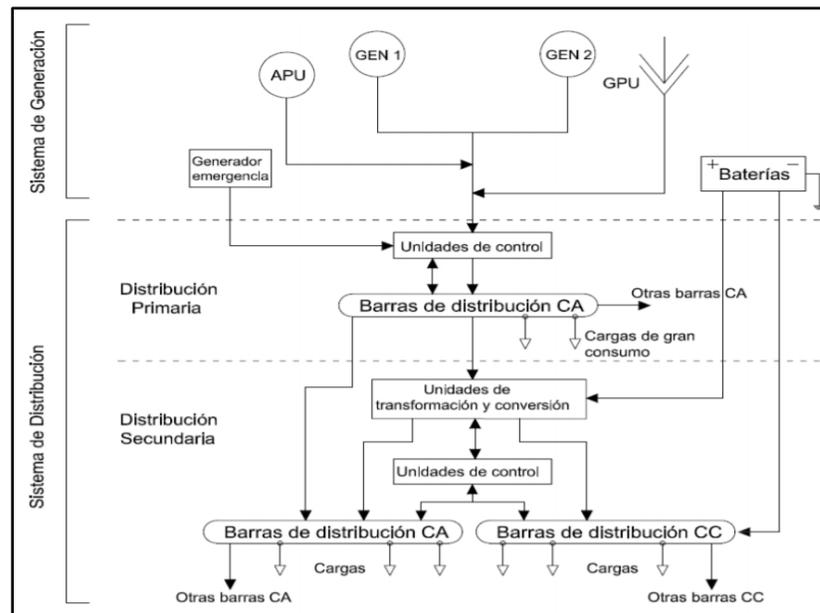
2.11.4. Descripción general

“Un sistema eléctrico de aeronave es una red autónoma de componentes que generan, transmiten, distribuyen, utilizan y almacenan energía eléctrica. Es decir que prácticamente todos los aviones contienen algún tipo de sistema eléctrico, los aviones modernos tienen sistemas eléctricos mucho más complejos que controlan casi todos los aspectos del vuelo. En general, los sistemas eléctricos se pueden dividir en diferentes categorías según la función del sistema. Los sistemas comunes incluyen iluminación, arranque del motor y generación de energía.” (Sistemas electricos de aeronaves, 2019) (Administration, Aircraft Electrical System Chapter 9, 2018, pág. 47)

En la mayoría de las aeronaves el sistema eléctrico es indispensable para su funcionamiento como hace referencia **SKYbrary** “es un componente integral y esencial de todos los diseños de aeronaves, excepto el más simplista. La capacidad y la complejidad del sistema eléctrico varían enormemente entre un avión ligero, con motor de pistón y monomotor y un avión comercial moderno y multimotor. Sin embargo, el sistema eléctrico para aviones en ambos extremos del espectro de complejidad comparte muchos de los mismos componentes básicos.” (Sistemas electricos de aeronaves, 2019)

Figura 14

Diagrama del sistema eléctrico del avión



Nota. En esta ilustración podemos ver cómo es un diagrama del sistema eléctrico de la mayoría de las aeronaves y como están distribuidos. Tomado de Peral Gonzales, J. M. (2017). Simulación de sistemas eléctricos en aeronaves. Ingeniería Aeroespacial. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91465/fichero/Jos%C3%A9+Maria+Peral+ftg.pdf>

2.11.4.1. Sistema Eléctrico de Aviones Avanzados.

En la actualidad en la mayoría de las aeronaves como nos indica **SKYbrary** “los sistemas eléctricos más sofisticados suelen ser sistemas de voltaje múltiple que utilizan una combinación de buses de CA y CC para alimentar varios componentes de la aeronave.

La generación de energía primaria es normalmente CA con una o más unidades de rectificador de transformador (TRU) proporcionando conversión a voltaje de CC para alimentar los buses de CC.” (Sistemas electricos de aeronaves, 2019)

Gracias al avance de la tecnología las aeronaves modernas según **SKYbrary** “incorporan en el sistema eléctrico disposiciones robustas de monitoreo y advertencia de fallas, que se presentan a los pilotos cuando corresponde. Las advertencias pueden incluir, entre otras, mal funcionamiento, falla del generador, falla de la TRU, falla de la batería, falla del bus y monitoreo del disyuntor. El fabricante también proporcionará procedimientos detallados de aislamiento del sistema eléctrico para ser utilizados en caso de un incendio eléctrico.” (Sistemas electricos de aeronaves, 2019)

2.11.4.2. Sistema Eléctrico de Aviones monomotores pequeños.

Los aviones ligeros suelen tener un sistema eléctrico relativamente simple porque los aviones simples generalmente requieren menos redundancia y menos complejidad que los aviones de categoría de transporte más grandes. En la mayoría de las aeronaves ligeras, solo hay un sistema eléctrico alimentado por el alternador o generador accionado por motor. La batería del avión se utiliza para la energía de emergencia y el arranque del motor. La energía eléctrica generalmente se distribuye a través de uno o más puntos comunes conocidos como bus eléctrico (o barra de bus). (Administration, Aircraft Electrical System Chapter 9, 2018, pág. 47)

