



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Remoción e instalación del motor TSIO-550-K de la aeronave Cirrus SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada, perteneciente a la empresa CONECTA AIR – SIERRA NEGRA AIRLINES.

Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Tnlgo. Arcos Castillo, Rogelio Paul

22 de febrero del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



final MONOGRAFIA ESPINOZA TANDAZO MARIA AUXILIADORA

< 1% Similitudes
 < 1% Texto entre comillas
 0% similitudes entre comillas
 3% Idioma no reconocido

Nombre del documento: final MONOGRAFIA ESPINOZA TANDAZO MARIA AUXILIADORA.pdf	Depositante: GABRIEL SEBASTIAN INCA YAJAMIN	Número de palabras: 6822
ID del documento: 9586d08 dee80221834e2e4af9d6d417197b8cf 39	Fecha de depósito: 22/2/2023	Número de caracteres: 43.778
Tamaño del documento original: 2.71 Mo	Tipo de carga: interface	
	fecha de fin de análisis: 22/2/2023	

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.nlarenas.com Taxi Aéreo Conecta Air Sierra Negra Airlines pide volar » Nicolás ... https://www.nlarenas.com/2017/10/taxi-aereo-sierra-negra-airlines-conecta-air-pide-permiso-volar/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
2	repositorio.espe.edu.ec Overhaul del conjunto de frenos del avión SABRELINER del ... http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/27663/4/M-ESPEL-CMA-0682.pdf.tx	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

1 <https://takeoffbriefing.com/wp>

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.



Firmado digitalmente por:
ROGELIO PAUL ARCOS
CASTILLO

TLGO.ARCOS CASTILLO ROGELIO PAUL
CI:0401515192



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

Certificación

Certifico que la monografía: **“Remoción e instalación del motor TSIO-550-K de la aeronave Cirrus SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada, perteneciente a la empresa CONECTA AIR – SIERRA NEGRA AIRLINES.”** fue realizada por el señor **Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora**, 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, 22 de febrero del 2023



TLGO.ARCOS CASTILLO ROGELIO PAUL
CI:0401515192



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

Responsabilidad de Autoría

Yo/nosotros, **Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora**, con cédula de ciudadanía n° 0927144725, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Remoción e instalación del motor TSIO-550-K de la aeronave Cirrus SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada, perteneciente a la empresa CONECTA AIR – SIERRA NEGRA AIRLINES”** 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, 22 de febrero del 2023

Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora

C. C 0927144725



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

Autorización de Publicación

Yo/ nosotros **Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora** con cédula de ciudadanía n° 0927144725, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: “**Remoción e instalación del motor TSIO-550-K de la aeronave Cirrus SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada, perteneciente a la empresa CONECTA AIR – SIERRA NEGRA AIRLINES**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 22 de febrero del 2023

Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora

C. C 0927144725

Dedicatoria

Dedicó el presente proyecto a Dios por colocar anhelos y metas en el corazón, por guiarnos en dicho camino hasta lograrlos. De igual manera, a mi familia que, con apoyo incondicional, paciencia, esfuerzo y cariño han permitido alcanzar un peldaño más en la vida.

A las personas que conocí en el interior de la institución, docentes que formaron bases sólidas para el futuro profesional, amigos incondicionales, y los profesionales que me abrieron la puerta de sus empresas para desarrollar conocimientos y habilidades prácticos, gracias a ustedes me he convertido en una persona capaz de ir contra el mundo para cumplir sus sueños.

Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora

Agradecimiento

Agradezco significativamente a Dios por ser incondicional, acompañarme, brindarme fuerzas, así como ponerme en el camino correcto; a mis padres por todo el esfuerzo realizado a lo largo de los años, por su amor, especialmente por dejarnos volar solos para llevar a cabo cualquier anhelo y oportunidad; a mis hermanos, abuela y mi tío por creer en mí de manera incondicional. Al tutor por haberme guiado en el presente proyecto brindando sus conocimientos.

A la compañía CONECTA AIR – SIERRA NEGRA AIRLINES, quien dio apertura colocando a disposición la aeronave Cirrus SR22T para poder realizar el trabajo de titulación, a los técnicos y personal administrativo de la empresa quienes brindaron sus conocimientos, experiencia y consejos durante el proceso.

Espinoza Tandazo, Maria Auxiliadora

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
Índice de figuras	12
Índice de tablas.....	14
Resumen.....	15
Abstract	16
Capítulo I: Introducción.....	17
Antecedentes.....	17
Planteamiento del problema.....	18
Justificación e importancia	19
Objetivos:.....	19
<i>Objetivo general:.....</i>	19
<i>Objetivos específicos:</i>	19
Alcance	20
Capítulo II: Marco teórico	21

Conecta Air S.A.	21
Aeronave Cirrus SR22T.....	22
<i>Historia</i>	22
<i>Datos técnicos de la aeronave</i>	24
Motor reciproco	24
<i>Motor horizontalmente opuesto</i>	25
Teorías aplicables al funcionamiento del motor alternativo	25
<i>Primera ley de Newton</i>	25
<i>Segunda ley de Newton</i>	26
<i>Tercera ley de Newton</i>	26
<i>Termodinámica</i>	26
Motor Continental TSIO-550-K.....	26
<i>Cigüeñal</i>	27
<i>Árbol de levas</i>	27
<i>Cilindros</i>	27
<i>Pistones</i>	28
<i>Nomenclatura del motor</i>	29
<i>Especificaciones técnicas del motor</i>	30
Capítulo III: Desarrollo del tema.....	31
Condición de la Aeronave.....	31
Herramientas para la remoción e instalación del motor	31

Documentación técnica	33
Remoción del motor	34
<i>Remoción de los cowling del motor</i>	36
<i>Remoción de Batería 1</i>	37
<i>Drenaje</i>	38
<i>Remoción de la hélice</i>	38
<i>Sistema de escape</i>	41
<i>Cables de control</i>	42
<i>Remoción de los filtros de aire de admisión y compresor</i>	42
<i>Desconexión</i>	43
<i>Izado del motor</i>	44
Instalación del motor	46
<i>Estructura de la aeronave</i>	46
<i>Des preservación del motor</i>	47
<i>Planos</i>	48
<i>Instalación de componentes</i>	50
<i>Elevación del motor</i>	51
<i>Conexión de líneas, cableado y sensores</i>	53
<i>Montaje del compresor</i>	53
<i>Sistema de protección contra hielo</i>	54
<i>Instalación de filtros de aire</i>	54

<i>Cables de control</i>	54
<i>Sistema de escape</i>	56
<i>Starter</i>	57
<i>Montaje de hélice</i>	58
<i>Inspección visual</i>	59
<i>Reabastecimiento de aceite</i>	59
<i>Instalación de batería</i>	60
<i>Cambio de posición de válvula de combustible</i>	61
<i>Chequeos funcionales y operacionales</i>	62
<i>Instalación de los cowlings del motor</i>	65
<i>Cambio de posición de circuits breaker</i>	67
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	68
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
Bibliografía	70
Anexos	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Logo de la compañía</i>	21
Figura 2	<i>Aeronaves SR22 y SR22T pertenecientes a Conecta Air S.A.</i>	22
Figura 3	<i>Aeronave Cirrus SR22T</i>	23
Figura 4	<i>Motor reciproco horizontalmente opuesto</i>	25
Figura 5	<i>Conjunto de pistón</i>	28
Figura 6	<i>Herramientas</i>	32
Figura 7	<i>Tecele hidráulico</i>	33
Figura 8	<i>Banco de cola</i>	35
Figura 9	<i>Switches y circuit brakers</i>	35
Figura 10	<i>Válvula selectora de combustible</i>	36
Figura 11	<i>Remoción de cowlings</i>	37
Figura 12	<i>Remoción de batería</i>	37
Figura 13	<i>Timing de la hélice</i>	38
Figura 14	<i>Hélice desmontada</i>	39
Figura 15	<i>Sedimento</i>	39
Figura 16	<i>CMI de magnetos</i>	40
Figura 17	<i>EGT</i>	41
Figura 18	<i>TIT</i>	41
Figura 19	<i>Desmontaje del sistema de escape</i>	42
Figura 20	<i>Compresor</i>	43
Figura 21	<i>Desconexión de mangueras, líneas, etc.</i>	44
Figura 22	<i>Colocación de faja</i>	45
Figura 23	<i>Izado de motor</i>	45
Figura 24	<i>Ensamblaje del motor</i>	46
Figura 25	<i>Instalación de componentes</i>	47

Figura 26	<i>Motor nuevo</i>	48
Figura 27	<i>TSIO 550 K VISTA FRONTAL</i>	49
Figura 28	<i>TSIO-550-K, vista superior</i>	49
Figura 29	<i>TSIO-550-K vista izquierda</i>	50
Figura 30	<i>Instalación de componentes</i>	51
Figura 31	<i>Montaje de motor</i>	52
Figura 32	<i>Montaje del compresor</i>	53
Figura 33	<i>Cables de control</i>	55
Figura 34	<i>Cable de control de mezcla</i>	55
Figura 35	<i>Instalación del sistema de escape</i>	56
Figura 36	<i>Instalación del tail tube</i>	57
Figura 37	<i>Starter</i>	57
Figura 38	<i>Ajuste de las tuercas de la hélice</i>	58
Figura 39	<i>Hélice montada al motor</i>	59
Figura 40	<i>Reabastecimiento de aceite</i>	60
Figura 41	<i>Batería GILL 243</i>	61
Figura 42	<i>Válvula de combustible</i>	61
Figura 43	<i>Pre requisitos de operación del motor</i>	62
Figura 44	<i>Valores de ajuste del sistema de combustible</i>	63
Figura 45	<i>Unmetered fuel pressure port</i>	64
Figura 46	<i>Bomba de combustible</i>	64
Figura 47	<i>Instalación de capotas del motor</i>	66
Figura 48	<i>Valores de separación de las capotas</i>	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Nomenclatura del motor</i>	29
Tabla 2 <i>Herramientas</i>	31
Tabla 3 <i>Equipos de apoyo</i>	32
Tabla 4 <i>Equipos de protección personal</i>	33
Tabla 5 <i>Componentes del fuselaje instalados</i>	50
Tabla 6 <i>Componentes instalados del motor</i>	51

