



**Implementación de un sistema eléctrico de 28vcd para el Helicóptero Robinson R44 en la
empresa Eurofish s.a.**

Mecías Mendoza, Belky Lisseth

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnóloga en Electrónica mención
Instrumentación y Aviónica

Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

10 de agosto del 2023



TITULACIÓN CORREGIDO BELKY MECI...

Scan details

Scan time:
August 14th, 2023 at 20:52 UTC

Total Pages:
33

Total Words:
8126

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	0%	0
Minor Changes	0.7%	58
Paraphrased	1%	81
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

Plagiarism Results: (2)

Historia de los helicópteros Robinson | Helicorp

<https://helicorp.com/historia-de-los-helicopteros-robinson/>

Inicio Helicópteros Robinson Helicóptero R66 Turbine R44 Raven ...

1.5%

Luces exteriores de los aviones, La importancia de ...

<https://www.eflyacademy.com/single-post/luces-exteriores-d...>

top of page ¡Hola! Luces exteriores de los aviones, La importancia ...

0.3%

Firma:

Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana
Director



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Certificación

Certifico que la monografía: "Implementación de un sistema eléctrico de 28Vcd para el helicóptero Robinson R44 en la empresa Eurofish" fue realizada por la señorita **Mecías Mendoza, Belky Lisseth**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 10 de agosto 2023

Firma:


.....
Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana
C. C. 0501878649



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Mecías Mendoza, Belky Lisseth**, con cédula de ciudadanía N°1317845475, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación de un sistema eléctrico de 28Vcd para el helicóptero Robinson R44 en la empresa Eurofish** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 10 de agosto 2023

Firma:

Mecías Mendoza, Belky Lisseth
C.C.: 1317845475



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Autorización de Publicación

Yo **Mecías Mendoza, Belky Liseth** con cédula de ciudadanía N°1317845475, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de un sistema eléctrico de 28Vcd para el helicóptero Robinson R44 en la empresa Eurofish** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 10 de agosto 2023

Firma:

Mecías Mendoza, Belky Liseth

C.C.: 1317845475

Dedicatoria

A Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para enfrentar cada obstáculo, por permitirme cumplir con un objetivo más.

A mis padres, por la vida, el amor, los valores impartidos, y por ser la base fundamental en mi educación.

A mis hermanos, quienes con su algarabía y travesuras llenaron de alegría cada momento de estudio.

A mi pequeña Aurora, amor puro e indescriptible, por llenarme de ilusión con su mágica sonrisa y ser mi principal motivo para poder culminar con esta etapa profesional.

A mi esposo, por apoyarme en cada sueño e impulsarme a ser mejor cada día.

MECIAS MENDOZA BELKY LISSETH

Agradecimiento

A la pequeña Belky, que desde chiquita amaba ver aviones en el cielo, y que ha creído en ella cada día de su vida para cumplir sus metas.

A mi familia que ha sido mi luz y mi refugio, brindándome su confianza entera en los momentos difíciles, y recordándome que todo es posible mientras uno entregue su mayor esfuerzo y dedicación.

Gracias a cada uno de mis maestros, de manera especial a mi tutora por compartir conmigo sus conocimientos sólidos que me formaron como una persona profesional con ética y valores.

Gracias a Eurofish por abrirme las puertas, por sus enseñanzas en cada día de trabajo, y por permitirme plasmar de manera práctica mis conocimientos y habilidades en cada una de sus aeronaves.

MECIAS MENDOZA BELKY LISSETH

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Auditoria.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	11
Resumen.....	13
Abstract	14
Capítulo I: Marco Referencial	15
Tema.....	15
Antecedentes.....	15
Planteamiento del problema	16
Justificación.....	17
Objetivos	18
<i>Objetivo General</i>	<i>18</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>18</i>
Alcance.....	18
Capítulo II: <u>Marco Teórico</u>	19

Helicóptero Robinson R44/Clipper I.....	19
Sistema eléctrico Helicóptero R44/Clipper I	19
Alternator Control Unit (ACU).....	20
Arnés Eléctrico	20
Convertidores LT-71A	20
Batería (Concorde Battery)	21
Circuit breakers	21
Capítulo III: Desarrollo e implementación del proyecto	22
Desarrollo.....	22
Implementación del Arnés eléctrico.....	22
Desmontaje del Sistema Eléctrico.....	23
<i>Líneas Pitot – Estática</i>	24
<i>Consola de Instrumentos</i>	26
<i>Desmontaje del cableado</i>	28
<i>Identificación y distribución de cables a 28Vcd</i>	30
Instalación de cableado de 28Vdc.....	31
<i>Mazo de aire</i>	31
<i>Mazo en bandeja</i>	32
Implementación de instrumentos de cabina.....	32
<i>Líneas Pitot</i>	33
<i>Instalación de instrumentos</i>	35
<i>Instalación de Reguladores</i>	35
<i>Instalación de convertidor LT-71A</i>	39
Cambio de luces del Helicóptero Robinson R44	40
<i>Ballast del helicóptero</i>	40

<i>Luces de aterrizaje</i>	41
<i>Luz estroboscópica</i>	42
<i>Luces de posición</i>	42
Instalación de batería	44
Pruebas Funcionales.....	46
Verificación de convertidores LT-71A.....	52
Pruebas de encendido y de vuelo del helicóptero Robinson R44	53
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	55
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	56
Bibliografía	57
Anexos.....	58

Índice de figuras

Figura 1. <i>Arnés eléctrico de 28V</i>	23
Figura 2. <i>Líneas Pitot - Estática de Instrumentos</i>	24
Figura 3. <i>Desmontaje de conectores e instrumentos</i>	25
Figura 4 <i>Líneas Pitot - Estática limpias</i>	25
Figura 5 <i>Líneas Pitot - Estática del área del túnel</i>	26
Figura 6 <i>Desmontaje de Instrumentos</i>	26
Figura 7 <i>Instrumentos retirados</i>	27
Figura 8 <i>Instrumentos limpios</i>	27
Figura 9 <i>Barra de terminales a tierra</i>	28
Figura 10 <i>Desmontaje de cables</i>	29
Figura 11 <i>Extracción completa del cableado de 14V</i>	29
Figura 12 <i>Identificación de cableado</i>	30
Figura 13 <i>Instalación y protección de cables</i>	31
Figura 14 <i>Cableado sujeto a la estructura</i>	32
Figura 15 <i>Ubicación líneas Pitot</i>	33
Figura 16 <i>Instalación de las líneas Pitot</i>	34
Figura 17 <i>Instalación de las líneas Pitot</i>	34
Figura 18 <i>Instalación de Instrumentos</i>	35
Figura 19 <i>Regulador D359-1</i>	36
Figura 20 <i>Conexión de reguladores</i>	37
Figura 21 <i>Instalación de reguladores en la pared de la consola del Helicóptero</i>	38
Figura 22 <i>Reguladores de voltaje instalados</i>	38
Figura 23 <i>Convertidor LT-71A, con serie 2315</i>	39
Figura 24 <i>Cableado para la conexión del convertidor LT-71A</i>	39
Figura 25 <i>Diagrama de conexión de convertidor LT-71A</i>	40

Figura 26 <i>Ballast</i>	41
Figura 27 <i>Cambio de luces de aterrizaje</i>	41
Figura 28 <i>Luz estroboscópica</i>	42
Figura 29 <i>Luz de posición derecha</i>	43
Figura 30 <i>Luz de posición izquierda</i>	43
Figura 31 <i>Luz de posición de cola</i>	44
Figura 32 <i>Posición de la batería</i>	44
Figura 33 <i>Instalación de batería</i>	45
Figura 34 <i>Comprobación del funcionamiento de la batería</i>	46
Figura 35 <i>Verificación de la luz de posición derecha antes del vuelo</i>	47
Figura 36 <i>Verificación de la luz de posición izquierda antes del vuelo</i>	47
Figura 37 <i>Verificación de la luz estroboscópica antes del vuelo</i>	48
Figura 38 <i>Verificación de la luz de posición de cola, antes del vuelo</i>	48
Figura 39 <i>Verificación de las luces del Tren de Aterrizaje, antes del vuelo</i>	49
Figura 40 <i>Verificación de la luz de posición derecha después del vuelo</i>	49
Figura 41 <i>Verificación de la luz de posición izquierda</i>	50
Figura 42 <i>Verificación de la luz estroboscópica después del vuelo</i>	50
Figura 43 <i>Verificación de la luz de posición de cola, después del vuelo</i>	51
Figura 44 <i>Verificación de las luces del Tren de Aterrizaje, después del vuelo</i>	51
Figura 45 <i>Voltaje de verificación de convertidores</i>	52
Figura 46 <i>Pruebas de encendido del Helicóptero R44</i>	53
Figura 47 <i>Bitácora de vuelo del Helicóptero</i>	54

