



Rehabilitación del motor CONTINENTAL O-200-A de la aeronave CESSNA 150M según la documentación técnica del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Sede Latacunga

Barros Raza, Juan Patricio

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

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

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés

22 de febrero del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido

Document Information

| | |
|-------------------|---|
| Analyzed document | MONOGRAFIA BARROS PATRICIO.pdf (D158904175) |
| Submitted | 2/17/2023 2:52:00 PM |
| Submitted by | Juan Carlos Altamirano |
| Submitter email | jc.altamiranoc@uta.edu.ec |
| Similarity | 3% |
| Analysis address | jc.altamiranoc.uta@analysis.orkund.com |



Sources included in the report

| | | |
|-----------|---|---|
| W | URL: http://desarrollodeaviones.blogspot.com/p/historia-de-la-aviacion-en-ecuador.html Fetched: 2/17/2023 2:53:00 PM | 2 |
| SA | GUALOTUÑA MORALES ROLANDO SANTIAGO.docx Document GUALOTUÑA MORALES ROLANDO SANTIAGO.docx (D54558994) | 1 |
| W | URL: https://docplayer.es/224670223-Inspeccion-de-500-horas-en-el-conjunto-de-magnetos-del-motor-co... Fetched: 2/16/2023 9:22:49 PM | 1 |
| SA | ANTEPROYECTO.1 - TESIS.pdf Document ANTEPROYECTO.1 - TESIS.pdf (D40317572) | 7 |

Activar
7
e a Conf

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO / TESIS JESSICA DAMIBEZ urkund.pdf



firmado electrónicamente por:
ESTEBAN ANDRES
AREVALO RODRIGUEZ

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Estaban Andrés

Director



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Mecánica Aeronáutica

Certificación

Certifico que la Monografía, “**Rehabilitación del motor CONTINENTAL O-200-A de la aeronave CESSNA 150M según la documentación técnica del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Sede Latacunga**” fue realizado por el señor **Barros Raza, Juan Patricio**, 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



Firmado electrónicamente por:
**ESTEBAN ANDRÉS
AREVALO RODRIGUEZ**

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés

C.C: 0604248062



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Mecánica Aeronáutica

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Barros Raza, Juan Patricio** con cédula de ciudadanía N° 185010217-7 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Rehabilitación del motor CONTINENTAL O-200-A de la aeronave CESSNA 150M según la documentación técnica del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Sede Latacunga”**, 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

Barros Raza, Juan Patricio

C.C: 185010217-7



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Mecánica Aeronáutica

Autorización de Publicación

Yo, **Barros Raza, Juan Patricio**, con cedula de ciudadanía N° 185010217-7 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: “**Rehabilitación del motor CONTINENTAL O-200-A de la aeronave CESSNA 150M según la documentación técnica del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Sede Latacunga**” en el Reposito Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 22 de febrero del 2023

Barros Raza, Juan Patricio

C.C: 185010217-7

Dedicatoria

Mi presente proyecto de graduación, se la dedico principalmente a mi Dios que me permitió que cumpliera uno de mis anhelos propuestos en mi vida, por brindarme las fuerzas suficientes para seguir adelante y no desmayar en cada obstáculo que se me presentaba, enseñándome el verdadero significado de lo que es perseverancia y humildad. A la vez de una manera muy especial la quiero dedicarlo a mis padres que siempre han estado para guiarme por el camino del éxito y formarme como la persona que soy.

A mi madre por a ver estado en cada momento conmigo tras las duras noches de constante trabajo y deberes que tenía por realizar, nunca me faltó pues ella siempre estuvo atenta conmigo con sanos consejos y fuertes palabras de aliento.

A mi padre por ser el pilar fundamental de mi familia y por ayudarme a seguir a delante con mis duros objetivos, a él por haberme mostrado que siempre la valentía, perseverancia, y humildad, es todo lo que una persona debe tener para realizar o conseguir cualquier meta en la vida. A mis abuelitos que a pesar de que ya no los tengo a todos presentes han estado apoyándome con sanos consejos y bríndame una mano en mi vida durante todo el transcurso de mis estudios.

Finalmente quiero dedicar mi proyecto de graduación a mis tíos y primos que han puesto toda su confianza en mí y que me han apoyado de alguna manera, y a todas las personas que han formado parte de este proyecto y que creyeron mucho en mi desde el inicio.

BARROS RAZA JUAN PATRICIO

Agradecimiento

Ante todo, agradezco a Dios por haberme brindado toda su bendición y colocado en el camino correcto con los seres queridos en mi vida donde tengo muchos momentos de alegría y otros de tristezas, pero ante todo muchos buenos recuerdos en el desarrollo de mi carrera hasta este punto de mi vida.

Ante todo, quiero agradecer a mis padres pues son ellos mis los principales promotores y guías de mis sueños, gracias a ellos que me enseñaron a crecer y creer en mi cada uno de mis días, a mi madre por acompañarme arduamente durante las largas noches de estudio; gracias a mi padre por siempre desearme y anhelar siempre lo mejor para el sendero de mi vida, gracias por cada consejo y sabias palabras que me brindaron y a mi hermanita que siempre está a mi lado aunque nos molestemos siempre, le agradezco porque sin ella no sería un mejor humano y ejemplo para ella. Como no agradecer a mis profesores, que, durante toda mi trayectoria universitaria, y sin contar cada día en las aulas aprendía nuevos conocimiento y experiencias que me brindaban cada uno de ellos, especialmente a mi director de proyecto Andrés Arévalo, quien se ha convertido un amigo en el cual puedo confiar en el transcurso del proyecto.

Finalmente quiero agradecer de todo corazón a mis abuelitos y mis tíos que han sido como mis segundos padres en mi vida por todo su apoyo incondicional y su cariño, como también a todos mis amigos y compañeros que obtener realizado en el transcurso de mi vida, gracias por su amistad y su ayuda para formarme profesionalmente y generar conocimientos sobre esta hermosa carrera.

BARROS RAZA JUAN PATRICIO

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| Carátula | 1 |
| Reporte de verificación de contenido | 2 |
| Certificación | 3 |
| Autoría de responsabilidad | 4 |
| Autorización | 5 |
| Dedicatoria | 6 |
| Agradecimiento | 7 |
| Índice de contenidos | 8 |
| Índice de figuras | 13 |
| Índice de tablas | 16 |
| Resumen | 17 |
| Abstract | 18 |
| Capitulo I:Tema | 19 |
| Antecedentes | 19 |
| Planteamiento del problema | 20 |
| Justificación e importancia | 21 |
| Objetivos | 23 |
| Objetivo general | 22 |
| Objetivos específicos | 22 |
| Alcance | 22 |
| Capitulo II: Marco teorico | 23 |

| | |
|---|-----------|
| Breve historia de la aviación..... | 23 |
| Historia de la aviación civil en ecuador | 25 |
| Historia de la Aeronave Cessna 150M | 26 |
| <i>Especificaciones de la aeronave</i> | 28 |
| Motores recíprocos | 29 |
| Banco de pruebas..... | 31 |
| Motor continental O-200-A..... | 32 |
| <i>Especificaciones del motor continental O-200-A.....</i> | 33 |
| <i>Accesorios del motor continental O-200-A</i> | 33 |
| Componentes del motor continental O-200 | 34 |
| <i>Caja de cigüeñal.....</i> | 35 |
| <i>Cigüeñal</i> | 35 |
| <i>Árbol de levas.....</i> | 37 |
| <i>Biela.....</i> | 37 |
| <i>Propulsores hidráulicos de válvulas</i> | 38 |
| <i>Varillas de empuje y carcasas.....</i> | 39 |
| <i>Pistón</i> | 40 |
| <i>Cilindro.....</i> | 41 |
| <i>Válvulas.....</i> | 42 |
| <i>Resortes de válvulas</i> | 42 |
| <i>Balancines y ejes.....</i> | 43 |

| | |
|---|----|
| <i>Cubierta de la caja del cigüeñal</i> | 44 |
| <i>Secuencia de engranajes</i> | 45 |
| Sistema de lubricación | 45 |
| Refrigeración..... | 47 |
| Sistema de alimentación de combustible..... | 48 |
| Sistema de inducción..... | 50 |
| Sistema de ignición..... | 51 |
| <i>Magnetos</i> | 52 |
| <i>Bujías</i> | 53 |
| <i>Interruptor de ignición</i> | 54 |
| Sistema eléctrico | 55 |
| <i>Batería</i> | 55 |
| <i>Alternador</i> | 56 |
| <i>Motor de arranque (STARTER)</i> | 57 |
| <i>Interruptor maestro</i> | 57 |
| <i>Interruptor de circuito</i> | 58 |
| Hélice 59 | |
| Controles del motor..... | 60 |
| <i>Control de mezcla</i> | 60 |
| <i>Control de potencia</i> | 60 |
| <i>Calentador del carburador</i> | 60 |

| | |
|--|----|
| Indicadores del motor | 61 |
| <i>Tacómetro</i> | 61 |
| <i>Indicador de presión de aceite</i> | 61 |
| <i>Indicador de temperatura de aceite</i> | 62 |
| Capitulo III: Desarrollo del tema..... | 63 |
| Condiciones que presenta el motor continental O-200-A. | 63 |
| Recopilación de la información técnica para la rehabilitación del motor Continental O-200-A | 64 |
| <i>Limpieza e inspección del motor continental O-200-A</i> | 65 |
| <i>Compresión de cilindros</i> | 66 |
| <i>Remoción del cilindro numero 1</i> | 70 |
| Limpieza e inspección del cilindro numero 1 | 71 |
| <i>Limpieza de los componentes del cilindro N°1</i> | 72 |
| <i>Limpieza de los rines del pistón</i> | 73 |
| Instalación del cilindro numero 1 | 73 |
| Remoción del sistema de inducción y del carburador | 74 |
| <i>Limpieza del sistema de inducción y del carburador</i> | 75 |
| <i>Inspección del sistema de inducción y del carburador</i> | 76 |
| <i>Instalación del sistema de inducción y del carburador</i> | 76 |
| Sistema de ignición..... | 78 |
| Sistema de alimentación de combustible..... | 79 |
| Limpieza e inspección del sistema de escape..... | 80 |

| | |
|---|-----|
| <i>Remoción del sistema de escape</i> | 81 |
| <i>Instalación del sistema de escape</i> | 81 |
| Inspección del control de mezcla | 82 |
| <i>Remoción del control de la mezcla</i> | 83 |
| <i>Instalación de control de mezcla</i> | 83 |
| Limpieza e inspección de la bomba de vacío | 84 |
| <i>Remoción de la bomba de vacío</i> | 85 |
| <i>Instalación de la bomba de vacío</i> | 86 |
| Sistema de lubricación | 86 |
| Pruebas de operación | 87 |
| Análisis económico | 89 |
| Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones | 92 |
| Conclusiones | 92 |
| Recomendaciones | 94 |
| Glosario..... | 95 |
| Abreviaturas..... | 105 |
| Bibliografía..... | 107 |
| Anexos | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 <i>EL TELEGRAFO</i> ----- | 24 |
| Figura 2 <i>Cessna 150M</i> ----- | 28 |
| Figura 3 <i>Motor alternativo</i> ----- | 30 |
| Figura 4 <i>Motor reciproco O-200</i> ----- | 32 |
| Figura 5 <i>La caja del cigüeñal</i> ----- | 35 |
| Figura 6 <i>Cigüeñal</i> ----- | 36 |
| Figura 7 <i>Árbol de levas</i> ----- | 37 |
| Figura 8 <i>Biela</i> ----- | 38 |
| Figura 9 <i>Propulsores hidráulicos de válvulas</i> ----- | 39 |
| Figura 10 <i>Varillas de empuje y carcasas</i> ----- | 39 |
| Figura 11 <i>Pistón</i> ----- | 40 |
| Figura 12 <i>Cilindros</i> ----- | 41 |
| Figura 13 <i>Válvulas</i> ----- | 42 |
| Figura 14 <i>Resorte de Válvulas</i> ----- | 43 |
| Figura 15 <i>Balancines y ejes</i> ----- | 44 |
| Figura 16 <i>Cubierta de la caja del cigüeñal</i> ----- | 44 |
| Figura 17 <i>Cubierta de la caja del cigüeñal</i> ----- | 45 |
| Figura 18 <i>Aceite mineral 100</i> ----- | 46 |
| Figura 19 <i>Aceite sintético W100plus</i> ----- | 46 |
| Figura 20 <i>Aletas de ventilación de los cilindros</i> ----- | 47 |
| Figura 21 <i>Refrigeración del motor</i> ----- | 48 |
| Figura 22 <i>Sistema de inducción</i> ----- | 51 |
| Figura 23 <i>Sistema de ignición</i> ----- | 52 |
| Figura 24 <i>Magnetos</i> ----- | 53 |
| Figura 25 <i>Bujías</i> ----- | 54 |

| | |
|---|----|
| Figura 26 <i>Llave de encendido</i> ----- | 55 |
| Figura 27 <i>La batería</i> ----- | 56 |
| Figura 28 <i>Alternador</i> ----- | 56 |
| Figura 29 <i>Motor de arranque</i> ----- | 57 |
| Figura 30 <i>Interruptor maestro</i> ----- | 58 |
| Figura 31 <i>Interruptor de circuito</i> ----- | 58 |
| Figura 32 <i>Hélice</i> ----- | 59 |
| Figura 33 <i>Controles del motor</i> ----- | 60 |
| Figura 34 <i>Tacómetro</i> ----- | 61 |
| Figura 35 <i>Indicador de presión de aceite</i> ----- | 62 |
| Figura 36 <i>Indicador de temperatura del aceite</i> ----- | 62 |
| Figura 37 <i>Vista lateral del motor O-200-A</i> ----- | 64 |
| Figura 38 <i>Limpieza del motor O-200-A para una próxima inspección</i> ----- | 66 |
| Figura 39 <i>Medida del nivel de compresión del cilindro N°1</i> ----- | 68 |
| Figura 40 <i>Medida del nivel de compresión del cilindro N°2</i> ----- | 69 |
| Figura 41 <i>Medida del nivel de compresión del cilindro N°3</i> ----- | 69 |
| Figura 42 <i>Medida del nivel de compresión del cilindro N°4</i> ----- | 69 |
| Figura 43 <i>Remoción de los tubos de admisión y el sistema de escape del cilindro N°1</i> ----- | 70 |
| Figura 44 <i>Remoción de los componentes del cilindro</i> ----- | 71 |
| Figura 45 <i>Remoción del cilindro N°1</i> ----- | 71 |
| Figura 46 <i>Limpieza e inspección del cilindro N°1</i> ----- | 72 |
| Figura 47 <i>Limpieza de los componentes del cilindro</i> ----- | 72 |
| Figura 48 <i>Limpieza de los rines del pistón</i> ----- | 73 |
| Figura 49 <i>Instalación del cilindro N°1</i> ----- | 74 |
| Figura 50 <i>Remoción del sistema de inducción</i> ----- | 75 |
| Figura 51 <i>Limpieza del carburador</i> ----- | 75 |

| | |
|---|----|
| Figura 52 <i>Inspección del sistema de inducción</i> | 76 |
| Figura 53 <i>Instalación de los ductos de admisión</i> | 77 |
| Figura 54 <i>Instalación del sistema de inducción</i> | 78 |
| Figura 55 <i>Instalación del sistema de ignición</i> | 79 |
| Figura 56 <i>Reparación de los tanques de combustible</i> | 80 |
| Figura 57 <i>Inspección del sistema de escape</i> | 80 |
| Figura 58 <i>Remoción del sistema de escape</i> | 81 |
| Figura 59 <i>Instalación del sistema de escape</i> | 82 |
| Figura 60 <i>Inspección del control de la mezcla</i> | 82 |
| Figura 61 <i>Remoción del control de la mezcla</i> | 83 |
| Figura 62 <i>Instalación del control de la mezcla</i> | 84 |
| Figura 63 <i>Inspección de la bomba de vacío</i> | 85 |
| Figura 64 <i>Remoción de la bomba de vacío</i> | 85 |
| Figura 65 <i>Instalación de la bomba de vacío</i> | 86 |
| Figura 66 <i>Lubricación del motor Continental O-200-A</i> | 87 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Especificaciones de la aeronave Cessna 150</i> | 28 |
| Tabla 2 <i>Especificaciones del motor continental O-200-A</i> | 33 |
| Tabla 3 <i>Accesorios del motor continental O-200-A</i> | 33 |
| Tabla 4 <i>Resultados de la compresión de cilindros</i> | 68 |
| Tabla 5 <i>Prueba operacional 1</i> | 87 |
| Tabla 6 <i>Prueba operacional 2</i> | 88 |
| Tabla 7 <i>Prueba operacional 3</i> | 88 |
| Tabla 8 <i>Costos de mecanismos y componentes</i> | 90 |
| Tabla 9 <i>Total de gastos primarios</i> | 90 |
| Tabla 10 <i>Costos secundarios</i> | 91 |
| Tabla 11 <i>Costos Totales</i> | 91 |