2.12. Sistema eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley

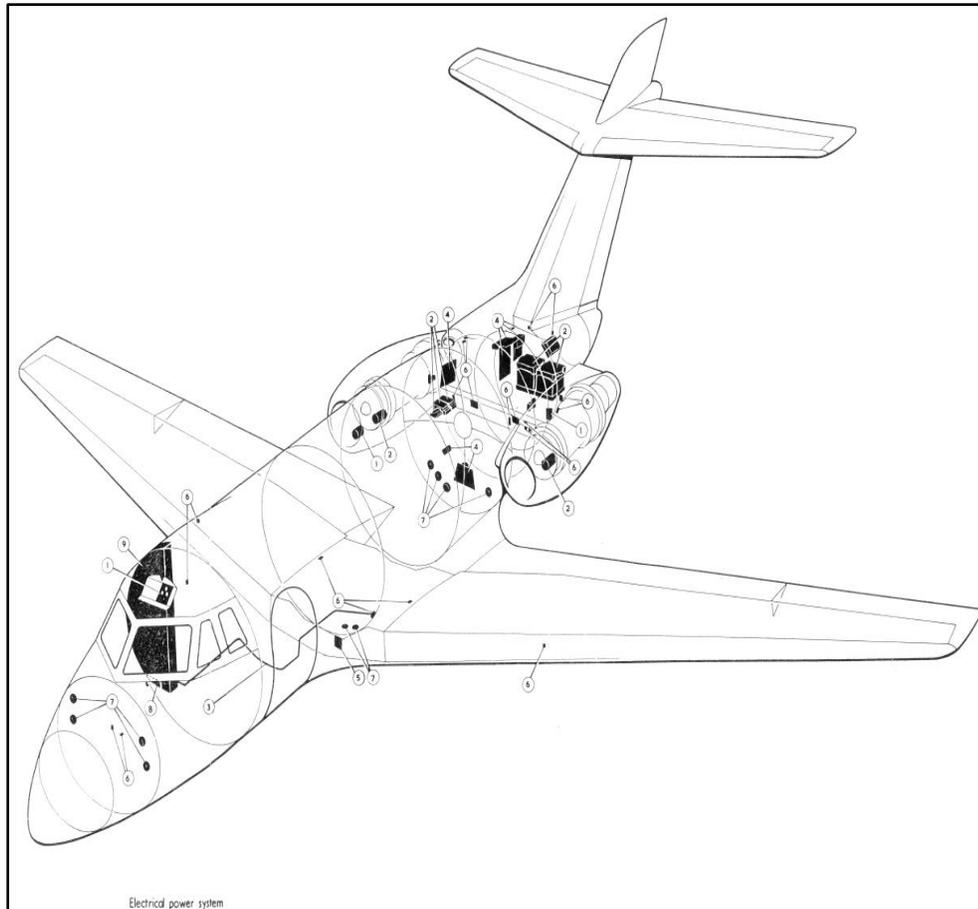
El sistema eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley es uno de los sistemas más importantes dentro del sistema de la aeronave y este consta tres subsistemas como nos indica **PREZI**: “Sistema de potencia de corriente directa, sistema de frecuencia constante AC, y sistema de frecuencia aleatorio AC, estos sistemas se encargan de almacenar o generar potencia eléctrica para la distribución para todos los sistemas instalados en la aeronave. El sistema de DC incluye el controlador de las marchas de los motores de los generadores, el controlador de la marcha del APU y obviamente de las baterías. (Zetina , 2014)

También nos da a conocer otra parte importante como son las “conexiones del APU y GPU que están disponibles para uso en tierra. Algunas aplicaciones de APU también pueden usarse en vuelo para potencia de emergencia.” (Zetina , 2014)

“El sistema de frecuencia constante AC y DC alimenta estaciones, inversores de fase para alimentar algunos instrumentos, sistemas de navegación y de comunicación. requieren frecuencia estable. El sistema de frecuencia aleatoria AC es controlado por los generadores de los motores. La salida es usada para desempañar los parabrisas y descongelar el hielo.” (Zetina , 2014)

Figura 15

Sistema eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley



Nota. Podemos observar la distribución del sistema eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley. Tomado de: Manual de la aeronave Hawker Siddeley.

2.12.1. Sistema de corriente directa

“Fuentes de energía incluyen Dos baterías de 24 volts, y 23 amperios de níquel cadmio o baterías de plomo ácido, y una opcional de 24 volts, 4 amperios (modificación de arranque en clima frío), dos Marchas generadores de 300 amperios, una marcha generadora de APU de 200,250, o 300 amperios y un sistema de energía externa de 28 volts.” (Damian, 2016)

2.12.2. Sistema de corriente directa baterías

Las dos baterías principales se conectan en paralelo para proveer 24volts de DC para arranque interno, arranque de APU, y energizan el equipo esencial, los generadores o la planta externa cargan las baterías. Cada batería se conecta con la barra PE a través de un contactor de emergencia controlado por el switch de batería, Con el switch de batería en la posición ON, la corriente de la batería No 1 cierra ambos contactores y las baterías se conectan en paralelo a las barras PE Y PE2. (Damian, 2016)

Colocando el switch en la posición de emergencia se completa la misma operación, pero la corriente de ambas baterías cierra los contactores. Cuando un generador sale de línea y comienza energizando las barras de PE, los contactores de emergencia permanecen cerrados, dependiendo de que la barra PE este energizada, cada contactor de batería cierra para cargar las baterías. (Damian, 2016)

2.12.3. Sistema DC Planta Externa

Un receptáculo de Planta externa standard de tres pines de 28 volts, en el lado derecho del fuselaje permite a una unidad de poder de tierra (GPU) energizar PS1, PS2, PE PE2, y la barra de arranque. la planta externa también puede cargar las baterías. Para arranque de motor la planta externa deberá servir 28 volts de DC a 1000 amperes con un límite de 1100 amperes. Con la planta externa conectada y el switch de EXT POWER en posición ON, la energía fluye a través del contactor de arranque interno y el switch EXT POWER al contactor de abastecimiento en tierra (Damian, 2016)

2.12.4. Sistema de Corriente Alterna

Las Fuentes de corriente Alterna incluyen: Dos inversores estáticos de 1,250 VA o 2500 VA, 115 voltios AC, 400 Hertz, Un inversor estático 250VA, 115 voltios AC 400 Hertz, dos Transformadores de Corriente Alterna 6V/26V energizados de las barras. (Damian, 2016)

2.12.5. Sistema de Corriente Alterna de Transformadores

Dos transformadores convierten 115VAC desde las barras de AC a 6V y 26V AC para el alumbrado y el sistema de aviónica, el transformador No1 recibe energía desde la barra XE, y el No2 recibe energía de la barra XS1. (Damian, 2016)

2.13. 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

2.13.1. Cables Eléctricos.

Son cables utilizados para la transmisión de señales eléctricas de alta frecuencia. generalmente está formado por dos conductores concéntricos, uno interior

encargado de llevar la información y otro exterior de aspecto tubular que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico con una constante dieléctrica específica. La característica principal que define un cable coaxial es su impedancia característica que depende de la relación entre los diámetros del conductor interior, el exterior y el dieléctrico.

Tipos de cables

Los cables se agrupan en familias que se construyen a partir de una unidad básica con unas determinadas características eléctricas, mecánicas y térmicas.

Ejemplos de estas familias de cables son:

Cables de cobre

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

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.

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.

Figura 16*Calibre del cable AWG*

Calibre AWG	Sección UNE (mm ²)	Sección real (mm ²)	Diámetro (mm)
22	1	0,33	0,64
20	1	0,52	0,8
18	1	0,82	1
16	1,5	1,31	1,29
14	2,5	2,08	1,63
12	4	3,31	2,05
10	6	5,26	2,6
8	10	8,37	3,26
6	16	13,3	4,1
4	25	21,15	5,2
2	35	33,63	6,54
0	70	53,48	8,25

Nota. En esta imagen podemos observar los distintos tipos y medidas de cables que podemos encontrar en una aeronave y así poder elegir el correcto. Tomado de Dialnet-Área Transversal De Un Cable Y Su Calibre AWG American Wire.