Resumen

En el presente proyecto de titulación, se realizó la implementación de un nuevo sistema eléctrico de 28 Voltios para el helicóptero Robinson R44 de la empresa Eurofish en la localidad de Manta - Manabí, el cual funcionaba con un sistema eléctrico de 14 Voltios ocasionando que los mantenimientos sean cada vez más complicados debido a la escasez de ciertos componentes. Por esta razón Eurofish tomó la decisión de realizar el cambio de todo el sistema eléctrico en el helicóptero Robinson R44, modernizando sus componentes eléctricos y efectuando el mantenimiento correctivo y preventivo de cables, piezas, instrumentos y equipos para su correcto funcionamiento. Durante la ejecución del trabajo se realizó una inspección minuciosa para determinar los procesos a efectuar tanto en el desmontaje como en el montaje de los componentes de manera segura, guiados de los manuales de mantenimiento y el catálogo ilustrado de partes del Helicóptero Robinson R44, con las debidas normas de seguridad que cada componente requiere para no afectar su funcionamiento. El presente proyecto permitió modernizar el sistema eléctrico y componentes que la aeronave presentaba, manteniéndola en funcionamiento por más tiempo y mejorando los mantenimientos periódicos, cumpliendo con una revisión de 2200 horas, esto fue asentado en los libros de Fuselaje y Motor y adicional en la Bitácora de Vuelo de la aeronave.

Palabras clave: helicóptero Robinson R44, mantenimiento, sistema eléctrico, cableado, Eurofish.

Abstract

In this degree project, a new 28 Volt electrical system was implemented for the Robinson R44 helicopter of the company Eurofish in the town of Manta - Manabí, which was working with a 14 Volt electrical system causing maintenance to be increasingly complicated due to the shortage of certain components. For this reason Eurofish made the decision to change the entire electrical system in the Robinson R44 helicopter, modernizing its electrical components and performing corrective and preventive maintenance of cables, parts, instruments and equipment for its proper functioning. During the execution of the work, a thorough inspection was carried out to determine the processes to be carried out both in the disassembly and assembly of the components in a safe manner, guided by the maintenance manuals and the illustrated parts catalog of the Robinson R44 helicopter, with the proper safety standards that each component requires in order not to affect its operation. This project allowed to modernize the electrical system and components that the aircraft had, keeping it in operation for a longer period of time and improving the periodic maintenance, complying with a 2200 hours overhaul, this was recorded in the Fuselage and Engine books and additionally in the aircraft's Flight Log.

Key words: helicopter, maintenance, electrical system, wiring, Eurofish.

Capítulo I

Marco Referencial

Tema

Implementación de un sistema eléctrico de 28Vcd para el helicóptero Robinson R44 en la empresa Eurofish.

Antecedentes

Eurofish S.A es una empresa creada en el año de 1998, en Manta-Manabí-Ecuador, dedicada a la fabricación de conservas en lata pouch de atún y otros pelágicos. Debido a la excelente calidad de sus productos en el 2005 decide exportar hacia Europa y otros países latinoamericanos. Frente a esta oportunidad la empresa se ve en la necesidad de ampliar su planta de producción y a la vez la flota marítima.

Para realizar la prospección pesquera se utilizan 21 barcos, de los cuales 10 cuentan con una plataforma para llevar helicópteros a bordo, de manera que puedan alcanzar el objetivo deseado, que es visualizar el cardumen desde el aire de forma rápida y con un mayor alcance.

Es por este motivo que Eurofish S.A incursiona en el mundo de la Aviación, certificándose en el año del 2019 como una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA), realizando tareas de mantenimiento de manera legal y garantizando la seguridad tanto a los helicópteros de la flota y a los operadores de estos.

Robinson Helicopter Company (RHC), se dedica a la fabricación de aeronaves, originaria de los Estados Unidos de América, con sede en la Ciudad de Zamperini Field en Torrance, California. Fundada en el año de 1973 por Franklin Davis Robinson.

En 1979 entrega su primer helicóptero y desde ese entonces han producido un número de más de 13000 helicópteros a lo largo de la historia, posicionándose como líder mundial en ventas.

En la actualidad, los modelos que se fabrican son el helicóptero R22, R44 y R66, en donde el más destacado es el R44. La firma (Robinson Helicopter Company) ha revolucionado la historia de la industria de los helicópteros, y hoy en día es sinónimo de calidad y confianza para cualquiera que esté inmerso en el mundo de estas magníficas aeronaves. La calidad de sus productos, innovaciones, seguridad, y perfecto equilibrio entre precio y calidad han sido los factores primordiales para posicionarlos en un nivel competitivo con alto prestigio.

Con el transcurso del tiempo, la fábrica ha ido modificando los modelos de los helicópteros y el funcionamiento de estos según las necesidades requeridas por parte de los clientes y los avances tecnológicos que cada día se vuelven más sofisticados. Actualmente la empresa Eurofish S.A cuenta con cuatro helicópteros R44 que funcionan con 14Vcd, sin embargo, actualmente en el mercado no existen repuestos para este tipo de tecnología, razón por la cual es necesario implementar el sistema eléctrico de 28Vdc para realizar los mantenimientos futuros de una manera segura y eficiente, logrando que los repuestos estén en completa disponibilidad al momento de la adquisición.

Planteamiento del problema

Los helicópteros Robinson R44 poseen un sistema Eléctrico de 14V o 28V, el sistema de 14V incluye un alternador de 14V y 70 amperios de capacidad (limitado a 50 amperios continuos), relé de batería, ACU (Unidad de Control del Alternador) y una batería de 12V.

El sistema de 28V incluye una capacidad de 28V y 70 amperios de capacidad (limitado a 64 amperios continuos), ACU, batería de 24V y un alternador de 130 amperios de capacidad.

De los diez helicópteros que se encuentran en el Hangar, cuatro tienen un Sistema de 14Vcd, por lo que surgen varios inconvenientes al realizar los mantenimientos periódicos y correctivos. Cada embarcación, perteneciente a la flota tiene un helicóptero a bordo, los

mismos que son rotativos dependiendo de las horas remanentes, el tiempo de pesca y la capacidad de tonelaje.

Los mecánicos llevan un stock de repuestos para realizar las inspecciones programadas en altamar, sin embargo, al no tener un solo sistema eléctrico definido surgen varias complicaciones cuando las aeronaves son cambiadas de embarcación por diversos motivos, como mantener las horas de vida de la aeronave, según la planificación de la empresa, o por factores humanos y de seguridad que influyen en los pilotos y técnicos.

Con el sistema de 28Vcd se obtendrían varias ventajas: estandarizar los repuestos para toda la flota, reducir el costo de los componentes y el tiempo que conlleva cambiar el kit de repuestos en las embarcaciones, así como también innovar el funcionamiento de los helicópteros de tal manera que las nuevas actualizaciones sean compatibles.

Justificación

Rotorcorp, es uno de los centros autorizados de Robinson Helicopter Company con sede en Atlanta, Georgia para la distribución de repuestos. Cuenta con el mayor inventario de stock de piezas Robinson a nivel mundial, satisfaciendo de esta manera las necesidades de servicio de más de 1500 clientes ubicados aproximadamente en 45 países. Trabaja en coordinación con líderes en la industria y la certificación de aeronavegabilidad de exportación de la FAA (Federal Aviation Administration) o EASA (European Aviation Safety Agency).

