



Inspección de los componentes internos del motor recíproco “Continental” de acuerdo al manual de mantenimiento perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”.

Chimbo Cabascango, Leonardo Fabricio

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores

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

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

11 de febrero 2022

Latacunga



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **Inspección de los componentes internos del motor reciproco “Continental” de acuerdo al manual de mantenimiento perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”** fue realizado por el señor **Chimbo Cabascango, Leonardo Fabricio** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 11 de febrero del 2022



Firmado electrónicamente por:
**GABRIEL
SEBASTIAN INCA
YAJAMIN**

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C. C.: 1722580329



Reporte de verificación de contenido

COPYLEAKS

CHIMBO CABASCANGO LEONARDO FABRICIO MECANICA AE...

Scanned on: 15:6 February 16, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	132
Words with Minor Changes	31
Paraphrased Words	247
Omitted Words	0



Firmado electrónicamente por:

**GABRIEL
SEBASTIAN INCA
YAJAMIN**

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C. C.: 1722580329



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Chimbo Cabascango, Leonardo Fabricio**, con cédula de ciudadanía n°1004142855, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Inspección de los componentes internos del motor recíproco “Continental” de acuerdo al manual de mantenimiento perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”** 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, 11 de febrero del 2022

.....
Chimbo Cabascango, Leonardo Fabricio

C.C.: 100414285-5



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

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Chimbo Cabascango, Leonardo Fabricio**, con cédula de ciudadanía n°1004142855, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Inspección de los componentes internos del motor reciproco “Continental” de acuerdo al manual de mantenimiento perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 11 de febrero del 2022

.....
Chimbo Cabascango, Leonardo Fabricio

C.C.: 100414285-5

Dedicatoria

A Dios por ser mi guía y mi fortaleza, a mi madre Norma porque a pesar de todo su sufrimiento ha logrado darme su amor y brindarme sabiduría para poder luchar por mis propósitos, a mi padre José quien ha sido un pilar fundamental en mi vida por demostrarme el motivo del trabajo duro y constante y siempre estar a pie de lucha conmigo, a mi hermano Diego por apoyarme en todos mis proyectos y metas y por ser un ejemplo para mi persona.

A mi abuelito Julio Ernesto por apoyarme en mis estudios y en mis metas, es el motivo de por quién estoy demostrando que soy capaz de llegar a ser profesional y ser una buena persona, con sus enseñanzas y su valor me ha enseñado a ser una persona de bien, a mi sobrina Camila que es la motivación de superación para poderle apoyar en su vida y en sus estudios y a mi hermanita Kimberly quien es un ángel que ilumina mi vida y la de las personas que nos rodea, con su sencillez y carisma me da la motivación necesaria para poder luchar por su salud y su vida, así mismo poderla ayudar con su aprendizaje.

CHIMBO CABASCANGO, LEONARDO FABRICIO

Agradecimiento

Expreso mi agradecimiento a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a la Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica, también a los docentes que han sido parte de este establecimiento con la impartición de los conocimientos que han logrado brindarme para poder tener mi educación en un nivel alto de excelencia.

También quiero agradecer a mis padres por brindarme su confianza de estudiar lejos de casa para obtener una buena educación, y por ser el apoyo incondicional en todo el transcurso de la carrera.

Y a mi familia y amigos que me dieron su granito de arena para poderme superar, y agradezco a mi abuelito Julio Ernesto quien me apoyo muy personalmente en la formación de mis estudios y de mi vida.

CHIMBO CABASCANGO, LEONARDO FABRICIO

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenidos	8
Índice de figuras	12
Índice de tablas	16
Resumen	17
Abstract.....	18
Tema	19
Antecedentes.....	19
Planteamiento del problema.....	20
Justificación e Importancia.....	21
Objetivos	22
<i>Objetivo General.....</i>	22
<i>Objetivos Específicos.....</i>	22
Alcance.....	22
Marco teórico	23

Motor aeronáutico.....	23
Clasificación de los Motores Aeronáuticos.....	23
<i>Motores recíprocos o alternativos</i>	<i>24</i>
Motor en línea.....	24
Motor Rotativo.....	24
Motor en V.....	25
Motor Radial.	26
Motor de Cilindros en Oposición.....	26
<i>Motores a reacción.....</i>	<i>27</i>
Motor Turbina.....	27
Turborreactor	28
Turbohélice.....	28
Turboeje	29
Turbofán.....	29
Motor Cohete	31
Versiones Motores Continental.....	31
<i>Motor Continental serie 200 AvGas</i>	<i>32</i>
<i>Motor Continental Serie 360 AvGas.....</i>	<i>34</i>
<i>Motor Continental Serie 470 AvGas.....</i>	<i>36</i>
<i>Motor Continental Serie 500 AvGas.....</i>	<i>38</i>
Motor Continental IO-360-D (21).....	40
<i>Definición del Número de Modelo del Motor</i>	<i>40</i>
<i>Número de los Cilindros Motor Continental IO-360-D (21).....</i>	<i>41</i>

Partes del Motor Continental IO-360-D (21)	42
Caja del Cigüeñal del Motor Continental IO-360-D (21).....	42
Tren de Transmisión del Motor Continental IO-360-D (21).	43
Cigüeñal del Motor Continental IO-360-D (21).....	44
Bielas del Motor Continental IO-360-D (21).	45
Árbol de Levas del Motor Continental IO-360-D (21).....	46
Cilindros del Motor Continental IO-360-D (21).	47
Pistones Motor Continental IO-360-D (21).	49
Elevadores de Válvulas hidráulicos	
del Motor Continental IO-360-D (21).	50
Sistemas del Motor Continental IO-360-D (21)	50
Sistema de lubricación del Motor Continental IO-360-D (21).	50
Bomba de Aceite del Motor Continental IO-360-D (21).	51
Enfriador de Aceite y Válvula de Control	
de Temperatura del Motor Continental IO-360-D (21).....	52
Sistema de Combustible.....	53
Tipos de inspecciones periódicas que aplica para	
el motor Continental IO-360-D (21)	54
Inspección	54
Inspección de funcionalidad inicial de 25 horas	54
Inspección del motor cada 50 horas	55
Inspección del motor cada 100 horas (anual)	55
Inspección del motor cada 500 horas	55
Inspección Boroscópica de Cilindros	55

Marco metodológico.....	57
Preliminares.....	57
Traslado de Motor Continental IO-360-D (21)	58
Modificación de la cabina del banco de prueba del motor Continental IO-360-D (21)	59
Inspección de funcionamiento inicial de 25 horas	62
<i>Procedimiento.....</i>	<i>63</i>
Inspección visual	64
Inspección visual del cilindro.....	70
<i>Procedimiento.....</i>	<i>70</i>
Inspección boroscópica de Cilindro.....	71
<i>Procedimiento.....</i>	<i>71</i>
<i>Resultados</i>	<i>76</i>
Desmontaje del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21)	76
Instalación del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).....	81
Conclusiones y recomendaciones	88
Conclusiones.....	88
Recomendaciones	88
Bibliografía	90
Anexos	91