Dialnet-AreaTransversalDeUnCableYSuCalibreAWGAmericanWireG-4713237.pdf

2.13.2. 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.

(Martinez Rueda , 2006, pág. 194)

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:

Abrazaderas metálicas: Para conseguir apriete de mangueras y tubos flexibles, que contiene enganche de rosca incorporado.

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.

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.

Abrazaderas de PVC: Se utilizan para la fijación segura de tubos metálicos flexibles.

Figura 17

Tipos de abrazaderas de aviación



Nota. En aviación podemos encontrar distintos tipos de abrazaderas por eso al momento de realizar el mantenimiento debemos fijarnos el tipo y tamaño de las mismas. Tomado de HellermannTyton. (n.d.). Abrazaderas para Cables por trinquete Ratchet P-Clamp. <https://www.hellermanntyton.es/competencias/abrazaderas-para-cables-p-clamp>

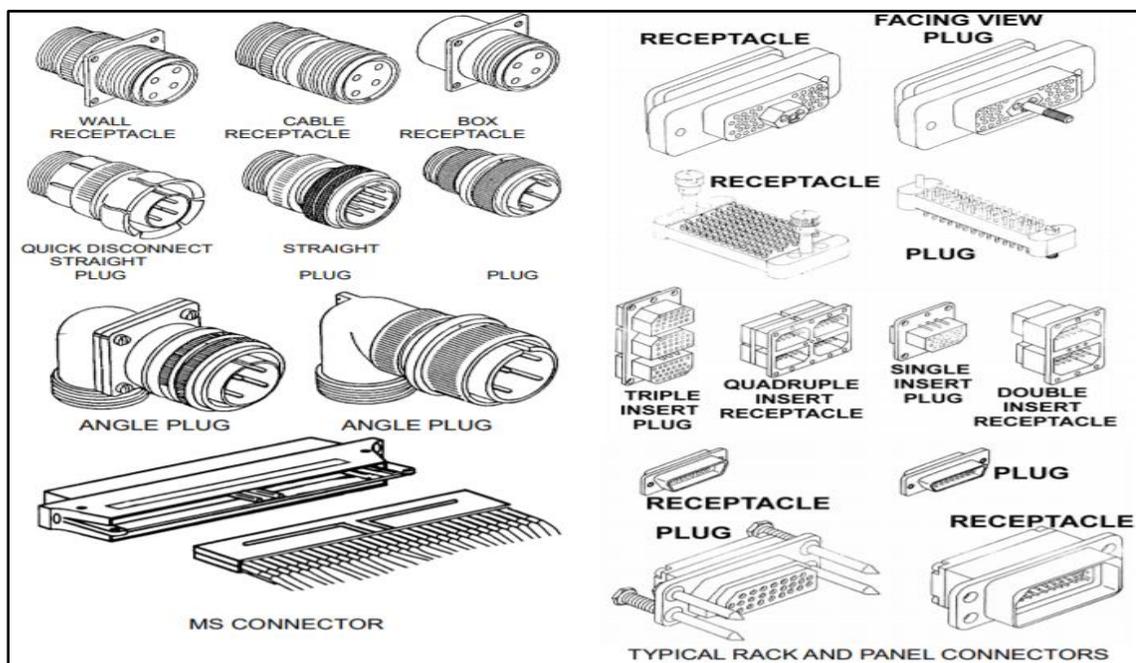
2.13.3. Conectores eléctricos:

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 18

Tipos de conectores electricos



Nota. En esta ilustración podemos observar los diferentes tipos de conectores eléctricos que tenemos en aviación. Tomado de: FAA. (1998, septiembre 8). AC 43.13-1B - Acceptable Methods, Techniques, and Practices - Aircraft Inspection and Repair. https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentid/99861.

2.13.4. 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 19

Tipos de terminales eléctricos



Nota. En esta imagen podemos visualizar los diferentes tipos de terminales eléctricos que encontramos en aviación. Tomado de: Conectores Eléctricos y Tipos de Terminales Para Cables. (n.d.). Tecnología.

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/conectores-electricos.html>

2.14. Materiales de limpieza

La limpieza y desinfección de las aeronaves requiere de un tratamiento especial, ya que es necesario utilizar agentes limpiadores que no sean corrosivos o perjudiciales para los componentes del avión. No todos los agentes limpiadores y desinfectantes en un avión, ya que podrían dañar las superficies o sus estructuras.

2.14.1. *Franela de limpieza*

Siempre es necesario 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.

2.14.2. *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. (Quiminet, 2012)

Tipos de desengrasantes

“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” (Quiminet, 2012):

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

Figura 20

Tipos de desengrasantes



Nota. En aviación contamos con una gran variedad de desengrasantes, en esta imagen podemos observar uno de los más usados actualmente. Tomado de: Grainger. (n.d.).

Desengrasante Sin Solvente Lata de Aerosol, 20 oz.

<https://www.grainger.com.mx/producto/CRC-Desengrasante-para-aviacion,Peso-18oz/p/6YRM1>

2.15. Limpiador de Contactos Eléctricos

El limpiador de contactos eléctricos es usado 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 21

Limpiador de contactos eléctricos



Nota. Los limpiadores de contactos eléctricos son sumamente importantes en aviación lo cual se debe realizar un buen uso de los mismos como vemos en la ilustración. Tomado de: Moreno, M. A. (2016, noviembre 24). MANTENIMIENTO CORRECTIVO. Blog. <http://marcomorenoantoni.blogspot.com>

Capítulo III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares

Por medio de la práctica realizada y a la vez culminada, en el presente capítulo se detalla los métodos, los mismos que se llevaron a cabo para la inspección visual y chequeo del Ewis del compartimento del equipo electrónico posterior, a fin de examinar y mantener los elementos del sistema eléctrico del avión, y la corrección de los daños encontrados en el mismo, todo lo realizado fue acorde al manual de mantenimiento de la aeronave y la AC_43.13-1B. Para el desarrollo de la práctica se contó con el apoyo del personal Técnico de la Universidad como el Tlgo Gabriel Inca y el director de proyecto de titulación Tlgo. Andrés Arellano el mismo que es el delegado de la revisión de los procesos hechos en el desarrollo del presente plan.