Resumen

El presente proyecto de graduación detalla los procesos necesarios y específicos para la rehabilitación del motor continental O200-M de la aeronave CESSNA 150M con matrícula N2919V perteneciente a la “Sección de Gestión de Tecnologías-ESPE”. Inicialmente se detalla y se indica el tema del proyecto de graduación con los respectivos objetivos para obtener los resultados deseados. Dentro del marco teórico está previsto informar sobre los detalles general e historia de la aeronave CESSNA 150M con matrícula N2919V, especialmente detalla la información de los sistemas de refrigeración del motor de la aeronave. Entonces, durante el desarrollo del tema se van a especificar todos los procesos que se llevaron a cabo durante la inspección de cada uno de los sistemas del motor Continental O-200-A, orientándonos en la información obtenida de manuales y siguiendo cada uno de los procesos técnicos estipulados en dichos manuales, en base a la ayuda de equipos específicos y herramientas para lograr que se dé satisfactoriamente el progreso de este proyecto de graduación. Finalmente, con aporte de esta aeronave, la Sección de Gestión de Tecnologías-ESPE contará con un nuevo material de aprendizaje para los docentes y estudiantes, con la finalidad de incrementar intelecto en el campo de la aviación.

Palabras clave: Motor CONTINENTAL O-200-A, aeronave CESSNA 150M, inspección, rehabilitación.

Abstract

This graduation project details the necessary and specific processes for the rehabilitation of the continental O200-M engine of the CESSNA 150M aircraft with registration N2919V belonging to the "Sección de Gestión de Tecnologías-ESPE". Initially, the subject of the graduation project is detailed and indicated with the respective objectives to obtain the desired results. Within the theoretical framework, it is planned to report on the general details and history of the CESSNA 150M aircraft with registration N2919V, especially detailing the information on the aircraft's engine cooling systems. Then, during the development of the topic, all the processes that were carried out during the inspection of each of the Continental O-200-A engine systems will be specified, guiding us on the information obtained from manuals and following each of the steps. technical processes stipulated in said manuals, based on the help of specific equipment and tools to ensure that the progress of this graduation project is carried out satisfactorily. Finally, with the contribution of this aircraft, the Technology Management Section-ESPE will have a new learning material for teachers and students, in order to increase intellect in the field of aviation.

Keywords: CONTINENTAL O-200-A engine, CESSNA 150M aircraft, inspection, rehabilitation.

Capítulo I

Tema

Rehabilitación del motor CONTINENTAL O-200-A de la aeronave CESSNA 150M según la documentación técnica del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Sede Latacunga.

Antecedentes

En Ecuador, la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE es una institución creada para la formación de ingenieros y tecnólogos en las diferentes áreas específicas y técnicas logrando posicionarse sólidamente en el ámbito académico y a la vez capaces de contribuir con sus conocimientos en el campo laboral.

Las autoridades, personal docente y administrativo de alto nivel, se han encargado de entregar al país y a la sociedad los mejores profesionales, pensando en el avance progresivo permanente de la institución y de la carrera en especial, de tal forma que los estudiantes que deseen recibir la formación tecnológica en Mecánica Aeronáutica, como profesión se sientan orgullosos del nivel alcanzado.

Para satisfacción de la comunidad universitaria se han construido laboratorios teórico-prácticos en ella se encuentran implementados, laboratorios, talleres, aviones escuela los cuales permiten al docente complementar la educación hacia el estudiante con la finalidad de incrementar los conocimientos en cada estudiante de la carrera de Mecánica Aeronáutica y logrando así formar profesionales prácticos e íntegros dentro de la sociedad.

La aeronave Cessna 150M donada a la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE, servirá para la aplicación práctica de los estudiantes en un motor recíproco y a la vez con todos los sistemas funcionales de esta aeronave.

La aeronave Cessna 150M es poseedora de varios sistemas que incluyen los instrumentos del motor de la misma aeronave, es fundamental y de suma importancia que los sistemas de la aeronave cuenten con un buen funcionamiento, porque esto fortalecerá a la instrucción en el estudio de Mecánica Aeronáutica.

La Sección de Gestión de Tecnologías, cuenta con el privilegio de ser el único Centro de Instrucción Aeronáutica Civil (CIAC) en el país, el cual es certificado por la DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL bajo la RDAC parte 147, el mismo que le permite otorgar el perfeccionamiento de destrezas y habilidades en los estudiantes.

Planteamiento del problema

La Sección De Gestión de Tecnologías en base a la especialidad de Mecánica Aeronáutica cuenta con laboratorios y aeronaves escuela para brindar la instrucción técnica hacia los estudiantes facilitando de manera significativa las prácticas en relación con los temas generales y específicos de aeronáutica, potencializando así el aprendizaje en los alumnos de Mecánica Aeronáutica.

El centro de capacitación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la especialidad de Mecánica Aeronáutica cuenta con una variedad de motores alternativos y aeronaves los mismos que a partir de una pandemia global han presentado inconvenientes en sus diversos sistemas de funcionamiento, destacando los diferentes sistemas presentes en el motor continental O-200-A de la aeronave CESSNA 150M. Actualmente se debe tener en cuenta que la ubicación de las aeronaves dentro de la institución no cuenta con las instalaciones adecuadas para su preservación, lo cual viene a ser un problema y causa fundamental para el deterioro de los sistemas de funcionamiento.

En vista de los daños presentados en la aeronave Cessna 150 M se ha procurado a realizar un proceso de mantenimiento del motor Continental O-200-A de la aeronave CESSNA

150M. Para lo cual se ha visto necesario el desarrollo de un proceso de mantenimiento, para la conservación y buen funcionamiento del sistema dentro de la aeronave.

Justificación e importancia

La construcción de este trabajo investigativo permite generar una experiencia productiva dentro de la comunidad estudiantil ya que logra poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica, de tal forma que se logre cumplir con el objetivo principal de estudio presentado, ya que en ellos se plasman todos los conocimientos prácticos y teóricos recopilados a lo largo de la carrera y que a la vez se da una gran aplicación en el ámbito profesional.

Al realizar el presente trabajo nos permite desarrollar habilidades prácticas mediante el proceso de inspección del motor alternativo Continental O-200-A, perteneciente a la aeronave CESSNA 150M. En este se realiza la inspección general del motor, sus cilindros, bujías y sumidero en forma técnica y eficiente. Mediante el proceso de rehabilitación del motor alternativo, a la vez se realiza la protección del sistema de la aeronave, preservando el motor y alargando la vida útil de sus componentes.

El mantenimiento del motor Continental O-200-A es muy indispensable debido a que a lo largo de la pandemia no se ha llevado a cabo ningún tipo de inspección en el motor de la aeronave CESNA 150M y este es indispensable para la conservación y preservación del motor de la aeronave en la institución.

La Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE en la especialidad de Mecánica aeronáutica al disponer de un motor en condiciones óptimas y operativas obtendrá un gran aporte tecnológico en beneficio de los estudiantes, debido a que el conocimiento práctico lo podrán desempeñar de manera satisfactoria dentro del motor de la aeronave conociendo así gran parte de su funcionamiento y de sus componentes.

Objetivos

Objetivo general

Rehabilitar el sistema encendido del motor CONTINENTAL O-200-A, a partir de la información establecida en los manuales técnicos, para la protección y preservación del motor y su sistema en general, de tal manera que se obtendrán resultados altamente satisfactorios para la comunidad universitaria.

Objetivos específicos

- Investigar y analizar la información técnica y específica de los manuales para la inspección y mantenimiento del motor continental O-200-A.
- Desarrollar una inspección general de rutina del motor Continental O-200-A mediante la información técnica requerida y los servicios de boletín emitidos por el fabricante.
- Verificar los daños presentes en el motor Continental O-200-A, por medio de las referencias técnicas de los manuales provistos por el fabricante del motor, corrigiendo los daños encontrados en los sistemas del motor de la aeronave CESSNA 150M.

Alcance

El presente trabajo aportará enormemente a los estudiantes de la especialidad de Mecánica Aeronáutica, debido a que conjuntamente con el docente podrá analizar el correcto funcionamiento del motor CONTINENTAL O-200-A dentro de la aeronave CESSNA 150M, al contener un motor que se encuentre en condiciones óptimas y funcionales dentro del departamento de Sección de Gestión Tecnología de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Capítulo II

Marco teórico

Breve historia de la aviación.

El Ecuador y otros países están incorporados dentro de la comunidad internacional siendo así partícipes de que es la historia de la Aviación Civil.

Para el año del 1911 se da por primera vez el comienzo de lo que será la aviación civil, en la ciudad de Guayaquil se forja un club llamado Club de Tiro Guayas, para que años más tarde tome el nombre de Club Guayas de Tiro y Aviación. El primer ejemplar que el club adquirió por primera vez llegaba para 29 de septiembre de 1913 al país.

La primera persona en pilotear la aeronave es Cosme Renella. Dentro del mismo año en Ecuador se presenta el aviador chileno Clodomiro Figueroa, trayendo con él dos monoplanos, el Tucapel monoplaza y el Bleriot biplaza.

Al culminar la guerra en 1918, los aviadores militares solamente contaban con la inestimable experiencia de vuelo. Varios aviones militares mal adaptados se vendieron a precios mínimos, estas aeronaves fueron adquiridos por los propios aviadores, quienes tenían varios usos.

El 9 de agosto de 1920, llega a Ecuador el "Telégrafo 1", el mismo que es adquirido por la Empresa del Diario "El Telégrafo", mediante ello se presentan aires que conllevan un mejor horizonte otorgado para el desarrollo de la aviación nacional del país.

Elia Liut de nacionalidad italiana fue el piloto pactado por aquella empresa, el mismo era el encargado de acanalar los cielos de la nación ecuatoriana el 4 de noviembre de 1920, Elia Liut fue el primero en pilotear el Telégrafo I, el mismo techaba tres etapas dentro del país:

- Desde la ciudad Guayaquil hacia la ciudad de Cuenca

- Desde la ciudad Cuenca hacia la ciudad de Riobamba
- Desde la ciudad Riobamba hacia la ciudad de Quito

Figura 1

EL TELEGRAFO



Nota. Tomado de (Díaz, 2012)

En agosto de 1946 a la vista del Decreto Ejecutivo se forja la Dirección General de Aviación Civil que serviría dentro del Ecuador, siendo esta la sociedad anexa a la CGA (Comandancia General de Aeronáutica) perteneciente al Ministerio de Defensa Nacional.

Mas tarde en diciembre de 1951 se construye la Junta Consultiva de Aviación Civil, a esta se le otorga al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones hasta julio del año 1963, ulteriormente por motivos de seguridad y tecnicidad nacional se transfiere al Ministerio de Defensa Nacional reiteradamente la Dirección de Aviación Civil y a sus subordinaciones, esta vez como una colectividad anexa al mismo, la cual compete hasta la actualidad.

El país ecuatoriano es miembro de las 185 naciones que actualmente conforman la Organización de Aviación Civil Internacional, puesto que fue uno de los 52 países que asistieron a la célebre Convención de Chicago, por consiguiente, desde la creación de la aviación de Ecuador este es miembro activo de la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil. (Unknown, 2014)

Historia de la aviación civil en Ecuador

Los primeros servicios de transporte aéreo público dentro del Ecuador tienen su origen en 1935, año en el que suscribió un contrato permitiendo así operar a la compañía aérea de origen alemán “Sociedad Colombo-Alemana de Transportes Aéreos, scadtad”, presando sus servicios en el interior del país. Con la entrada de los Estados Unidos en la 2da Guerra Mundial, hizo que esta empresa desapareciera.

Además, la compañía PANAGRA, obtuvo un contrato suscrito con el Gobierno, en donde esta se consagro en ser una de las primeras compañías que presentaba al público vuelos domésticos entre las principales ciudades de la nación ecuatoriana tanto en la sierra (Loja, Quito, Cuenca) y en la costa (Manta, Guayaquil, Esmeraldas). Se efectuaron vuelos comerciales que iban de la ciudad de Guayaquil y la ciudad de Quito en nombre de la Compañía aérea ANDESA, en abril de 1946. Las compañías AREA, TAO y ATESA, nacieron y se desarrollaron a fines de los años cuarenta, estas eran las pioneras de la aviación comercial. Para prestar nuevos servicios internaciones a los usuarios e iniciarse AREA introdujo aeronaves reactores Comet IV.

LIA fue circunspecto de las compañías aéreas, prestando servicios de breves viajes en el traslado de pasajeros que iban desde la ciudad de Quito hasta la ciudad de Guayaquil empleando aeronaves de dos secciones, causando una intensa curiosidad entre los usuarios.

Hace no muchos años la compañía Tame, es la más grande empresa de servicio doméstico dentro del país.

Aerogal también fue una empresa que opero con aeronaves Fairchild F-27 y realizaba las rutas entre la ciudad de Quito hasta la ciudad Cuenca y esta de retorno a la ciudad de Quito también cursaban las rutas desde la ciudad Quito hacia el Coca y viceversa; presentaban también vuelos chárter que circulaban a diferentes ciudades de la nación.