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Clasificación de los motores aeronáuticos.....</i>	23
Figura 2	<i>De Havilland Gipsy Major 10.....</i>	24
Figura 3	<i>Motor rotativo reconstruido.....</i>	25
Figura 4	<i>Motor Rolls Royce 134 de 12 cilindros en V.....</i>	25
Figura 5	<i>El Pratt & Whitney R-1830 Twin Wasp.....</i>	26
Figura 6	<i>Motor Teledyne Continental IO-360-D.....</i>	27
Figura 7	<i>Motor turbina JT8D-7B de Pratt & Whitney.....</i>	27
Figura 8	<i>El turborreactor Roll Royce Pearl 15.....</i>	28
Figura 9	<i>Vista didáctica de un Motor turbohélice y sus partes.....</i>	29
Figura 10	<i>Motor Turboeje Lycoming T-53.....</i>	29
Figura 11	<i>Diagrama esquemático de un TurboFan de alta relación de derivación..</i>	30
Figura 12	<i>Motor cohete de combustible líquido y sus partes.....</i>	31
Figura 13	<i>Motor Continental Serie 200 AvGas.....</i>	32
Figura 14	<i>Motor Continental Serie 360 AvGas.....</i>	34
Figura 15	<i>Motor Continental Serie 470 AvGas.....</i>	36
Figura 16	<i>Motor Continental Serie 500 AvGas.....</i>	38
Figura 17	<i>Definición del modelo del motor.....</i>	41
Figura 18	<i>Placa de Identificación del Motor Continental IO-360-d (21).....</i>	41
Figura 19	<i>Designación de números de los cilindros.....</i>	42
Figura 20	<i>Caja del cigüeñal.....</i>	43
Figura 21	<i>Tren de transmisión.....</i>	44
Figura 22	<i>Cigüeñal.....</i>	45

Figura 23 <i>Biela</i>	46
Figura 24 <i>Árbol de Levas</i>	47
Figura 25 <i>Cilindro</i>	48
Figura 26 <i>Pistón</i>	49
Figura 27 <i>Diagrama del sistema de lubricación del Motor</i>	51
Figura 28 <i>Bomba de aceite del motor Continental IO-360-D (21)</i>	52
Figura 29 <i>Enfriador de aceite</i>	53
Figura 30 <i>Sistema de combustible</i>	54
Figura 31 <i>Anclaje del Motor Continental IO-360-D (21)</i>	58
Figura 32 <i>Asentamiento del motor Continental IO-360-D (21)</i> <i>en la grúa tipo plataforma</i>	58
Figura 33 <i>Traslado del motor Continental IO-360-D (21)</i>	59
Figura 34 <i>Desmantelación de la cabina del banco de prueba del motor</i>	60
Figura 35 <i>Corte del panel de la cabina del banco de prueba</i> <i>del Motor Continental IO-360-D (21)</i>	61
Figura 36 <i>Cabina modificada</i>	61
Figura 37 <i>Proceso de pintado de la estructura de la cabina</i> <i>del banco de prueba del Motor Continental IO-360-D (21)</i>	62
Figura 38 <i>Inspección del sistema eléctrico del Motor Continental IO-360-D (21)</i>	62
Figura 39 <i>Inspección visual general del Motor Continental IO-360-D (21)</i>	63
Figura 40 <i>Filtro de aire del motor Continental IO-360-D (21)</i>	64
Figura 41 <i>Inspección de las líneas de combustible</i>	64
Figura 42 <i>Inspección del enfriador de aceite</i>	65
Figura 43 <i>Limpieza del enfriador de aceite</i>	65

Figura 44 <i>Aletas de refrigeración del cilindro</i>	66
Figura 45 <i>Inspección de los cables de encendido y cables del alternador</i>	67
Figura 46 <i>Inspección del magneto izquierdo</i>	67
Figura 47 <i>Inspección del área expuesta del cigüeñal</i>	68
Figura 48 <i>Revisión de conectores eléctricos</i>	69
Figura 49 <i>Inspección del sistema de inducción del motor</i> <i>Continental IO-360-D (21)</i>	69
Figura 50 <i>Revisión de las áreas de carrera de potencia del cilindro</i>	70
Figura 51 <i>Inspección de las aletas de refrigeración del cilindro</i>	70
Figura 52 <i>Extracción de la bujía</i>	71
Figura 53 <i>Colocación de punto muerto inferior</i>	72
Figura 54 <i>Ingreso de la sonda del boroscopio al cilindro</i>	72
Figura 55 <i>Colocación de punto muerto inferior</i>	73
Figura 56 <i>Introducción de la sonda del boroscopio al cilindro</i>	73
Figura 57 <i>Remoción de Bujía</i>	76
Figura 58 <i>Desmontaje de los tubos de admisión</i>	77
Figura 59 <i>Desconexión de líneas de combustible</i>	77
Figura 60 <i>Limpeza del sistema de admisión de aire</i>	78
Figura 61 <i>Retirada de las válvulas</i>	78
Figura 62 <i>Retirada de tuercas y pernos del cilindro</i>	79
Figura 63 <i>Desmontaje del cilindro</i>	79
Figura 64 <i>Prueba hidrostática</i>	80
Figura 65 <i>Revisión de fugas en el cilindro</i>	81

Figura 66 <i>Limpieza del cilindro</i>	81
Figura 67 <i>Limpieza de la cubierta del cilindro del cárter</i>	82
Figura 68 <i>Instalada del cilindro</i>	83
Figura 69 <i>Ajuste de tuercas del cilindro en cruz</i>	83
Figura 70 <i>Instalación del conjunto válvulas</i>	84
Figura 71 <i>Instalación de inyector</i>	84
Figura 72 <i>Instalación del filtro de aire</i>	85
Figura 73 <i>Instalación de los tubos de escape</i>	85
Figura 74 <i>Inspección del sistema de inyección de combustible</i>	86
Figura 75 <i>Instalación de las bujías</i>	86

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Especificaciones del Motor Continental Serie 200 AVGAS</i>	33
Tabla 2	<i>Especificaciones del Motor Continental Serie 360 AVGAS</i>	35
Tabla 3	<i>Especificaciones del Motor Continental Serie 470 AVGAS</i>	37
Tabla 4	<i>Especificaciones del Motor Continental Serie 500 AVGAS</i>	39
Tabla 5	<i>Objetivos de la inspección por boroscopio y medidas correctivas</i>	75

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo inspeccionar los componentes internos del motor Continental IO-360-D (21) perteneciente a la Universidad de la Fuerzas Armadas, el Motor antes mencionado es un motor reciproco de seis cilindros opuestos horizontales se encontraba a la intemperie, pero ahora van a poder estar en un laboratorio. El motor está en un banco de pruebas el cual por el pasar del tiempo también ha sufrido deterioros y corrosión. Para poder realizar una inspección de los componentes internos del motor se empieza revisando los manuales en busca de información respecto a la Tarea de inspección de los componentes internos, después de una larga investigación se llega a la conclusión de empezar con una inspección programada de 25 horas en la cual se dirige a una inspección visual, luego a una inspección visual de los cilindros, luego a una boroscopia de los cilindros y por ultimo de acuerdo a las discrepancias vistas en la boroscopia se llega a desmontar el cilindro para verificar lo que se vio en las fotografías de la inspección con boroscopio y si se llegó algunas conclusiones que se verán en el siguiente procedimiento de acuerdo como estipula el Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21) y también el manual de mantenimiento de prácticas estándar para motores de encendido por chispa del fabricante Continental.