El proyecto de titulación tiene por finalidad comparar la facilidad de llevar a cabo con labores de mantenimiento, en lo cual respecta la inspección visual del cableado eléctrico (Ewis) en la aeronave Hawker Siddeley HS-125 , y de esta manera poder contar con el sistema eléctrico de la aeronave en buenas condiciones, tanto por alumnos y personal docente de la universidad, pudiendo de esta forma mejorar la “Ergonomía” y el razonamiento teórico-práctico bastante primordial para el entorno en el que nos encontramos inmerso en nuestra carrera. Además de mejorar los elementos y por ende mejorar el estado de la aeronave.

3.2. Consideraciones Generales

Antes de realizar cada una de las actividades que posteriormente van a ser detalladas principalmente debemos verificar que el cableado eléctrico debe ser revisado para comprobar si el soporte, la protección y el estado general son adecuados en todo instante. Por lo cual, el cableado de la aeronave debería inspeccionarse visualmente para poder mitigar posibles daños que pueda tener el cableado eléctrico y poder solucionarlo de manera adecuada con la práctica de mantenimiento a realizar. En el flujo grama vamos a observar la secuencia de pasos a seguir. **(ANEXO A)**

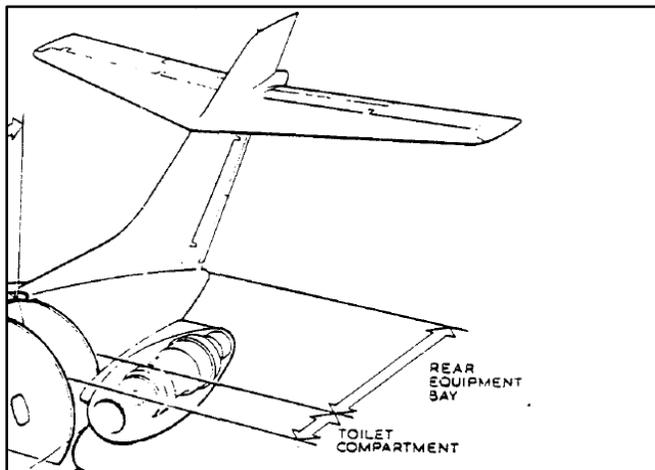
Nota: En este capítulo vamos a explicar a detalle todos los pasos de comprobación y mantenimiento que se tienen que realizar al instante de hacer una inspección visual del cableado eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley HS125.

3.3. Inspección del Cableado Eléctrico del Compartimiento del Equipo Electrónico del Aeronave Hawker Siddeley HS 125.

1. Lo primero que debemos revisar es la ubicación del área de la aeronave donde vamos a hacer la inspección visual del cableado eléctrico y de esta forma tener la debida alusión de acuerdo al manual de mantenimiento de la aeronave.

Figura 22.

Área donde se va a realizar la inspección



Nota. Ubicación del área de la aeronave donde se va a desarrollar la práctica de mantenimiento

2. Una vez ubicada el área donde se va a hacer la inspección visual, debemos empezar realizando respectiva limpieza con la ayuda de franelas, guaipe, alcohol, y desengrasantes adecuados para que el área quede libre de residuos de suciedad como grasa etc.

Empezamos a realizar la limpieza del área tuvimos que utilizar la ayuda del compresor para poder pulverizar el área ya que había mucha suciedad en la misma y en algunas partes no teníamos el acceso correcto, lo cual nos facilitó la limpieza y pudimos dejar el área libre de residuos como el alcohol y el desengrasante.

Figura 23.

Limpieza del área del trabajo



Nota. La ilustración muestra la limpieza del área de trabajo con la ayuda de guaipe y alcohol.

Advertencia: Se debe dejar el área de trabajo independiente de residuos del desengrasante y el alcohol, para evadir que los elementos internos y externos del cableado sufran daños futuros.

3. Antes de comenzar a realizar la inspección del cableado debemos tener a la mano una lupa, linterna, y un espejo debido a que son las herramientas adecuadas para realizar la inspección.

Estas herramientas nos ayudaron de mucho ya que pudimos encontrar varios defectos en el cableado ya que a simple vista es muy dificultoso detectarlos y poder tomar nota de los mismos para poder corregirlos.

Figura 24.*Herramientas para la inspección*

Nota. Equipos que se utilizaron para realizar la inspección visual del área de trabajo

4. Al momento de empezar la inspección lo primero que debemos verificar es que el cableado se encuentre en buenas condiciones y que no tenga defectos como deshilachado o rozadura, que ha sido severamente dañado o que se sospecha que el aislamiento primario ha sido penetrado, si nos encontramos con alguno de estos defectos debemos realizar el remplazo del cable.

Como pudimos observar al momento de realizar la inspección el cableado se encuentra en buenas condiciones, no encontramos muestras que el aislamiento primario este dañado lo cual no hay necesidad de realizar el remplazo.

Figura 25.

Inspección del cableado



Nota. En la figura podemos observar el estado en que se encuentra el cableado.

5. Verificamos que el cableado o mazo de cables no haya sufrido algún tipo de sobrecalentamiento en el mismo, si se encuentra evidencia de sobrecalentamiento se debe realizar el remplazo del mismo de inmediato, ya que esto puede ocasionar algún problema severo en el sistema y verificar cual fue la causa del sobrecalentamiento del cableado.

Figura 26.

Inspección del sobrecalentamiento del cableado



Nota. Verificación y evaluación de evidencia de sobrecalentamiento en el mazo de cables.

6. En el cableado que tenía evidencia que el aislamiento se ha contaminado con aceite, fluido hidráulico u otro lubricante, colocamos el recubrimiento de espiral protector de cableado para que de esta forma no pueda tener daños futuros y no ocasione un daño severo.

Figura 27.

Inspección de contaminación química en el cableado



Nota. Inspeccionamos que el aislamiento del cableado no esté expuesto a contaminantes

7. Una de las partes más importante de la inspección es verificar que el cableado no esté expuesto a contaminación superficial por virutas de metal, polvo y suciedad, lo cual pudimos observar que la mayor parte del cableado está expuesto a polvo y suciedad lo cual es recomendable realizar una limpieza periódica de la zona para evitar daños y que la suciedad se acumule.

Figura 28.

Inspección de la superficie interior del cableado



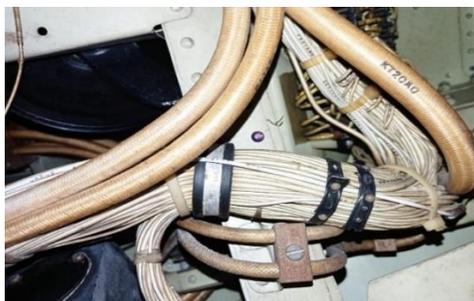
Nota. Realizamos la limpieza y verificación que el cableado no se encuentre expuesto a contaminantes como virutas de metal.