Con la existencia de un sin número de compañías aéreas nacionales mismas que prestan los servicios internacionales tanto de carga, pasajeros y correo, según sea necesario citaremos a la compañía Ecuatoriana de Aviación. La misma fue adquirida por inversionistas ecuatorianos, la base fundamental de su operación inicial unía Guayaquil, Quito, Santiago, Lima, Cali, Panamá y Miami, pero a pesar de las operaciones obtenidas esta tuvo diferentes problemas así que sus operaciones culminaron el 26 de octubre de 1993.

Ecuatoriana operaba mediante una perceptible red de rutas aéreas, que involucraban las ciudades de New York, Miami, Los Ángeles en América del norte, también el país Panameño y Mexicano, en América del sur contenían ciudades de Colombia como Bogotá, Caracas y Lima en Perú , Buenos Aires y Santiago en Argentina. (Unknown, HISTORIA EVOLUCION Y DESARROLLO DE LOS AVIONES, 2014)

Historia de la Aeronave Cessna 150M

El Modelo 150 fue una de las aeronaves que se comenzó a desarrollar a mediados de la década de 1950, este modelo se dio acorde a las decisiones de Cessna Aircraft Company para formar un sucesor del popular Cessna 140, con la entrada del Cessna 150 terminó la producción del Cessna 140 en el año de 1951.

Para este modelo se algunos cambios, entre las fundamentales transmutaciones que constituían en el diseño de 150 fue el manejo del tren de aterrizaje tipo triciclo, que es más diáfano de estudiar, de operar ya la rueda de cola Cessna 140 tenía un nivel de complejidad muy alto, se efectuó un cambio más del tren en donde se precedía el uso de extremos redondeados en sus alas, como también de sus estabilizadores verticales y horizontales, insertando perfiles actualizados.

Asimismo, las bisagras del ala de la Cessna 140 eran estrechas, por lo que se decidió que fueran sustituidas por aletas Fowler más grandes y mucho más eficaces.

Por primera vez el 12 de septiembre de 1957 el primero prototipo del Cessna 150 tuvo su primer vuelo teniendo así su producción.

216 aeronaves fueron elaboradas en Francia por la compañía Reims Aviation la misma que trabajaba bajo licencia. Estos 150s manufacturados en Francia fueron designados como Reims F-150, la F en el nombre indica que fueron construidos en Francia.

Esta aeronave contiene cuatro versiones diferentes: el Modelo 150 Standard, el Commuter, el Commuter II y el Aerobat. Las tres primeras se diferencian por los equipos instalados, cada uno de estos modelos disponían gran parte de equipos opcionales y una amplia gama de aviónica. El Aerobat que pertenece a la categoría de las aeronaves acrobáticos introducía cambios estructurales ayudando para factores de carga +6 g y -3 g con un máximo peso bruto, manteniéndose así a una completa capacidad acrobática.

Los Cessna 150 que fueron elaborados en Estados Unidos para su ensamblaje trabajan con la compañía continental la cual otorgo un tipo de motor A-200-O de 100 CV, pero para las aeronaves de origen francés Reims estos son alimentados por un motor Rolls Royce de Piedra O-200-As, con un poco de la versión del motor Continental O-240-A versiones alimentadas fabricadas por Continental.

En 1966 se elaboraron modelos en los cuales contienen puertas más de mayor dimensión y de mayor espacio en la zona de equipaje.

Es una de las aeronaves más populares que utilizan las escuelas aéreas para vuelos de entrenamiento. Los usos más comunes para esta aeronave son para instrucción o alquiler. Los pilotos consideran a esta aeronave por la gran facilidad para volar con este tipo de aeronave sin necesidad de tener que desafiar adversidades especiales. Los Cessna 150M se reportan con un sistema de flaps mucho más seguros puesto que se despliegan hasta 40 grados,

haciendo que al recalar con éstos completamente desplegados sean un deleitoso desafío en pilotos novatos e incluso en pilotos totalmente experimentados. (EcuRed, 2011)

Figura 2

Cessna 150M



Nota. Tomado de (EcuRed, EcuRed Enciclopedia cubana, 2011)

Especificaciones de la aeronave

Tabla 1

Especificaciones de la aeronave Cessna 150

| Especificaciones de la aeronave CESNNA 150M | |
|--|--------------------------|
| Tripulación a bordo. | 1 piloto. |
| Capacidad a bordo. | 1 pasajero. |
| Longitud de la aeronave. | 7.5 metros (24.8 pies). |
| Envergadura de la aeronave. | 10.2 metros (33.3 pies). |
| Altura de la aeronave. | 2.6 metros (8.5 pies). |

| Especificaciones de la aeronave CESNNA 150M | |
|--|---|
| Superficie alar de la aeronave. | 15 metros ² |
| Peso vacío. | 504 kilogramos (1111 libras). |
| Peso máximo (despegue). | 730 kilogramos (1600 libras). |
| Máximo peso bruto. | 725.748 kilogramos (1600 libras). |
| Carga útil. | 221.807 kilogramos (489 libras). |
| Carga w/ (combustible lleno). | 160.572 kilogramos (354 libras). |
| Capacidad (combustible). | 26 galones (22.5 gal utilizable). |
| Capacidad de equipaje. | 120 libras. |
| Tipo de Motor de la aeronave. | 1de cuatro cilindros totalmente opuestos Continental O-200-A |
| Potencia. | 75 kilovatio (100 HP) |
| Hélices del motor. | 1 bipala de paso fijo. |
| Carga de potencia. | 16 libras / caballos de fuerza |
| Ala de carga. | 10kilogramos / metro ² |

Nota. Tomado de (EcuRed, EcuRed Enciclopedia cubana, 2011)

Motores recíprocos

Un motor alternativo o a la vez llamado motor recíproco funciona a base de pistones para poder convertir la energía química en un movimiento mecánico. Este proceso se lo realiza quemando un combustible para que luego este sea dirigido y pueda realizar el empuje de un pistón.

El pistón de este motor está conectado de tal manera que este hará girar un cigüeñal circular, cuando el pistón haya alcanzado todo el ciclo este volverá a su posición original, pero este no trae el cigüeñal de regreso.

Durante mucho tiempo los tipos más comunes de motores recíprocos han sido el motor de combustión interna y el motor de vapor. El motor alternativo tiene una cantidad de potencia que está vinculada al volumen interno total de sus cilindros.

El motor alternativo es el motor de combustión interna. Este motor obtiene su calor de un combustible químico que parte de la gasolina, y a la vez este se quema dentro de sus cilindros.

Las válvulas de admisión ayudan a que el aire fluya antes de que se queme el combustible. A la vez, las válvulas de escape permiten que los gases del motor salgan después de que se haya dado la fase la combustión. Tanto los carburadores y a la vez los inyectores de combustible, permiten la mezcla adecuada de aire y combustible para que se dé una combustión ideal.

Figura 3

Motor alternativo



Nota. Tomado de (WIKIPEDIA, 2022)

Un motor alternativo en resistencia u oposición tiene dos apoyos de cilindros colocados en los lados del cárter cada una en contraposición. Factiblemente refrigeradas por lubricante e incluso por el mismo aire, las preponderantes son las refrigeradas por aire.

Dependiendo de la aeronave es la posición del montaje del motor ya se para avión o para helicóptero.

- Con el cigüeñal en posición horizontal en aeroplanos
- Con el cigüeñal en vertical en helicópteros

Estos son condicionalmente pequeños, peso liviano y muy económicos, suelen llegar a abarcar cuatro e incluso hasta seis cilindros opuestos en cada motor refrigerados por aire.

En pequeñas aeronaves de aviación general se manejan una potencia que no exceda a 400 caballos de fuerza (300 kilovatios) en el motor. (WIKIPEDIA, 2022)

Banco de pruebas

Un banco de pruebas se basa en una plataforma que nos ayuda en la comprobación de un sistema brindándonos así una teoría científica de manera transparente. Para este proyecto de tesis evalúa el comportamiento del motor continental O-200-A, brindando así una teoría de su funcionamiento y su condición.

Entre los análisis que se puede obtener tenemos, temperatura, presión de aceite, carga de la batería y la integridad general del motor.

El banco de pruebas de los motores se los puede realizar básicamente en los siguientes sistemas:

- Sistema eléctrico
- Sistema de ignición
- Sistema de suministro de combustible del motor
- Sistema de suministro y refrigeración del aceite de lubricación del motor.
- Instrumentación del motor
- Controles de potencia

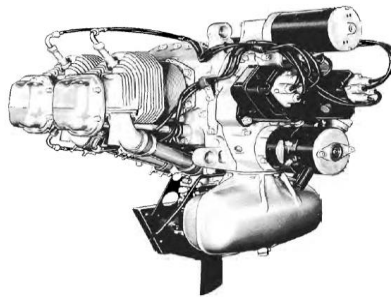
Motor continental O-200-A

Este modelo de motor es construido por Continental Motors la mayor parte de utilización se da en diseños de aviones ligeros. Todos estos motores son normalmente equipados con carburadores de corriente ascendente. Continental se caracteriza por poseer un sistema de encendido, el mismo no requiere de ninguna alimentación externa, basado en esto los magnetos conducen corriente de alta tensión dirigidos a las bujías provocando así, que en el cilindro haya una inflación de la mezcla.

Los 4 cilindros del motor continental o-200-a contienen dos válvulas una de admisión y otra de escape.

Figura 4

Motor reciproco O-200



Nota. Tomado de (MOTORS, 2011, pág. 8)

El TBO (Time Between Overhaul) la compañía continental recomienda que se debe usar para motores, hasta de 2000 horas de funcionamiento o que tengan 12 años de servicio, lo que llegue a ocurrir primero.

Especificaciones del motor continental O-200-A

Tabla 2

Especificaciones del motor continental O-200-A

| Especificaciones técnicas del motor O-200-A | |
|--|---|
| Fabricado. | Teledyne Continental Motors |
| Modelo. | O-200-A |
| Peso seco. | 200.00 Libras incluyendo los accesorios |
| Cilindros. | 4 opuestos (horizontales) |
| Combustible. | 80/87 grado de octanaje. |
| Orden (encendido). | 1 – 3 – 2 – 4. |
| Sistema enfriamiento. | Por aire. |
| Relación compresión. | 7 : 0 : 1. |
| Aceite (Capacidad). | 6 cuartos. |
| Pistón (Desplazamiento). | 201 cubic in. |
| Potencia nominal. | 100 caballos de fuerza a 2750 RPM. |
| Tiempo ignición (BTC). | 24 grados. |

Nota. Tomado de (MOTORS, 2011)

Accesorios del motor continental O-200-A

Tabla 3

Accesorios del motor continental O-200-A

| ACCESORIOS | CANTIDAD |
|--------------------|-----------------|
| Carburador. | 1 |

| ACCESORIOS | CANTIDAD |
|---|-----------------|
| Magnetos. | 2 |
| Motor de arranque. | 1 |
| Alternador. | 1 |
| Tacómetro. | 1 |
| Bujías. | 8 |
| Presión de aceite (Indicador). | 1 |
| Temperatura de aceite (Indicador). | 1 |

Nota. Tomado de (MOTORS, 2011)

Componentes del motor continental O-200

Cada motor continental está compuesto de diferentes componentes, los cuales ayudan a que el motor tenga su funcionalidad, por tanto, es muy necesario que cada técnico de mantenimiento o profesionales de aviación tengan conocimiento sobre cada uno de los componentes de este tipo de motor. (BLOGGER, 2019)

Los componentes o sistemas que tiene un motor reciproco de aviación se componen de la siguiente manera:

- La caja de cigüeñal-(Crankcase).
- El cigüeñal-(Crankshaft).
- El árbol de levas-(Cramshaft).
- Las bielas-(Connecting rods).
- Los propulsores hidráulicos de válvulas-(Hydraulic valve lifters).
- Las varillas de empuje-(Pushrods and housings).
- Los pistones-(Piston).
- Los cilindros-(Cylinders).

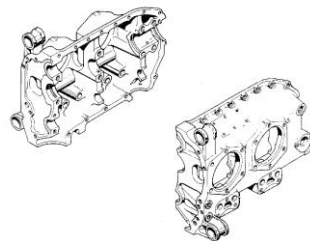
- Las válvulas-(Valves).
- Los resortes de válvulas-(Valve Springs).
- Los balancines y ejes-(Rocker arms and shaft).
- La cubierta de la caja de cigüeñal-(Crankcase cover).
- La secuencia de engranajes-(Gear train).

Caja de cigüeñal

La caja del cigüeñal se forma de dos piezas muy importantes una izquierda y una derecha las estas construidas de una aleación de aluminio, para que esta sea armada se necesita de 14 tornillos. Dentro de la caja del cigüeñal se alojan tanto el cigüeñal como el árbol de levas. En el motor se encuentran instalados 4 bloques de cilindros extremadamente rígidos y fuertes. Este se encuentra sometido a varias fuerzas internas y externas. En de este se da la combustión, presencia de altas temperaturas, fuerzas centrífugas e incluso una inercia desequilibrante que es dado de la hélice. (MOTORS, 2011)

Figura 5

La caja del cigüeñal



Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-2)

Cigüeñal

El cigüeñal está situado en posición coteja al eje longitudinal del cárter. Este es considerado como una pieza mecánica capaz de convertir el movimiento del pistón en

movimiento de rotación donde se va a dar paso al giro de la hélice, considerado, así como el eje del motor reciproco. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

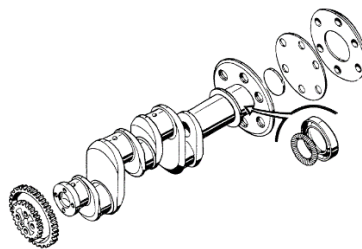
Dentro del cárter este va a estar seccionado en dos dentro del plano longitudinal. De tal forma que:

- El primero va a hacer referencia al plano del cigüeñal, en donde en la mitad de los cojinetes se encuentra la sección de la caja y la sección opuesta está en la otra mitad.
- Cuando los cojinetes principales se fijen se dividirá la carcasa donde se van a fijar los cilindros, otorgando así medios que ayuden en la inspección de cada una de las secciones del cárter. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

En el motor alternativo este se considera como la columna vertebral. Los cigüeñales deben contener características de alta resistencia, al hablar de este tipo de motores presentes en aeronaves hablamos de una formación con aleaciones resistentes. Un cigüeñal puede ser estructurado a partir de una o de varias piezas. Dependiendo el tipo de cigüeñal y el número de bielas van a ser el número de cilindros del motor. (BLOGGER, 2019)

Figura 6

Cigüeñal



Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-9)

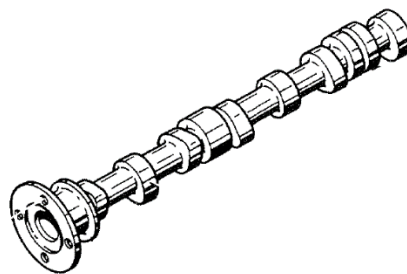
Árbol de levas

El árbol de levas está construido por aleaciones una de las más comunes es la aleación de acero forjado. Este componente del motor realiza un trabajo que va dirigido a los propulsores hidráulicos. Esta pieza contiene tres lóbulos de levas el cual operan mediante las válvulas propulsoras, entonces entre cada dos muñones para dos cilindros.