Palabras clave:

- **MOTOR DE AERONAVE**
- **INSPECCIÓN DEL MOTOR DE AERONAVE**
- **MANUAL DEL MOTOR DE AERONAVE**
- **CILINDRO DE MOTOR DE AERONAVE**
- **BOROSCOPIO**

Abstract

The objective of this project is to inspect the internal components of the Continental IO-360-D (21) engine belonging to the University of the Armed Forces. The aforementioned engine is a reciprocating engine with six horizontally opposed cylinders and was outdoors, but now it will be in a laboratory. The engine is in a test bench, which over time has also suffered deterioration and corrosion. In order to carry out an inspection of the internal components of the engine, we start by reviewing the manuals in search of information regarding the inspection task of the internal components, after a long investigation we reach the conclusion to start with a scheduled inspection of 25 hours in which we are directed to a visual inspection, then to a visual inspection of the cylinders, then to a borescopy of the cylinders and finally according to the discrepancies seen in the borescopy, the cylinder is disassembled to verify what was seen in the photographs of the borescope inspection and if some conclusions were reached that will be seen in the following procedure as stipulated in the Maintenance and Overhaul Manual of the Continental IO-360-D Engine (21) and also the maintenance manual of standard practices for spark ignition engines of the Continental. manufacturer.

Key words:

- **AIRCRAFT ENGINE VISUAL INSPECTION**
- **AIRCRAFT ENGINE INSPECTION**
- **AIRCRAFT ENGINE MANUAL**
- **AIRCRAFT ENGINE CYLINDER**
- **BORESCOPE**

Capítulo I

1. Tema

“Inspección de los componentes internos del motor recíproco continental de acuerdo al manual de mantenimiento perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.”

1.1 Antecedentes

Con la creación de la carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, se ha va adquiriendo en el transcurso de los años varios motores recíprocos de aviación de 6 cilindros para que los estudiantes puedan aprender prácticamente sobre el funcionamiento de los motores recíprocos y puedan repararlos.

Los motores recíprocos de aviación del aérea de mecánica aeronáutica tienen que tener su debida inspección y mantenimiento considerando que ya están dentro de la carrera de mecánica aeronáutica por varios años, es por eso que los motores de la carrera tienen que ser inspeccionados y darles sus respectivos mantenimientos según lo que estipula el manual de mantenimiento para revisar el estado en el que se encuentran los componentes y poderlos darles mantenimiento según lo necesiten.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ahora cuenta con laboratorios en los cuales se pueden estudiar mediante la práctica realizando inspecciones y remociones de piezas de los motores recíprocos, con la debida documentación técnica aplicable.

Los motores recíprocos de aviación se fueron perfeccionando en el transcurso de los años desde su invención hasta el día de hoy, en la actualidad los motores recíprocos son utilizados en aeronaves ligeras que no requieren el uso de una mayor potencia y vuelen a bajas alturas.

1.2 Planteamiento del problema.

En el laboratorio de mecánica aeronáutica se elaboran algunas actividades de inspección y mantenimiento de práctica para que los estudiantes puedan acceder a una manera más fácil de aprender, una de estas actividades es la inspección en los motores que se las realiza con el fin de preservar el buen funcionamiento y alargar la vida útil del motor.

Si por alguna razón el motor no fuera hecho ningún tipo de inspección, el motor tendrá un desempeño muy bajo con el pasar de los años, al igual se ira deteriorando con mayor facilidad es por eso que a los motores se les hace una inspección y mantenimiento según lo que prescriben los manuales.

Cada cierto tiempo se hace la inspección del motor reciproco Continental del laboratorio de mecánica aeronáutica, pero por falta de áreas destinadas para el almacenamiento de estos motores se han ido deteriorando en la intemperie por lo cual es necesario realizar una inspección general del motor y de sus componentes internos.

Al no cumplir con los intervalos de inspección, este motor Continental sufrirá algunos daños que podrían conllevar a varias fallas de desempeño y podría quedar inoperable.

Los estudiantes de Mecánica aeronáutica son los responsables conjuntamente con los profesores de tener estos motores en perfectas condiciones para que los estudiantes nuevos puedan visualizar y entender mejor sobre el funcionamiento de los motores recíprocos.

1.3 Justificación e Importancia

Este proyecto se realizará porque es muy notoria la necesidad de inspeccionar y dar mantenimiento a este Motor Continental que se encuentra en la intemperie para que el motor pueda ser material practico para futuras generaciones de estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

Es importante inspeccionar y realizar el mantenimiento del motor recíproco de aviación para poder mantener operable, claro que al ser material de enseñanza de la carrera de mecánica aeronáutica la inspección y el mantenimiento se realiza para mantener el motor en óptimas condiciones para que se pueda apreciar los componentes internos y los docentes tengan como guiar a sus estudiantes.

Los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas, en conocimientos prácticos en los diferentes materiales didácticos y así facilitara el entendimiento del funcionamiento de distintos sistemas y componentes del motor de una aeronave.

La culminación de proyecto será de mucha importancia para la formación de los nuevos tecnólogos ya que podrán reconocer los componentes de un motor reciproco de aviación muy fácil y podrán reforzar las habilidades que los van a servir en su vida de profesión dando a conocer el extraordinario trabajo que realizan los docentes de la carrera de mecánica aeronáutica en el ámbito de enseñanza de punta.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo General*

Inspeccionar los componentes internos del motor recíproco continental de acuerdo al manual de mantenimiento perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Recopilar la información perteneciente a la inspección del motor Continental IO-360-D (21).
- Aplicar todas las precauciones que estipulan los manuales de mantenimiento para realizar la inspección.
- Ejecutar la inspección visual del motor recíproco de aviación según el manual de mantenimiento del motor Continental IO-360-D (21).

1.5 Alcance

La inspección de este motor llegara a ser de gran utilidad para poder mantener su condición operable, también se logrará que el motor pueda tener un mantenimiento adecuado y oportuno llevando a cabo el uso de los manuales de mantenimiento.