8. El cableado es sumamente delicado por eso es muy importante revisar que no tenga evidencia de haber sido aplastado o torcido severamente, ya que este puede llegar a romperse los hilos internos y ocasionar fallas en el sistema eléctrico de la aeronave.

Lo cual logramos verificar que el cableado no tiene ningún defecto anteriormente mencionado y se encuentra en perfectas condiciones.

Figura 29.

Estado de la superficie del cableado



Nota. Chequeo y verificación de la superficie del cableado no haya sufrido daños como aplastamiento y torceduras.

9. También realizamos la inspección del recubrimiento blindado del cableado, en esta inspección debemos verificar el que el escudo metálico no esté desgastado o corroído, lo cual verificamos el estado uno por uno y no se encontró ningún defecto en el mismo.

Figura 30.

Recubrimiento blindado del cableado



Nota. Inspección del recubrimiento blindado del cableado

10. Es importante verificar que los mazos de cables este correctamente soportado por abrazaderas u otros dispositivos adecuados para que no sufra una excesivo movimiento o vibración que puedan ocasionar que el cable se dañe en su estructura interna.

Figura 31.

Soporte del cableado



Nota. Examinamos que el cableado este bien soportado por abrazaderas y amarras plásticas.

11. Debemos chequear que los mazos de cables estén adecuadamente soportados por abrazaderas o amarras plásticas para evitar que estos puedan dañarse al momento de realizar el mantenimiento en la aeronave.

Lo cual verificamos que en la mayoría de mazos de cables existían cables sueltos lo cual procedimos a colocar amarras plásticas de acuerdo al tamaño necesario para evitar que ocasionen daños en los mismos.

Figura 32.

Chequeo de los mazos de cables



Nota. Comprobamos que los mazos de cables se encuentren en perfecto estado y bien sujetos

12. Verificar que los alambres y cables tengan suficiente holgura para cumplir con los siguientes requisitos:

- A.** Permitir facilidad de mantenimiento.
- B.** Prevenga la tensión mecánica en los alambres, cables, uniones soportes.
- C.** Permitir el libre movimiento de los equipos montados contra golpes y vibraciones.

Figura 33.

Requisitos primordiales del cableado



Nota. Verificamos que el cableado cumpla con los distintos requisitos estipulados en el manual.

13. Debemos verificar que todos los cables, bloques de terminales y bornes individuales están claramente identificados para corresponder con los manuales de cableado de la aeronave.

Figura 34.

Identificación del cableado



Nota. Observamos que el cableado tenga su respectiva identificación

3.3.1 Inspección de abrazaderas

14. Lo primero que debemos inspeccionar es que las abrazaderas que se encuentran colocadas en el sistema eléctrico, estén construidas con materiales compatibles con el sistema de cableado eléctrico y su entorno como en términos de temperatura, resistencia a los fluidos y cargas mecánicas del haz del cable.

Figura 35.

Inspección del estado de las abrazaderas



Nota. Examinamos el estado y la ubicación de las abrazaderas en el sistema.

Debemos inspeccionar que las abrazaderas utilizadas estén forradas de un material no metálico para evitar que cause daño al cableado y este pueda romperse o a la vez dañar el recubrimiento interior.

Figura 36.

Forros de las abrazaderas

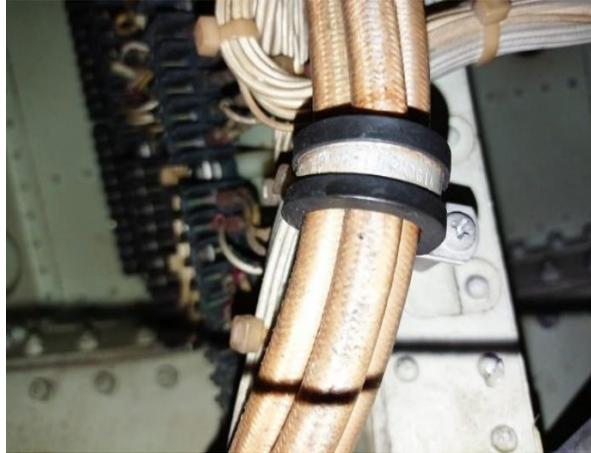


Nota. Estado y verificación que las abrazaderas cuenten con su respectivo recubrimiento.

15. Verificamos que las abrazaderas se encuentren en buen estado, es decir libres de corrosión, rotas o su recubrimiento dañado esto se realiza para evitar daños en el haz de cables, y si encontramos algún defecto antes mencionado debemos realizar el reemplazo de las que se encuentren en mal estado.

Figura 37.

Estado integral de las abrazaderas



Nota. Examinamos el estado de las abrazaderas, que no muestren daños en su estructura interna como externa

16. Examinar que las abrazaderas no estén corroídas en su estructura para evitar que cause daño al cableado, si encontramos algún tipo de corrosión en las abrazaderas debemos realizar el desmontaje para realizar su limpieza y las que se encuentren sumamente dañadas se debe realizar el remplazo inmediatamente.

Figura 38.

Estado de las abrazaderas



Nota. Identificamos las abrazaderas que se encuentren corroídas y realizamos su remplazo.

17. Revisamos que las abrazaderas en el haz de cables encajen sin aplastarse, y deben estar suficientemente ajustadas para evitar que el cable se mueva libremente. Y posteriormente debemos examinar que las abrazaderas no permitan que el paquete de cables se mueva a través de la abrazadera aplicando un ligero tirón.

Figura 39.

Tamaño de las abrazaderas

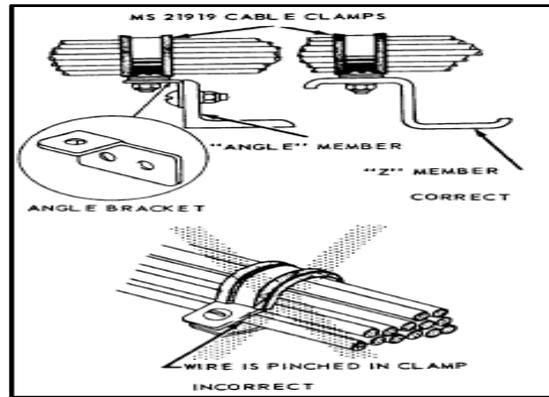


Nota. Examinar que las abrazaderas sean del tamaño acorde al mazo de cables para que no puedan ocasionar daños.