Resumen

El siguiente trabajo de investigación “Remoción e instalación del motor TSIO550K de la aeronave Cirrus SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada, perteneciente a la empresa CONECTA AIR- SIERRA NEGRA AIRLINES.” tuvo como finalidad fundamental detallar y desarrollar el mantenimiento práctico para habilitar la aeronavegabilidad continua de acuerdo con las instrucciones aprobadas por los fabricantes. Además, el procedimiento técnico que se detallará más adelante aportará a la carrera como material de apoyo para los docentes y estudiantes en investigaciones posteriores sean tareas o proyecto que contribuyan al conocimiento de los procedimientos adecuados para el desmontaje e instalación del motor recíproco TSIO-550-K, siendo el objetivo principal remover e instalar el motor recíproco TSIO-550-K de la aeronave Cirrus SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada para detallar y habilitar la aeronavegabilidad continua. Para este trabajo de investigación se detalla los resultados obtenidos de los test operacionales y funcionales, posterior a la instalación del motor recíproco para registrar los parámetros de funcionamiento, de acuerdo a la información técnica. El proyecto está basado en la remoción e instalación del motor Continental TSIO-550-K1B para lo cual fue imprescindible utilizar herramientas de mano, de corte, precisión, golpe, equipos de apoyo; además de equipos de protección personal los resultados obtenidos fueron la colocación del motor Continental TSIO-550-K1B de la aeronave CIRRUS SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada, perteneciente a la empresa conecta air – Sierra Negra Airlines.

Palabras clave: Motor recíproco, turbo-supercargador, remoción de motor recíproco, instalación de motor alternativo, documentación técnica.

Abstract

The present investigation work “Removal and installation of the TSIO-550-K engine of Cirrus SR22T aircraft, according to the approved technical documentation, belonging to the company CONECTA AIR- SIERRA NEGRA AIRLINES.” Its main purpose was to detail and develop practical maintenance to enable continuous airworthiness in accordance with the instructions approved by the manufacturers. In addition, the technical procedure that will be detailed later will contribute in the degree as support material for teachers and students in subsequent investigations, whether tasks or projects that contribute to the knowledge of the appropriate procedures for the disassembly and installation of the reciprocating engine TSIO-550-K, the main objective being to remove and install the TSIO-550-K reciprocating engine of Cirrus SR22T aircraft, according to the technical documentation approved to detail and enable continued airworthiness. For this investigation work, the result obtained from the operational and functional tests are detailed, after the installation of the reciprocating motor to record the operating parameters, according to the technical information. The project is based on remotion and installation of continental TSIO-550-K1B engine, for which it was essential to use hand tools, cutting precision, blow tools, support equipment; in addition to personal protection equipment, the results obtained were the placement of the Continental TSIO-550-K1B engine of Cirrus aircraft, according to the approved technical document, belonging to the company Conecta Air – Sierra Negra Airlines.

Key words: Reciprocating engine, turbo-supercharged, reciprocating engine removal, alternative engine installation, technical documentation.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

En el año 2016 nació la idea de crear la empresa Conecta Air S.A. / Sierra Negra Airlines, la cual se cristalizó en el año 2017, es una empresa ecuatoriana ubicada en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil; dedicada al transporte aéreo de personas, valores, y carga, rigiéndose a la RDAC 135 Requisitos de Operación; Operaciones domésticas e internacionales regulares y no regulares que a diferencia de la RDAC 121 que dispone el título semejante, la RDAC 135 no se rige a horarios establecidos para llevar a cabo los vuelos, en atención a lo cual son denominados taxi aéreo.

La empresa inició con una aeronave marca Cirrus SR22T, equipada con un sistema de paracaídas (CAPS) diseñado para llevar el avión y sus ocupantes al suelo en caso de una emergencia que ponga en peligro la vida, complementándose con cinturones de seguridad airbag; cabe mencionar que consta con el sistema de aviónica integrada perspective + Garmin 1000, como planta motriz dispone de un motor continental TSIO550K. Actualmente, Conecta Air cuenta con una flota de dos aeronaves monomotores de la marca Cirrus modelo SR22 y SR22T, la disparidad se evidencia en los caballos de fuerza de los motores, sistema de turbocompresor, tren de aterrizaje, sistema aviónica, sistema de protección contra hielo, entre otros.

La aeronave SR22T serie 1618, de matrícula HC-CTW está propulsada por un motor Teledyne Continental TSIO550K de seis cilindros horizontalmente opuesto con desplazamiento de 550 pulgadas cúbicas, turboalimentado con transmisión directa, cárter húmedo, inyección de combustible, con una potencia nominal de 315 hp a 2500 RPM de ascenso y crucero, así como magnetos convencionales duales que proporcionan ignición, paralelamente se halla equipado con un pre calentador de motor opcional TANIS.

La remoción e instalación del motor es una práctica de mantenimiento generalmente realizada cuando el componente clase A llega su tiempo límite (TBO) con un intervalo de dos mil horas o doce años; sin embargo, en el proyecto se realizara al 58% de uso (1400 horas) por condición; esta práctica de mantenimiento aplica fuentes de documentación técnicas proporcionadas por la casa fabricante entre los cuales se encuentra el Manual de Mantenimiento, Standard Practices Manual, donde se detalla equipos y herramientas necesarias que proporcionan seguridad además de facilitar el trabajo.

Planteamiento del problema

La aeronave del presente estudio, tenía que realizar un vuelo desde Cuenca hacia Latacunga, para el citado destino la ruta establecida era por el litoral, ingresando a la Sierra a pocas millas de la provincia de Cotopaxi; no obstante, el piloto escogió una ruta alterna dirigiéndose sobre la cordillera, por lo que, la aeronave tuvo que ascender a 25000 pies, causando un esfuerzo y calentamiento adicional al motor y sus componentes clase B; a lo que se le sumo, ingesta de material piro clástico pulverizado; lo que causaría una acumulación de carbón excesivo en la cámara de combustión, todos estos factores provocaron que el motor en absoluto opere de manera inadecuada, en consecuencia el piloto se declaró en emergencia, regresando a la base situada en el aeropuerto José Joaquín de Olmedo, de la ciudad de Guayaquil.

Debido al sobre esfuerzo, el motor trabajó más de la capacidad normal de operatividad o también denominado performance, a la par produce el sobrecalentamiento de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape, haciendo que el motor sufra un deterioro acelerado; de tal forma que los componentes internos clase B del motor no trabajan según los estándares establecidos en la documentación técnica de la aeronave (POH, AMM, Service Manual, Manual de Practicas Estándar). Esto ha provocado que la aeronave salga de línea de vuelo porque presenta problemas de baja compresión en los cilindros 3,5; de igual modo de acuerdo a

parámetros, los sensores brindan información de sobrecalentamiento de cabeza de cilindro.

Ulteriormente de distintas revisiones técnicas, se determinó que en consecuencia la aeronave no tendría la potencia para realizar un despegue y/o sustentarse en la troposfera, por lo que, se decidió adquirir un motor nuevo.

Justificación e importancia

El siguiente trabajo se justifica en virtud de detallar y desarrollar el mantenimiento práctico para habilitar la aeronavegabilidad continua de acuerdo con las instrucciones aprobadas por los fabricantes. Además, el procedimiento técnico que se detallará más adelante aportará a la carrera como material de apoyo para los docentes y estudiantes en investigaciones posteriores sean tareas o proyecto que contribuyan al conocimiento de los procedimientos adecuados para el desmontaje e instalación del motor recíproco TSIO550K, subsiguiente a la instalación de la planta motriz se realizará test de verificación operacionales y funcionales.

Objetivos:

Objetivo general:

Remover e instalar el motor recíproco TSIO550K de la aeronave Cirrus SR22T, de acuerdo a la documentación técnica aprobada para detallar y habilitar la aeronavegabilidad continua.

Objetivos específicos:

- Reunir la información técnica para el desmontaje e instalación de motor TSIO550K.
- Ejecutar la remoción e instalación del motor TSIO550K para proceder a la habilitación de la aeronavegabilidad continua.
- Detallar los resultados obtenidos de los test operacionales y funcionales, posterior a la instalación del motor recíproco para registrar los parámetros de funcionamiento, de acuerdo a la información técnica.

Alcance

El presente trabajo va dirigido a realizar el mantenimiento práctico de remoción del motor TSIO550K, por condición de deterioro de la planta motriz e instalación del motor nuevo del modelo y especificación antes mencionado, a través de la documentación técnica de los fabricantes de aeronave y motor, lo cual involucra la realización de test operacionales y funcionales para evidenciar el performance del motor y la aeronavegabilidad de la aeronave.

Esta documentación servirá de soporte a los dicentes y docentes, contribuyendo de esta forma a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica como material de apoyo para tareas o proyectos posteriores; ya que es necesario tener los conocimientos en conjunto con los documentos idóneos para aplicar los procedimientos adecuados en el desmontaje e instalación del motor recíproco TSIO550K.

Capítulo II

Marco teórico

Conecta Air S.A.

Conecta Air / Sierra Negra Airlines, es aerolínea que legalmente nació el 27 de diciembre del año 2017 al obtener el permiso de operación del Consejo Nacional de Aviación Civil de Ecuador, tras la idea (2016) de crear una empresa que se dedique al transporte aéreo de personas, valores y carga, ajustada a la normativa vigente y a la necesidad de los usuarios. El 22 de mayo del 2018 recibió su Certificado de Operador Aéreo bajo RDAC 135 para operar como taxi aéreo en el territorio ecuatoriano con aeronaves Cirrus.

Cuando la empresa empezó a operar, inicialmente ofrecía sus servicios desde la ciudad de Cuenca y Guayaquil, y también con vuelos a Manta y Quito, teniendo su base de operaciones, mantenimiento y oficinas en la Terminal de Aviación General del Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo, está ubicada en la Zona Noreste de la ciudad de Guayaquil, en la provincia del Guayas, parroquia Tarqui.