Esta inspección será la primera que se realizara y se detallará en un registro de mantenimiento para que las futuras generaciones sigan con el respectivo mantenimiento que el manual lo estipule. Así el motor tendrá su registro para conocer su trazabilidad en mantenimiento e inspecciones.

Los futuros profesionales podrán conocer en qué tiempo se debe realizar la siguiente inspección y así podrán realizar sus propias inspecciones y practicar en este motor para complementar los conocimientos de teoría con la práctica.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Motor aeronáutico

El motor que es instalado en una aeronave de acuerdo a la disposición y la necesidad de la aeronave se lo llama motor aeronáutico, el motor aeronáutico es un componente principal muy importante que forma parte del sistema de propulsión de una aeronave, la cual genera potencia mecánica, así mismo el motor aeronáutico es el encargado de transformar toda la energía química del combustible en energía mecánica (Skybrary, 2022).

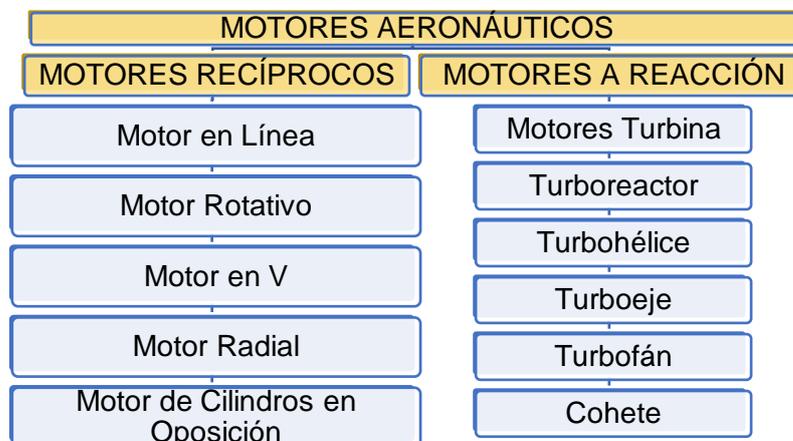
2.2 Clasificación de los Motores Aeronáuticos

Con el pasar del tiempo los motores aeronáuticos han ido evolucionando de acuerdo a las necesidades de las aeronaves y es así que los Motores Aeronáuticos se clasifican en dos grandes grupos y son:

- Motores Recíprocos o Alternativos (pistón)
- Motores a Reacción (turbina)

Figura 1

Clasificación de los motores aeronáuticos



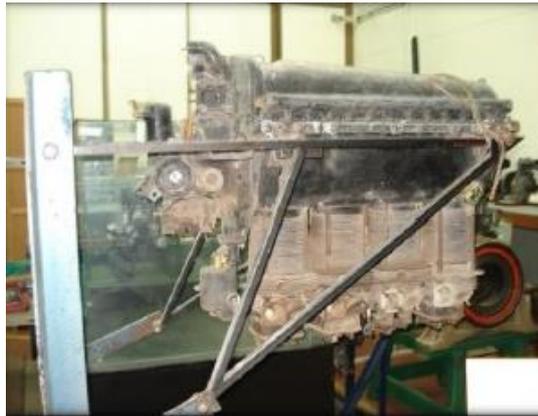
Nota. Esta figura representa una clasificación general de los motores aeronáuticos.

2.2.1 Motores recíprocos o alternativos

a. Motor en línea. Este motor se caracteriza por estar generalmente compuesto de cuatro o seis cilindros alineados en una fila recta, no es usual tener más cilindros porque los cilindros que están más cerca a la pared de fuego de la aeronave no van a poder recibir el aire de enfriamiento (Singh, 2006).

Figura 2

De Havilland Gipsy Major 10



Nota. Esta figura representa el motor de aviones refrigerado por aire, 4 cilindros en línea invertida. Tomado de Universidad Nacional de Córdoba (2022).

b. Motor Rotativo. Estos motores se caracterizan por que sus cilindros están en forma rotatoria es decir se encuentran distribuidos alrededor del cárter en forma circular, para estos motores se usa una hélice la cual está unida a la carcasa del motor y el cigüeñal está sujeto fijamente a la estructura de la aeronave, por lo tanto, este motor al poseer estas características se mueve junto con la hélice y como resultado se genera un flujo de aire de refrigeración grande.

Figura 3

Motor rotativo reconstruido



Nota. Esta figura representa un motor rotativo reconstruido Tomado de La Tecnología, (2022).

c. Motor en V. Estos motores se caracterizan por que los cilindros están agrupados en el cárter en dos filas inclinadas en forma de V con un ángulo de entre filas de entre 90, 60 o 45 grados y siempre existe un numero par de cilindros en cada una de las filas. Generalmente la mayoría de motores en V son enfriados con agua. Estos motores ofrecen una relación de potencia a peso mayor que un motor en línea, mientras que siguen manteniendo un área frontal reducida, existen motores tipo V invertida cuando los cilindros están debajo del cigüeñal (Singh, 2006).

Figura 4

Motor Rolls Royce 134 de 12 cilindros en V



Nota. Esta figura representa un motor Rolls Royce 132 de 12 cilindros en V. Tomado de Museo Científico Tecnológico, (2022).

d. Motor Radial. Este motor también conocido como en estrella, apareció en 1925. Se caracterizan por tener los cilindros distribuidos circularmente en torno al cárter y forman una estrella, estos motores son una evolución de motores aeronáuticos para satisfacer las necesidades de potencia de las aeronaves además son de cuatro tiempos y están refrigerados por aire (Oñate, 2016).

Figura 5

El Pratt & Whitney R-1830 Twin Wasp



Nota. Esta figura representa un cilindro del motor El Pratt & Whitney R-1830 Twin Wasp de 18 Cilindros. Tomado de Universidad Nacional de Córdoba (2022).

e. Motor de Cilindros en Oposición: estos tipos de motores se caracterizan por poseer dos bancadas de cilindros los cuales normalmente están en los lados del cárter uno en contraposición del otro, normalmente son de cuatro o seis cilindros ahora en la actualidad se usa motores que son refrigerados por aire, pero anteriormente también se refrigeraba por líquido o agua, un solo árbol de levas está situado arriba o debajo del cigüeñal y se activa a la mitad de velocidad del motor para que funcionen las válvulas en ambos bancos del cilindro (Oñate, 2016).

Figura 6

Motor Teledyne Continental IO-360-D



Nota. En Esta figura representa el Motor Teledyne Continental IO-360-D que es parte de la Universidad de las Fuerzas Armadas como banco de pruebas.

2.2.2 Motores a reacción

a. Motor Turbina. Estos motores son plantas de poder que las aeronaves grandes los utilizan para generar un gran empuje, se caracterizan por hacer combustionar dentro de las cámaras de combustión la mezcla de combustible y aire para que los gases que genera esta combustión empuje y mueva los alabes de la turbina y la turbina acciona el eje que mueve al compresor, la turbina puede estar compuesta por una o más etapas, si es que existe mayor combustible quemado la fuerza de reacción será más fuerte y por lo tanto existirá mayor empuje para la aeronave de parte de los motores (Vallbona, 2011).