La Compañía Robinson en sus inicios fabrica el helicóptero R44 con un sistema de 14V, sin embargo, en el año 2015 actualizan al sistema a 28V, logrando de esta manera que los proveedores de repuestos empiecen a incrementar los costos por escasez o simplemente por la baja demanda de estos.

Otra de las razones por las que se considera la implementación del sistema eléctrico de 28V es por el desabastecimiento que van teniendo los componentes de 14V. Por ejemplo, el ACU (Alternator Control Unit) se encuentra solamente disponible para 28V, mientras que el de 14V ya no se encuentra disponible en el mercado nacional e internacional.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema eléctrico de 28Vdc para el helicóptero Robinson R44 en la Empresa Eurofish S.A.

Objetivos específicos

- Investigar el funcionamiento de cada uno de los elementos del sistema eléctrico de 28V de los helicópteros Robinson R44.
- Recopilar información técnica del sistema eléctrico de 28V de los helicópteros Robinson R44.
- Desarrollar el sistema eléctrico de 28Vdc, comprobando su funcionamiento en tierra y en vuelo para una garantía total de la Seguridad Operacional.

Alcance

La implementación del Sistema Eléctrico de 28Vcd en los helicópteros Robinson R44, permitirá optimizar la gestión de repuestos y el uso de las aeronaves bajo nuevas condiciones, sustituyendo el cableado eléctrico que tiene 4400 horas en funcionamiento y componentes que cumplieron con su tiempo de vida útil por un sistema actualizado.

El presente proyecto técnico se implementó en la Organización de Mantenimiento Aprobada "EUROFISH", con la finalidad de estandarizar el Sistema Eléctrico de las aeronaves de acuerdo con los Manuales de Robinson Helicopter Company, logrando que las futuras inspecciones se desarrollen de manera eficiente y eficaz con estándares altos en calidad y seguridad.

Capítulo II

Marco Teórico

Helicóptero Robinson R44/Clipper I.

Robinson Helicopter Company es el nombre de la empresa responsable de la construcción del helicóptero más confiable y de mayor calidad del mundo de manera eficiente y rentable. (Robinson, Helicopter Company, 2020).

La empresa Robinson se hizo famosa entre escuelas privadas de aviación y empresas gracias a su helicóptero R22, con un motor de 2 posiciones a un costo de adquisición muy bajo, con un diseño simple y de fácil mantenimiento, aumentando así su demanda de adquisición. Después de esta acogida la empresa diseñó y presentó el Helicóptero R44 de mayor tamaño y más potencia con un alto rendimiento y fácil de mantener, tiene incorporado un motor O-540 donde la temperatura del carburador se ajusta al sistema de asistencia térmica automáticamente dando seguridad al piloto, su forma aerodinámica reduce el consumo de combustible, además de su sistema hidráulico mejorado que elimina las fuerzas de retroalimentación y evita ruidos de vuelo mediante silenciadores implementados en su último diseño. Todos los R44 Clipper están equipados con flotadores certificados para su uso en el mar incluyendo su protección contra la corrosión. El desempeño de este helicóptero ha sido de gran utilidad para empresas en distintos campos ya sea marítimo, fumigación, policiales entre otros, teniendo una gran demanda en el mundo de la aviación.

Sistema eléctrico Helicóptero R44/Clipper I

El desarrollo de este helicóptero se basó en la búsqueda de una reducción de costos y un mantenimiento sencillo, llevando a realizar toda una modificación eléctrica, su innovador sistema posee una cabina silenciosa, con menos vibraciones y mayor potencia.

Su sistema eléctrico fue mejorado a una versión estándar de 28V garantizando un buen rendimiento de arranque en climas cálidos o fríos, proporcionando una potencia eléctrica

adicional para equipos opcionales. Cuenta con un alternador de 28 voltios y 70 amperios de capacidad, un relé de batería y una unidad de control para el alternador.

Alternator Control Unit (ACU)

Los alternadores son dispositivos que permiten suministrar corriente al sistema eléctrico, también permite mantener la batería cargada para el arranque del motor. El ACU detecta el voltaje del sistema en la derivación del amperímetro a través de un cable de detección remota. Tiene tres funciones: advierte sobre bajo voltaje al encender la luz de advertencia ALT si el voltaje disminuye de 26 -24 Voltios, protege contra sobre voltajes apagando el alternador si este aumenta de 32- 33 voltios, regula el voltaje de salida del alternador modulando la corriente de campo dentro de los 0,25 a 1 voltios centrada en 28,25V y 28,75V. Esto permite que la salida del alternador siga más de cerca las demandas de carga eléctrica y reduce las fluctuaciones de voltaje. (Manual Robinson, 2021).

Arnés Eléctrico

Está constituido por cables y conectores que van distribuidos desde la parte frontal, hasta la parte trasera de la aeronave, proporcionando la corriente y el voltaje necesario para el funcionamiento de los distintos componentes, luces e instrumentos en la aeronave. El arnés cuenta con las debidas protecciones adaptadas por el fabricante para reducir la interferencia eléctrica con las radios del helicóptero y otros equipos sensibles a la electricidad, los conectores principales son montados en el extremo delantero del arnés de manera que se puedan unir fácilmente con la consola y en la parte intermedia y final con los demás componentes eléctricos.

Convertidores LT-71A

La serie LT-71A es un convertidor de CC a CC con modulación de ancho de pulso que proporciona energía regulada, que transforma una salida de 28V no regulada en una salida de corriente continua fija y regulada. Están diseñados principalmente para suministrar voltaje a equipos críticos de comunicación, navegación y digitales.

Es de tamaño ligero y pequeño para facilitar su instalación en lugares estratégicos de la aeronave, su modelo proporciona 33 vatios por libra y 1,7 vatios por pulgada cúbica lo que lo hace perfecto para los montajes y desmontajes.

Batería (Concorde Battery)

Es una batería compuesta por iones de litio, una combinación química muy efectiva proporcionando mayor potencia, menor peso y mayor vida útil con intervalos de 2 años en su mantenimiento. Esta batería incluye circuitos incorporados que monitorean la temperatura, su voltaje, consumo de corriente y la carga y descarga de la misma, si se detecta algún problema en la temperatura o en la parte eléctrica el circuito interrumpirá la energía automáticamente. Posee una caja metálica diseñada para contener el calor o gases generados dentro de la batería, siendo ventilados por su borda.

Circuit breakers

Son interruptores de accionamiento automático eléctrico que protegen los circuitos y varios sistemas de una aeronave evitando sobrecargas eléctricas, cortos circuitos o excesos de corriente que puedan generar daños permanentes en el sistema eléctrico como incendios.

Éstos poseen la ventaja que pueden ser cambiados manualmente según el sistema que se utilice, todos son identificados con su límite de amperaje de manera clara en la parte inferior del asiento del copiloto en la aeronave.

Capítulo III

Desarrollo e implementación del proyecto

Desarrollo

El presente proyecto técnico tiene como finalidad modernizar los sistemas de alimentación de los helicópteros de la empresa Eurofish mediante la implementación de un sistema eléctrico de 28Vcd, el mismo que ayudará a que las aeronaves no queden en estado obsoleto por la discontinuidad de repuestos, facilitando de esta manera las inspecciones, al agilizar los procesos de compra y a la vez estandarizando todo el sistema eléctrico.

Para el desmontaje y montaje de los sistemas eléctricos fue necesario la utilización de diagramas eléctricos que faciliten la remoción de componentes que utilizaban 14V por elementos nuevos de 24V, sin embargo para estas instalaciones no se cuenta con una guía determinada en el Manual de Mantenimiento del helicóptero Robinson, por lo que se la realizó de manera ordenada siguiendo el procedimiento habitual en la inspección correspondiente a las 2200 horas y con los diagramas básicos de la aeronave y procedimientos ya realizados anteriormente.