Por cada grupo va a existir un lóbulo exterior el mismo que opera a una válvula propulsora de escape, sabiendo así que el lóbulo central va a operar a dos válvulas propulsoras de admisión. Se acopla de manera directa en la parte frontal un engranaje para la bomba de vacío. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 7

Árbol de levas



Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-11)

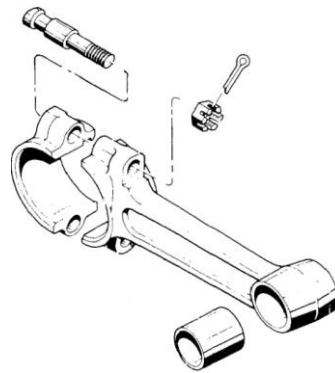
Biela

La biela forma parte del motor que ayuda a transmitir las fuerzas presentes entre el cigüeñal y los pistones. Las bielas deben abarcar características muy resistentes para que su persistencia sea rígida bajo carga, a la vez, lo más ligeras para reducir las fuerzas de inercia, mismas que producen cuando el pistón y la biela se detienen. (BLOGGER, 2019)

La biela dentro del motor va a estar conformada por la cabeza de la biela, el vástago de la biela y la piel de la biela. En este caso la cabeza de la biela esta segmentada por la barra y la tapa del cojinete mismas que son hechas de aleación de acero forjadas donde se alojan los semicojinetes, los cuales se encargan de reducir la fricción entre metales y a la vez en el movimiento circular del cigüeñal con la biela. El vástago presentado por la biela es en forma cónica en "I" y a la vez en el final de la biela es donde se inserta el bulón. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 8

Biela

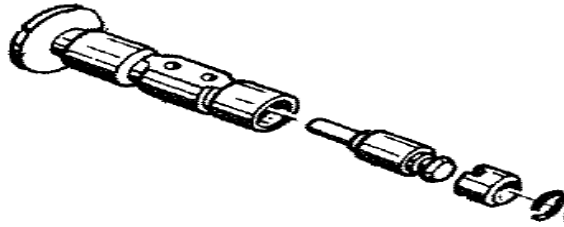


Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-10)

Propulsores hidráulicos de válvulas

Los propulsores hidráulicos de válvulas están compuestos por el cuerpo exterior, una toma para la varilla de empuje y una unidad hidráulica. El vástago del propulsor está rodeado de dos ranuras de aceite mismas que estas conectadas por una zona plana.

La función principal de este componente es convertir el movimiento giratorio del árbol de levas en un movimiento rectilíneo de la varilla de balancín y esto gracias a los mecanismos hidráulicos. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 9*Propulsores hidráulicos de válvulas*

Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-11)

Varillas de empuje y carcasas

Las varillas de empuje son unos tubos que están fabricadas de acero y a los extremos de estos contienen acero endurecido. A lo largo de su eje este es perforado y sirve para el paso del aceite. Cabe recalcar que las varillas de empuje están cubiertas de una tubular y delgada carcasa de acero.

Estos componentes que contiene cada cilindro son los encargados de comunicar el movimiento rectilíneo que parten de los propulsores hidráulicos de las válvulas y terminan en los balancines. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 10*Varillas de empuje y carcasas*

Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-11)

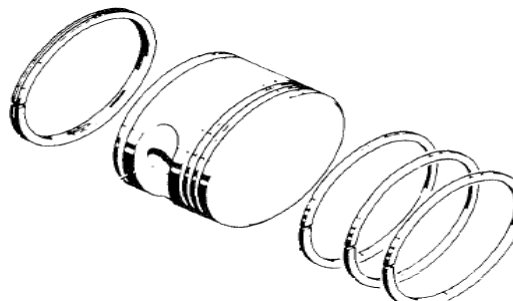
Pistón

Un motor alternativo cuenta con un pistón perteneciente a los componentes cilíndricos, estos se mueven de adelante y hacia atrás dentro de un cilindro de cada motor. Este actúa como la pared móvil dentro de la cámara de combustión. Sabemos así que durante el movimiento que hace el pistón cuando este se encuentra abajo del cilindro el objetivo va ser aspirar la mezcla de combustible y aire que le entrega el carburador. Cuando este se mueve hacia arriba, comprime la mezcla produciéndose así la ignición, como resultado a ello los gases en expansión obligan al pistón a bajar nuevamente. La fuerza que es transmitida al cigüeñal se da mediante la biela. Durante la carrera ascendente de retorno el pistón va a expulsar los gases de escape del cilindro y todo el ciclo se repite. (BLOGGER, 2019)

En el caso del motor O-200 este pistón cuenta con 4 ranuras segmentadas, cada quien cumple con su función, la distribución se da de la siguiente manera tres están encima de bulón y la última está por debajo. Sabiendo así que los de encima de bulón son llamados de compresión y el ultimo es llamado de lubricación. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 11

Pistón



Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-10)

Cilindro

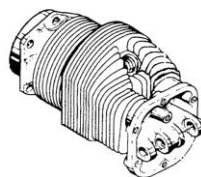
El cilindro es la parte donde se desglosa el potencial existente en el motor. El cilindro goza de una cámara de combustión en la que se va a generar la combustión y la expansión de todos los gases, dentro de ella se alojan el pistón y la biela. Para el diseño y la elaboración de lo cilindros se encuentran cuatro factores principales que hay que tener presente: (BLOGGER, 2019)

- 1) Contener características altas de resistencia que brinde soporte en las presiones internas en el transcurso de funcionamiento del motor.
- 2) Deben estar forjados con metales ligeros y esto para que el peso del motor se al mínimo.
- 3) Tienen buenas propiedades de conducción del calor que ayudan para una refrigeración eficaz.
- 4) Debe ser comparativamente fácil y bien barato de inspeccionar, fabricar y mantener.

Debemos saber que los balancines se alojan en el extremo exterior del cilindro. La cámara de combustión está fabricada de acero y es allí donde se produce los cuatro tiempos del motor. Estos cilindros contienen dos agujeros uno en la parte superior del cilindro y otro en la parte inferior y esto nos sirve para colocar las bujías. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 12

Cilindros



Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-12)

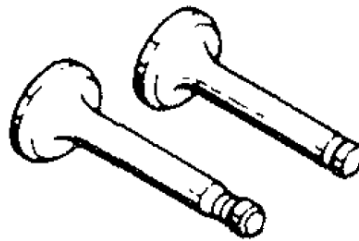
Válvulas

Sabiendo que la mezcla del combustible y del aire accede por los agujeros de las válvulas de admisión y que a la vez los gases quemados por el motor son expulsados a través de las válvulas de escape. Durante este proceso los orificios de la cabeza de cada válvula se abren y cierran para que se dé respectivamente cada ciclo ya sea de admisión o escape según corresponda. En los motores de aviación las válvulas más utilizadas son del tipo convencional de asiento. (BLOGGER, 2019)

Cada motor cuenta con válvulas de admisión y escape. Sabiendo así que la válvula de admisión es más grande que la válvula de escape. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 13

Válvulas



Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-12)

Resortes de válvulas

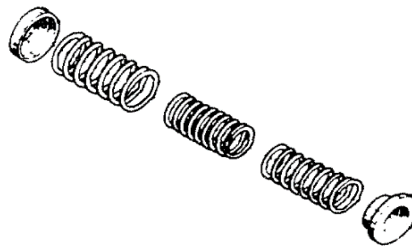
Los resortes de las válvulas están asentados sobre un muelle de retención interno que es fabricado de acero, de tal manera que este va a prensar la caja de los balancines para evitar así que se desgaste la superficie de la cabeza de aluminio. El ajuste exterior se va a ir logrando mediante un dispositivo de retención, esta rodea el vástago de la válvula cuya forma es cónica para de esta forma lograr ajustar la válvula de muelle. Hay que tener muy en cuenta que cada

válvula va a poseer por lo mínimo tres resortes. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Sabiendo que los resortes se quedan en su lugar mediante trabas divididas mismas que son instaladas en la arandela suprema del resorte de la válvula estas son agarradas en las hendiduras en el vástago de la válvula. La función eficaz que efectúan los resortes es cerrar y sujetar las válvulas de forma certera en el asiento de las válvulas. (BLOGGER, Aprendamos de aviacion 2019, 2019)

Figura 14

Resorte de Válvulas



Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-12)

Balancines y ejes

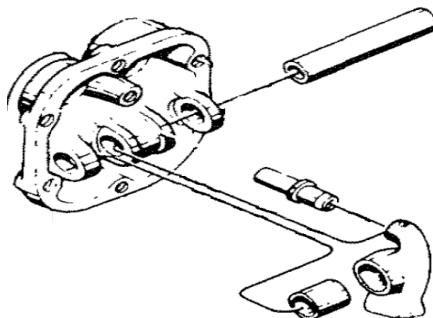
Por cada cilindro que tenga el motor este va a poseer dos conjuntos de balancines, los mismos que están articulados en un eje de acero tubulares y a la vez contienen un casquillo de bronce.

En el extremo superior de la superficie de contacto de la válvula, esta está templada y rectificada en forma de arco. Este componente contiene un pequeño orificio de aceite, el mismo que está perforado hacia arriba y a través de la pared del buje.

Hay que saber que a lo largo del eje de balancín este se encuentra perforado y esto se hace con el fin de lubricar el eje. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 15

Balancines y ejes



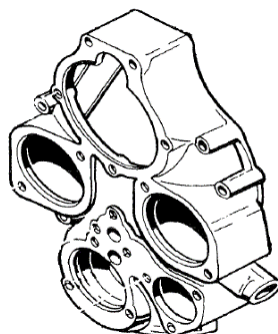
Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-12)

Cubierta de la caja del cigüeñal

La cubierta de la caja del cigüeñal es una pieza mecanizada que está construida de magnesio. Hay que saber que la cubierta de la caja del cigüeñal es el sitio donde se albergan los engranajes de cada componente del motor, hay que saber que en la parte inferior es un roscado donde existe un tubo de succión de aceite. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 16

Cubierta de la caja del cigüeñal



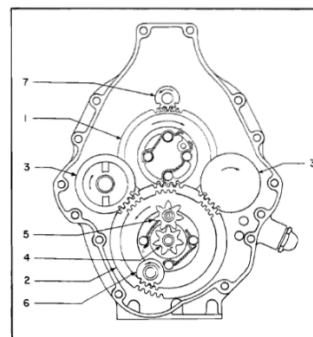
Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-14)

Secuencia de engranajes

Sabiendo que el motor O-200 contiene engranajes en el cigüeñal y que a la vez estos giran en sentido horario. La secuencia de engranajes hace referencia al sentido en que giran los engranajes del motor. Hay que saber que la velocidad de giro de este con respecto al árbol de levas siempre se va a reducir a la mitad. El eje del tacómetro va a recibir el movimiento circular que va a ser impulsado desde la bomba de aceite. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 17

Cubierta de la caja del cigüeñal



1. Crankshaft gear
2. Camshaft gear
3. Magneto drive gears
4. Oil pump driving impeller
5. Oil pump driven impeller
6. Generator drive gear
7. Starter pinion

Nota. Tomado de (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011, pág. 24)

Sistema de lubricación

Dentro del motor alternativo existen sistemas de lubricación a presión estos se pueden dividir en dos clasificaciones básicas: cárter húmedo y cárter seco. Debemos saber que cada uno cuenta con diferencias entre ellas la principal del sistema de cárter húmedo se da debido a que almacena aceite en un depósito dentro del motor. Una vez que el aceite haya circulado a través del motor este regresa a este depósito basado en el cárter. La diferencia principal en el

motor de cárter seco, es que el almacenamiento del aceite del motor se encuentra en un tanque externo, este sistema utiliza una bomba de barrido, un tanque externo y algunas tuberías externas para el almacenamiento del aceite. (GUIDE, 2018)

El motor O-200 tiene capacidad para 6 cuartos de aceite que van a ir almacenado dentro del sumidero de aceite. Dentro de cada motor el aceite se va a impulsar por una bomba mecánica en el cual existen filtros de malla donde se quedan las impurezas.

Figura 18

Aceite mineral 100



Nota. Tomado de (BuckerBook, s.f.)

Figura 19

Aceite sintético W100plus



Nota. Tomado de (BUCKERBOOK, s.f.)

Refrigeración

El intenso calor producido por la mezcla del combustible y del aire cuando se quema adentro de los cilindros en su mayoría es arrojado por medio del sistema de escape, pero mayoritariamente el calor producido se mantiene, por ende, es necesario que este sea eliminado o al menos disipado, con ello lograremos que el motor no se recaliente.

Debemos conocer que cuanto más alto son las temperaturas en el motor estas producen una pérdida de potencia en el mismo y a la vez se produce un alto consumo de aceite que como consecuencia a esto puede llegar a producir grandes daños dentro del motor. El sistema de aceite de un motor es vital para que este tenga su enfriamiento interno, a la vez es indispensable que los motores contengan un método de enfriamiento adicional en su parte externa. En su mayoría los aviones de vuelo menor son refrigerados por aire, aunque existe la posibilidad de que ciertos sistemas y componentes sean refrigerados a base de líquidos. La refrigeración por aire procede cuando el aire corre por los fragmentos externos del motor a través de hendiduras localizados al frente de la cubierta del motor. En el caso de los cilindros el aire corre por las aletas que tiene cada cilindro. (VOLAR, 2021)

Figura 20

Aletas de ventilación de los cilindros



Nota. Tomado de (takeoffbriefing, 2013)

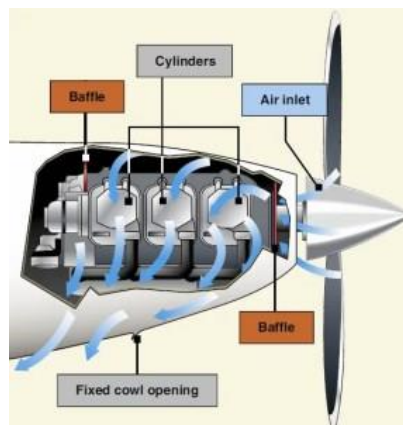
Debemos conocer que si en el motor no se refrigera adecuadamente la temperatura esta va a aumentar y como consecuencia, obtendremos:

- Pérdida potencia
- Consumo excesivo de aceite
- Problemas en la detonación
- Daños en el cilindro, válvulas y pistón
- Gripado del motor

Es de suma importancia que en la revisión pre vuelo las entradas de aire de la carena estén libres es decir que no tenga ninguna obstrucción de ningún tipo.