Figura 1

Logo de la compañía



Nota. Símbolo representativo de la compañía Conecta Air. Adaptado de (Conecta Air S.A., s/f)

Conecta Air S.A. / Sierra Negra Airlines, actualmente cuenta con dos aeronaves Cirrus modelos SR22 Y SR22T, la diferencia entre ellos está en los caballos de fuerza de los motores,

sistema de turbocompresor, el tren de aterrizaje, sistema aviónica, sistema de protección contra hielo, entre otros. La aeronave Cirrus SR22T serie 1618, requirió que su motor sea removido e instalado de acuerdo a la documentación técnica facilitada por la casa fabricante de la aeronave anteriormente mencionada, en la documentación técnica se encuentra detallada la información de los equipos y herramientas necesarias que dan prolijidad al trabajo que realizan las personas encargadas del mantenimiento.

Figura 2

Aeronaves SR22 y SR22T pertenecientes a Conecta Air S.A.



Nota. Flota de aeronaves de la aerolínea Sierra Negra Airlines. Obtenido de: (Conecta Air S.A., s/f)

Aeronave Cirrus SR22T

Historia

SR22T es uno de los tres modelos de aviones ligeros monomotor fabricados por Cirrus Design Corporation, certificado en el 2010, es una modificación del modelo SR22, se diferencia por notables mejoras como se puede evidenciar en los sistemas de inducción, escape y control del motor, de igual manera se rediseño el soporte del motor, el tren de aterrizaje de nariz junto con los fairings y técnicas; sin embargo, la principal característica es el cambio de motor

Continental IO-550-N por un motor Teledyne Continental TSIO-550-K, no obstante, ambos mantienen 315 caballos de fuerza. Estos modelos de aeronaves se encuentran equipados con el sistema de seguridad innovador CAPS (Cirrus Airframe Parachute System) permitiendo que en caso de una emergencia que ponga en peligro la vida de los ocupantes la aeronave llegue al suelo.

Figura 3

Aeronave Cirrus SR22T



Nota. Aeronave HC-CTW, Cirrus SR22T de la Aerolínea. Obtenido de:(Conecta Air S.A., s/f).

La aeronave Cirrus tiene un fuselaje semi monocasco elaborado principalmente con material compuesto, el mismo se compone de dos divisiones elaboradas con fibra de vidrio laminada, las cuales se intersecan a lo largo de la unión articulada de traslape en la línea central.

Con respecto a la estructura del fuselaje el estabilizador vertical, el canal de alojamiento para las bandas delanteras del paracaídas, los marcos de las puertas y ventanas son parte integral.

Datos técnicos de la aeronave

- Fabricante: Cirrus Design Corporation
- Peso básico vacío: 2,354 lbs
- Capacidad máxima de Combustible: 94.5 galones.
- Longitud: 26 ft (7,92 m)
- Envergadura: 38 ft 4 in (11,68m)
- Altura: 8 ft 11 in (2,7 m)
- Tripulación: 1
- Pasajero: 3
- Tipo de motor: Teledyne Continental Motor TSIO-550-K
- Fabricante de hélice: Hartzell Propeller Inc.
- Modelo de hélice: PHC-J3Y1F-1N
- Numero de palas: 3
- Limitaciones: Sin limitaciones operativas hasta 2700 RPM

Motor reciproco

El motor reciproco de igual manera denominado motor alternativo, transforma la energía química en energía mecánica como se puede evidenciar en el ciclo de Otto esta se produce cuando el motor induce aire-combustible al cilindro, el pistón comprime la mezcla hasta llegar al punto muerto superior donde por medio de la bujía se enciende una chispa, las presiones internas aumentan moviendo el pistón hacia abajo, obteniendo como resultado empuje. Mayormente utilizado en aeronaves ligeras debido a que brinda el adecuado empuje para la estructura de las mismas.

Los motores alternativos se clasifican por distribución de los cilindros en relación al cigüeñal, como el motor radial, tipo V, en línea y opuesto; asimismo según el sistema de alimentación, ciclos de trabajo, modo de lubricación y método de enfriamiento.

Motor horizontalmente opuesto

El motor horizontalmente opuesto se caracteriza debido a que el número de cilindros son pares, los cuales se ubican de manera horizontal, se compone de un único cigüeñal para dar movimiento a ambos lados del motor, el diseño contribuyo a generar bajas vibraciones, menor peso y dimensión además de la baja correspondencia entre el peso y los caballos de fuerza.

Figura 4

Motor reciproco horizontalmente opuesto



Nota: Tomado de Clasificación de los motores según la disposición de los cilindros, por ToB, 2013, Take Off Briefing (<https://takeoffbriefing.com/wp-content/uploads/2012/12/CONTINENTAL.png>).

Teorías aplicables al funcionamiento del motor alternativo

Primera ley de Newton

Denominada ley de la inercia, establece que todo objeto en inactividad o movimiento uniforme va a mantener su estado a menos que una fuerza externa sea ejercida sobre el mismo. Aquello se puede evidenciar en el ingreso de aire-combustible al cilindro, donde el fluido no genera movimiento hasta el arranque.

Segunda ley de Newton

La segunda ley de Newton expresa que la fuerza que se ejerce sobre un objeto el cual es equitativo a la aceleración que experimenta, esta se puede evidenciar en el movimiento del pistón. De manera más evidente en el tiempo de combustión generando empuje al pistón hacia abajo, produciendo así dos procesos simultáneos que son la combustión y el trabajo.

Tercera ley de Newton

Las fuerzas que se efectúan sobre un objeto provocan una fuerza igual o contraria en la superficie del objeto, ejemplificándolo en el proceso del motor esta ley permite que el pistón retorne de la posición ascendente, además produce sincronizadamente dos procesos escape y admisión creando de esta manera un bucle.

Termodinámica

La ciencia de la energía es una subdivisión de la ciencia que estudia la naturaleza fundamental que rodea el cosmo, basándose en la causa de la transmisión de diversas energías. La termodinámica se compone de dos principios

- Primera ley: la energía en el interior de cualquier sistema hermético varía; sin embargo, se mantiene constante.
- Segunda ley: la transferencia de energía calórica de un cuerpo a bajas temperaturas referente a otro debe producir trabajo para la emisión del flujo.

Motor Continental TSIO-550-K

Teledyne Continental Motors es la empresa fabricante del motor TSIO-550-K, es un motor alternativo horizontalmente opuesto enfriado por aire de impacto que para un mejor resultado modificó el diseño de los cilindros creando un flujo debido a la inclinación de las válvulas; en cuanto a el suministro de combustible es por inyección de flujo continuo medido en actividad de la velocidad, presión de aire, ángulo de control de mezcla y acelerador; por otra

parte, se compone de seis cilindros de 5,25 pulgadas de diámetro con un desplazamiento de 550 pulgadas cubicas el cual se obtiene de 4,25 pulgadas en la carrera del pistón; turbocompresores y aftercoolers dobles, un carter húmedo con orificio de ventilación ubicado al costado izquierdo en el cuello de reabastecimiento de aceite.

Cigüeñal

El cigüeñal es elaborado con material metálico específicamente acero, de manera mecanizada ofreciendo mayor precisión en la fabricación, se calienta durante la instalación a fin de obtener ajuste por contracción, cuenta con cinco main journals los cuales rotan sobre bearings, también seis journals ubicados en pares desde el main journals 1 al 4 donde se enlazan los conjuntos de biela, además tiene contrapesos capaces de absorber un número de vibraciones por revolución del mismo; para esto los engranajes poseen señales de sincronización posibilitando adecuados ángulos del cigüeñal y árbol de levas, los cuales se conectan al cigüeñal por medio de dowel pins.

Árbol de levas

Se encuentra conectado al cigüeñal quien le proporciona movimiento después de cada dos vueltas; de igual manera, genera actividad mecánica en las válvulas de admisión y válvulas de escape por medio de varillas de empuje permitiendo apertura, cierre y traslape de las antes mencionadas; cabe recalcar que el compuesto para su elaboración es de material metálico, concretamente refiriéndose al acero, se compone también de cuatro main journals y nueve lóbulos de leva.

Cilindros

Los cilindros del motor TSIO-550-K son elaborados de material de acero nitrurado brindando gran resistencia al desgaste; asimismo, la cabeza exterior de los cilindros cuenta con un diseño de aletas manufacturadas con aleación de aluminio para mejorar el enfriamiento; se compone de tapa de balancines, dos ejes de balancín, guía de válvulas, válvula de admisión,

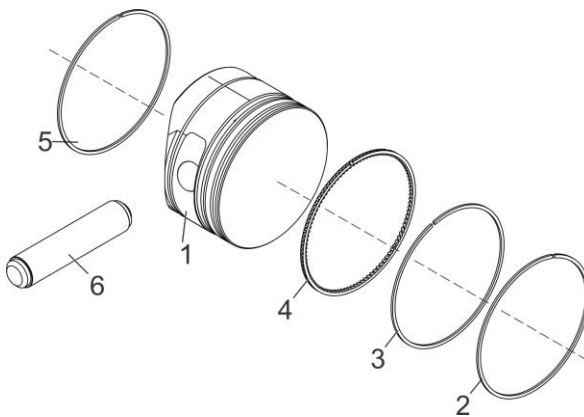
válvula de escape, retenedores, resortes internos y externos en ambas válvulas, etc., el cilindro tiene dos orificios en los extremos superior e inferior dentro de los cuales se encuentra una rosca helicoidal donde se colocaran las bujías.

Pistones

El funcionamiento principal de los pistones es comprimir la mezcla para obtener cambios de presión y fuerza del proceso de explosión, cabe recalcar que la superficie superior del pistón también denominada cabeza del pistón se establece como una de las paredes de la cámara de combustión, la cual es elaborada a partir de aleación de aluminio. Como se puede visualizar en la figura 5 existen tres ranuras con acero fundido en la pared lateral superior donde se colocan dos rines de compresión los cuales actúan como sello evitando fugas de fluidos en el cilindro; un ring de aceite situado en la tercera ranura la cual cuenta con orificios para el drenaje de aceite, además de un ring de barrido de aceite ubicado en la ranura de la base del pistón posterior al pin pasador.