Implementación del Arnés eléctrico

La implementación del sistema eléctrico de 28Vcd en el Helicóptero Robinson R44 inició con la compra de un arnés eléctrico con P/N C059-01, como se muestra en la figura 1. Los arneses eléctricos deben ser fabricados a la medida de la aeronave, son diseños específicos en base a la ubicación de los equipos a conectar. Para la implementación de los arneses se tomó como referencia para cada estación de cableado, el diagrama expuesto en el manual de mantenimiento del helicóptero.

Figura 1.

Arnés eléctrico de 28V



Nota. La figura muestra el arnés eléctrico de 28Vcd con los conectores respectivos para su instalación.

Desmontaje del Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico suministra al helicóptero y a todos sus sistemas en vuelo o en tierra energía eléctrica para su funcionamiento y permite el arranque del motor, los helicópteros Robinson de la empresa Eurofish manejaban un sistema de 14 Voltios, por lo que, para el desmontaje del cableado antiguo se realizó por partes: desmontando equipos, estructuras y elementos conectados al sistema eléctrico para ser remplazados por el nuevo arnés de 28 Voltios. Pieza por pieza se fue realizando el mantenimiento, limpieza y remplazo.

Líneas Pitot – Estática

Para su desmontaje se desconectaron las líneas Pitot-Estática de los instrumentos, las mismas que se encontraban manchadas de spray en la parte externa y con impurezas en el interior como se muestra en la figura 2. Posteriormente, se retiraron por completo las líneas del túnel del helicóptero como se muestra en la figura 3, para ser limpiadas con agua y secadas con aire a compresión, como indica la figura 4 y 5, eliminando de esta manera los residuos existentes en la parte interna y garantizando a la vez un óptimo funcionamiento. Se comprobó por seguridad que no exista ningún daño y/o cualquier evidencia de grietas, rozaduras o dobleces. Es importante tener en cuenta que una buena limpieza en las líneas ayudará a que las lecturas mostradas en los instrumentos sean totalmente precisas y confiables, reduciendo de esta manera lecturas incorrectas.

Figura 2.

Líneas Pitot-Estática de Instrumentos



Nota. La figura muestra la parte externa de las Líneas Pitot-Estática manchadas con spray.

Figura 3.

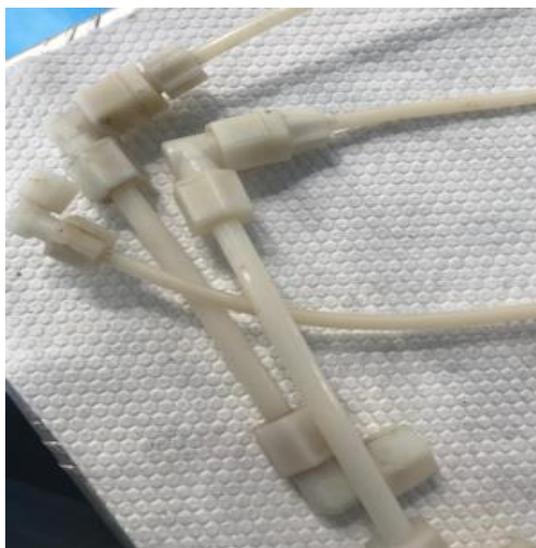
Líneas Pitot-Estática del área del túnel.



Nota. La figura muestra la parte externa de las Líneas Pitot-Estática luego de ser removidas.

Figura 4

Líneas Pitot-Estática limpias



Nota. La figura muestra la parte externa de las Líneas Pitot-Estática después de su limpieza.

Figura 5

Líneas Pitot-Estática del área del túnel.



Nota. La figura muestra la parte externa de las Líneas Pitot-Estática después de su limpieza.

Consola de Instrumentos

Para el desmontaje de la consola se retiraron los tornillos que sujetan el conjunto de instrumentos a los paneles de la quilla delantera y al panel inferior, separando el arnés del fuselaje de la consola. Posteriormente se retiraron todos los instrumentos con su debida manipulación para no dañar ningún componente como se muestra en la figura 6.

Figura 6

Desmontaje de Instrumentos



Nota. La figura muestra el desmontaje de la consola y los instrumentos de navegación.

Una vez que se retiraron los instrumentos se realizó una limpieza en la parte externa de los mismos ya que se encontraban con mucha suciedad, como se muestra en la figura 7 y 8.

Figura 7

Instrumentos retirados



Nota. La figura muestra los instrumentos retirados de la consola con suciedad y corrosión.

Figura 8

Instrumentos limpios



Nota. La figura muestra los instrumentos de la consola después del mantenimiento.

Al momento de ir retirando el cableado en el interior de la consola se visualiza que la barra en donde van conectados los terminales a tierra, presenta corrosión e impurezas, producto de que en ciertas ocasiones el agua salada salpica en estas zonas como muestra la figura 9, por ello se procedió con el mantenimiento respectivo.

Figura 9

Barra de terminales a tierra



Nota. La figura muestra la barra en donde se conectan los terminales a tierra en mal estado.

Desmontaje del cableado

Los cables contribuyen el esqueleto de los sistemas de distribución de energía a los equipos en diferentes formas y en cantidades controladas entre los cables de equipos y de estructura.

Para el cambio de los cables del Helicóptero Robinson R44 fue necesario el desmontaje por partes del helicóptero para facilitar la extracción de cables viejos y colocación de cableado nuevo que permitiría conectar todos los sistemas de la aeronave como se muestra en la figura 10. Se utilizaron las herramientas necesarias para la extracción de cables y partes de la aeronave como se indica en el Manual de Mantenimiento.

Figura 10

Desmontaje de cables



Nota. La figura muestra el desmontaje por partes del helicóptero para el cambio de cables.

Una vez que se desconectaron los componentes, y se desinstalaron ciertas partes del helicóptero se logró extraer de manera completa el arnés eléctrico de 14V, como se indica en la figura 11.

Figura 11

Extracción completa del cableado de 14V.



Nota. La figura muestra el arnés eléctrico de 14V después de su extracción total.

Identificación y distribución de cables a 28Vcd

Para realizar la instalación del Sistema de 28Vcd en el Helicóptero se tomó como referencia el Esquema del Sistema Eléctrico del Manual de Mantenimiento del Helicóptero Robinson R44 como se evidencia en el Anexo F, el esquema se encuentra dividido en 3 secciones relevantes de manera vertical que pueden ser diferenciadas con facilidad: la primera corresponde a la parte de la consola, la segunda parte corresponde al túnel del helicóptero, y la última parte desde la pared de fuego hasta la parte trasera del helicóptero.

Para la conexión de cada elemento fue necesario identificar cada cable y componente para evitar daños en el sistema como se muestra en la figura 12, luego de acuerdo al catálogo ilustrado de partes se fue visualizando su ubicación distribuida por el helicóptero de manera que resulte segura, evitando interferencias con la recepción de señales y al mismo tiempo logrando un procedimiento sistemático de su extracción, identificación e instalación, así como la comprobación de los circuitos.

Figura 12

Identificación de cableado



Nota. La figura muestra la identificación de cables realizada para su implementación.

Instalación de cableado de 28Vdc

Una vez identificados los cables fueron instalados en el helicóptero de manera segura, evitando interferencias con la recepción de señales y a la vez ubicándolos en zonas estratégicas según el Catálogo Ilustrado de Partes, de manera que no afecten en la operación de los sistemas y logrando igual que la parte estética no se vea afectada. Para la instalación del cableado se adoptaron varios métodos:

Mazo de aire

Los cables son ubicados desde y hasta los equipos e instrumentos en cada una de las zonas específicas del helicóptero. Con la finalidad de que los cables queden de manera ordenada, fueron sujetos con cuerdas enceradas y tiras plásticas de polivinilo.

Este mazo de cables está protegido contra daños en caso de cortocircuitos por cables adyacentes, como se muestra en la figura 13.