Figura 7

Motor turbina JT8D-7B de Pratt & Whitney



Nota. Esta figura representa el Motor turbina JT8D-7B de Pratt & Whitney en un banco de pruebas. Tomado de Universidad Aeronáutica en Querétaro, (2022)

b. Turborreactor. Este tipo de motor se caracteriza por que expulsa una corriente de aire de alta energía desde la tobera de escape para generar el empuje y se diferencia por que el cien por ciento del aire que ingresa por la admisión de aire del motor pasa por el núcleo del motor. El funcionamiento de este motor comienza con el aire que ingresa al motor a través de la admisión de aire, después el aire se dirige a un compresor y se comprime para pasar a las cámaras de combustión, después el combustible hace ignición para que la turbina extraiga energía para accionar el compresor de escape y la energía de escape se utiliza para poder producir el empuje (Skybrary, 2022).

Figura 8

El turborreactor Roll Royce Pearl 15

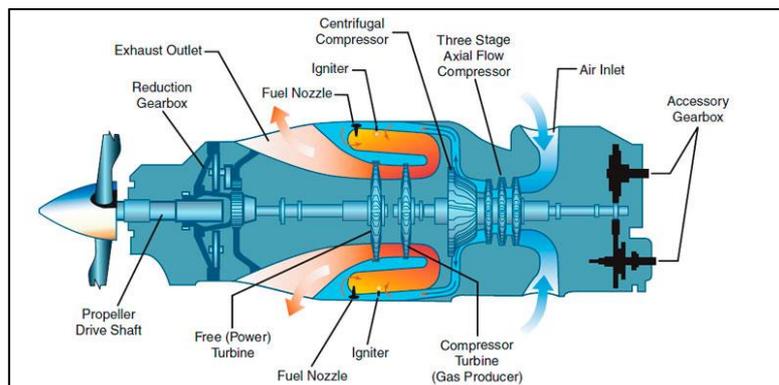


Nota. Esta figura representa el turborreactor Roll Royce Pearl 15 en mantenimiento. Tomado de Aero Expo, (2022)

c. Turbohélice. Este motor tiene los mismos principios de funcionalidad que un turborreactor, pero la expansión de gases por la turbina genera la energía necesaria para que la hélice gire, este motor se instala en aeronaves que realizan despegue y aterrizaje vertical, este motor posee una caja de cambios reductora, la caja de cambios puede ser impulsada por las mismas turbinas (Mattingly, 2005).

Figura 9

Vista didáctica de un Motor turbohélice y sus partes

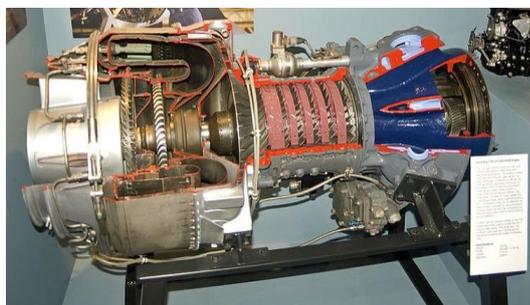


Nota. Esta figura representa un motor turbohélice y sus partes. Tomado de Take Off Briefing, (2013).

d. Turboeje. Estos motores se diferencian de los demás porque son principalmente utilizados en helicópteros y en Unidades de potencia Auxiliar (APU), estos motores son similares a los motores turbohélice la diferencia es que la potencia se suministra a un eje en lugar de a una hélice ya que son motores de turbina de gas que se optimizaron para producir potencia en un eje para poder impulsar masa y mas no producir empuje (Mattingly, 2005).

Figura 10

Motor Turboeje Lycoming T-53



Nota. Esta figura representa las partes de un motor turboeje Lycoming T-53. Tomado de Taringa, (2022).

e. Turbofán. Mattingly (2005) resalta que este tipo de motor se caracteriza por poseer un ventilador canalizado que es impulsado por el núcleo a reacción, sus

componentes son: una entrada de aire, un ventilador, un generador de gas y una boquilla. En este motor el trabajo que realiza la turbina se utiliza como energía para poder generar movimiento al ventilador.

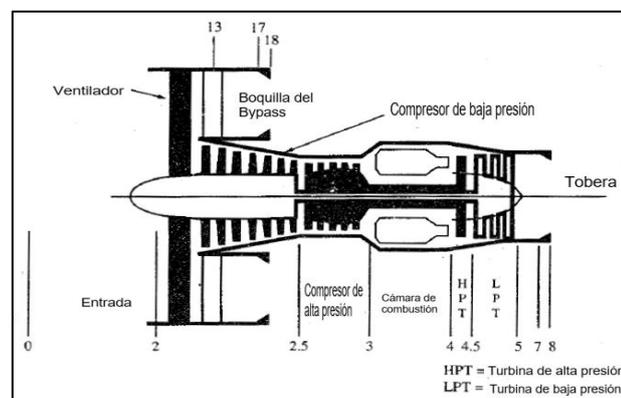
Comparación con un motor turboreactor

- ✓ Es más económico y eficaz que el motor turboreactor en un ámbito limitado de vuelo.
- ✓ El consumo de combustible de empuje (tasa de flujo de masa de combustible por unidad de empuje TSFC) es más bajo por eso implica una operación más económica.
- ✓ Este motor acelera una mayor masa de aire a una velocidad más baja que un turboreactor para una mayor eficiencia de propulsión.
- ✓ El área frontal de un motor Turbofán es más grande que el área frontal de un turboreactor por lo que existe más arrastre y más peso.

Hay dos partes de aire que ingresan y una parte del aire que sale del fan y llega al núcleo central se utiliza para poder combustionar y la otra parte pasa por un bypass el cual direcciona el aire para unirse con los gases del flujo primario después de la turbina (Vallbona, 2011).