Figura 5

Conjunto de pistón



Nota. Ilustración del conjunto de pistón. Tomado de: (*Illustrated Parts Catalog, s/f*)

La base inferior del pistón tiene cortes cilíndricos que alivian vibraciones al igual que el peso, a pesar de esto las disimilitudes de peso no pueden superar ½ onza (0.014 kg, 0.063 lb)

entre cilindros opuestos. Sobremanera es necesario alegar que dentro del conjunto mencionado con anterioridad se encuentra el pin pasador flotante, este permite unir la biela con el pistón coadyuvando al movimiento articulado; a causa de esto los extremos del mismo proporcionan apoyo en la superficie de la pared del cilindro.

Nomenclatura del motor

La nomenclatura de los motores nos ayuda a identificar con mayor facilidad el modelo designado por el fabricante para la aeronave específica, adquisición del componente clase A, etc.; el mismo se compone de caracteres alfanuméricos como se visualiza en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Nomenclatura del motor

Número de modelo	Definición
TS	Turbo-Supercharged.
I	Inyección de combustible.
O	Cilindros horizontalmente opuestos.
550	Desplazamiento en pulgadas cúbicos del pistón.
K	Identificador de modelo.
1	Número de especificación.
B	Designación de envío.

Nota. El código alfanumérico especifica el tipo de sistemas del motor.

Especificaciones técnicas del motor

- Numero de motores: 1
- Modelo del motor: TSIO-550-K
- Numero de cilindros: 6
- Orden de encendido: 1-6-3-2-5-4.
- Relación de compresión: 7.5:1
- Dosificación del motor: Combustible inyectado
- Refrigeración: Refrigerado por aire
- Caballos de fuerza: 315 bhp
- RPM: 2500 RPM
- Capacidad de aceite: 8 Quarts o 7.6 litros
- Timing de los magnetos: R-24°, L-24°
- Altitud crítica: 18,000 ft.

Capítulo III

Desarrollo del tema

Condición de la Aeronave

La estructura de la aeronave Cirrus SR22T se encontraba en condiciones favorables; sin embargo, el motor TSIO-550-K de referida aeronave llegó al 58% de su vida límite equivalente a 1400 horas por condición; conforme al Airframe Maintenance Manual chapter 05-10, figura 05-101, ítem 27 referente a Time Limits expresa que en un intervalo de 2400 horas o 12 años se debe realizar un overhaul para continuar con la aeronavegabilidad; a pesar de ello, los técnicos consideraron como mejor opción adquirir un motor nuevo.

Herramientas para la remoción e instalación del motor

Para llevar a cabo la remoción del motor Continental TSIO-550-K1B, fue imprescindible utilizar herramientas de mano, de corte, precisión, golpe, equipos de apoyo; además de equipos de protección personal; como se detalla a continuación:

Tabla 2

Herramientas

Ítem	Herramientas	Descripción
1	Cortadores	Herramienta de corte
2	Pinza	Herramienta de sujeción
3	Playo	Herramienta de sujeción
4	Destornilladores planos	Herramienta de montaje
5	Destornilladores estrellas	Herramienta de montaje
6	Llaves mixtas en pulgadas	Herramienta de montaje
7	Juego de rachas	Herramienta de montaje

Ítem	Herramientas	Descripción
8	Set de dados en pulgadas	Herramienta de montaje
9	Martillo de goma	Herramienta de golpe
10	Entorchador	Herramienta se sujeción
11	Torquímetro	Herramienta de precisión

Nota. En la tabla se detalla las herramientas necesarias para realizar el trabajo.

Figura 6

Herramientas



Nota. La empresa adquirió una caja de herramientas nueva para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento.

Tabla 3

Equipos de apoyo

Equipos de apoyo	Descripción
Banco de cola	Equipo de soporte
Fajas de sujeción	Equipo de izado
Tecele hidráulico	Equipo de izado
Reservorios para líquidos	Equipo de recolección de desechos

Nota. La tabla detalla los equipos de apoyo que se necesitaron para ejecutar el trabajo.

Figura 7*Tecele hidráulico*

Nota. Tecele hidráulico utilizado para desmontaje del motor.

Tabla 4*Equipos de protección personal*

Equipos de Protección Personal	Protección
Guantes	Protección de manos
Gafas de seguridad	Protección ocular
Botas de punta de acero	Protección de los pies
Ropa adecuada (overol o chaleco)	Protección del cuerpo
Orejeras o tapones	Protección auditiva

Nota. El uso de equipos de protección personal previene daños a la humanidad del personal.

Documentación técnica

Para proceder con la ejecución del proyecto, el personal capacitado reviso la siguiente documentación técnica:

- Standard Practice Maintenance Manual, Publication M-0.

- TSIO-550-B, C, E, G, J, K and N Permold series Engine Maintenance and Overhaul Manual, Publication M-18.
- Suscripción a Cirrus Technical Publications:
 - Airplane Maintenance Manual
 - Component Manuals
 - Pilot Operation Handbook
 - Service Bulletins

Dentro del Airplane Maintenance Manual ATA 71, sección 00, numeral 3, literal A, se encuentran los pasos básicos para remover e instalar el motor de la aeronave; sin embargo, dentro del ATA 72 detalla que:

“Para obtener información relacionada con este capítulo, como prácticas de mantenimiento, límites y procedimientos para desmontaje, limpieza, inspección, ensamblaje, prueba, etc., consulte las instrucciones aprobadas por el fabricante para aeronavegabilidad continua”. (Cirrus Design Corporation., 2021)

Por lo que, el uso de las publicaciones del fabricante Continental Aerospace Technologies, M-0: Standard Practice Maintenance Manual; y M-8: TSIO-550-B, C, E, G, J, K and N Permold series Engine Maintenance and Overhaul Manual, son imprescindibles, aportando con procedimientos más detallados y técnicos como tablas de calibración en tierra del motor para realizar pruebas operacionales.

Remoción del motor

El proceso de remoción del motor se llevó a cabo de acuerdo a la documentación técnica mencionada en el título preliminar; tomando en cuenta que como medida de seguridad previa a dar inicio a la tarea, se debe colocar un banco de soporte de cola en la superficie inferior de la misma, el cual sea de adecuada capacidad para tolerar el peso de la aeronave al desmontar los componentes clase A, en otros términos hélice y motor.

Figura 8

Banco de cola



Nota. Banco de soporte de cola.

Disposición de circuit breakers, interruptores

Los interruptores batería 1, batería 2 así como avionics fueron situados en posición off; de igual manera se extrajeron los circuit breakers de luces Conv. y compresor de corriente alterna interrumpiendo los circuitos eléctricos. Además, se modificó a posición apagado la válvula selectora de combustible procurando de esta manera seguridad contra incidentes o accidentes al evitar el flujo de combustible hacia el motor.

Figura 9

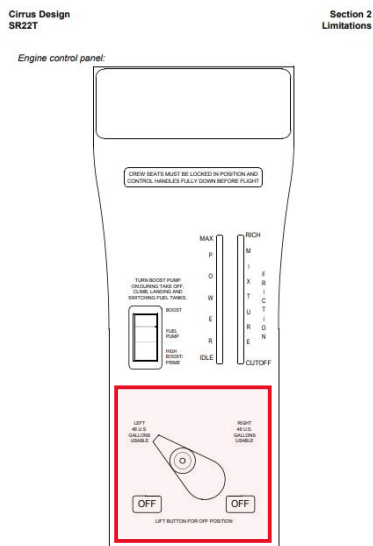
Switches y circuit breakers



Nota. Interruptores y disyuntores.

Figura 10

Válvula selectora de combustible



Nota. Válvula selectora de combustible. Obtenido de (Cirrus Design Corporation, 2017)

Remoción de los cowling del motor

Se requiere remover los cowlings para tener acceso al motor, esta tarea exige la asistencia de dos personas de acuerdo al chapter 71-10 del AMM. Como primer paso se retira el cowling superior al cual previamente se aplicó cinta en la superficie más cercana al spinner de la hélice evitando daños por flexión o raspaduras; se removió tornillos de sujeción entre la capota superior e inferiores; en el cowling inferior lateral izquierdo se encuentra el conector de la luz de aterrizaje que fue desenchufado junto con los ductos de ingreso de aire, luego se retiraron los tornillos que unen la cubierta inferior de drenaje e inferiores laterales de los cowlings, removiéndolos por completo.

Figura 11

Remoción de cowlings



Nota. Se removió cowlings con ayuda de un destornillador de estrella.

Remoción de Batería 1

Para remover la batería se retiró el cable negativo primero y posterior el positivo, se aisló los terminales al igual que los extremos de los cables evitando una reconexión accidental, luego se aflojó los pernos de sujeción a la estructura de montaje de la batería, como último paso se retira la batería del compartimento del motor.

Figura 12

Remoción de batería



Nota. Se debe utilizar guantes evitando entran en contacto con los fluidos de la batería

Drenaje

Drenaje de las líneas de combustible, gascolator y el aceite del carter del motor, de acuerdo al chapter 12-10

Remoción de la hélice

Inicialmente se toma el timing del motor por recomendación de los técnicos de mantenimiento, asimismo para una correcta instalación se dibuja una línea de referencia entre el spinner dome y el spinner bulkhead, a continuación se retiró los tornillos y arandelas que sujetan las partes antes mencionadas, además de colocar una bandeja de drenaje debajo del área de trabajo; como la serie de la hélice cumple con el sistema de protección contra hielo se quitaron los pernos, abrazaderas y tuercas que sujetan el feed tube del slinger ring; de igual manera se aflojaron las tuercas de sujeción de la hélice al borde saliente en la parte delantera del motor (flange), a fin de que los pernos se encuentren carentes de daños se movió la hélice en desplazamientos reducidos, retirando la hélice y colocándola sobre una superficie que evite daños.

Figura 13

Timing de la hélice



Nota. Se realizó también antes de remover la hélice. Fuente propia.