Figura 21

Refrigeración del motor



Nota. Tomado de (takeoffbriefing, 2013)

Sistema de alimentación de combustible

El sistema de alimentación de combustible está diseñado para brindar un flujo interrumpido de combustible limpia que vaya desde los tanques hasta el carburador del motor. Debemos saber que el combustible debe estar disponible en todo momento para el para el

motor ya sea si este se encuentra en condiciones de potencia del motor, actitud del motor, si está en altitud, y si se encuentra durante las maniobras de vuelo aprobadas. (FAA, 2012)

Dentro de la alimentación del combustible se encuentran dos grandes clasificaciones comunes a los sistemas de combustible en aeronaves de vuelo menor:

- Sistemas de alimentación por gravedad: Este sistema va a utilizar la fuerza de la gravedad para transportar el combustible alojado en los tanques y se dirigen hacia el motor.
- Sistema de bomba de combustible: Las aeronaves que cuentan con este sistema tienen dos bombas (bomba principal, bomba auxiliar). En el sistema de bomba principal se acciona mediante un motor y mediante una bomba auxiliar eléctrica. Es de mucha ayuda en el arranque del motor y en caso de que falle la bomba del motor. La bomba auxiliar, se la conoce también como bomba de refuerzo, esta se acciona eléctricamente. (FAA, 2012)

Dentro del sistema de alimentación de combustible también podemos encontrar subsistemas como:

- Cebador de combustible: el trabajo que este realiza nos ayuda para extraer combustible de los tanques y sean llevados al carburador. En temporadas frías el cebador ayuda en el arranque del motor debido a que no hay suficiente calor disponible que vaporice el combustible en el carburador.
- Tanques de combustible: estos están ubicados en las alas del avión, es allí donde se almacena la cantidad de combustible necesaria para que la aeronave pueda mantenerse en vuelo.

- Indicadores de combustible: estos nos ayudan con la indicación de la cantidad de combustible que son medidas por un sensor ubicados en cada tanque de combustible, estos se muestran en galones o libras.
- Selectores de combustible: esta permite seleccionar los tanques de combustible y el orden de vaciado de los mismos. Esta contiene 4 posiciones: IZQUIERDA, DERECHA, AMBAS y APAGADA

(FAA, 2012)

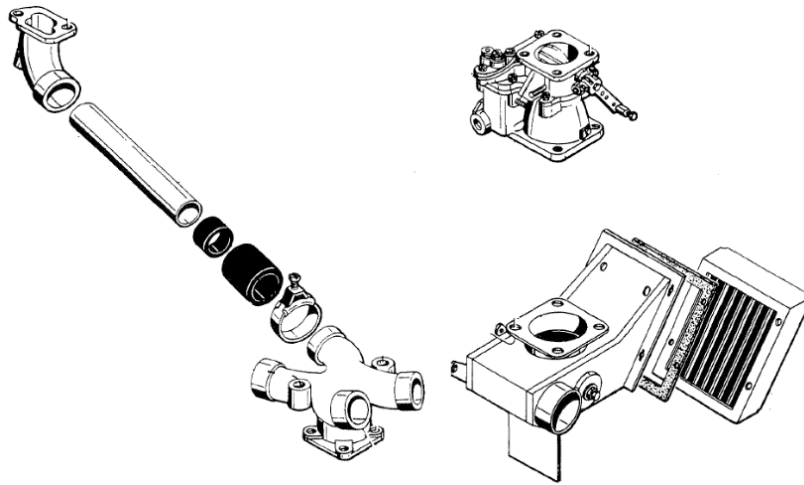
Sistema de inducción

Dentro del motor existen sistemas que ayudan en su funcionamiento entre ellos tenemos el sistema de inducción que es conformado por un colector de admisión el mismo se encuentra unido en la parte inferior de la caja del cigüeñal, este dirige la mezcla de aire combustible hacia los tubos de admisión que en este caso tiene 4 direcciones, los tubos de dirección de admisión están conectados a un codo de aluminio y estos son conectados a los puertos de admisión de cada cilindro. Los tubos de dirección se conectan mediante conectores de goma y abrazaderas.

El carburador del motor O-200 es tipo flotador y este es el encargado de realizar el proceso de mezcla de aire-combustible el mismo que alimenta al motor, además este mantiene de forma correcta la mezcla, el carburador tiene un circuito secundario de ralentí, a la vez cuenta con un sistema de enriquecimiento de su mezcla.

Al albergar de aire de admisión este se da en la parte baja del carburador y a la vez este posee dos entradas, una que ayuda para el aire frío allí está ubicado el filtro de la parte delantera y el otro que está ubicado en la parte posterior que sirve para el aire caliente y así este ayuda a evitar que se forma hielo en el carburador cuando la aeronave este en descenso.

(MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 22*Sistema de inducción*

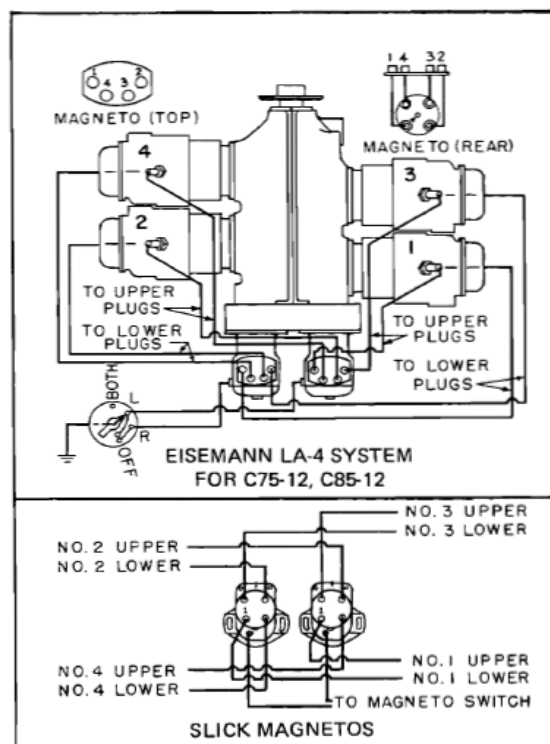
Nota. Tomado de (MOTORS, IPC, 2011, págs. 2-18)

Sistema de ignición

En el motor O-200 el sistema de ignición se da por un sistema aprobado de magnetos Slick serie 4000. Este sistema contiene cables de encendido mismos que son blindados y dirigen corriente de alto voltaje que van hacia las bujías. Cada magneto cuneta con un tiempo interno idéntico el cual debe ser clareado según el tiempo del motor es decir cuando este se posicione en T.D.C, cumple con el oficio del orden de encendido de los cilindros y que este se de forma correcta. Cada cable contiene terminales tipo espiral mismas que se enroscan a las bujías mediante tuercas hexagonales. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 23

Sistema de ignición



Nota. Tomado de (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011, pág. 57)

Magnetos

Los magnetos de serie Slick 4300/6300 para uso en aeronaves en motores de 4 y 6 cilindros. Cada magneto cuenta con una identificación el cual es una placa de datos ubicada al costado del magneto. Los magnetos son dispositivos generadores de ignición autónomo. Cada aeronave cuanta con dos magnetos en cada motor. Se forma un campo magnético que apoya para la transformación de corriente de alta tensión por medio de las bobinas. La alta tensión de la corriente que producen los magnetos se distribuye al cilindro a través de un bloque distribuidor y los cables de encendido.

Los magnetos de los cuatro cilindros se van a ir accionando a la velocidad del motor y estas producen cuatro chispas de 720 grados de rotación del cigüeñal. Los Slick Magnetos son dispositivos de encendido de sincronización constante cuando el motor arranca. Los magnetos producirán más de 25 000 V a velocidad, sabiendo así que los magnetos son un dispositivo electromecánico complicado. (UNSON, 2006)

Figura 24

Magnetos



Nota. Tomado de (AEROESPACIAL, s.f.)

Bujías

Las bujías son la parte más sensible del motor, estas se encargan de encender la mezcla y continuar con el proceso de combustión mediante una chispa eléctrica este se da en el interior del cilindro. (Engines, 2014)

Las bujías son de forma cilíndrica las mismas están elaboradas de metal y cerámica. El funcionamiento del motor se da en base al rendimiento de la bujía. Cada bujía cuenta con dos electrodos a cada lado de un electrodo central. El espacio que existe entre los electrodos crea una chispa que enciende la mezcla de combustible y aire. Debemos saber que, si una bujía falla, el cilindro sigue disparando. Sabemos que si un enchufe se encuentra defectuoso esto haría que el cilindro dejara de producir energía. (AOPA, 2018)

Figura 25*Bujías*

Nota. Tomado de (Aerospace, s.f.)

Interruptor de ignición

Cada aeronave cuenta con un interruptor de encendido, el mismo es accionado por una llave. La función de este es que el piloto pueda arrancar la aeronave a partir de este interruptor.

Cuenta con cinco posiciones:

- Off (Apagado)
- R (Right = Derecha), sirve para que el magneto derecho suministre corriente al juego de bujías.
- L (Left = Izquierda), sirve para que el magneto izquierdo suministre corriente al juego de bujías.
- BOTH (Ambos), sirve para que los magnetos suministren corriente a todas las bujías.
- START (Arranque), sirve para que el motor arranque.

Figura 26

Llave de encendido



Nota. Tomado de (Academy, 2022)

Sistema eléctrico

El motor O-200 cuenta con un sistema eléctrico el mismo está equipado con 14 voltios en su sistema de corriente constante, este acoge una carga continua proveniente del alternador. Tomemos en cuenta que una batería cuenta con la capacidad de almacenar una energía equivalente a 12 voltios. Para el control el sistema eléctrico se presenta el interruptor maestro, dentro del motor el sistema de ignición del motor es una excepción. (Cessna, 1976)

Batería

La batería es un dispositivo que convierte la energía química directamente a la energía eléctrica, esta cuenta una o más celdas. Existen casos en donde el sistema eléctrico primario de una aeronave incorpora una o más baterías. Las baterías usualmente se utilizan durante el pre vuelo ayuda a alimentar el sistema eléctrico y arrancar la APU y a la vez los motores. En el caso de las aeronaves una vez arrancados la APU, los motores van a impulsar a los generadores a que alimenten los circuitos eléctricos y estos puedan recargar las baterías. Los equipos portátiles que habitualmente se llevan en los aviones, como linternas y desfibriladores externos automáticos, también van a cumplir la función de baterías. Se el caso que sea las baterías son una fuente de energía, en caso de presentar falla ya sea por daño, defecto, mal

funcionamiento o uso indebido van a representar un riesgo potencial de emanaciones peligrosas incendio o humo. (SKYbrary, 2021)

Figura 27

La batería



Nota. Tomado de (AEROEXPO, 2023)

Alternador

El alternador cumple con el servicio de colmar a la batería con la corriente de 14 voltios y 50 amperios, puede realizar su función mediante un engranaje el cual se acopla en el engranaje del cigüeñal. El alternador dirige la corriente hacia un regulador de voltaje, este regula el paso de la misma, este envía la corriente necesaria hacia la batería para que este no se sobrecargue ni se descargue durante su uso. (Cessna, 1976)

Figura 28

Alternador



Nota. Tomado de (AEROEXPO, AEROEXPO, 2023)

Motor de arranque (STARTER)

El motor de arranque se aprovecha en los motores para dar comienzo al movimiento mecánico trabajado dentro de los engranajes y así poder comenzar con los tiempos de encendido del motor. Nombrados como motores eléctricos y se encargan de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, y esto se da según el principio de reacción electromagnética la misma que se basa en la corriente inducida a bobinados internos los cuales son el rotor y el estator, haciendo que el rotor gire a grandes velocidades y dando como resultado energía mecánica. (MOTORS, Continental OVERHAUL MANUAL, 2011)

Figura 29

Motor de arranque



Nota. Tomado de (Expo, 2023)

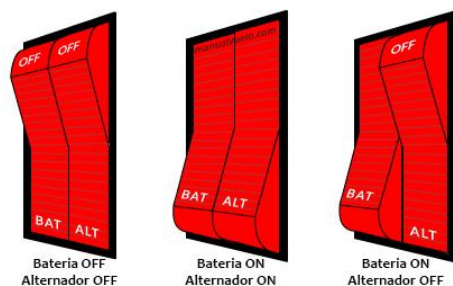
Interruptor maestro

El interruptor maestro es una ayuda que el piloto utiliza para encender todo o la vez apagarlo, existe un mecanismo eléctrico que se activa por la carga o descarga del alternador, este puede alcanzar la forma automática del origen de la alimentación en el sistema eléctrico, y este se da de la batería al alternador o en sentido contrario. En la mayoría de los aviones ligeros existe un interruptor doble: sabiendo así que el interruptor izquierdo corresponde a la batería y tiene las siglas BAT y opera de forma similar al master, el interruptor derecho corresponde al alternador y tiene las siglas ALT. En algunos modelos de aviones se puede

encontrar interruptores individualizados uno que es para batería y otro que es para el alternador. (Muñoz, s.f.)

Figura 30

Interruptor maestro



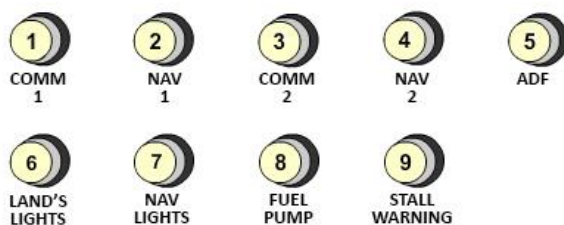
Nota. Tomado de (Muñoz, s.f.)

Interruptor de circuito

Son fusibles que permiten proteger los sistemas eléctricos de las aeronaves de las sobrecargas, sabiendo así que los fusibles pueden ser restaurados manualmente. Estos interruptores tienen forma de botón, que a la vez saltan hacia afuera cuando existe una sobrecarga dentro del sistema, estos facilitan a los pilotos ya que el sistema se restaura solo pulsando el botón nuevamente.

Figura 31

Interruptor de circuito



manualvuelo.com

Nota. Tomado de (Muñoz, s.f.)

Hélice

La hélice es considerada como un dispositivo aerodinámico mismo que convierte la energía rotacional en una fuerza propulsora creando así un empuje que es va a ser perpendicular al plano de rotación.

Esta energía rotacional puede producirse debido a un pistón o un motor de turbina de gas. Sabiendo que la hélice se puede conectar al cigüeñal de un motor de pistón en muchos aviones ligeros se puede impulsar a través de una caja de engranajes reductores (RGB) que va a estar conectada a un pistón o motor a reacción.

La caja de engranajes reductores convierte la alta velocidad de rotación del motor en una más factible para el funcionamiento de la hélice. Debemos saber que las helices tienen dos o más palas espaciadas alrededor del cubo y algunas cuentan con paso fijo y paso variable. (Skybrary, 2021)

Figura 32

Hélice

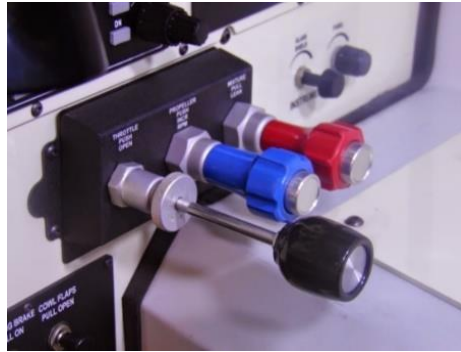


Nota. Tomado de (PowerEgg, s.f.)