Figura 11

Diagrama esquemático de un TurboFan de alta relación de derivación

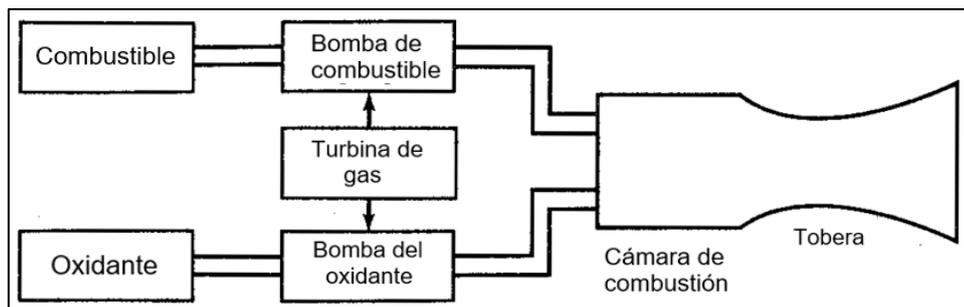


Nota. Esta figura representa un diagrama esquemático de las partes de un Motor Turbofan. Tomado de Mattingly (2005).

f. Motor Cohete. Estos motores se caracterizan no respirar aire y también por llevar el combustible y el comburente dentro del vehículo aeroespacial por lo que el sistema de propulsión se puede usar en cualquier parte del espacio o de la atmosfera. Su funcionamiento depende de dos propulsores que son el oxidante y el combustible, los cuales se bombean hacia la cámara de combustión donde se encienden, luego la tobera acelera los gases resultantes de la combustión a altas velocidades expulsando a la atmosfera o al espacio. Un Motor Cohete de combustible sólido es el más simple de todos los sistemas de propulsión ya que el combustible y el oxidante se mezclan y se funden en una masa solida llamado grano, el grano está formado con un agujero en el centro y está firmemente cementado en el interior de la cámara de combustión, después de la ignición el grano se quema radialmente hacia afuera y los gases de combustión pasan por el agujero y se expulsan a través de la tobera (Mattingly, 2005).

Figura 12

Motor cohete de combustible líquido y sus partes



Nota. Esta figura representa un diagrama del Motor cohete y sus partes. Tomado de Mattingly (2005)

2.3 Versiones Motores Continental

Continental Aerospace Technologies es una empresa que fabrica, diseña y distribuye motores de aeronaves de pistón con una trayectoria de más de 115 años de operación continua (Continental Aerospace Technologies, 2022).

Continental Aerospace Technologies (2022) fabrica cuatro series de motores AvGas los cuales son nuevos y reconstruidos de fabrica certificados, los motores son diseñados para cumplir con las expectativas y requisitos de potencia y rendimiento para cada aeronave, las cuatro series son:

2.3.1 Motor Continental serie 200 AvGas

Esta serie es un grupo de motores que se utilizaba para vuelos de entrenamiento para pilotos ya que, al ser una serie de motores livianos, pero no comprometen al rendimiento. Estos motores son enfriados por aire, son de aspiración natural, son opuestos horizontales, son de 4 cilindros, con carburador, se enciende por chispa, de cuatro tiempos, de transmisión directa, giro horario y con controles manuales para aeronaves de ala fija (Continental Aerospace Technologies, 2022).

Figura 13

Motor Continental Serie 200 AvGas



Nota. Esta figura representa un Motor Continental Serie 200 AvGas. Tomado de Continental Aerospace Technologies (2022).

Tabla 1

Especificaciones del Motor Continental Serie 200 AVGAS

CARACTERÍSTICAS		
Combustibles Certificados	80/87,100/100LL AvGas	
Desplazamiento	3292 a 3928cm ³	201 a 240 pulg ³
Energía	75 a 93 kilovatios	100 a 125 CV
RPM nominales máximas	2750 a 2800 r/min	2750 a 2800 rpm
Diámetro	103,2 mm (200) 112,7 mm (240) (240)	4.062pulgadas (200) 4.438 pulgadas (240)
Carrera	98,43 mm (200,240) (200,240)	3,875 pulgadas
Índice de compresión	7,0:1 (200)	8,5:1 (200D,240)
Altura	589 a 667mm	23,18 a 26,25 pulgadas
Ancho	798 a 802 mm	31,4 a 31,56 pulgadas
Longitud	666 a 739 mm	26,22 a 29,1 pulgadas
Peso en seco	89,3 a 125,9 kg	196,8 a 277,6 libras
Tiempo entre revisiones(TBO)	2000 a 2200 horas	

Nota. Esta tabla especifica las características del motor Continental Serie 200 AVGAS. Tomado de Continental Aerospace Technologies (2022).

2.3.2 Motor Continental Serie 360 AvGas

La serie 360 es un grupo de motores de aeronaves que poseen 6 cilindros opuestos horizontales los cuales más empuje y navegara muy rápido también, estos motores están enfriados por aire, de aspiración natural, con inyección de combustible, también el encendido se realiza por chispas (Continental Aerospace Technologies, 2022).

Figura 14

Motor Continental Serie 360 AvGas



Nota. Esta tabla especifica las características del motor Continental Serie 360 AVGAS. Tomado de Continental Aerospace Technologies (2022).

Modelos de la serie 360

- IO-360-AF
- IO-330-D
- IO-360-CB, base de datos, GB, HB
- IO-360-ES
- IO-360-JB
- IO-360-KB

Tabla 2

Especificaciones del Motor Continental Serie 360 AVGAS

CARACTERÍSTICAS		
Combustibles Certificados	100/100LL AvGas mínimo y combustibles alternativos	
Desplazamiento	5892 cm^3	360 in^3
Energía	145 a 168 kilovatios	195 a 220 CV
RPM nominales máximas	2575 a 2800 r/min	2575 a 2800 rpm
Diámetro	112,71 mm	4,44 pulgadas
Carrera	98,4 mm	3,88 pulgadas
Índice de compresión	7,5:1 (combustible turboalimentado y alternativo) 8,5:1 (aspiración natural)	
Altura	569,7 a 833,6 mm pulgadas	22,43 a 32,82
Ancho	797,1 a 908,8 mm pulgadas	31,38 a 35,78
Longitud	864,4 a 1460,5 mm pulgadas	34,03 a 57,5
Peso en seco	150 a 205,2 kg	330.6 a 452.3 libras
Tiempo entre revisiones	1600 a 2200 horas	
Disponibilidad de modelos turbo	Si	

Nota. Esta tabla especifica las características del motor Continental Serie 360 AVGAS. Tomado de Continental Aerospace Technologies (2022).

2.3.3 Motor Continental Serie 470 AvGas

Esta serie es un grupo de motores que impulsan aeronaves Cessna 180 y 182 ya que son suaves y silenciosas. Estos motores son de 6 cilindros opuestos horizontales que son enfriados por aire y poseen un sistema de inyección de combustible, son de cuatro tiempos y su hélice gira hacia la derecha con controles manuales del motor para las aeronaves de ala fija (Continental Aerospace Technologies, 2022).

Figura 15

Motor Continental Serie 470 AvGas



Nota. Esta Figura representa motor Continental Serie 470 AVGAS. Tomado de Continental Aerospace Technologies (2022).