18. Tenemos que observar que cuando los cables pasen a través de la estructura o los mamparos, lo primero que debemos inspeccionar es se encuentran las abrazaderas y ojales adecuados con el fin de preservar la integridad del sistema eléctrico.

Figura 40.

Colocación de abrazaderas en la estructura

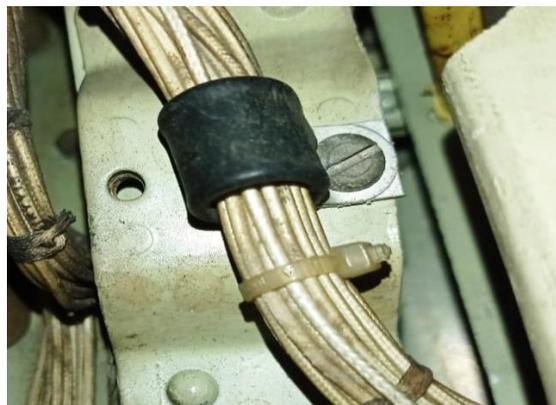


Nota. Las abrazaderas deben ir colocadas de acuerdo a las indicaciones del manual, con el ángulo correcto y así evitar daños.

19. Examinamos que en las abrazaderas se encuentren instaladas en su soporte de fijación colocado encima de ellas, para que puedan soportar las altas vibraciones a las que están expuestas.

Figura 41.

Soporte de abrazaderas



Nota. Las abrazaderas deben estar soportadas en el soporte estructural tanto de la abrazadera como de la estructura de la aeronave.

3.3.2. Inspección de conectores eléctricos.

20. Verificamos que los conectores no tengan evidencia de corrosión, humedad, polvo y virutas de metal, ya que estos factores son muy perjudiciales para los conectores eléctricos ya que puede afectar su funcionamiento.

Figura 42.

Inspección de los conectores eléctricos



Nota. Inspección del estado general de los conectores eléctricos.

21. Comprobar que los sellos de los conectores no se encuentren desgastados, tensión de contacto floja, bloqueo de contacto adecuado, si tiene alguno de esos defectos se debe realizar el reemplazo.

Figura 43.

Estado de los sellos de los conectores



Nota. Inspección del estado de los sellos de los conectores eléctricos.

22. Se deben mantener bucles de goteo cuando los conectores estén por debajo del nivel del arnés y se deben evitar o corregir las curvas cerradas en los conectores.

Figura 44.

Bucles de goteo



Nota. Observación del estado de los bucles de goteo para conectores eléctricos.

23. Después de desconectar el conector, debemos inspeccionar si hay conexiones sueltas, soldadas, y así podemos evitar una conexión a tierra no intencional que pueda ocasionar daños en el conector eléctrico.

Figura 45.

Estado interno de conectores



Nota. Verificación que en la parte interna del conector no se encuentren pines sueltos o dañados.

24. Los conectores que son susceptibles a las dificultades de corrosión pueden tratarse con un limpia contactos (WD-40 Especialista Limpiador de Contactos), para que tengan una capa protectora y estén inmersos de la corrosión y así garantizamos su correcto funcionamiento

Figura 46.

Limpieza de conectores con WD-40



Nota. La limpieza de conectores se debe realizar con WD-40 que es el líquido específico para ese tipo piezas.

3.3.3. Inspección de puntos a tierra:

25. Los puntos de conexión a tierra verificamos por varias condiciones de seguridad, es decir, estanqueidad que no se encuentren inmersos en líquidos o residuos de aceite o grasa, que no estén corroídos o dañados en su estructura.

Figura 47.

Conexiones a tierra.

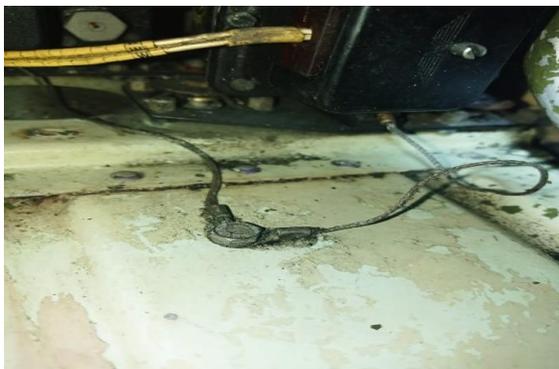


Nota. Estado general de las conexiones a tierra en el sistema.

26. Cualquier punto de conexión a tierra que esté corroído o que haya perdido su recubrimiento protector debe repararse, lo cual debemos aplicar WD-40 para realizar la limpieza de las partes corroídas y verificar que las tomas a tierra queden totalmente libres de cualquier residuo.

Figura 48.

Reparación de las conexiones a tierra



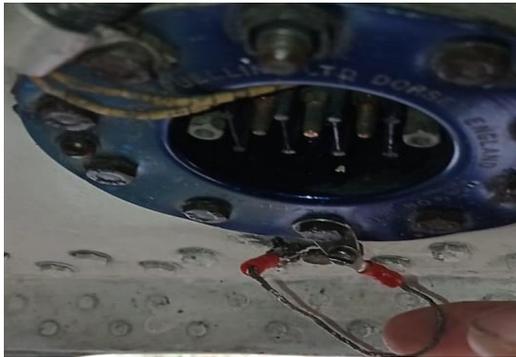
Nota. verificación y reparación de las conexiones a tierra.

27. Examinar si hay evidencia de arcos eléctricos en las conexiones a tierra, entre las superficies conductoras.

NOTA: Se pueden evitar los arcos mediante uniones o aislamientos si es necesario.

Figura 49.

Examinación de arcos eléctricos en las tomas a tierra

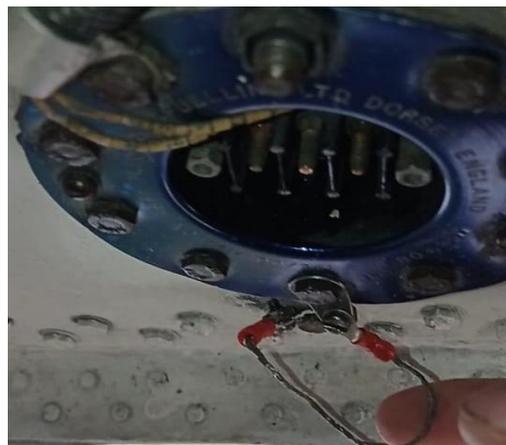


Nota. Examinamos que las tomas a tierra no tengan muestra de arcos eléctricos.