Controles del motor

Figura 33

Controles del motor



Nota. Tomado de (Engine, 2015)

Control de mezcla

Este control ayuda a regular el paso de combustible hacia el carburador. Este cambio es necesario dependiendo la altura a la que esté operando la aeronave y controla la mezcla de aire combustible que vaya a ser inyectada dentro del colector de admisión.

Control de potencia

El control de potencia ayuda a regular la apertura de aire hacia el carburador, a la vez este inyecta la cantidad de combustible a la cual ha sido configurada la mezcla. Sabiendo que a mayor apertura mayor potencia tendrá la aeronave.

Calentador del carburador

El calentador del carburador cumple con la función de permitir el paso de aire caliente orientado desde una toma de escape del motor, y que va directamente hacia la toma de aire, este va aumentando su potencia e impide que se forme hielo dentro del carburador en climas fríos.

Indicadores del motor

Tacómetro

El tacómetro es un instrumento que cumple con la función de indicar cuando en un motor recíproco presente velocidad en el cigüeñal. Este puede ser un instrumento de indicación remota o directa, este cuenta con un dial absolutamente calibrado para denotar el número de revoluciones por minuto o (RPM).

Dentro de los motores recíprocos, el tacómetro es aprovechado para examinar el potencial del motor y a la vez consolidar que el motor está actuando dentro de los límites de certificación. (Lavionnaire, 2010)

Figura 34

Tacómetro



Nota. Tomado de (AeroExpoOnline, 2023)

Indicador de presión de aceite

El indicador de presión de aceite el cual consiste en un tubo curvado. La función de este es muy importante ya que durante el vuelo es muy importante que el nivel de presión de aceite sea comprobado inmediatamente que el motor haya arrancado, siempre y cuando la presión de aceite sea la correcta. Puede existir el suceso en donde la presión sea imperfecta, el sistema mostrara la alerta en base de un declarante luminoso para eludir los daños en el motor.

(helloauto, s.f.)

Figura 35

Indicador de presión de aceite



Nota. Tomado de (VOLAR A. P., 2018)

Indicador de temperatura de aceite

Es de suma importancia que el motor realice su trabajo de lubricación y refrigeración ya que es su función de la temperatura del aceite. Se debe controlar frecuentemente los indicadores de temperatura ya que este medirá los compartimentos del cojinete del motor.

Debemos de saber que la temperatura de aceite no responde tan pronto como responde la presión. (VOLAR A. P., 2018)

Figura 36

Indicador de temperatura del aceite



Nota. Tomado de (VOLAR A. P., 2018)

Capítulo III

Rehabilitación del motor CONTINENTAL O-200-A de la aeronave CESSNA 150M según la documentación técnica del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Sede Latacunga.

Condiciones que presenta el motor continental O-200-A.

El motor continental O-200-A es dominio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, el mismo se encuentra ubicado dentro de la aeronave Cessna 150M perteneciente a la misma, este se encuentra temporalmente inoperativo por más de 3 años, a causa de la pandemia mundial que afrontamos. El motor sufrió varios desperfectos entre ellos algunos componentes necesitaban ser reparados o en algunos casos reemplazados.

La planta motriz de la aeronave fue hallada en estado inoperativo, este es utilizado por los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, carrera de mecánica aeronáutica, el cual ayuda en los estudios y análisis sobre la carrera. Con el fin de ponerle operativo al motor O-200-A, este tuvo que someterse a distintas inspecciones para encontrar las posibles causas de la inoperatividad del motor. Acorde a esto las pruebas realizadas en el motor ayudaron a verificar el estado de los componentes como de los sistemas internos y externos para de esta forma asegurar su correcto funcionamiento.

Tantos los sistemas de admisión, sistemas de ignición, sistemas de combustible y sistemas de escape se encuentran instalados dentro del motor, pero a pesar de todo, algunos componentes se encontraban dañados, por lo que fue necesario que algunos componentes que se encuentran dentro de los sistemas del motor deben ser reemplazados, para conseguir la operatividad del motor continental O-200-A.

Figura 37

Vista lateral del motor O-200-A



Nota. Análisis del motor continental O-200-A.

Recopilación de la información técnica para la rehabilitación del motor Continental O-200-A

Para la rehabilitación del motor se fundamenta en la compilación de la información técnica del motor, para disponer de la información verídica sobre la inspección, desmontado y ensamblaje de los componentes del motor. En virtud de ello se empleó lo siguiente:

El manual (Continental Motors Overhaul Manual O-200).

- La sección XI - (Dissassembly).
- La sección XII - (Cleaning).
- La sección XIII - (Inspection).
- La sección XVI - (Final Assembly).

Para sus componentes se utilizó los manuales de:

- Aircraft Engine IPC (illustrated parts catalog)
- Cessna Service Manual Model 150 Series IPC (illustrated parts catalog)

Para la habilitación del motor se utilizó el Service Manual Model 150 Series:

- Sección 11 (Engine)
- Sección 12 (Fuel System)
- Sección 13 (Propeller)
- Sección 16 (Electrical System)

Para realizar algunos chequeos se usaron también:

- Service Bulletin TELEDYNE CONTINENTAL AIRCRAFT ENGINE

Limpieza e inspección del motor continental O-200-A

Para poder continuar con el proceso de rehabilitación del motor continental O-200-A, se tuvo que realizar una correcta limpieza de todos los sistemas y componentes del motor, este proceso se realizó con la finalidad de obtener una inspección adecuada y acertada del mismo, como resultado de la inspección se da que los sistemas de escape necesitan ser reemplazados, en el sistema de admisión donde debíamos reemplazar el filtro de aire y la bomba de vacío, en el sistema de ignición se necesitaba reemplazar las bujías, arnés de encendido y revisar el cableado, en sistema de combustible se necesitaba reparar el tanque izquierdo y limpiar cañerías para poder obtener el objetivo de rehabilitación del motor.

Figura 38

Limpieza del motor O-200-A para una próxima inspección



Nota. Limpieza completa del motor.

Compresión de cilindros

En base a la inspección antes realizada se busca analizar el nivel de compresión de cada cilindro del motor Continental O-200-A, el mismo nos ayuda para medir el escape y pérdida de presión de aire en cada cilindro que pueden darse a causa de algún componente desgastado o a la vez dañado y poder así descartar que este tenga baja presión.

Para poder continuar con el proceso de compresión de cilindros se necesita de un acople y un equipo de prueba llamado Medidor de Presión Diferencial el cual debe estar totalmente limpio, revisado y calibrado según son los requerimientos del Boletín de Servicio (M84-15).

Para poder medir el nivel de compresión cada uno de los cilindros deben contar con su respectiva enumeración para que esta medición se efectúe de manera correcta y sin ningún peligro. (INC, 1984)

PRECAUCIÓN: El paso de combustible y los magnetos deben estar cerrados o apagados antes de realizar la prueba, esto con el fin de asegurarse de que el motor no vaya a prenderse accidentalmente.

- a) Sabiendo que el motor no se encontraba en funcionamiento durante mucho tiempo para la medición de la compresión se dio después de girar la hélice en sentido rotatorio para asegurar que las paredes del cilindro, los rines del pistón, y otros componentes del motor estén bien lubricados y con la tolerancia de funcionamiento.
- b) Para el siguiente paso se retiró todos los cables de las bujías tanto superiores como inferiores, para luego proceder a retirar las bujías superiores de cada cilindro.
- c) Luego ubicamos un tapón en el orificio de la bujía del cilindro N°1, se giró la hélice en sentido de rotación del motor hasta que el tapón se desprenda de la entrada de la bujía, es allí cuando se sabe que ya se encuentra en el punto muerto superior el cilindro N°1.
- d) Se colocó el acople en el orificio de la bujía superior del cilindro N°1, después se conectó el medidor de presión diferencial a este, se abrió la válvula de paso de aire comprimido del medidor y mediante el regulador de presión lo subimos hasta que en el indicador de presión del instrumento muestre 20 psi, al obtener esta medida se regula hasta que el indicador de presión del cilindro hasta que este muestre la misma medida de 80 psi.
- e) Con el indicador de presión en 80 psi y con la ayuda de movimientos de la hélice muy ligeros se regula hasta que el indicador de presión del cilindro alcance casi la misma medida del indicador de presión de aire. La lectura más baja es el resultado de la compresión del cilindro, para terminar con el proceso de medición debemos cerrar la válvula de paso de aire del medidor hasta que esté de cero, desconectamos y para los próximos cilindros debemos realizar el mismo procedimiento.

Nota: Este procedimiento se lo debe realizar con mínimo dos personas la primera debe estar abriendo y cerrando el paso de aire al medidor y otra persona debe estar sosteniendo y moviendo la hélice el cual nos servirá para regular las medidas en los dos manómetros.

Una vez realizada la medición de la compresión de los cilindros se obtiene los resultados de cada uno los cuales son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 4

Resultados de la compresión de cilindros

| Numero de cilindros | Medición de la compresión de cilindros en P.S.I |
|---------------------|---|
| 1 | 30/80 |
| 2 | 75/80 |
| 3 | 78/80 |
| 4 | 75/80 |

Nota. Toma de medidas de cada cilindro.

Debemos saber que un cilindro tiene el nivel correcto de compresión cuando está en el rango de 60/80 psi. Si la medida disminuye de del 60% se debe verificar en el trouble shooting las posibles causas.

Figura 39

Medida del nivel de compresión del cilindro N°1



Nota. Nivel de compresión del cilindro número 1

Figura 40

Medida del nivel de compresión del cilindro N°2



Nota. Nivel de compresión del cilindro número 2.

Figura 41

Medida del nivel de compresión del cilindro N°3



Nota. Nivel de compresión del cilindro número 3.

Figura 42

Medida del nivel de compresión del cilindro N°4



Nota. Nivel de compresión del cilindro número 1.

Remoción del cilindro número 1

Para remover el cilindro no es necesario remover las varillas de empuje, en el proceso se utilizan herramientas especiales las cuales son llamadas depresores de cilindros de 1/2" y 9/16" según correspondan, para ello se proceder de la siguiente manera:

- a) Debemos apagar el interruptor de encendido y desconectar la batería del motor a la vez se debe confirmar la continuidad entre el capacitor magnético y la tierra de la aeronave, esto se lo debe realizar antes de comenzar el mantenimiento para evitar que el motor arranque.
- b) Una vez removido las bujías y el arnés de encendido del cilindro N°1, continuamos con remover los tubos de admisión y el sistema de escape de los cilindros.

Figura 43

Remoción de los tubos de admisión y el sistema de escape del cilindro N°1



Nota. Remoción de componentes previa para la inspección y limpieza.

- c) Se debe extraer los componentes del cilindro N°1 del motor, para inspeccionar los componentes en busca de desgaste y a la vez limpiarlos.

Figura 44

Remoción de los componentes del cilindro



Nota. Cada componente removido paso a una inspección visual y a la vez a su respectiva limpieza.

- d) Antes de realizar el proceso de remoción del cilindro debemos girar la hélice hasta que el cilindro este en T.D.C. en su carrera de compresión. Una vez que el cilindro N°1 este en T.D.C. se utilizan los depresores de cilindros se aflojan las tuercas, para luego con la ayuda de otra persona podamos retirar el cilindro y así evitar que el pistón se golpee.

Figura 45

Remoción del cilindro N°1



Nota. Mediante la remoción se pudo dictaminar el nivel de propiedades defectuosas en el cilindro.

Limpeza e inspección del cilindro número 1

Mediante la limpieza se pudo realizar una correcta inspección para poder dictaminar la causa de la baja compresión de los cilindros, en base a ello y con la ayuda del troubleshooting,

se dio como resultado que tanto los asientos y caras de la válvula de admisión como la válvula de escape necesitaban que sean corregidas y asentadas en el cilindro de forma adecuado, para de esta forma poder tener un nivel de compresión correcto.

Figura 46

Limpieza e inspección del cilindro N°1



Nota. En base a la limpieza brindada en el cilindro se inspección y determino cual fue el motivo de la descompresión.

Limpieza de los componentes del cilindro N°1

Antes de la instalación del cilindro se debe limpiar los componentes, mediante un solvente mineral y gasolina AVGAS, a la vez se van a chequear que este se encuentren todos los componentes en el rango de operatividad, como conclusión a esto todos los componentes se encontraban operativos por lo que si pueden ser instalados en el cilindro.

Figura 47

Limpieza de los componentes del cilindro



Nota. Mediante la inspección se dictaminó que los componentes se encontraban con excelentes características y dentro de los rangos operacionales.

Limpieza de los rines del pistón

Esta limpieza se da con el fin de remover los residuos de aceite seco que se encuentran en los rines del pistón, esto se realiza para mantenerlos limpios y que este pistón pueda ser instalado en el cilindro.

Figura 48

Limpieza de los rines del pistón



Nota. Se otorgó una limpieza a los rines del pistón.

Instalación del cilindro número 1

Se procedió con la instalación del cilindro N°1, en el cual se deben de lubricar las paredes del cilindro con aceite lubricante W100. Antes de colocar el pistón en el cilindro se debe:

- ✓ Para los rines del pistón estos se deben colocar con una diferencia de 90° entre cada una de ellas, con el fin de evitar el paso de aceite a la cámara de combustión.
- ✓ Con la ayuda de un opresor de segmentos se deben oprimir todos los rines del pistón para que estos sean colocados en el cilindro de manera correcta.

Después de lo antes mencionado debemos presionar el cilindro de forma recta para instalarlo. Se inicio con la colocación de las varillas de empuje y sus cubiertas para poder encajarlos en las bridas de los propulsores hidráulicos que tienen las válvulas. Una vez colocado el cilindro este se debe asegurar con las 6 tuercas específicas, las cuales son ajustadas con las llaves especiales. Para finalizar con el proceso de instalación se ajusta con el torque específico ver (Anexo 1) y (Anexo 2).

Figura 49

Instalación del cilindro N°1



Nota. Para la instalación del cilindro se tuvo que seguir los pasos del manual e incluso colocarlos con su torque.

Remoción del sistema de inducción y del carburador

Para continuar con el proceso de rehabilitación del motor continental O-200-A se debe realizar la remoción del sistema de inducción con el fin de desarmarlo y poderlo limpiar internamente, para verificar que todos los componentes del sistema de inducción se encuentren en buen estado y operativos.

Figura 50

Remoción del sistema de inducción



Nota. Se tuvo que remover el sistema de inducción para conocer su estado.

Limpieza del sistema de inducción y del carburador

La limpieza del sistema de inducción es muy importante debido a que mediante este se verifica sus componentes, este se lo realizo verificar y descartar posibles fallas que se encuentran en el filtro, carburados y la entra de aire del sistema, para ello se tuvo que desmontar cada componente y limpiarlo de manera correcta con la ayuda de limpia carburador.

Figura 51

Limpieza del carburador



Nota. Se efectuó la limpieza del carburador para conocer su estado y también si se encuentra operativo.