Subsiguiente se realizó una línea de referencia entre el spinner bulkhead y el hub de la hélice, se removió el o-ring que se encuentra en la ranura del hub y se retira la bandeja de drenaje.

Figura 14

Hélice desmontada



Nota. Se posiciona la hélice sobre llantas para evitar daños por rozamiento. Elaboración propia.

Figura 15

Sedimento



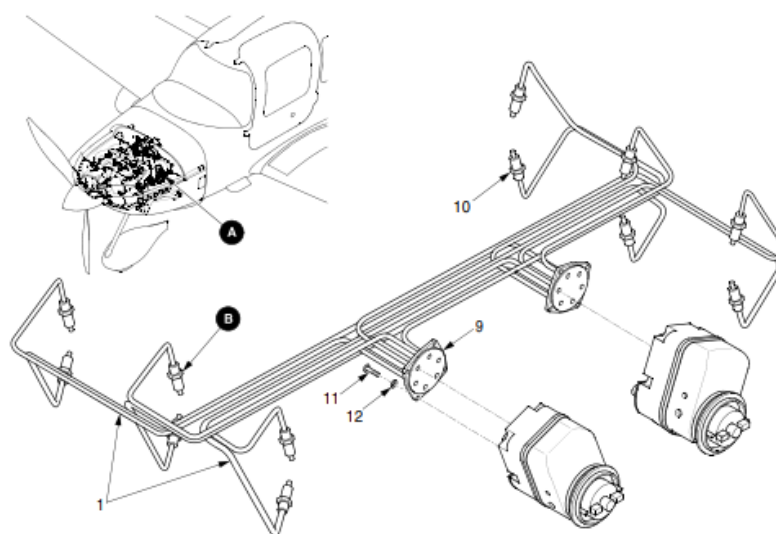
Nota. La hélice fue enviada a overhaul debido a que se encontró sedimento.

Desconexión de los cables y sensores

Los cables primarios del magneto para desconectarlo se realiza una marca en las tapas de los arneses, y el punto adyacente en la carcasa del distribuidor, se aflojan los tornillos que sujetan la antes mencionada y se quita la tapa de los arneses; de similar manera se retiró los cables conductores y tierra del interruptor de encendido de los condensadores de los magnetos.

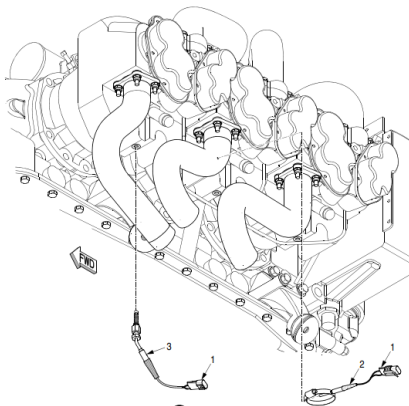
Figura 16

CMI de magnetos

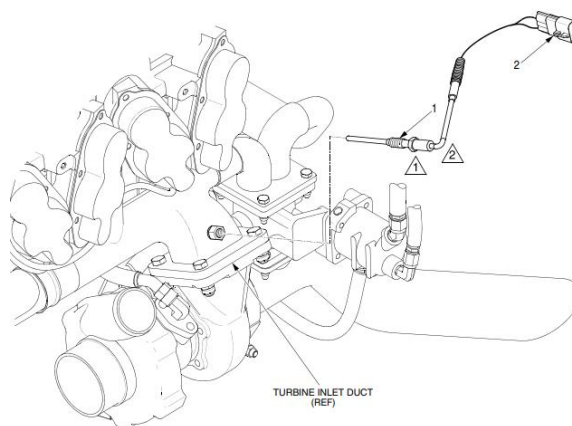


Nota. CMI de magnetos TCM. Tomado de (*CIRRUS AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL CHAPTER 74-20: DISTRIBUTION MODELS SR22 AND SR22T GENERAL 1 Distribution, 2016*)

Ulteriormente se remueve el cable conectado al starter del motor, los conectores del sensor EGT de temperatura de los gases de escape retirando la abrazadera y el conjunto del sensor sujeta al tubo de escape; por otro lado, se removi6 la tuerca que sujeta el sensor al turbocargador desconect6ndolo.

Figura 17*EGT*

Nota. CHT. Obtenido de (Cirrus Design, 2020a)

Figura 18*TIT*

Nota: TIT. Tomado de (Cirrus Design, 2020a)

Sistema de escape

Se procede a la desconexión de las mangueras del wastegate controller. remoción del tubo de escape, turbocargador y wastegate; inmediatamente se retiró los pernos, bushing y tuercas que aseguran por medio de una varilla de acoplamiento el crossover con la transición

del turbocargador derecho e izquierdo, al igual que la wastegate transition; finalmente se aflojó y retiró las tuercas que unen el conjunto exhaust header separándolos del cilindro.

Figura 19

Desmontaje del sistema de escape



Nota. Desmontaje del sistema de escape.

Cables de control

Al desconectar los cables de control se debe tener en cuenta retirar las abrazaderas que los sujetan, dentro de los cables de control del motor se menciona el acelerador y mezcla; la desconexión de estos cables se realizó con cautela para evitar dobladuras excesivas; de igual forma al situarlos hacia la parte posterior, lejos del motor.

Remoción de los filtros de aire de admisión y compresor

El motor cuenta con dos filtros de aire de admisión, para la remoción se afloja pernos, arandelas y, tuercas, posterior se remueve el filtro del motor. Adicional, se desconectan las líneas del compresor, ductos de aire flexibles y con ayuda de un destornillador se libera la presión del perno facilitando la remoción de la correa y el compresor

Figura 20*Compresor*

Nota. Remoción del compresor y correa. Fuente propia.

Desconexión

A fin de desconectar el sensor de presión de aire de manifold (MAP), se desenchufó y apartó el conector eléctrico del sensor ocasionando simultáneamente la separación del sensor del manifold del motor. De manera similar se originó desconectar el sensor de presión y el sensor de temperatura de aceite; primero se desenchufó el conector eléctrico, aflojando la tuerca, el perno que sujetan la abrazadera y/o el entorchado de seguridad, la que brinda soporte al sensor sobre el motor, retirando el sensor del fitting en la manguera del sensor de presión de aceite.

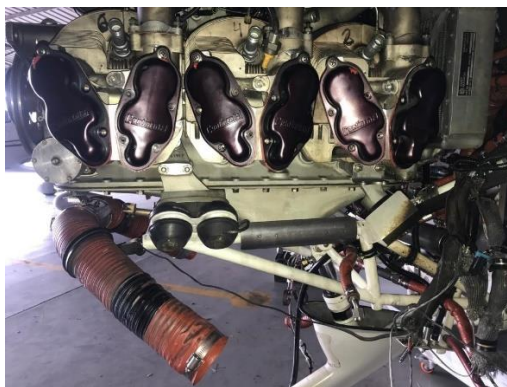
El CHT debe ser liberado de amarras o abrazaderas que sujeten el mazo de cable ruteado alrededor de los sensores, remueva la tuerca que asegura el sensor a la cabeza del cilindro y retire el sensor. Por otro lado, los alternadores primario y secundario deben retirar los cables de sus terminales.

Referente a líneas de suministro, de la bomba de combustible, cap line, de retorno, líneas de ventilación y drenes del sistema de combustible que se encuentran conectadas en T en la parte inferior del motor, fueron desconectadas con cautela debido a los residuos de fluidos evitando el derrame y/o la acumulación inadecuada de los mismos.

Aunque no está plasmado de forma explícita dentro del AMM, se realizó un chequeo visual para corroborar la extracción de todas las mangueras, alambres, líneas, cables, amarraderas y abrazaderas de su ubicación original o posiciones que podrían interferir con la remoción del motor.

Figura 21

Desconexión de mangueras, líneas, etc.



Nota. Se realizó una inspección visual a las líneas y mangueras.

Izado del motor

Se sujetó el gancho del tecele a la faja que cruza por los anillos de elevación de carga delantero y posterior del motor, dando paso a aflojar los pernos de los montantes que brindan soporte al motor, además para un trabajo más cómodo y sin fatiga se levantó mesuradamente el motor con el tecele hidráulico hasta aliviar el peso sobre los montantes; como información adicional los técnicos recomendaron realizar líneas de referencia para la posición y de igual manera anotar la ubicación de cada montante. Inmediatamente se realizó la desconexión de los

cables a tierra en la estructura de los montantes, continuando con la elevación del motor separándola de la base soldada del motor hacia un espacio adecuado para su conservación hasta la fecha de envío a la fábrica.

Figura 22

Colocación de faja



Nota. Colocación de faja en los anillos elevadores.

Figura 23

Izado de motor



Nota. Se utilizó el tecle para remover el motor.

Figura 24

Ensamblaje del motor



Nota. Ensamblaje del motor para envío a fabrica.

Instalación del motor

Estructura de la aeronave

El fuselaje fue preparado para dar inicio a la instalación del motor, entablando con la examinación de la condición de funcionamiento e instalación del filtro de combustible y la bomba de refuerzo, por providencia de contaminación se purga las líneas como tanques de combustible precedente a la conexión del suministro principal de combustible hacia la bomba de combustible. Se limpió y realizó una inspección en busca de contaminantes en el combustible que transita entre el fuel strainer y la línea de suministro, esta consiste en que 1 quart de galón de mencionado fluido pase a través de un filtro de papel; si se encuentra contaminación se debe corregir la fuente contaminante; por el contrario, si está libre de contaminación se puede continuar con la instalación del motor.

De acuerdo al TSIO-550 Permold Series Engine Maintenance and Overhaul Manual se recomendó el cambio de mangueras de aceite y combustible que se encuentran tanto

montadas en el fuselaje como instaladas en el motor; ya que el tiempo de operación las desgasta, quema, produce daños, contaminación e inclusive se vuelven quebradizas; por lo que, se sugirió este cambio junto con el overhaul o cambio del motor.

Figura 25

Instalación de componentes



Nota. Se instalan ciertos componentes removidos en el desmontaje del motor.