Figura 13

Instalación y protección de cables



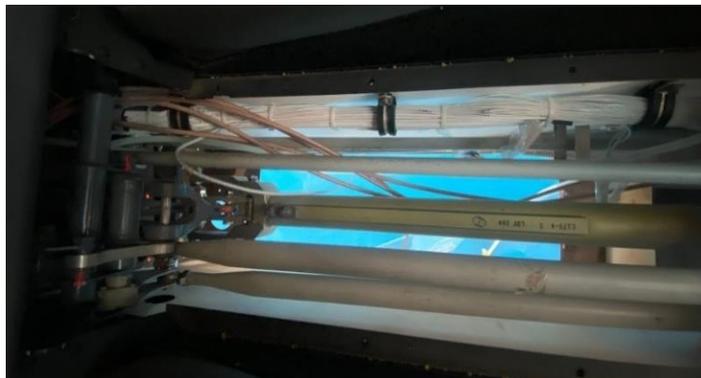
Nota. La imagen muestra la conexión de los cables en la consola de instrumentos y su debida seguridad para evitar cortocircuitos.

Mazo en bandeja

Los mazos de cables fueron colocados en bandejas de distribución sujetas a la estructura, éstos fueron sujetos con abrazaderas y cuerdas enceradas como se muestra en la figura14.

Figura 14

Cableado sujeto a la estructura



Nota. La imagen muestra los cables debidamente sujetos a la estructura del helicóptero mediante abrazaderas y tornillos que refuerzan la seguridad.

Implementación de instrumentos de cabina

Los equipos de cabina son parte fundamental de las aeronaves, estos permiten informar la altura y velocidad, su actitud respecto al suelo, su ascenso, descenso y a qué dirección navega, estos instrumentos suelen dividirse en 2 grupos: los que muestran información en base a las propiedades del aire como anemómetro, altímetro y variómetro y los instrumentos que se basan en las propiedades giroscópicas como indicador de giro de dirección y altitud. Por ello es de suma importancia la conexión de los elementos externos que forman parte de cada instrumento de cabina.

Líneas Pitot

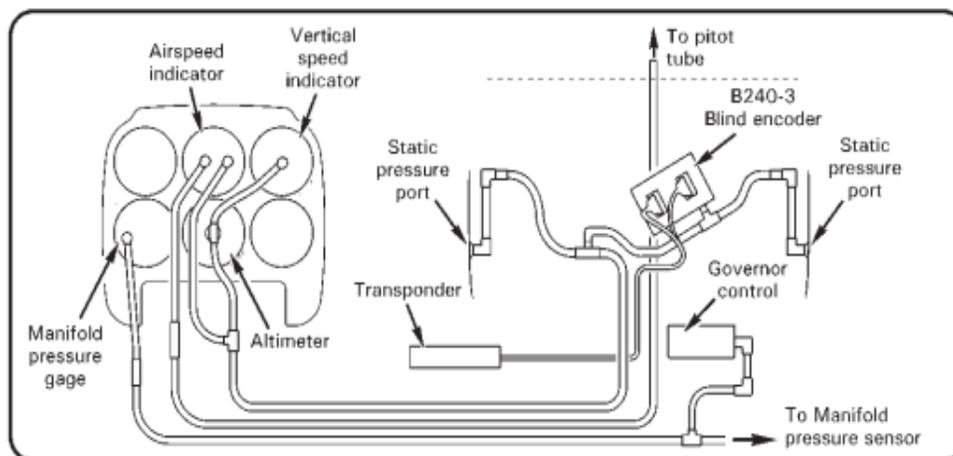
Las líneas Pitot combinan la presión estática del aire y la presión dinámica que provoca la aeronave para el funcionamiento de los indicadores de velocidad aerodinámica, velocidad vertical y altímetro. Este instrumento basa sus mediciones en las propiedades del aire proporcionando presiones absolutas o diferenciales.

Antes de la instalación de los instrumentos de cabina se realizó la colocación de las líneas pitot- estática como se muestra en la figura 15. Una de las tomas de este sistema se ubica en el borde delantero - interno del mástil y las tomas estáticas a cada lado de las puertas traseras.

Se realizó la inspección de las líneas y el tubo pitot, revisando que no exista dobleces, grietas o retorcimientos, además se verificó que el orificio del drenaje del tubo pitot no esté obstruido, esto debe realizarse con frecuencia para evitar daños. Fueron instaladas según el manual de mantenimiento del Helicóptero Robinson como se muestra en el Anexo G.

Figura 15

Ubicación líneas Pitot



Nota. La figura muestra la ubicación de las líneas pitot y sus conexiones con la consola de instrumentos. Tomado de *Manual de Mantenimiento Robinson R44* (p.35), por Robinson Company, 2019.

Las tomas estáticas son situadas a cada lado del fuselaje ya que es donde menos perturbaciones sufren, son conectadas en forma de Y como muestran las figuras 16 y 17 para compensar posibles desviaciones sobre todo en los virajes ceñidos ya que una toma recibe mayor presión que otra, estas deben mantenerse libres de impurezas.

Figura 16

Instalación de las líneas Pitot



Nota. La imagen muestra la conexión realizada de las líneas estáticas después de su limpieza e inspección en el lado derecho de la aeronave.

Figura 17

Instalación de las líneas Pitot



Nota. La imagen muestra la conexión realizada de las líneas estáticas después de su limpieza e inspección en la parte izquierda de la aeronave.

Instalación de instrumentos

Una vez conectadas las líneas Pitot fueron colocados los 5 instrumentos como muestra la figura 18, cada uno fue conectado con las líneas del sistema Pitot como lo indica el manual de mantenimiento del helicóptero Robinson R44, los mismos que se detallan a continuación:

- Vertical Speed: P/N 7000 S/N 329924
- Airspeed: P/N 8000 S/N 210601
- Dual Tach: P/N C792-5 S/N H21-13066
- Attitude Indicator: P/N B823-12 S/N D13-10789
- Manifold Pressure: P/N 6111 S/N 201201

Figura 18

Instalación de Instrumentos



Nota. La figura muestra la implementación de los instrumentos en la consola.

Instalación de Reguladores

En la consola se implementó dos reguladores de 28Vcd a 14Vcd con número de parte D359-1, los mismos que fueron adquiridos mediante la página de Rotorcorp, para el cambio de corriente eléctrica que necesitan los tacómetros del helicóptero, ya que éstos funcionan únicamente con 14V.

Estos reguladores son de serie 7815B, proporcionando un voltaje de salida +15V, y un voltaje de entrada de 35V máximo, con una tolerancia de $\pm 4\%$. Cada regulador dispone de un conector con 3 pines machos que van distribuidos de la siguiente manera: el primero corresponde a los pines 801 y 802 que van conectados al tacómetro, el segundo corresponde a los pines 71 y 72 que van hacia el conector de la consola eléctrica y el tercero hacia tierra, como indica la figura 19. Estos reguladores poseen una conmutación síncrona en modo de corriente, y una protección de límite de corriente en caso de que existan sobrecargas. Para su conexión se utilizó el diagrama eléctrico del Manual de Mantenimiento como lo indica la figura 20.