Inspección del sistema de inducción y del carburador

Durante el proceso de inspección se obtuvo como resultado que el filtro de aire ya cumplió su vida útil y a la vez este se encontraba deteriorado, por lo que se procedió al desmontaje del filtro que se encontraba en el sistema de inducción, esto con el fin de poder reemplazarlo por un filtro nuevo.

Figura 52

Inspección del sistema de inducción



Nota. Durante la inspección del sistema se limpió y una vez conocido que esta funcional se colocó el filtro de aire nuevo.

Instalación del sistema de inducción y del carburador

Se procedió con la instalación del sistema de inducción de aire para lo cual se adquirió: empaques nuevos y un filtro nuevo, con el siguiente procedimiento:

- Para los sistemas de admisión se instalaron los mismos codos ya que no presentaban ningún tipo de desperfecto, estos fueron cambiados de empaque. Para fijación de esto se utilizó una arandela plana, una arandela de presión y una tuerca plana las cuales cuentan con su respectivo torque ver en Anexo 1.

- Se colocaron los tubos de admisión, las mismas que fueron instaladas con las mangueras conectoras y sus abrazaderas, ajustándolas de tal forma que el aire no se escape al momento de la admisión.

Figura 53

Instalación de los ductos de admisión



Nota. Durante la instalación del sistema de admisión se colocó los ductos del mismo sistema mediante el uso de abrazaderas.

A la vez se procedió con el montaje del carburador de manera correcta, y a la vez se verifico que es tenga el número de parte apropiado en su placa. Antes de ser instalado este fue limpiado, asegurándonos así de su correcto funcionamiento, el mismo fue instalado con sus arandelas planas, arandelas de presión y tuercas hexagonales.

Una vez que fue instalado el carburador, se coloca su empaque que va entre el carburador y la toma de aire. La toma de aire se instaló en la parte inferior del carburador el cual fue ajustado mediante arandelas de presión y tuercas hexagonales. Y como punto final de la instalación se instaló el filtro de aire.

Figura 54

Instalación del sistema de inducción



Nota. Todos los componentes del sistema de admisión fueron instalados con su respectivo torque.

Sistema de ignición

Se procedió con el armado del sistema de ignición del motor O-200-A, en el cual se utilizó dos magnetos Slick 4300/6300 Series, los cuales que fueron totalmente inspeccionado para conocer el estado que se encontraban y así poder saber el tiempo interno en cada uno.

Se realizo la medición de los magnetos con un Timing Light el cual indica lo tiempos correctos de los magnetos para poder encender la aeronave. Mediante este se realizó el timing de los magnetos para que los mismos sean instalados en el motor. Del mismo modo fue necesario que los cables de encendido sean inspeccionados, sabiendo sobre la condición de estos, los cables tuvieron que ser remplazados.

Dentro de este sistema se comprobó las bujías para ver si estas aún se encontraban operativas, esta se las realizó mediante un Spark Plug Tester, en donde dio como resultado que estas ya no eran operables y que necesitaban ser reemplazados. Se coloco las bujías en

cada cilindro las mismas se aplicaron con un torque específico, para luego conectar los cables con cada bujía ver en (Anexo 3).

Figura 55

Instalación del sistema de ignición



Nota. Los componentes del sistema de admisión fueron instalados y se colocó su torque respectivo.

Sistema de alimentación de combustible

El motor O-200-A tiene un sistema de combustible para alimentar con el mismo al motor. Este sistema cuenta con tanques los cuales fueron inspeccionados para saber si contenían fugas. Como resultado de esta inspección visual se da que estos tanques contenían fugas por ende se procedió a desmontar los para su reparación. Los tanques fueron lijados y a la vez se repararon con PRC. Una vez reparados los tanques se colocó primer para evitar que se forme corrosión. Se agrego pintura poliéster color plomo, thinner, catalizados y brillo para su acabado, y como punto final estos fueron instalados.

Una vez reparados e instalados los tanques, se limpió las cañerías de combustibles para evitar que estos tengan obstrucción y pueda pasar el combustible de forma correcta.

Figura 56

Reparación de los tanques de combustible



Nota. Se repararon los tanques de combustible los cuales iban a ser instalados en la aeronave.

Limpieza e inspección del sistema de escape

Para continuar el proceso de rehabilitación del motor O-200-A, se inspecciono el sistema de escape el mismo que se encarga de arrojar los gases expulsados por el motor, el mismo usa para calentar la cabina del avión y proporcionar aire calentado para calentar el carburador en el sistema de admisión, durante el proceso de inspección, el escape del lado izquierdo tenía abolladuras y ya se encontraba en mal estado, el cual no es permisible para el funcionamiento del motor, por ende tuvo que ser remplazado el sistema de escape.

Figura 57

Inspección del sistema de escape



Nota. En la inspección de los escapes se conocer que se encontraban con corrosión.

Remoción del sistema de escape

El sistema de escape fue instalado con empaque de metal que van desde los ductos de escape a las bridas del cilindro, estos empaques ayudan a evitar las fugas térmicas. Se tuvo que desconectar las abrazaderas del escape para facilitar la remoción de los codos de los ductos de escape como último paso debemos aflojar las tuercas y arandelas, y retiramos el escape ver en (Anexo 4).

Figura 58

Remoción del sistema de escape



Nota. Se removieron los escapes para ser reemplazados.

Instalación del sistema de escape

Para el proceso de instalación del sistema de escape debemos colocar los empaques en los codos después de ellos debemos colocarlas en el cilindro, se colocar las arandelas y las tuercas y ajustarlas. Una vez que ya han sido colocados los codos conectamos el ducto y el escape mediante las abrazaderas las cuales se las deben ajustar correctamente ver en (Anexo 4).

Figura 59

Instalación del sistema de escape



Nota. Se instalaron los escapes, acorde al manual de mantenimiento de la aeronave.

Inspección del control de mezcla

Para la inspección de control de la mezcla debemos saber que estos están equipados con dispositivos antibloqueo los mismos están allí para evitar desplazamientos causados por vibraciones. Al momento de inspeccionar este control se da como resultado que el dispositivo antibloqueo se encuentra dañado por lo cual es necesario que este sea reemplazado.

Figura 60

Inspección del control de la mezcla



Nota. La figura muestra la inspección de los controles de vuelo para conocer su estado de operación.

Remoción del control de la mezcla

Para la remoción del control debemos seguir varios pasos entre ellos tenemos:

- El control de la mezcla debe estar en totalmente hacia adentro
- Se afloja las abrazaderas o pernos de sujeción del control en la cabina.
- Se afloja las tuercas y perno donde está sujeto el cable del control.
- Desconectamos el cable y desde la cabina tiramos del control retirándolo por completo, hay que tener en cuenta la verificación de que todo el cable este libre ya que en partes se sujeta mediante amarras plásticas.

Figura 61

Remoción del control de la mezcla



Nota. En la figura refleja los procesos de remoción del control de la mezcla en mal estado.

Instalación de control de mezcla

Para instalar el control de la mezcla se debe:

- Debemos empujar la mezcla hacia adentro para luego sacarlo 1/8 de pulgada esto nos sirve para amortiguarlo.
- Se debe aflojar las abrazaderas de sujeción de la caja del control al motor.
- Movemos la caja de control para que la mezcla del carburador este abierto.

- Desbloqueamos y tiramos del control al máximo, verificando que el brazo de la mezcla este cerrado.
- Se verifica el perno y la tuerca que van en la mezcla del carburador asegure el cable de control y a la vez que el perno rote en el brazo según corresponda.
- Se dobla la punta del cable a 90° para evitar que se retire la tuerca de fijación si este se afloja.
- Una vez instalado el nuevo control puede ser necesario cortar el cable.
- Hay que tener en cuenta que el brazo de mezcla del carburador debe estar en contacto con los topes en cada dirección, y a la vez este debe tener una amortiguación de 1/8 de pulgada cuando se presiona al máximo ver. (Anexo 5)

Figura 62

Instalación del control de la mezcla



Nota. Una vez removida el control de la mezcla se instaló el nuevo componente para luego ser comprobado.

Limpeza e inspección de la bomba de vacío

En el proceso de rehabilitación del motor O-200-A se tuvo que inspeccionar el sistema de vacío del motor en él nos enfocamos en la bomba de vacío la misma que presentaba

deterioro en su parte externa, para saber si la bomba de vacío está en buenas condiciones se tiene que desmontar y realizarle un test operacional.

Figura 63

Inspección de la bomba de vacío



Nota. En la imagen plasma la inspección de la bomba de vacío en donde se dictaminó que no se encontraba operativo.

Remoción de la bomba de vacío

Para remover la bomba de vacío se utilizó una llave 3/8 para desmontarla, a más de eso se desconectó las cañerías que salían y entraban a la bomba, esto se realizó con el fin de poder inspeccionar la condición de esta bomba internamente, como resultado se obtuvo que esta bomba ya no estaba en el rango de operatividad y que necesitaba ser remplazada.

Figura 64

Remoción de la bomba de vacío



Nota. En la imagen plasma la remoción de la bomba de vacío y el nuevo componente que se iba a instalar.

Instalación de la bomba de vacío

Antes de instalar la nueva bomba de vacío su tuvo que limpiar las entradas de la bomba, una vez limpia la zona se debe instalar la bomba la misma va con arandelas de presión y tuercas, las mismas deben ser ajustadas y deben llevar su respectivo torque.

Figura 65

Instalación de la bomba de vacío



Nota. Para la nueva instalación este se da acorde a lo especificado en el manual.

Sistema de lubricación

Una vez colocado todos los sistemas y componentes en el motor, se debe proceder con la colocación de aceite mismo que es necesario para el funcionamiento y lubricación del motor O-200-A.

Según las especificaciones del motor se debe colocar unos 6 cuartos en el cárter del motor, en el motor se utilizó aceite comercial Aeroshell W100 plus debido a sus características, en motor se instaló 6 recipientes de 1 cuarto.

Para este proceso se retiró la tapa que se encuentra en la tobera de admisión de aceite y con ayuda de un embudo se procede a colocar el aceite.

Figura 66

Lubricación del motor Continental O-200-A



Nota. En ella plasma el nuevo aceite que fue colocado en el motor de la aeronave.

Pruebas de operación

Tabla 5

Prueba operacional 1

| Numero de prueba operacional | Tipo de prueba operacional | Favorable / desfavorable | Razón o motivo | Solución |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Arranque del motor | desfavorable | Falta de generación de energía. | Chequeo del sistema eléctrico. |

| Numero de prueba operacional | Tipo de prueba operacional | Favorable / desfavorable | Razón o motivo | Solución |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| 2 | Arranque del motor | desfavorable | No pasaba el combustible | Sangrado de cañerías |
| 3 | Arranque del motor | Favorable | | Los ítems anteriores fueron corregidos |

Nota. Tabla para conocer la operatividad del motor.

Tabla 6

Prueba operacional 2

| Numero de prueba operacional | Tipo de prueba operacional | Favorable / desfavorable | Razón o motivo | Solución |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------|----------|
| 1 | Arranque del motor | Favorable | s/n | s/n |

Nota. Tabla para conocer la segunda prueba de operatividad del motor.

Tabla 7

Prueba operacional 3

| Numero de prueba operacional | Tipo de prueba operacional | Favorable / desfavorable |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | Arranque del motor | Favorable |

| Numero de prueba operacional | Tipo de prueba operacional | Favorable / desfavorable |
|------------------------------|--|--------------------------|
| 2 | Sistema eléctrico en óptimas condiciones | Favorable |
| 3 | Verificación del sistema de ignición. | Favorable |
| 4 | Verificación del sistema de combustible | Favorable |

Nota. tabla para conocer la tercera prueba de operatividad del motor.

Análisis económico

En esta sección se presentan información sobre los costos que se emplearon para poder realizar el proyecto en su totalidad.

Durante le ejecución del proyecto hubo múltiples gastos los mismo nos ayudan para poder llevar a cabo la construcción de la estructura del banco de pruebas y los componentes necesarios y restantes del motor, esto se da con la finalidad de poder rehabilitar el motor de manera segura y eficaz. Dentro de los costos existieron:

Costos primarios

✚ Componentes/mecanismos

✚ Ferrería

Costos secundarios

✚ Gastos varios

Cabe resaltar que el motor Continental O-200-A es parte de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE carrera de Mecánica Aeronáutica.

Costos primarios

Costos de mecanismos y componentes

Tabla 8*Costos de mecanismos y componentes*

| Materiales | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Sistema de escape | 2 | 175 | 350 |
| Filtro de aire | 1 | 200 | 200 |
| Bomba de vacío | 1 | 250 | 250 |
| Control de la mezcla | 1 | 50 | 50 |
| Lubricante Aeroshell W100 plus | 1 | 185 | 185 |
| Manguera 1-1/2 pulgadas | 2 m | 22.50 | 45 |
| Manguera 1-3/4 pulgadas | 2m | 22.50 | 45 |
| Total | | | 1125 |

Nota. Esta tabla presenta los costos por componentes.

Total de gastos primarios**Tabla 9***Total de gastos primarios*

| Materiales | Cantidad | Valor total |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------|
| Costo de mecanismos y componentes | - | 1125 |
| Costo de ferretería | - | 150 |
| Total | | 1275 |

Nota. Esta tabla presenta los costos primarios por componentes y ferreterías.

Costos secundarios**Tabla 10***Costos secundarios*

| Materiales | Valor total |
|-------------------|--------------------|
| Impresiones. | 20 |
| Transporte. | 200 |
| Alimentos. | 100 |
| Internet. | 30 |
| Otros. | 40 |
| Total. | 390 |

Nota: Esta tabla presenta los costos secundarios para obtener el propósito.

Costo total**Tabla 11***Costos Totales*

| Materiales | Cantidad | Valor total |
|--------------------|-----------------|--------------------|
| Gastos primarios | - | 1275 |
| Gastos secundarios | - | 390 |
| Total | | 1665 |

Nota: Esta tabla presenta el total de gastos generales para la rehabilitación del motor.