Tabla 3

Especificaciones del Motor Continental Serie 470 AVGAS

CARACTERÍSTICAS		
Combustibles Certificados	80/87, 91/96, 100/100LL AvGas	
Desplazamiento	7722cm ³	471in ³
Energía	172 a 194 kilovatios	230 a 260 CV
RPM nominales máximas	2400 a 2625 r/min	2400 a 2625 rpm
Diámetro	127,0 mm	5,00 pulgadas
Carrera	101,6 mm	4,00 pulgadas
Índice de compresión	7,0:1 a 8,6:1	
Altura	501,7 a 721,9 mm pulgadas	19,75 a 28,42
Ancho	846,2 a 852,9 mm pulgadas	33,32 a 33,58
Longitud	915,2 a 1197,9 mm pulgadas	36,03 a 47,16
Peso en seco	191,5 a 211,1 kg	422,2 a 465,5 libras
Tiempo entre revisiones	1700 a 2200 horas	

Nota. Esta tabla especifica las características del motor Continental Serie 470 AVGAS. Tomado de Continental Aerospace Technologies (2022).

2.3.4 Motor Continental Serie 500 AvGas

Esta serie es un grupo de motores que dan empuje a aeronaves de Cessna, Beechcraft y Bonanza, los motores pueden ser turboalimentados o normales que generan empuje y eficiencia. Estos motores poseen 6 cilindros opuestos horizontales con un sistema de inyección de combustible y es encendido por chispa, además que es de cuatro tiempos y de transmisión directa, el giro de la hélice es en sentido horario con controles manuales del motor para aeronaves de ala fija y la versión turboalimentada también para aeronaves de ala fija (Continental Aerospace Technologies, 2022).

Figura 16

Motor Continental Serie 500 AvGas



Nota. Esta Figura representa motor Continental Serie 500 AvGas. Tomado de (Continental Aerospace Technologies, 2022).

Tabla 4

Especificaciones del Motor Continental Serie 500 AVGAS

CARACTERÍSTICAS		
Combustibles Certificados	100/100LL AvGas (520 y 550) y 94UL (solo TSIO-550-K)	
Desplazamiento	8514cm ³ 9046cm ³	520in ³ (520) 552in ³ (550)
Energía	186 a 280 kilovatios (520) 209 a 261 kilovatios (550)	250 a 375 CV 280 a 350 CV
RPM nominales máximas	2600 a 3400 r/min (520) 2500 a 2700 r/min (550)	2600 a 3400 rpm 2500 a 2700 rpm
Diámetro	133,35 mm	5,25 pulgadas
Carrera	101,6 mm (520) 107,95 mm (550)	4,00 pulgadas 4,25 pulgadas
Índice de compresión	7.5:1 (turbocargado) y 8.5:1 (aspiración natural)	
Altura	477 a 1030,22 mm (520) 501,7 a 933,2 mm (550)	18,78 a 40,56 pulgadas 19,75 a 36,74 pulgadas
Ancho	845,57 a 1079,5 mm (520) 852,4 a 1076,7mm (550)	33,29 a 42,5 pulgadas 33,56 a 42,39 pulgadas
Longitud	933,2 a 1616,2 mm (520) 933,2 a 1215,6 mm (550)	36,74 a 63,63 pulgadas 36,74 a 47,86 pulgadas
Peso en seco	165,5 a 253,1 kg 206,8 a 307,0 kg	364,8 a 558 libras (520) 455,9 a 676,9 libras (550)
Tiempo entre revisiones	1600 a 2200 horas o 12 años (520) 1900 a 2200 horas o 12 años (550)	

Nota. Esta tabla especifica las características del motor Continental Serie 500 AVGAS. Tomado de (Continental Aerospace Technologies, 2022).

2.4 Motor Continental IO-360-D (21)

Es un motor Reciproco el cual es diseñado y fabricado por la fábrica Continental Aerospace Technologies dentro de sus especificaciones generales están:

- Refrigerado por aire
- Seis cilindros de válvulas superiores inclinados y opuestos horizontalmente
- El desplazamiento del cilindro 360 *pulgada*³(5899 *cm*³)
- Diámetro de 4,44 *pulgadas* (11,278mm)
- Carrera de 3,88 *pulgadas* (9,86mm)
- Relación de compresión 8,5 a 1
- Método de Inyección de combustible
- Aspiración natural
- Posee un cárter húmedo
- Bomba de aceite de desplazamiento positivo
- Posee un gobernador para el control de una hélice de velocidad constante operada hidráulicamente
- Posee un motor de arranque de corriente continua
- Posee un enfriador de aceite instalado en el lado trasero izquierdo del cárter
- Posee dos magnetos accionados por engranajes

2.4.1 Definición del Número de Modelo del Motor

Cada carácter alfanumérico del modelo del motor indica características del motor y este número de modelo del motor se encuentra en la placa del motor (Continental Motors, 2016).

Figura 17

Definición del modelo del motor



Nota. Esta figura representa la definición del número de modelo del Motor. Tomado de Continental Motor (2016).

Figura 18

Placa de Identificación del Motor Continental IO-360-d (21)



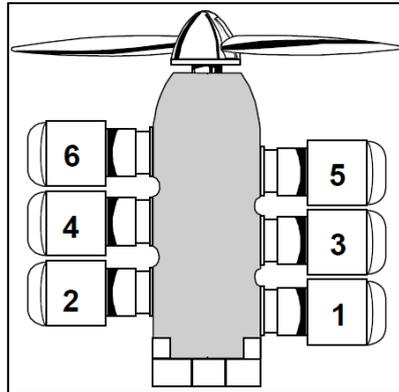
Nota. Esta figura representa la placa de identificación del Motor Continental IO-360-d (21).

2.4.2 Número de los Cilindros Motor Continental IO-360-D (21)

Los cilindros se numeran de la parte trasera hacia adelante siendo la parte delantera la más cercana a la hélice, los cilindros del lado izquierdo son pares y los del lado derecho son impares. El orden de encendido de los cilindros es 1-6-3-2-5-4 (Continental Motors, 2016).

Figura 19

Designación de números de los cilindros



Nota. Esta figura representa como esta distribuidos el número de cilindros. Tomado de Continental Motor (2016).

2.4.3 Partes del Motor Continental IO-360-D (21)

El Motor contiene varios componentes que conjuntamente operan para que pueda funcionar el motor es importante conocer estos componentes para entender el funcionamiento general del motor.

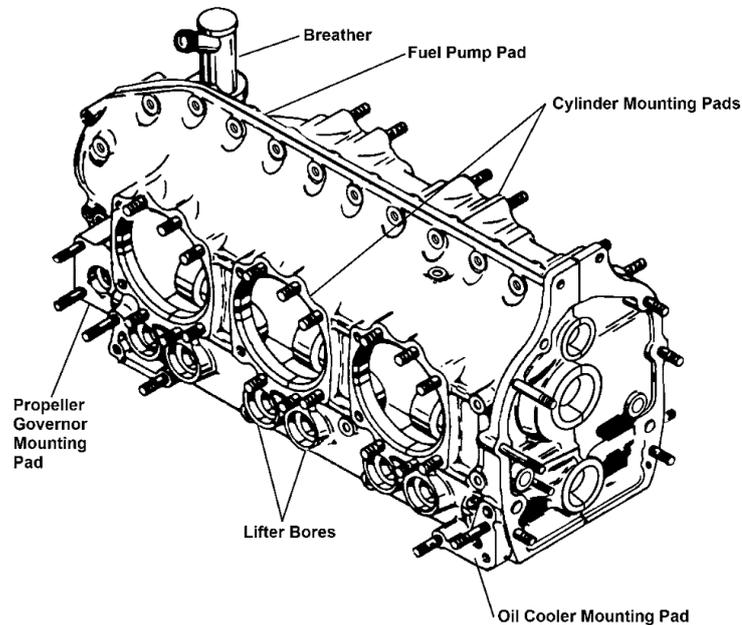
a. Caja del Cigüeñal del Motor Continental IO-360-D (21).