28. Verificar que conducto metálico de la conexión a tierra este unido a la estructura del avión en cada punto de terminación y corte.

Figura 50.

Colocación de las tomas a tierra



Nota. Las conexiones a tierra deben estar bien colocadas en ambos extremos de la estructura del avión.

3.3.4. Inspección de terminales eléctricos:

29. Examinar que los terminales no tengan daños mecánicos como, corrosión, daños por calor y contaminación química.

NOTA: La corrosión en terminales y bloques de terminales puede causar una alta resistencia y sobrecalentamiento en el sistema.

Figura 51.

Inspección de terminales eléctricos



Nota. Inspección del estado general de los terminales eléctricos

30. Verificar que el torque de la tuerca en los terminales de cable no esté dañado ya que puede causar daños críticos para su rendimiento.

Figura 52.

Ajuste de terminales eléctricos

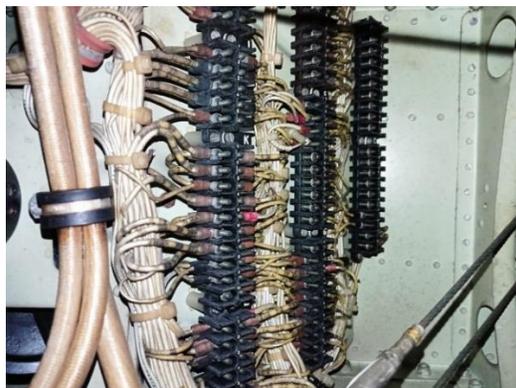


Nota. Es importante verificar el ajuste de los terminales para evitar daños o desconexiones en los mismos.

31. Antes de realizar el reemplazo de algún componente eléctrico debemos verificar la compatibilidad del material a reemplazar para que exista ninguna falla en el sistema.

Figura 53.

Tipos de terminales eléctricos



Nota. Existen gran variedad de terminales, por eso es importante verificar el tipo y tamaño del terminal al momento de realizar un reemplazo.

32. Siempre antes de realizar el reemplazo de algún terminal eléctrico tenemos que verificar el tamaño del cable y de los terminales que se encuentran colocados, para que al momento de realizar el remplazo no tengamos inconvenientes con el cableado.

Figura 54.

Tamaño y disposición de terminales



Nota. El tamaño de los terminales debe ir acorde al tamaño del cable en donde van a ser instalados para evitar dañar el terminal o los cables eléctricos.

Tabla 2.

Lista de Herramientas utilizados en la práctica.

HERRAMIENTAS	
Desarmadores plano y estrella	Pinza para colocación de terminales eléctricos
Pinzas de presión	Llaves mixtas de ½, ¼ ,3/8

HERRAMIENTAS	
	9/16
Playo y Alicates	Estilete
Pelador de cables	Racha de ½

Tabla 3.

Lista de materiales utilizados en la practica

MATERIALES	
Alcohol	Inhibidor de la corrosión (WD40 SPECIALIST)
Desengrasante Orange	Lubricantes de cables de control (LPS)
WD-40	Correas plásticas
Penetrante WT-110	Espiral de cable protector
Cinta protectora del calor	Uniones frías
Terminales eléctricos	Taípe Negro
Abrazaderas	Scotch brite
Guaípe	Franela absorbente

Tabla 4.

Lista de equipos utilizados en la practica

EQUIPOS
Compresor
Pulverizador
Lampara de iluminación
Extensiones de cables eléctricos
Taladro

3.4. Presupuesto

El presupuesto que fue presentado en el anteproyecto fue realizado con valores promedio, al momento de ejecutarse el trabajo practico en la aeronave hemos podido obtener los valores exactos de todos los gastos efectuados. Lo cual vamos a detallar de manera clara cada uno de los gastos que fueron realizados a lo largo del proyecto.

3.4.1. Análisis de costos

Al momento de realizar la inspección y el reemplazo de los componentes del sistema eléctrico de la aeronave Hawker Siddeley, tuvimos una serie de costos primarios y secundarios lo cual vamos a detallar cada uno de estos a continuación.

Costos Primarios

- Herramientas

- Materiales
- Repuestos

Tabla 5.*Costos Primarios*

No.	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Desengrasante Orange (Galón)	2	\$ 25	\$ 50
2	Alcohol Industrial (Galón)	2	\$ 17,50	\$ 35
3	Scotch-Brite	10	\$ 0.75	\$7,50
4	Guaípe	15	\$ 0,20	\$ 3
5	Franela	2	2	4
6	Correas plásticas grandes	2	\$ 6,50	\$ 13
7	Correas plásticas medianas	1	\$ 4	\$ 4
8	Correas plásticas pequeñas	1	\$ 2,75	\$ 2,75
9	Espiral de cables plásticos grandes (10m)	2	\$ 11.75	\$ 23,50
10	Espiral de cables plásticos medianos (10m)	2	\$ 7	\$ 14
11	Espiral de cables plásticos pequeños (10m)	1	\$ 5	\$5
12	Limpia contactos WD-40	1	\$ 6,75	\$ 6,75
13	Desoxidante WT-110	1	\$ 5	\$ 5

No.	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
14	Inhibidor de la corrosión wd-40 Specialist	1	\$45	\$55
15	Lubricantes de cables de control LPS	1	\$ 58	\$ 68
16	Abrazaderas	10	\$ 1.25	\$ 12,50
17	Terminales eléctricos grandes	20	\$ 0,20	\$ 4
18	Terminales eléctricos medianos	18	\$ 0.15	\$ 2,70
19	Terminales eléctricos pequeños	14	\$ 0,10	\$ 1,40
20	Uniones frías de terminales	10	\$ 0,25	\$ 2,50
			Valor Total	\$ 319.60

Costos Secundarios

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

Tabla 6.

Costos Secundarios

ORDEN	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Impresión de tarea de mantenimiento a realizar	\$ 4,50
2	Movilización de Quito a Latacunga para realizar la practica	\$ 35
3	Internet	\$ 4

ORDEN	DESCRIPCIÓN	VALOR
4	Papelería	\$ 10
5	Impresión de los documentos para titulación	\$ 5
TOTAL		\$ 58.50

Costo Total del Proyecto

El valor total de la inversión de este proyecto vamos a dar a conocer en el detalle de la siguiente tabla.

Tabla 7.