Des preservación del motor

El motor fue des preservado acorde a las instrucciones aprobadas por el fabricante para la aeronavegabilidad continua del componente clase A; en virtud de lo cual se procedió a quitar el embalaje más los fluidos preservantes en el sistema de combustible como líneas y bomba de combustible, así como del sistema de aceite, que se encuentra de manera más específica en el sumidero de aceite; de igual manera, se retiró los tapones que cubren los orificios para el montaje de componentes dentro de este punto cabe señalar que los cilindros contaban con tapones deshidratantes en los orificios de las bujías.

Figura 26

Motor nuevo



Nota. Motor nuevo recién salido de aduana.

Uteriormente se ejecutó la inspección boroscópica a fin de descartar contaminación, condiciones anormales u oxidación en los cilindros; adicional, se desinstaló los turbocargadores unidos a los conjuntos exhaust header con el objetivo de facilitar la instalación del motor, evitando interferencia en la estructura de montaje.

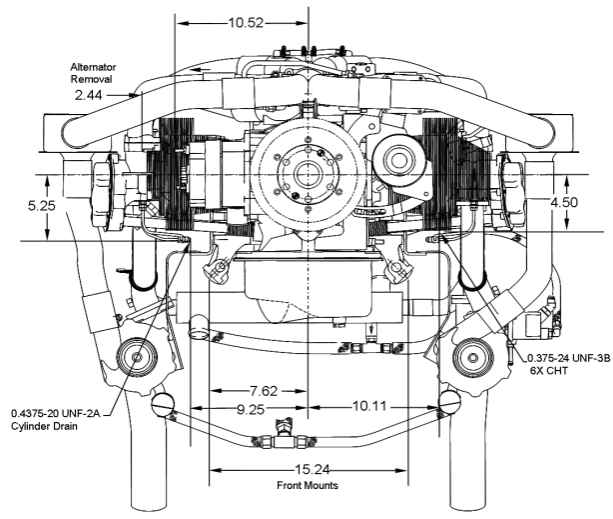
Planos

El manual del fabricante del motor proporciona planos con los requisitos de instalación; obtenidos del chapter 5, desde la página 5-53 hasta 5-59 como se puede visualizar en las siguientes imágenes:

Figura 27

TSIO 550 K VISTA FRONTAL

5-4.5. TSIO-550-K Installation Drawings



Nota. Plano de vista frontal del motor. Tomado de(Continental Motors, 2013)

Figura 28

TSIO-550-K, vista superior

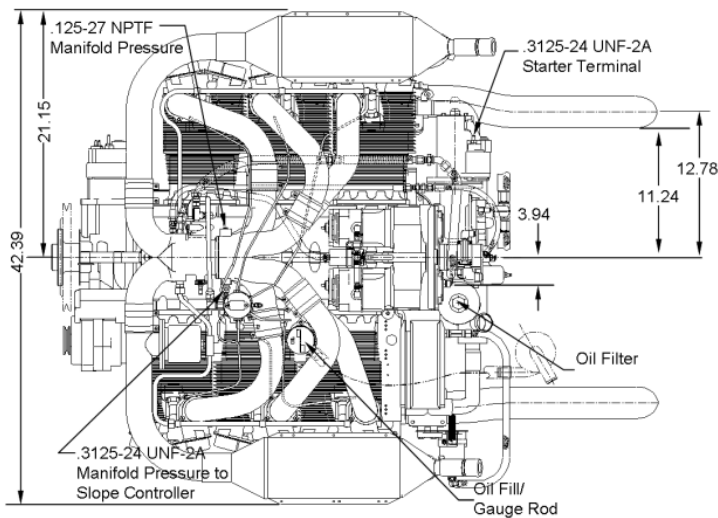
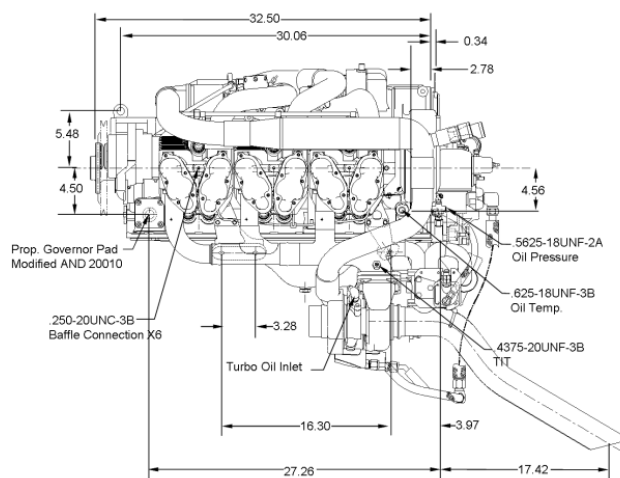


Figure 5-44. TSIO-550-K Top View

Nota. vista superior del motor. Tomado de (Continental Motors, 2013)

Figura 29*TSIO-550-K vista izquierda*

Nota. Obtenido de (Continental Motors, 2013)

Instalación de componentes

Se instaló algunos componentes removidos del fuselaje y motor en el proceso de desmontaje, anticipado a la instalación sirviéndose de la accesibilidad, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5

Componentes del fuselaje instalados

Componentes del fuselaje
Baffles de enfriamiento
Mangueras y fittings
Soportes
Ground straps
Bombas hidráulicas o de vacío

Nota. La tabla contiene los elementos instalados al fuselaje previo a la instalación del motor

Tabla 6*Componentes instalados del motor*

Componentes del motor
Starter
Magnetos RH, LH
Filtro de presurización de magnetos.
Arneses TCM 5mm blindado
Otros artículos requeridos por el fabricante

Nota. Se detalla los componentes instalados al motor antes de la instalación del motor a la aeronave.

Figura 30*Instalación de componentes*

Nota. Componentes instalados previo al montaje de la aeronave.

Elevación del motor

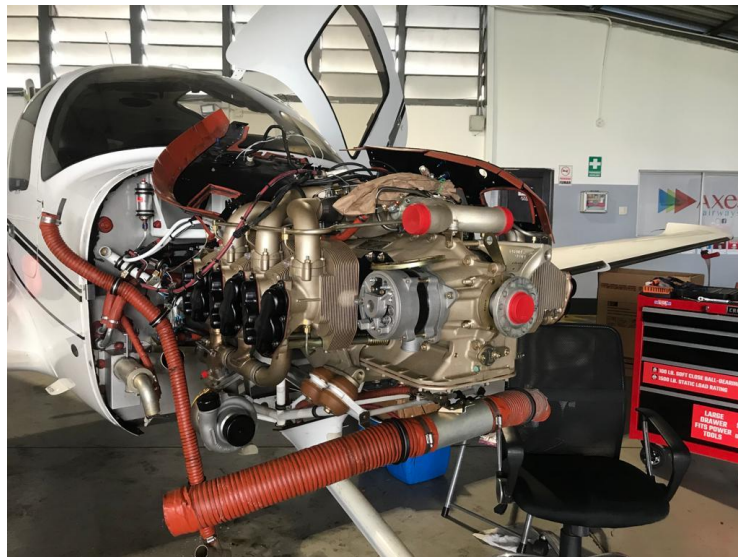
Se colocó la faja con precaución entre la parte delantera y posterior de los anillos de sujeción del motor evadiendo complicaciones por enredo; sin embargo, no es la única medida

de seguridad que se debe tener en consideración debido a lo cual se realizó una inspección visual al compartimento del motor por posibles obstrucciones que golpeen al componente antes mencionado, en consecuencia, se ejecutó la elevación del motor para su posicionamiento en los montantes.

La colocación de los montantes es guiada por las líneas de referencia e indicación de posición marcadas en la remoción, favoreciendo la inserción de los montantes superiores en sus puntos respectivos procediendo a descender el tecele hasta colocar el motor sobre la soldadura de montaje del mismo, instalando los montantes inferiores y asegurándolos con pernos, así como tab washer. A continuación, se conectó el cable a tierra en el montante derecha trasero, se fijó los pernos con un torque de 450 a 500 in-lb, en consecuencia, se retiró la faja de los orificios para izar y el banco de cola.

Figura 31

Montaje de motor



Nota. Se visualiza el montaje del motor.

Conexión de líneas, cableado y sensores

Las líneas de suministro, drenaje, ventilación y retorno de combustible se conectaron por medio de fittings a la bomba de combustible mecánica. A continuación, se enchufó los conductores y el cableado tanto en el alternador primario como en el alternador secundario; además, se conectaron los sensores CHT, de temperatura y presión de aire del manifold, así como de aceite.

Montaje del compresor

Para montar el compresor fue necesario conectar ductos y mangueras flexibles de aire, prosiguiendo a colocar una nueva gasket junto con la banda de transmisión, así como el compresor en el motor; luego se conectó el cable de resistencia hacia el arnés el cual fue asegurado con abrazaderas, pernos y tuercas; dando paso a la conexión de mangueras del compresor de 5/8, 1/2 con torques de 250 a 350 in-lb y 180 a 240 in-lb respectivamente hacia el cortafuegos.

Figura 32

Montaje del compresor



Nota. Instalación del principal componente del sistema de aire acondicionado.

Sistema de protección contra hielo

En otro orden de las cosas, el manual especifica que las aeronaves con determinado número de serie cuentan con el sistema de protección contra hielo; por lo que, el siguiente paso a seguir fue conectar las líneas de suministro de dicho sistema al cortafuegos.

Instalación de filtros de aire

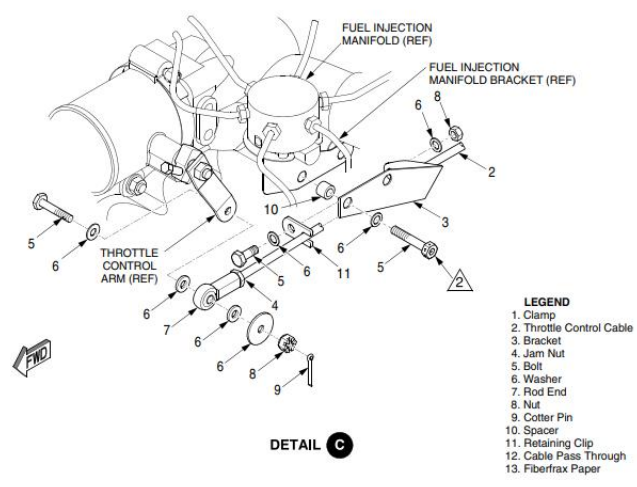
De acuerdo al Chapter 71-60 se realizó la instalación de los filtros de aire de inducción, el cual pormenoriza que el máximo espacio que puede existir entre el induction weldment y los extremos de los espaciadores laterales previo a su instalación es de 0,063 pulgadas; cuando se cumpla con lo estipulado anteriormente se procede a ajustar los pernos, dando por terminado el presente paso.