Figura 19

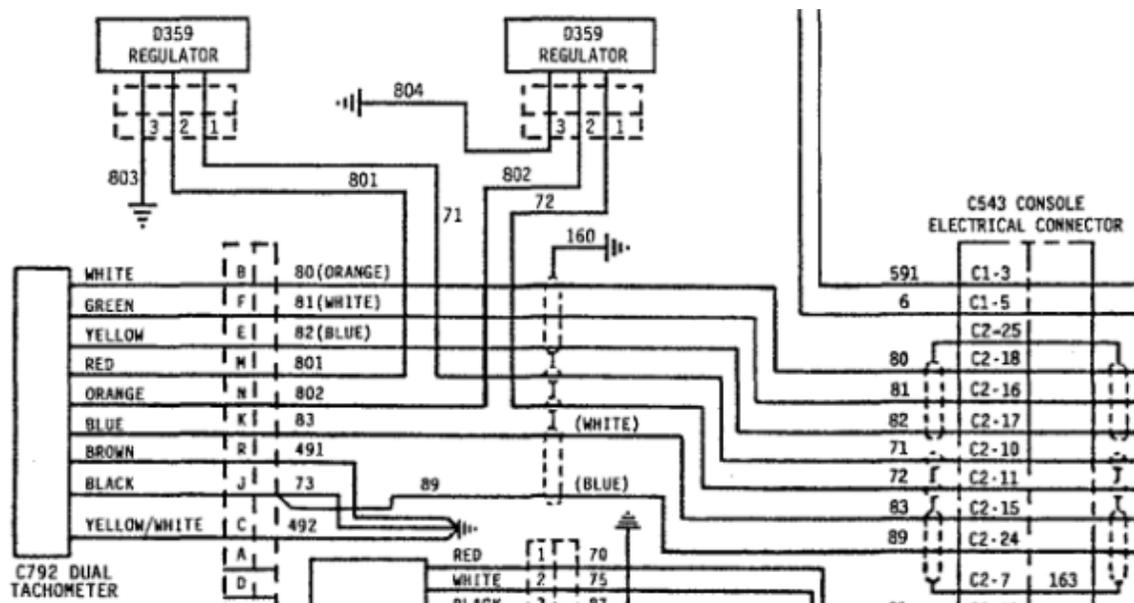
Regulador D359-1



Nota. La figura muestra el conector D359-1 antes de su instalación.

Figura 20

Conexión de reguladores

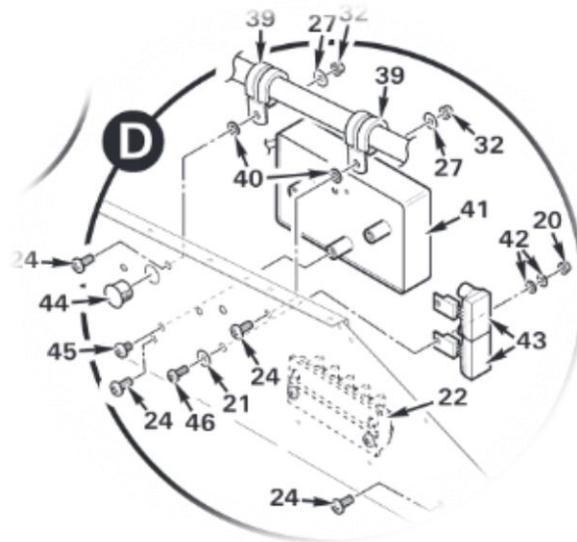


Nota. La figura muestra la conexión realizada de los reguladores de voltaje que requiere el tacómetro de la aeronave en el Sistema de 28V. Tomado de *Manual de Mantenimiento Robinson R44* (p.40), por Robinson Company, 2019.

Los reguladores son instalados en la pared interna de la consola, como lo indica el Catálogo Ilustrado de Partes, Capítulo 95: Sistema de Instrumentos, Página 95-26, como se muestra en la Figura 21, Anexo H.

Figura 21

Instalación de reguladores en la pared de la consola del Helicóptero.



Nota. La figura muestra la instalación de los reguladores (Ítem 43), adheridos a la pared de la consola, y sujetos con tornillos y arandelas. Tomado de *Catálogo Ilustrado de Partes Robinson R44* (p.95), por Robinson Company, 2019.

Figura 22

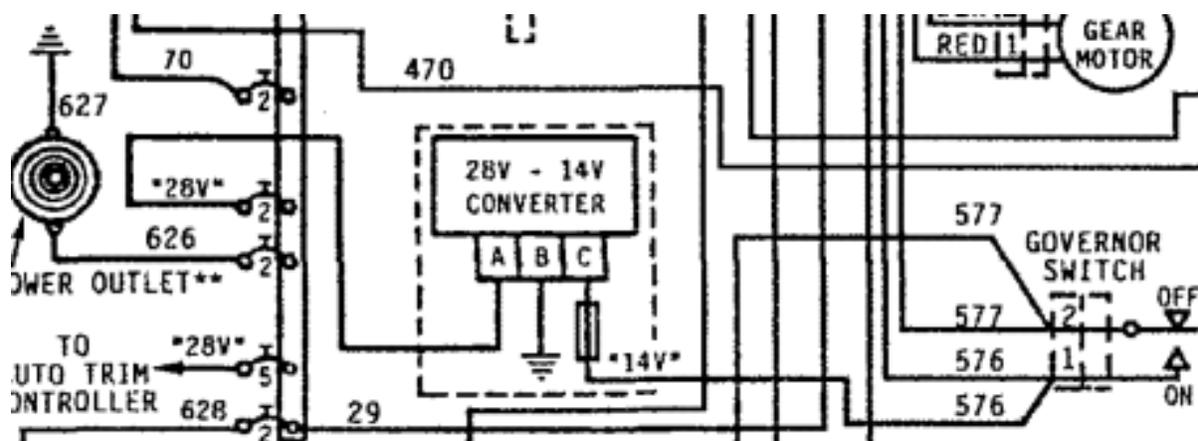
Reguladores de voltaje instalados.



Nota. La figura muestra el regulador implementado en la pared de la consola del Helicóptero Robinson R44.

Figura 25

Diagrama de conexión de convertidor LT-71A



Nota. La figura muestra la conexión realizada del convertidor de 28V a 14V. Tomado de *Manual de Mantenimiento Robinson R44* (p.36), por Robinson Company, 2019.

Cambio de luces del Helicóptero Robinson R44

El sistema de iluminación del helicóptero Robinson R44 comprende la iluminación interior (panel de instrumentos, brújula, standby) e iluminación exterior (luces de navegación, posición, anticollisión y luz de aterrizaje), fueron reemplazados por iluminación a 28 Voltios.

Ballast del helicóptero

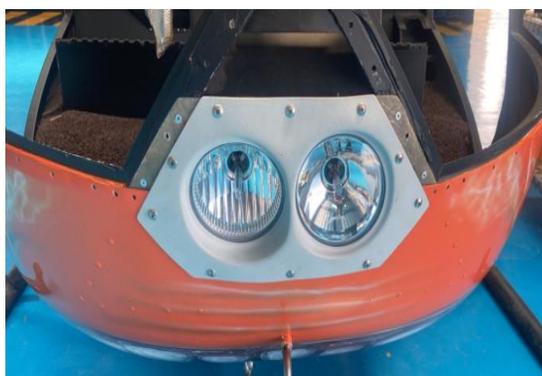
Antes del cambio de las luces de aterrizaje se debe realizar el cambio de los Ballast del helicóptero para asegurar el funcionamiento de las luces de aterrizaje, las mismas que permitirán la regulación de la corriente. Es de vital importancia visualizar el catálogo ilustrado de partes al momento de colocarlos (Anexo K), ya que se encuentran en un área con poca accesibilidad por las varillas de los controles, como se muestra en la figura 26.

Figura 26*Ballast*

Nota. La imagen muestra los ballast instalados.

Luces de aterrizaje

Son luces potentes que permiten iluminar la pista ya sea para un despegue o un aterrizaje, estas fueron remplazadas por unas luces a 28 Voltios como se muestra en la figura 27, permitiendo un mejor funcionamiento del sistema.

Figura 27*Cambio de luces de aterrizaje*

Nota. La figura muestra las luces de aterrizaje derecha con P/N: B557-2 y la izquierda con P/N B557-1 instaladas de acuerdo con el IPC Capítulo 33, Página 33.13. (Anexo M).

Luz estroboscópica

Su objetivo es evitar colisiones en vuelo, es vista en condiciones de baja visibilidad, en el ocaso y salida de sol, estas parpadean a intervalos regulares. Esta luz está instalada en la parte superior del fuselaje detrás de la cabina como se muestra en la figura 28, la energía suministrada al circuito se encuentra protegida por el corta circuito ANTI COLL LIGHT (luz de anticolisión).

Figura 28

Luz estroboscópica



Nota. La figura muestra la luz estroboscópica con P/N: A708-13 instalada de acuerdo con el IPC Capítulo 33 Página 33.0. (Anexo L).