Costo total del proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	Costos Primario	\$ 319,60
2	Costos Secundarios	\$ 58,50
COSTO TOTAL		378,10

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Hoy en día el diseño y construcción del cableado de una aeronave es parte fundamental, lo cual antes de realizar alguna reparación del mismo debemos ser cuidadosos, lo primero que debemos hacer es conocer y analizar cuál es su funcionamiento y como está distribuido el cableado en las distintas zonas de una aeronave para evitar cualquier tipo de inconveniente.
- La eficiencia del sistema eléctrico en una aeronave es sumamente importante para el funcionamiento de un avión por eso al momento de realizar el mantenimiento del sistema eléctrico de una aeronave se debe conocer, el funcionamiento del sistema y ser muy prudente al momento de realizar la inspección ya que muchas veces los daños no se encuentran a simple vista, y de esta forma revisar que el sistema quede en condición operativa.
- Utilizar las herramientas y equipos adecuados al momento de realizar la inspección del cableado eléctrico con el fin de obtener los mejores resultados al momento de realizar la práctica de mantenimiento y así evitar ocasionar daños en el sistema.

4.2. Recomendaciones

- Conocer el diseño del cableado de un avión es muy importante ya que antes de realizar algún cambio se debe verificar los diferentes componentes que tiene el sistema tanto internos como externos, y así poder tener la noción de cómo podemos hacer un reemplazo o instalación de cualquier componente del sistema eléctrico de un avión.
- Para la ejecución de un proyecto de cableado eléctrico de una aeronave se debe tomar en cuenta todas las normas, manuales, y procedimientos adecuados que se debe seguir para poder realizar la tarea de mantenimiento.
- Al momento de realizar el remplazo de algún componente que se encuentre en mal estado verificar que el componente sea el mismo para evitar cualquier tipo de inconvenientes o algún fallo al sistema ya que este sistema es sumamente preciso y no se debe cometer ningún error.

Bibliografía

- Administration, F. A. (9 de Agosto de 1998). *Techniques, and practices-Aircraft Inspección and Repair* . Obtenido de FAA:Recuperado el 30 de mayo del 2020 de,
https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_43.13-1b_w-chg1.pdf
- Administration, F. A. (2018). *Aircraft Electrical System Chapter 9*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook Airframe ,Volume 1:Recuperado el 15 de abril del 2020 de, FAA-H-8083-32A, Aviation Maintenance Technician Handbook-Powerplant Volume 1
- Administration, F. A. (10 de Diciembre de 2018). *Aircraft Electrical Wiring Interconnect System (EWIS) Job Aid*. Obtenido de Aircraft Electrical Wiring Interconnect System (ewis) Best Practices:Recuperado el 18 de abril del 2020 de,
https://www.faa.gov/training_testing/training/air_training_program/job_aids/
- Administration, F. A. (2018). *UNCONTROLLED COPY WHEN DOWNLOADED*. Obtenido de Aircraft Electrical wiring Interconect System:Recuperado el 25 de junio del 2021 de ,
https://www.faa.gov/training_testing/training/air_training_program/job_aids/media/EWIS_job-aid_2.0_Printable.pdf
- ATEHORTUA ARENAS, J. M. (s.f.). *INGENIERIA Y ESTRUCTURAS AERONAUTICAS*. Obtenido de INSPECCIÓN VISUAL: Recuperado el 18 de julio del 2020 de, <https://www.josemiguelatehortua.com/practicas-estandar/tips-criterios-de-inspecci%C3%B3n/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20visual%20directa%20se,como%20una%20lupa%20o%20c%C3%A1mara>.
- ATEHORTUA ARENAS, J. M., & FEDERAL , A. A. (s.f.). *INGENIERIA Y ESTRUCTURAS AERONAUTICAS*. Obtenido de INSPECCIÓN VISUAL.Recuperado el 20 junio del 2020 de,

<https://www.josemiguelatehortua.com/practicas-estandar/tips-criterios-de-inspecci%C3%B3n/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20visual%20directa%20se,como%20una%20lupa%20o%20c%C3%A1mara.>

Damian, J. J. (6 de Febrero de 2016). *DH125BLOG*. Obtenido de Sistemas Hawker Siddeley. Recuperado el 17 de abril del 2020 de, <https://dh125blog.wordpress.com/author/jjaimedamian/>

Diccionario de terminos Militares y Asociados. (2005). *The free Diccionary*. Obtenido de Copyright: Recuperado el 14 de abril del 2020 de, <https://www.thefreedictionary.com/aircraft+inspection>

Federal Aviation Administration. (2012). *U.S Department of transportation*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook-Airframe Volume1: Recuperado el 23 de mayo del 2020 de, https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/amt_airframe_hb_vol_1.pdf

Gago Burón, A. L. (10 de Junio de 2016). *Sistema electrico de los aviones* . Obtenido de El sistema electrico del avion. Recuperado el 15 de agosto del 2020 de, <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/18103/TFG-P-380.pdf;jsessionid=8088C1FEB0CB6540354095832F460226?sequence=1>

Garcia , H. (27 de Mayo de 2018). *Prezi Electrical Wiring Interconnection System* . Obtenido de Iniciacion de Ewis : Recuperado el 19 de mayo del 2020 de, <https://prezi.com/p/sekxa2huwqss/iniciacion-ewis/>

Martinez Rueda , J. (2006). Recuperado el 15 de Abril del 2020, de *Sistemas electricos y electronicos de una aeronave* . España: Paraninfo.

Peral González, J. M. (2017). *Departamento Ingeniería Eléctrica*. Obtenido de Simulación de sistemas eléctricos en aeronaves: Recuperado el 15 de mayo del 2020 de , <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91465/fichero/Jos%C3%A9+Maria+Peral+tfp.pdf>

- Quiminet. (9 de Febrero de 2012). Obtenido de El poder de los desengrasantes en su industria: Recuperado el 16 de mayo del 2020 de,
https://www.quiminet.com/articulos/el-poder-de-los-desengrasantes-en-su-industria-2678346.htm?mkt_source=22&mkt_medium=38828472859&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1
- Sistemas electricos de aeronaves.* (18 de Julio de 2019). Obtenido de SKYbrary:Recuperado el 18 de mayo del 2020 de,
https://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Electrical_Systems
- SKYbrary. (18 de Julio de 2019). *SKYbrary* . Obtenido de Aviones de envejecimiento:cableado eléctrico : recuperado el 23 de mayo del 2020 de, https://www.skybrary.aero/index.php/Ageing_Aircraft_-_Electrical_Wiring
- Zetina , J. (10 de Mayo de 2014). *Prezi Redwings*. Obtenido de Hawker 800 Series :Recuperado el 23 de mayo del 2020 de,
<https://prezi.com/fikxydgzebbe/hawker-800/>

ANEXOS