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En base a la utilización de la información técnica de la aeronave se realizó la correcta rehabilitación del motor O-200-A, donde se concluye que el correcto mantenimiento de los componentes internos y externos del motor, brindara un funcionamiento adecuado del mismo.
- La inspección general aplicada en el motor Continental O-200-A fue muy positiva, dando como conclusión que en el motor se encontraban tantos componentes dañados y también componentes en buen estado, los mismo que fueron reemplazados y/o reparados en base a los manuales de funcionamiento del motor.
- La instalación y comparación de los componentes del motor se realizó en base a el Trouble Shooting del Service Manual de la aeronave Cessna 150M, como conclusión se da que tanto la instalación y la comparación de los componentes cumplen con la metodología aceptada de un mantenimiento aeronáutico efectivo para esta aeronave.
- El motor Continental O-200-A que fueron analizados en este proyecto de titulación y que a la vez pasaron las pruebas de verificación de funcionamiento final fueron satisfactorias, es por ello, que se concluye que el estado del funcionamiento del motor está dentro de los parámetros de operación correspondientes al motor.
- En base a las conclusiones anteriormente mencionadas y al trabajo realizado para la rehabilitación del motor que se dio a lo largo del proyecto de titulación, concluyo que los sistemas del motor O-200-A, de la aeronave Cessna 150M se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento para su puesta en marcha por consiguiente este va a llevar al máximo la seguridad en la comprobación y operación del motor de la aeronave,

y a la vez este sea consigna para el estudio en la carrera de mecánica aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Recomendaciones

- Para realizar cualquier tipo de inspección o cambio en el motor Continental O-200-A, siempre se lo realiza acorde al manual de Overhaul, y así poder obtener los resultados deseados.
- Es recomendable que se instalen repuestos totalmente originales y comprobados en el motor al momento de que algunos de estos componentes sean reemplazados por defectos o daños, esto nos ayuda garantizar un buen desempeño y funcionamiento del motor y a la vez cuidar la integridad del mismo.
- Es necesario que, durante el proceso de rehabilitación del motor, todos sus componentes y sistemas sean verificados y asegurados, con el fin de generar mayor confianza del motor, certificando así mayor eficiencia y seguridad.
- Conocer el correcto funcionamiento y operación de las herramientas especiales, así como de los componentes de medición, para que el procedimiento de rehabilitación sea muy eficiente y a la vez sea correcto.
- El encendido de un motor después de que este entre a un mantenimiento o un procedimiento de Overhaul, se debe dar acorde a los procedimientos que son especificados en el manual, para la rehabilitación de motor y que este opere de manera óptima se debe comprobar: caída de magnetos, comprobación de los instrumentos, sistema de combustible, sistema eléctrico, sistema de ignición, admisión y escape del motor. Para su comprobación este debe ser frenado y asegurado con el fin de que la prueba sea efectiva y no tenga inconvenientes ni accidentes.

Glosario

A

Acorde: Concorde, conforme, correspondiente: en constancia

Admisión: Proceso que se dan en motores de combustión interna, normalmente se da en la primera dase de la mezcla explosiva.

Árbol de levas: es un eje rotativo las mismas que mueven levas y se estos distribuyen en movimientos sincronizados.

Avgas: Es combustible muy utilizado en aviación, contiene buena cantidad de plomo y tiene buenas características antidetonante.

Aeronave: es un vehículo el mismo que puede o no puede tener un motor, este es capaz de navegar por aire.

B

Beneficios: Bien común que se hace a una cosa para mejorarla o complementarla.

Bibliografía: Es una lista de referencias sobre ciertas publicaciones, en ella se especifica el autor.

BTC: Antes del centro superior (Before Top Center).

C

Cabina: Es un lugar pequeño o un cuarto, en ella se encuentran diferentes mandos para para controlar maquinas.

Cabeza del cilindro: Es la tapa del motor, también se la conoce como culata, es la parte que sella los cilindros en los motores de combustión interna.

Carter: es una cubierta de metal, el mismo protege mecanismos o piezas, en el se deposita el lubricante del motor.

Cigüeñal: Pieza del motor el cual consiste en un eje de carios codos, a ellos se le adjunta bielas.

Cilindro: lugar donde se mueven los pistones de los motores, estos pueden ser propulsados por energía.

Corrosión: Efecto de corroer algún material o componente.

Colector: Su función principal se basa en transferir señales eléctricas de una estructura fija a una móvil.

Combustión: Es una reacción química que se da entre el oxígeno y un material oxidable, el objetivo es quemarse.

Compresión: Es en base a presión a la que está sometido un cuerpo por fuerzas opuestas, estas disminuyen su volumen.

D

DGAC: sus siglas significan Dirección General De Aviación Civil y rigen dentro de Ecuador.

Dependencias: Se necesita de un determinado estímulo para obtener una sensación de bienestar o de conformidad.

Dirección: Es una indicación sobre la orientación de cualquier cuerpo en movimiento.

E

Engranajes: Conjunto de ruedas mismas que encajan entre si para poder formar un mecanismo.

Exceso: Cuando algo excede las propiedades específicas de alguna cosa.

Eléctrico: Hace referencia a que comunica electricidad.

Estructura: Es un conjunto de relaciones organizadas para formar un todo.

Escape: Esta va a ser la última fase del ciclo del motor de cuatro tiempos, estos son expulsados al exterior del motor.

F

Función: Actividad que se encuentra dentro de un sistema de elementos, relaciones y personas, estas tienen un fin determinado.

Funcionamiento: Es toda acción de funcionar.

G

Ground: significa tierra, usada en varios sistemas de una aeronave.

Grados: Valor o cantidad que varía dentro de una serie, las misma puede darse de forma creciente o decreciente.

I

Instrumentos: Son objetos formados por la combinación de varias piezas, ayuda a garantizar un trabajo o actividad.

Indicador: Instrumento que sirve para indicar algunos datos o información sobre algo.

IPC: Catalogo Ilustrado de Partes (Illustrated Parts Catalog)

M

Mezcla: Esta se da por el resultado de combinar materias o elementos distintos.

Montaje: Es toda acción de montar o instalar varios objetos en un motor.

O

Octano: Hace referencia al nivel de resistencia a la explosión del carburante de un motor.

Optimizar: hacer que algo se pueda encontrar en optimas situaciones, dando mejores resultados.

P

Perno: Es una pieza cilíndrica de metal de diferentes diámetros el mismo se sujeta mediante una tuerca la misma que lo ayuda a sujetarse.

Piloto: Es la tripulación encargada de pilotear una aeronave.

Pistón: Es una pieza del cilindro de un motor, el mismo que se mueve de arriba a abajo y es impulsado por fluidos.

Potencia: Es la capacidad de realizar ciertas acciones o producir un desarrollo de algo determinado.

R

RPM: Son las revoluciones por minuto, estas son las más frecuentes para expresar la velocidad angular.

Rodamientos: basada en un tipo cojinete, hace fricción entre un eje y otras piezas, esta sirve de apoyo y ayuda a facilitar el desplazamiento.

Recíprocos: Son las acciones que se dan las cosas y esta ejerce simultáneamente de una hacia otra.

S

Sensor: este es un detector de variables, presenta la información de diferentes componentes o mecanismos.

T

Tacómetro: Este es un dispositivo que va a ayudar a medir las revoluciones por minuto.

TDC: Punto Muerto Superior (Top Dead Center)

Torque: Esta es una magnitud vectorial, esta se aplica a ciertos pernos, las misma que se da en libras-pie o según se necesita la fuerza.

V

Válvulas: Mecanismos de entrada y salida de aire o incluso gases.

Abreviaturas**A**

AMM: Manual de mantenimiento de la aeronave.

AD: Directiva de aeronavegabilidad.

C

CCM: Manual de Mantenimiento de Componentes.

CDL: Lista de desviaciones respecto a la configuración

D

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

F

FAA: Administración Federal de Aviación de los EEUU.

H

HRS: Horas.

HP: Caballos fuerza.

I

ICAO: Organización de Aviación Civil Internacional.

IN: Pulgadas.

K

KT: Nudos.

M

MMEL: Lista Maestra de Equipo Mínimo.

MM: Manual de Mantenimiento.

R

RDAC: Regulaciones de Aviación Civil.

S

STC: Certificado Tipo Suplementario.

T

TC: Certificado Tipo.

Bibliografía

- Academy, E.-F. (2022). *E-Fly Academy*. Obtenido de E-Fly Academy: <https://www.eflyacademy.com/single-post/sistema-de-ignicion>
- AEROESPACIAL, C. (s.f.). *Champion Aerospace Inc*. Obtenido de CAMPEÓN AEROESPACIAL: <https://www.championaerospace.com/products/slick-magnetos>
- AEROEXPO. (2023). *AEROEXPO*. Obtenido de AEROEXPO: <https://www.aeroexpo.online/es/prod/gill-electric-company/product-171209-45461.html>
- AEROEXPO. (2023). *AEROEXPO*. Obtenido de AEROEXPO: <https://www.aeroexpo.online/es/prod/plane-power/product-186549-43297.html>
- AeroExpoOnline. (2023). *AeroExpo*. Obtenido de AeroExpo: <https://www.aeroexpo.online/es/prod/uma-instruments/product-182082-37171.html>
- Aerospace, C. (s.f.). *Champion Aerospace Inc*. Obtenido de Champion Aerospace: <https://www.championaerospace.com/products/spark-plugs>
- AOPA. (Diciembre de 2018). *FLIGHT TRAINING*. Obtenido de AOPA: <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2018/december/flight-training-magazine/how-it-works-spark-plugs>
- BLOGGER, Z. &. (2019). *Aprendamos Aviación 2019*. Recuperado el 19 de enero de 2023, de Aprendamos Aviación: <https://www.aprendamos-aviacion.com/2022/02/motor-reciproco-de-una-aeronave.html#:~:text=El%20pist%C3%B3n%20de%20un%20motor,mezcla%20de%20combustible%20y%20aire.>
- BLOGGER, Z. &. (2019). *Aprendamos de aviacion 2019*. Obtenido de Aprendamos de aviacion: <https://www.aprendamos-aviacion.com/2022/09/motor-de-avion-valvulas-y-su-mecanismo.html>
- BUCKERBOOK. (s.f.). *BUCKERBOOK Tienda de Aviación*. Obtenido de BUCKERBOOK: https://www.buckerbook.es/aceites/aceite-aeroshell-w100-plus.html?fsau_rewrite_category=aceite
- BuckerBook. (s.f.). *Buckerbook Tienda de Aviación*. Obtenido de Buckerbook : https://www.buckerbook.es/aceites/aceite-aeroshell-100-mineral.html?fsau_rewrite_category=aceites
- Cessna. (1976). *SERVICE MANUAL*.
- Díaz, M. (Diciembre de 2012). *AeroMundo MAGAZINE*. Recuperado el 19 de enero de 2023, de AeroMundo: <https://www.aeromundomagazine.com/2012/12/26/telegrafo-1-92-anos-del-historico-vuelo/>
- EcuRed. (septiembre de 2011). *EcuRed Enciclopedia cubana*. Recuperado el 19 de Enero de 2023, de EcuRed: https://www.ecured.cu/Cessna_150
- EcuRed. (septiembre de 2011). *EcuRed Enciclopedia cubana*. Recuperado el 19 de enero de 2023, de EcuRed: https://www.ecured.cu/Cessna_150#Historia

- Engine, A. S. (2015). *AeroSpaceEngine.blogspot.com*. Obtenido de Aero Space Engine:
<http://aerospaceengines.blogspot.com/2015/03/dvi-los-mandos-de-control-de-motor-se.html>
- Engines, A. (Febrero de 2014). *Aerospace Engines*. Obtenido de aerospaceengines.blogspot.com:
<http://aerospaceengines.blogspot.com/2014/02/algo-sobre-las-bujias-en-un-avion-con.html>
- Expo, A. (2023). *Aero Expo*. Obtenido de Aero Expo:
<https://www.aeroexpo.online/es/prod/tempest/product-171489-43055.html>.
- FAA. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook*. Obtenido de Aircraft Systems Chapter 7:
https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/09_phak_ch7.pdf
- GUIDE, A. (2018). *AERONAUTICS GUIDE*. Obtenido de aircraftsystemstech.com:
<https://www.aircraftsystemstech.com/2018/10/reciprocating-engine-lubrication-systems.html#:~:text=Many%20reciprocating%20and%20turbine%20aircraft,accumulates%20in%20the%20engine%20sumps.>
- helloauto. (s.f.). *helloauto.com*. Obtenido de helloauto.com: <https://helloauto.com/glosario/indicador-presion-aceite#:~:text=Tambi%C3%A9n%20llamando%20sensor%20de%20presi%C3%B3n,para%20las%20necesidades%20del%20motor.>
- INC, T. I. (1984). *SERVICE BULLETIN TELEDYNE CONTINENTAL AIRCRAFT ENGINE*. ALABAMA: Aircraft Products Division.
- Lavionnaire. (2010). *lavionnaire.fr*. Obtenido de lavionnaire.fr:
[https://www.lavionnaire.fr/EspInstrumotor.php#:~:text=Tac%C3%B3metros,revoluciones%20por%20minuto%20\(rpm\).](https://www.lavionnaire.fr/EspInstrumotor.php#:~:text=Tac%C3%B3metros,revoluciones%20por%20minuto%20(rpm).)
- MOTORS, C. (2011). *Continental OVERHAUL MANUAL*.
- MOTORS, C. (2011). *IPC*.
- Muñoz, M. (s.f.). *Manual de vuelo*. Obtenido de Manual de vuelo:
https://manualvuelo.es/3sifn/34_elect.html
- PowerEgg. (s.f.). *FreeJumosk.xyz*. Obtenido de FreeJumosk.xyz:
https://freejumposk.xyz/product_details/15174833.html
- Skybrary. (2021). *Sky brary*. Obtenido de Sky brary: <https://www.skybrary.aero/articles/propeller>
- SKYbrary. (2021). *SKYbrary*. Obtenido de SKYbrary: <https://www.skybrary.aero/articles/aircraft-batteries>
- takeoffbriefing. (ENERO de 2013). *TakeOffBriefing 2023*. Obtenido de TakeOffBriefing:
<https://takeoffbriefing.com/como-funciona-el-sistema-de-refrigeracion-motor-alternativo/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20refrigera%20un%20motor,aviaci%C3%B3n%20est%C3%A1n%20refrigerados%20por%20aire.>

Unknown. (Abril de 2014). *Historia evolucion y desarrollo de los aviones*. Recuperado el 19 de Enero de 2023, de Desarrollodeaviones.blogspot.com:

<http://desarrollodeaviones.blogspot.com/p/historia-de-la-aviacion-en-ecuador.html>

Unknown. (Abril de 2014). *Historia evolucion y desarrollo de los aviones*. Recuperado el 19 de Enero de 2023, de desarrollodeaviones.blogspot.com: http://desarrollodeaviones.blogspot.com/p/blog-page_2.html

Unknown. (Abril de 2014). *HISTORIA EVOLUCION Y DESARROLLO DE LOS AVIONES*. Recuperado el 19 de Enero de 2023, de desarrollodeaviones.blogspot.com:

http://desarrollodeaviones.blogspot.com/p/blog-page_2.html

UNSON. (2006). *Magneto Maintenance and Overhaul Manual*.

VOLAR, A. P. (2018). *ASOC. PASIÓN POR VOLAR*. Obtenido de ASOC. PASIÓN POR VOLAR:

<https://www.pasionporvolar.com/instrumentos-del-motor-de-aviacion-cap-2/>

VOLAR, A. P. (mayo de 2021). *ASO.PASIÓN POR VOLAR divulgacion aeronáutica para todos* . Obtenido de

Pasión por Volar : <https://www.pasionporvolar.com/sistemas-de-refrigeracion-del-motor-del-avion/>

WIKIPEDIA. (diciembre de 2022). *WIKIPEDIA La enciclopedia libre*. Recuperado el 19 de enero de 2023, de Motor Aeronautico: https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_aeron%C3%A1utico

ANEXOS