Cables de control

Los cables de control fueron enviados hacia sus respectivas posiciones en el motor sin interferir con cables o mangueras, enlazando los rod ends del final de los cables con tuercas al soporte delantero del motor en el caso del cable de control throttle; por el contrario, el cable de control de mezcla se asegura en el brazo de control de la bomba de combustible. Después de la instalación de los cables se efectuó pruebas de ajuste, la cual se basó en mover la palanca de control de mezcla limitando su movimiento por el tope del brazo de control de combustible; por el contrario, la palanca de throttle es limitada por el brazo de control del acelerador; además del espacio libre positivo con respecto a la posición de las palancas.

Figura 33

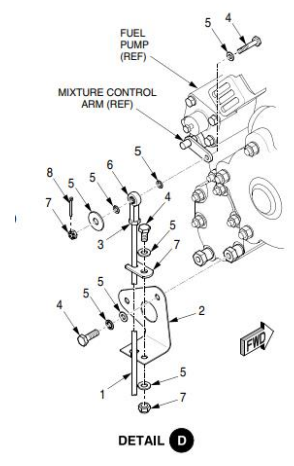
Cables de control



Nota. Ubicación de las conexiones de los cables de control. Tomado de (Continental Motors, 2013)

Figura 34

Cable de control de mezcla



Nota. Se visualiza la ubicación de la conexión del cable de control de mezcla. Obtenido de (Continental Motors, 2013)

Sistema de escape

En el tema anterior referente a des preservación del motor se detalló la necesidad de desmontaje del conjunto exhaust header unido con los turbocargadores y la válvula wastegate; en consecuencia, se colocó nuevos empaques sujetos en los pernos sobre la brida del orificio de salida de los gases de escape del cilindro, permitiendo el posicionamiento adecuado del conjunto removido, él cual fue sujetado con tuercas cuyo torque va desde 100 hasta 110 in-lb. Adicional, se situó los tubos de escape a cada turbocompresor a través de una abrazadera; se conectó el sensor TIT de temperatura de turbina y las mangueras al wastegate controller.

Figura 35

Instalación del sistema de escape



Nota. Aseguramiento del turbo-supercharger.

Figura 36

Instalación del tail tube



Nota. Instalación del tail tube del sistema de escape.

Starter

Se fija el terminal del cable sobre el perno del starter con una rosca y se recubre con un aislador de contacto del motor.

Figura 37

Starter



Nota. Se conecta el cable del starter.

Montaje de hélice

El proceso de montaje de la hélice inició con la aplicación de aceite lubricante sobre el o-ring y la superficie de diámetro interior del componente, lubricándolos; se puede evidenciar en el chapter 61-10 del AMM de la aeronave, como primer paso la inserción del oring en la ranura del hub, luego se colocó los spinner bulkhead en hub de la hélice asegurándolos con pernos, espaciadores y tuercas ajustadas con 20 20 a 22 ft-lb.

Figura 38

Ajuste de las tuercas de la hélice



Nota. se sujetó la hélice para ajustar las tuercas.

Se verificó el timing del motor previo a montar la hélice, posterior se apretó las tuercas que sujetan la hélice al engine flange con un torque de 70 a 80 ft-lb y como último paso se instaló el sistema de protección contra hielo verificando la correcta alineación del tubo según el chapter 30-60.

Figura 39

Hélice montada al motor



Nota. Hélice instalada en el motor.

Inspección visual

Por medio de una inspección visual el personal se aseguró de comprobar la instalación de mangueras, amarraderas, cables de control, cables eléctricos, líneas e inclusive abrazaderas; esto como medida de seguridad previo a continuar con la tarea.

Reabastecimiento de aceite

Para obtener una medición de reabastecimiento adecuada se ubicó la aeronave sobre una superficie nivelada dando paso a la remoción de la tapa de llena; cabe mencionar que la cantidad a suministrar se encuentra tanto en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave como el Type Certificate Data Sheet N° A00009CH, los cuales detallan que la cantidad mínima de fluido es 6 cuartos (5.7 l), mientras la cantidad máxima no debe superar los 8 cuartos (7.5 l)

Los motores nuevos u overholeados deben utilizar durante las primeras 25 horas de vuelo aceite mineral; por lo que, en el presente proyecto se utilizó Aeroshell 100. Posterior a

mencionadas horas se deberá reabastecer el aceite de acuerdo a las recomendaciones para la operación de la aeronave.

Figura 40

Reabastecimiento de aceite



Nota. Se llena el sumidero de aceite con 8 cuartos de mencionado lubricante.

Instalación de batería

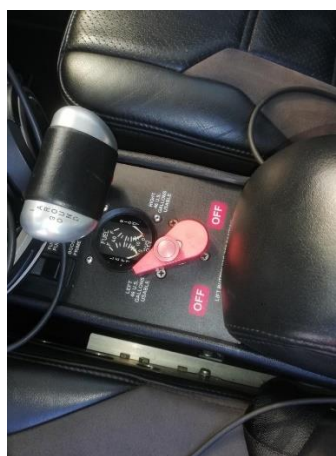
Gill G-243 es una batería de plomo-acido de carga seca, se compone de 12 celdas y suministra 24 voltios DC; pertenece a los productos de Teledyne Battery; al ser una batería nueva se efectuó la activación, de acuerdo al service information TBP 1560 y el manual de servicio de la batería de la aeronave de ácido-plomo de carga seca; utilizando únicamente electrolito como material consumible durante 8 a 12 horas de carga a corriente constante hasta obtener un rango de 1.275 a 1.295 de gravedad específica o 32 voltios durante la carga, debido a que posterior a la desconexión se estabilizara.

Figura 41*Batería GILL 243*

Nota. Bateria Gill 243.

Cambio de posición de válvula de combustible

Se coloca la válvula selectora de combustible en posición ON, abriendo las palancas de throttle y mezcla a su máxima apertura; posterior se encendió la bomba auxiliar de combustible también denominada bomba eléctrica para determinar la poca o nula existencia de fugas en las líneas de combustible.

Figura 42*Válvula de combustible*

Nota. Se coloca el selector de combustible a la posición on.

Chequeos funcionales y operacionales

Conforme con el manual del fabricante del componente clase A, se prohíbe volar hasta que el motor cumpla adecuadamente con todos los chequeos operativos en tierra; así como posteriormente en vuelo, el cual solo será permitido como prueba. Adicional, se debe realizar las tareas detallados en la tabla a continuación después de que se ha instalado un motor nuevo:

Figura 43

Pre requisitos de operación del motor

Sequence	Requirement	Section Reference
1	Prepare the engine for operation	Maintenance Preflight Inspection
2	Check Engine Operation	Engine Operational Check
3	Complete the Engine Operational Checklist	Operational Checklist
4	Perform Flight Check	"Flight Check" in Section 7-2.3 ¹

Nota. Tomado de (Continental Motors, 2013)

Inspección de mantenimiento previa al vuelo

Como el título especifica, se debe realizar una inspección previa al vuelo a todos los componentes como hélice, motor y célula; casi la totalidad de los ítems son chequeos visuales en busca de FOD, daños como rajaduras, ferretería o componentes mal desconectados.

Sin embargo, los ítems también abarcan la verificación de cables de control, el rango de las palancas; inspección y purga del sistema de combustible, en el cual al no existir contaminación se procede a reabastecer los tanques de combustible; de manera similar, se chequea el nivel del aceite del motor y la nula existencia de obstrucción en el orificio de respiración.

Inspección operacional y funcional del sistema de combustible

Se realizó inspección funcional en el sistema de inyección de combustible, de manera específica referente a la configuración de la bomba de mencionado sistema; con la guía de la directiva de servicio de información SID 97-3 y/o el chapter 73-20, de la página 2 hasta la 6 del airplane maintenance manual. No obstante, el manual del fabricante también proporciona procedimientos para los chequeos operaciones del sistema de combustible para el cual se necesitó herramientas de precisión como los manómetros calibrados.