Luces de posición

También llamadas luces de navegación ya que su intención es la de indicar la posición de la aeronave como su dirección de desplazamiento, están ubicadas a cada lado del helicóptero, una de color rojo situada a la izquierda y una luz verde a la derecha, así mismo una luz blanca en la cola del mismo. Estas son utilizadas siempre entre el ocaso y el amanecer, en circunstancias de poca visibilidad y en tierra en todo momento. Esto se puede evidenciar en la figura 29, 30 y 31.

Figura 29

Luz de posición derecha.



Nota. Luz de posición derecha con P/N: A039-20 instalada de acuerdo con el IPC Capítulo 33, Página 33.4. (Anexo N).

Figura 30

Luz de posición izquierda.



Nota. La figura muestra la luz de posición izquierda con P/N: A039-19 instalada de acuerdo con el IPC Capítulo 33, Página 33.4. (Anexo N).

Figura 31

Luz de posición de cola



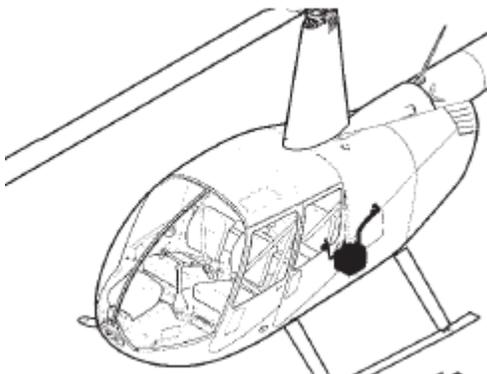
Nota. La figura muestra la luz de posición de cola con P/N: 01-0771554-01 instalada de acuerdo con el IPC Capítulo 33 Página 33.7. (Anexo M).

Instalación de batería

Para la instalación de la Batería se procede a revisar los procedimientos de mantenimiento del Manual del Operador de Concorde Battery (Anexo O), luego se implementa la caja de la batería en el lado izquierdo del helicóptero, para que ésta proporcione estabilidad y seguridad, como se muestra en la figura 32.

Figura 32

Posición de la batería



Nota. La figura muestra el lugar de conexión de la batería según el manual de mantenimiento.

Tomado de *Manual de del Operador de Concorde Battery* (p.50), por Concrode Battery, 2018.

Para la instalación se conectó en primer lugar el terminal positivo y luego el terminal negativo de la batería para reducir el riesgo por descargas eléctricas. Finalmente se verifica la seguridad colocando la tapa e instalando unas pequeñas tuercas de mariposa, junto con unos anillos de alambre para fijar las varillas que sujetan la parte superior con la inferior, como se muestra en la figura 33, esto permitirá un ajuste seguro y evitar que las vibraciones desconecten la batería o se mueva algún elemento importante que afecte al sistema del helicóptero.

Figura 33

Instalación de batería



Nota. Batería de 24V instalada en el helicóptero

En este caso como la batería es completamente nueva, se realizó una inspección visual previa a su instalación para verificar que todo esté en orden y luego se procedió a realizar la medición de voltaje como se muestra en la figura 34.

Figura 34

Comprobación del funcionamiento de la batería.



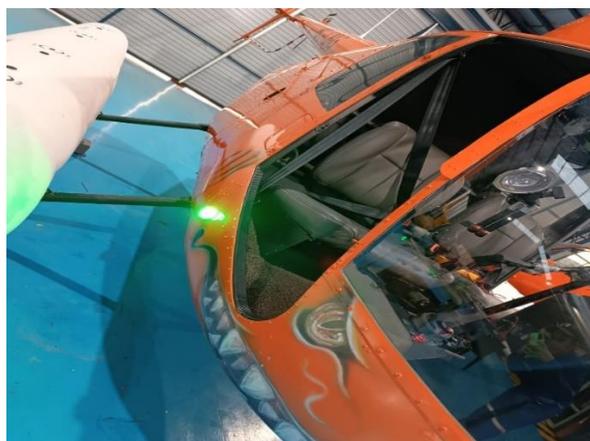
Nota. La figura muestra el voltaje emitido por la batería nueva que se colocó en el helicóptero.

Pruebas Funcionales

Con la finalidad de comprobar que el sistema eléctrico implementado y los componentes a los que le suministra energía se encuentren en óptimas condiciones se realizaron las pruebas funcionales correspondientes. Para ello, se verificó que las luces instaladas funcionen de manera adecuada antes y después del vuelo, tal y como se muestran en las figuras 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

Figura 35

Verificación de la luz de posición derecha antes del vuelo



Nota. La figura muestra la luz de posición derecha funcionando antes del vuelo.

Figura 36

Verificación de la luz de posición izquierda antes del vuelo



Nota. La figura muestra la luz de posición izquierda funcionando antes del vuelo.

Figura 37

Verificación de la luz estroboscópica antes del vuelo



Nota. La figura muestra el correcto funcionamiento de la luz estroboscópica antes del vuelo.

Figura 38

Verificación de la luz de posición de cola, antes del vuelo.



Nota. La figura muestra el correcto funcionamiento de la luz de posición de cola antes del vuelo.

Figura 39

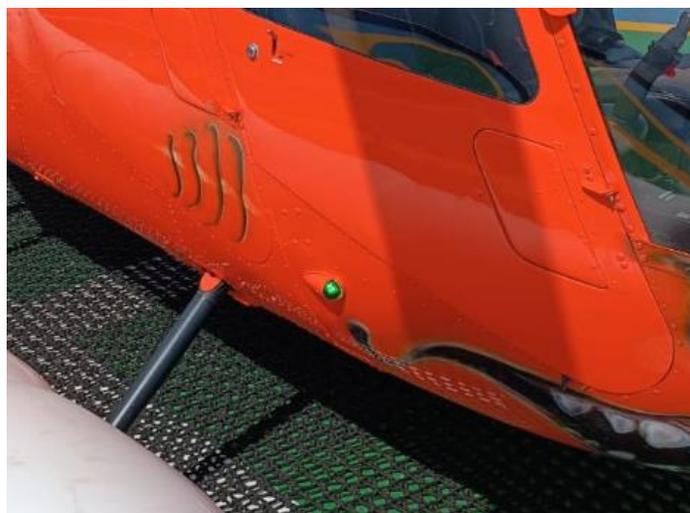
Verificación de las luces del Tren de Aterrizaje, antes del vuelo



Nota. La figura muestra el correcto funcionamiento de las luces del tren de aterrizaje.

Figura 40

Verificación de la luz de posición derecha después del vuelo



Nota. La figura muestra la luz de posición derecha funcionando después del vuelo.

Figura 41

Verificación de la luz de posición izquierda



Nota. La figura muestra la luz de posición izquierda funcionando después del vuelo.

Figura 42

Verificación de la luz estroboscópica después del vuelo



Nota. La figura muestra el correcto funcionamiento de la luz estroboscópica.

Figura 43

Verificación de la luz de posición de cola, después del vuelo



Nota. La figura muestra el correcto funcionamiento de la luz de posición de cola.

Figura 44

Verificación de las luces del Tren de Aterrizaje, después del vuelo.



Nota. La figura muestra el correcto funcionamiento de las luces del tren de aterrizaje.

Conforme se indican en las figuras, las pruebas funcionales del sistema eléctrico fueron exitosas, dejando en funcionamiento las luces de posición, estroboscópicas y tren de aterrizaje.