Figura 44

Valores de ajuste del sistema de combustible

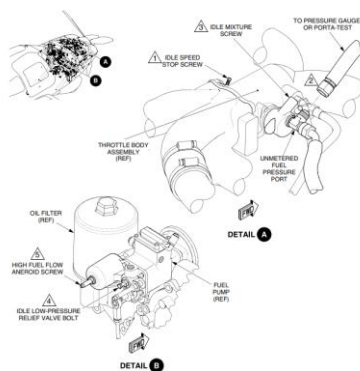
Idle and FULL POWER Fuel Pressures and Flows						
Engine ¹	Prop. RPM	Manifold Absolute Pressure (MAP)	Unmetered Pump PSI ²	Metered Nozzle PSI ³	Fuel (lbs/hr) ⁴	Fuel (gal/hr) ⁴
IO-550-C ⁶	600 2700	-	8.0 - 10.0 31.6 - 37.8	- 17.6 - 19.6	- 152 - 160	- 25.9 - 27.3
IO-550-D, E, F, L ⁶	600 2700	-	8.0 - 10.0 32.0 - 36.0	- 17.2 - 20.0	- 143 - 155	- 24.4 - 26.4
IO-550-G	600 2500	-	8.0 - 10.0 22.0 - 26.0	- 14.7 - 16.0	- 125 - 130	- 21.3 - 22.1
IO-550-N, P, R	600 2700	-	8.0 - 10.0 28.0 - 30.0	- 19.0 - 21.3	- 150 - 160	- 25.6 - 27.3
TSIO-550-B	600 2700	- 38.0	7.0 - 9.0 32.0 - 36.0	- 15.3 - 16.9	- 241 - 252	- 41.0 - 42.9
TSIO-550-C	600 2600	- 35.5	7.0 - 9.0 32.0 - 36.0	- 15.3 - 16.9	- 212 - 222	- 36.1 - 37.8
TSIO-550-E	600 2700	- 38.5	7.0 - 9.0 32.0 - 36.0	- 15.3 - 16.9	- 244 - 254	- 41.5 - 43.3
TSIO-550-G	600 2700	- 34.0	7.0 - 9.0 20.5 - 28.5	- 12.4 - 13.6	- 201 - 211	- 35.2 - 35.9
TSIO-550-G MOONEY ¹²	600 2500	- 33.5	7.0 - 9.0 20.0 - 23.0	- 10.4 - 11.6	- 177 - 180	- 30.0 - 30.7
TSIO-550-K, N	600 2500	- 37.5	7.0 - 9.0 20.5 - 28.5	- 14.2 - 14.8	- 210 - 220	- 35.8 - 37.5
TSIOL-550-A	600 2600	- 35.0	5.5 - 6.5 32.5 - 35.5	- 17.0 - 19.0	- 170 - 180	- 29.0 - 30.7
TSIOL-550-B	600 2700	- 35.0	6.0 - 8.0 36.0 - 40.0	- 20.0 - 22.5	- 175 - 185	- 29.8 - 31.5
TSIOL-550-C	600 2600	- 39.5	6.0 - 8.0 37.0 - 40.0	- 15.0 - 16.5	- 204 - 216	- 34.8 - 36.8

Nota En el Standard practice manual se encontró los valores de ajuste del sistema de combustible. Obtenido de (*Publication M-0 CHANGE 3 MAINTENANCE MANUAL STANDARD PRACTICE FOR SPARK IGNITED ENGINES*, 2016)

Inicialmente se aflojó el tapón del puerto de presión de combustible no medido para conectar la manguera del manómetro, ajuste las conexiones; posterior se coloca la palanca de throttle y mezcla completamente hacia la parte delantera. Se revisa periódicamente los indicadores, estos deben permanecer en el mismo rango de elevación que los instrumentos de los componentes de inyección de combustible; en caso de encontrar fuga, actúe inmediatamente.

Figura 45

Unmetered fuel pressure port



Nota. Obtenido de (Cirrus Design, 2020c)

Figura 46

Bomba de combustible

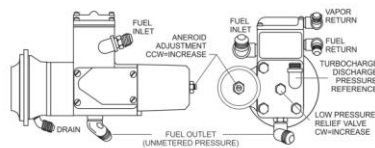


Figure 6-42. Aneroide Equipped Fuel Pump, Turbocharged Engine

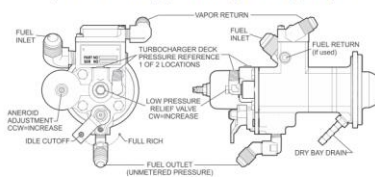


Figure 6-43. Aneroide and Mixture Control Equipped Fuel Pump, Turbocharged Engine

Nota. Puntos de ajustes en la bomba de combustible. Obtenido de (*Publication M-0 CHANGE 3 MAINTENANCE MANUAL STANDARD PRACTICE FOR SPARK IGNITED ENGINES*, 2016)

Chequeo funcional y operacional de aeronave

Subsecuente, se efectuó el chequeo tanto funcional como operacional de la aeronave detallada en el chapter 5-30 para detectar anomalías y/o mal funcionamiento de la misma; las guías abarcan diversos sistemas por lo que, para realizar las verificaciones el motor debe estar encendido; en virtud de lo cual el mecánico de mantenimiento no debe permitir que nadie ajeno a la tarea se acerque a la hélice durante este proceso; evitando lesiones y/o daños a individuos, personal de trabajo o equipos; de igual manera, durante el chequeo se debe evitar temperaturas altas en el motor, ya que los grados de temple de arranque deben ser similares a los que se producen en vuelo.

Chequeo operacional del sistema de aceite

Durante la inspección de la aeronave se debe realizar el presente chequeo, siendo de suma importancia un arranque normal del motor para que las temperaturas del mismo se mantengan dentro de los límites. Por otro lado, durante la examinación de presión de aceite esta no debe exceder el rango de 30 a 60 psi cuando la aeronave se encuentra en vuelo crucero, en caso de ser necesario se debe realizar ajustes de acuerdo a lo estipulado en el manual de fabricante del motor.

Instalación de los cowlings del motor

Como penúltimo paso se instalaron los cowlings; sin embargo, antes se realizó una inspección visual al compartimento del motor, comprobando las conexiones a tierra de los magnetos, ajuste de líneas y/o mangueras de los diversos sistemas, etc. Por otra parte, a fin de evitar perjuicios en la parte delantera del cowling superior, se coloca una pala de la hélice verticalmente hacia arriba, lo cual brindó facilidad para colocar los cowlings inferiores; en dicho proceso se conectó el plug de la luz de tren de aterrizaje, tornillos de sujeción de drenaje de combustible del manifold y ductos de entrada de aire.

Figura 47

Instalación de capotas del motor

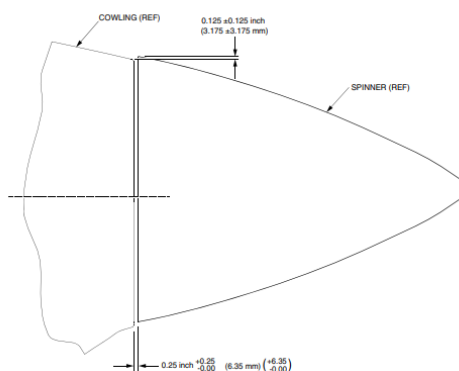


Nota. Asegurando la capota inferior lateral derecha con la ayuda de un destornillador de estrella.

Se posicionó el cowling superior en la ubicación respectiva enlazando el conjunto de capotas por medio de tornillos; subsecuente, se ejecutó el chequeo de comprobación de ajuste de la cubierta midiendo el espacio entre el spinner de la hélice y el cowling, cuyo resultado debe ser $0.25+0,25/- 0.0$ pulgadas.

Figura 48

Valores de separación de las capotas



Nota. Tomado de (Cirrus Design, 2020b)

Cambio de posición de circuits breaker.

Se restableció los disyuntores de conv. lights y del compresor de aire acondicionado; a continuación, se llevó a cabo una prueba funcional del sistema de aire acondicionado, en consecuencia, se situó en el icono de copo de nieve la perilla de control de temperatura, a fin de verificar visualmente el encendido de la luz del sistema y comprobar el funcionamiento del mismo pasado cinco minutos respecto al encendido; al obtener un resultado inicial favorable se movió la perilla a cada una de las posiciones con el objetivo de examinar su condición.

Terminado el proceso de restablecimiento, verificaciones operacionales, así como funcionales, se apaga el motor según las instrucciones detalladas en el Pilot's Operation Handbook.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La documentación técnica es vital para llevar a cabo las tareas de mantenimiento; por lo que, se analizó cada uno de estos previo al desmontaje y montaje del motor TSIO-550-K.
- Al ser una empresa regida a la RDAC 135, el manual general de mantenimiento no permite que el personal de planta realice mantenimientos mayores como la remoción e instalación de componentes clase A sin supervisión de un técnico especializado y autorizado por una Organización de Mantenimiento Aprobada.
- Se necesita un área de trabajo adecuada para realizar las tareas aplicables por tiempo límite o condición de los componentes; además, debe estar libre de objetos extraños que puedan causar daño a los componentes, o personal que se encuentra trabajando.

Recomendaciones

- Revisar constantemente los documentos que nos dan las pautas para poder ejecutar el mantenimiento adecuado según las normas de electrónicos.
- Al no tener habilitaciones para efectuar las tareas designadas en el mantenimiento se requiere contratar una organización de mantenimiento aprobada; así llevando a cabo los mantenimientos mayores.
- Se recomienda tener el área de trabajo ordenada evitando de esta forma perjuicios, contaminación; además de facilitar el movimiento de equipos y herramientas.

Bibliografía

CIRRUS AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL CHAPTER 74-20: DISTRIBUTION MODELS SR22 AND SR22T GENERAL 1 Distribution. (2016).

Cirrus Design. (2020a). *CIRRUS AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL CHAPTER 71-00: POWER PLANT MODELS SR22 AND SR22T GENERAL 1 Power Plant.*

Cirrus Design. (2020b). *CIRRUS AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL CHAPTER 71-10: COWLING MODELS SR22 AND SR22T GENERAL 1 Cowling.*

Cirrus Design. (2020c). *CIRRUS AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL CHAPTER 73-20: CONTROLLING MODELS SR22 AND SR22T GENERAL 1.*

Cirrus Design Corporation. (2017). *PILOT'S OPERATING HANDBOOK AND FAA APPROVED AIRPLANE FLIGHT MANUAL for the CIRRUS SR22T.*

Cirrus Design Corporation. (2021). *CIRRUS AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL CHAPTER 72-00: ENGINE MODELS SR22 AND SR22T GENERAL 1 Engine 72-00: ENGINE 1. General.*

Conecta Air S.A. (s/f). *ConectaAir | Vuelos privados | Executive Flights.* Recuperado el 16 de febrero de 2023, de <https://www.conectaaair.com/>

Continental Motors. (2013). *Publication M-18 CHANGE 1 TSIO-550-B C E G K N CONTINENTAL ® AIRCRAFT ENGINE PERMOLD SERIES ENGINE MAINTENANCE AND OVERHAUL MANUAL Technical Portions Accepted by the Federal Aviation Administration.* <http://continentalmotors.aero>.

Illustrated Parts Catalog. (s/f). Recuperado el 7 de febrero de 2023, de <http://continental.aero/support/illustrated-parts-catalog.aspx>

Publication M-0 CHANGE 3 MAINTENANCE MANUAL STANDARD PRACTICE FOR SPARK IGNITED ENGINES. (2016).

Anexos