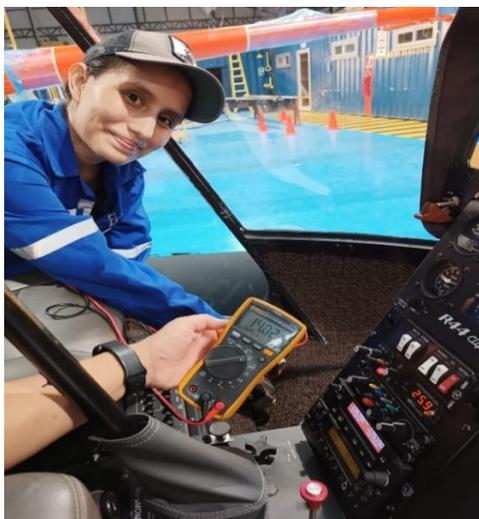
Verificación de convertidores LT-71A

Luego de la verificación de las luces, se procedió a verificar que los convertidores LT-71A funcionen de manera correcta, por lo que se realiza la medición del voltaje desde el conector que alimenta a la Radio VHF Marine, y de igual manera se evidencia que en el Voltímetro de la aeronave marque 25,9V tal como se especifica en los manuales de mantenimiento. Los resultados fueron exitosos, evidenciando de esta manera que la conversión de voltaje se ejecutó de manera exitosa, como se muestra en la figura 45. El manual de mantenimiento indica que las mediciones de prueba se miden directamente de la salida de la batería con el alternador apagado, esta carga puede escalar por la relación de voltaje con la batería y el voltaje nominal del sistema para obtener un voltaje referencial de carga de los instrumentos. El convertidor otorga un voltaje de 14 Voltios, por lo que se verificó que en el multímetro marque dicho voltaje.

Este circuito al tener incluido un controlador de PWM síncrono regula la tensión y limita la corriente de sobrecarga.

Figura 45

Voltaje de verificación de convertidores



Nota. La figura muestra la prueba de voltaje de los convertidores, evidenciando en el amperímetro del helicóptero 25,9V y en el conector de la radio los 14,02V.

Pruebas de encendido y de vuelo del helicóptero Robinson R44

Una vez que se ha instalado el sistema eléctrico y sus respectivos componentes, se procede a colocar las tapas del motor y del fuselaje, garantizando que todo se encuentre en condiciones óptimas de seguridad. Por consiguiente, la aeronave es colocada en la base del helipuerto para dar inicio a los vuelos de prueba como se muestra en la figura 46. Las pruebas durante vuelo se desarrollaron sin novedad.

Figura 46

Pruebas de encendido del Helicóptero R44



Nota. La figura muestra al helicóptero durante los vuelos de prueba.

La inspección correspondiente a las 2200 horas es asentada en los libros de Fuselaje y Motor, y adicional en la Bitácora de Vuelo, como se muestra en la figura 47. Dicho asentamiento del Certificado de Conformidad de Mantenimiento debe ser firmado por la OMA Eurofish, con su respectivo sellado, evidenciado en el Anexo B, C del presente proyecto.

Figura 47

Bitácora de vuelo del Helicóptero

EUROFISH S.A. BITÁCORA DE VUELO 000001140

EUROFISH WONTREPO, ECUADOR

FECHA: 04/04/2023
BASE:

MATRÍCULA: HC-CKG MODELO: R-44 I SERIE: 2318

REGISTRO DE VUELO DEL HELICÓPTERO

HOROMETRO	FUSELAJE	MOTOR	ROTOR
AYER	4100,00	2200,00	2200,00
HOY			
ACTUAL			

DESCRIPCIÓN DEL VUELO

PASAJEROS	PESO (Lb)	RUTA		TOTAL DE VUELO	NATURALEZA DEL VUELO
		SALIDA	DESTINO		
1					
2					
3					

MONITOREO DIARIO

ENGINE		OIL	
CYL. H.T. (F)		OIL PRESS. (PSI)	
MAN. PRESS		OIL TEMP. (F)	

CERTIFICACIONES

PILOTO CAP.	TECNICO CARLOS BRAVO P.
CERTIFICO HABER REALIZADO EL PRE-FLIGHT, Y RECIBO LA AERONAVE EN CONDICIONES AERONAVEGABLES	CERTIFICO HABER REALIZADO EL PRE-FLIGHT, Y ENTREGO LA AERONAVE EN CONDICIONES AERONAVEGABLES
FIRMA _____ LIC. _____ P.C.H.	FIRMA <i>(Signature)</i> LIC. 8576 M.M.

CAMBIO DE COMPONENTES

T. T.	DES-MONTADO	COMPONENTE	INSTALADO	T. T.
	N/N		N/N	
	S/N		S/N	
	N/N		N/N	
	S/N		S/N	

MANTENIMIENTO

DISCREPANCIAS / REPORTE PILOTO	ACCIÓN CORRECTIVA / TÉCNICO
	<p>Señala que la aeronave ha sido inspeccionada de acuerdo con la tarea indicada y que los trabajos de mantenimiento efectuados han sido completados de manera satisfactoria y según datos aceptados o requeridos según NO# 244</p>

ROBINSON

MANTENIMIENTO

PILOTO CAP.	TECNICO CARLOS BRAVO P.
FIRMA _____ LIC. _____ P.C.H.	FIRMA <i>(Signature)</i> LIC. 8576 M.M.

Nota. La figura muestra la bitácora de vuelo del helicóptero en donde se detalla el mantenimiento realizado.

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se implementó un sistema eléctrico de 28Vdc para el helicóptero Robinson R44 en la Empresa Eurofish S.A.
- En las inspecciones periódicas que se realizan en la empresa Eurofish a los helicópteros se evidenció la falta de repuestos o piezas para el mantenimiento eléctrico de los mismos, debido a que ahora todos los sistemas eléctricos se manejan a 24 Voltios, requiriendo un remplazo de los cableados y componentes de las aeronaves para continuar con el funcionamiento óptimo de los helicópteros.
- Se ha evidenciado que los sistemas estándares de 24 Voltios, presentan mayor eficacia para el buen funcionamiento de los equipos y elementos presentes en la cabina y fuselaje del helicóptero, permitiendo un mantenimiento más fácil y a costos menores para la empresa.
- Para el cambio de todo el cableado realizado al helicóptero se observó más aspectos de mantenimiento que podrían dañar los componentes nuevos, por lo mismo se procedió a la limpieza de partes metálicas y mecánicas que permitan un buen funcionamiento de todo el sistema de la aeronave.

Recomendaciones

- Es de gran importancia revisar los manuales de mantenimiento y diagramas eléctricos de las aeronaves para evitar daños permanentes o colocación incorrecta de los componentes y que pueda afectar al buen funcionamiento del mismo.
- Se requiere de un análisis más completo de los sistemas eléctricos y diagramas utilizados para el mantenimiento de los helicópteros, minimizando los errores de manipulación al momento de ejecutar cualquiera de los sistemas o elementos presentes en la aeronave.

Bibliografía

- Avionic and electrical power.* (2020). https://robinsonheli.com/wp-content/uploads/2022/08/r44_mm_14.pdf
- Helicóptero Robinson R44.* (2019).
<http://repositorio.upsin.edu.mx/Fragmentos/Capitulo2HelicopteroRobinsonR44Clipperl.pdf>
- HMU Helicópteros México - R44 Raven I.* (s. f.). <https://www.hmu.com.mx/r44i.html>
- López, G. (2022). *R44 Maintenance Manual.* Robinson Helicopter Company.
<https://robinsonheli.com/r44-maintenance-manual/>
- López, M. (2010). *REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HELICÓPTERO AS350B.*
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7694/1614%202010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Patrol, S. (2022, 4 noviembre). *Robinson R44 completamente eléctrico completa vuelo entre dos aeropuertos.* Sandglass Patrol. <https://blog.sandglasspatrol.com/robinson-r44-completamente-electrico-completa-vuelo-entre-dos-aeropuertos/>
- Redacción. (2022, 22 marzo). Instrumentos de Vuelo Pitot-Estática - ASOC. PASIÓN POR VOLAR. ASOC. PASIÓN POR VOLAR. <https://www.pasionporvolar.com/instrumentos-de-vuelo-pitot-estatica/>
- Sugimoto, N. (s. f.). *LT-71, LT-101.* KGSElectronics.com - 626-574-1175 - info@kgselectronics.com. <https://kgselectronics.com/lt-series/lt-71-lt-101.html>
- SYSTEM ELECTRIC.* (2020). Robinson Company. https://robinsonheli.com/wp-content/uploads/2022/08/r44_mm_37.pdf
- Suarez, A. (2011). *Mantenimiento FAIRCHILD.* Repositorio ESPE.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8712/1/T-ESPE-ITSA-000189.pdf>

Anexos