Esta caja está diseñada por dos piezas fundidas de aleación de aluminio unidas a lo largo del plano vertical central, las piezas fundidas con pernos e inserciones se llamarán cárteres izquierdo y derecho. Las protuberancias moldeadas en las piezas fundidas se perforan en la pieza ensambla para formar los cojinetes del árbol de levas y los asientos para los insertos de los cojinetes principales de presión, tiene seis pernos y dos tornillos que se utilizan para fijar las bridas de la base del cilindro, también la almohadilla de montaje del regulador de la hélice se encuentra en la esquina delantera inferior de la mitad izquierda de la caja del cigüeñal y la almohadilla de la bomba de combustible está ubicada en el cárter derecho precisamente delante de la almohadilla de montaje del cilindro número cinco, la caja del cigüeñal se ventila mediante un tubo que consiste en un conjunto

de aro y tubo con una extensión lateral para una fijación con la manguera (Continental Motors, 2016).

Figura 20

Caja del cigüeñal



Nota. Esta figura representa la caja del cigüeñal del Motor Continental IO-360-D (21). Tomado de Continental Motor (2016)

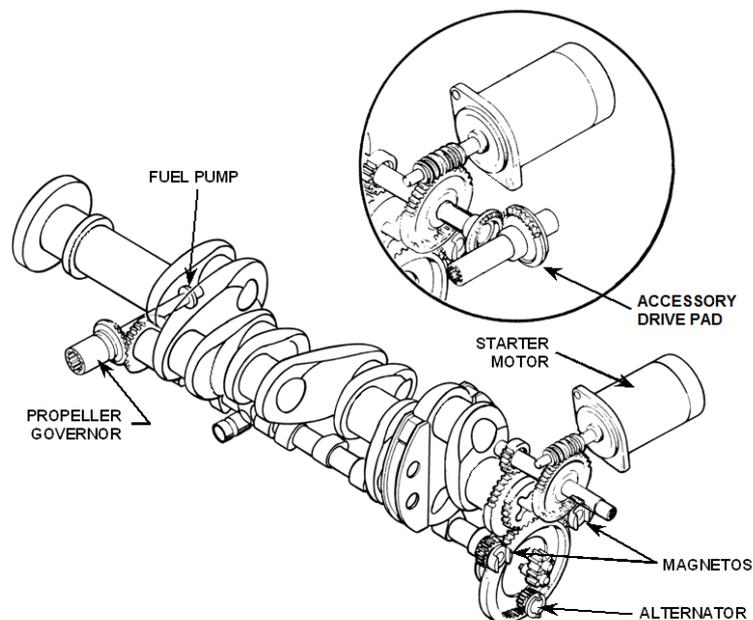
b. Tren de Transmisión del Motor Continental IO-360-D (21).

Según la configuración del adaptador cuando se arranca el motor el torque que genera se transmite desde el arrancador mediante los componentes del adaptador de arranque y el resorte montado en el cubo se aprieta para sujetar el tambor moleteado del engranaje del eje a medida que se gira la rueda helicoidal, luego de arrancar el resorte vuelve a la posición normal liberando el engranaje del eje y desvinculando el motor de arranque, existe un solenoide que activa y desactiva el motor de arranque del engranaje del cigüeñal, así es como el torque del engranaje del cigüeñal se transmite directamente al engranaje del árbol de levas, el engranaje del árbol de levas impulsa los engranajes del magneto y el engranaje

impulsa el alternador el cual se une con el engranaje interior del árbol de levas y hace mover el eje del alternador a través de un acoplamiento impulsor de casquillo de goma. La bomba de aceite es movida por un engranaje recto que se une con el engranaje interior del árbol de levas y también el engranaje impulsor del gobernador esta enchavetado al árbol de levas y se une con el engranaje impulsado por el gobernador y lo impulsa (Continental Motors, 2016).

Figura 21

Tren de transmisión



Nota. Esta figura representa el tren de transmisión del Motor Continental IO-360-D (21). Tomado de Continental Motor (2016).

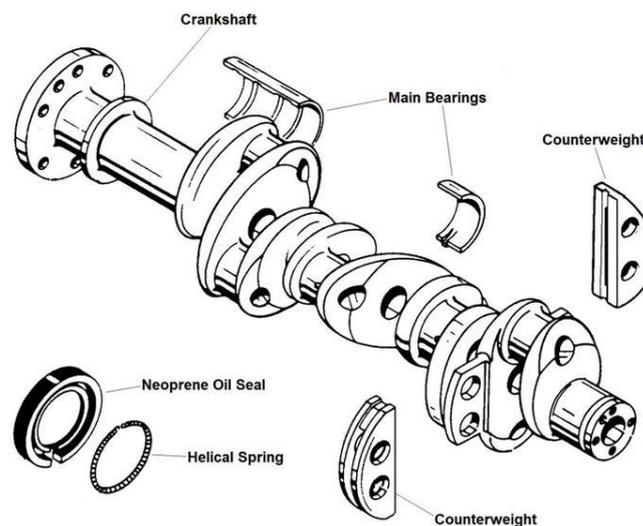
c. Cigüeñal del Motor Continental IO-360-D (21).

El cigüeñal es un componente del motor que es de acero de calidad aeronáutica, posee unos contrapesos que se suministran con los bujes instalados, si un cigüeñal produce cinco vibraciones por revolución y se utiliza un contrapeso de quinto orden para compensar la vibración. Es un cigüeñal que incorpora dos amortiguadores de sexto orden. El funcionamiento tiene que ver con el engranaje del cigüeñal que se calienta antes de la instalación, el engranaje también tiene una

marca de sincronización mecanizada para poder colocar exactamente los ángulos del cigüeñal y del árbol de levas. El cigüeñal posee un sello de neopreno y un anillo de retención dividido que están asentados entre las piezas fundidas del cárter en el área de salida del cigüeñal delantero y están sellados al cigüeñal mediante un resorte helicoidal dentro de la cavidad del sello (Continental Motors, 2016).

Figura 22

Cigüeñal



Nota. Esta figura representa el Cigüeñal del Motor Continental IO-360-D (21).

Tomado de Continental Motor (2016).

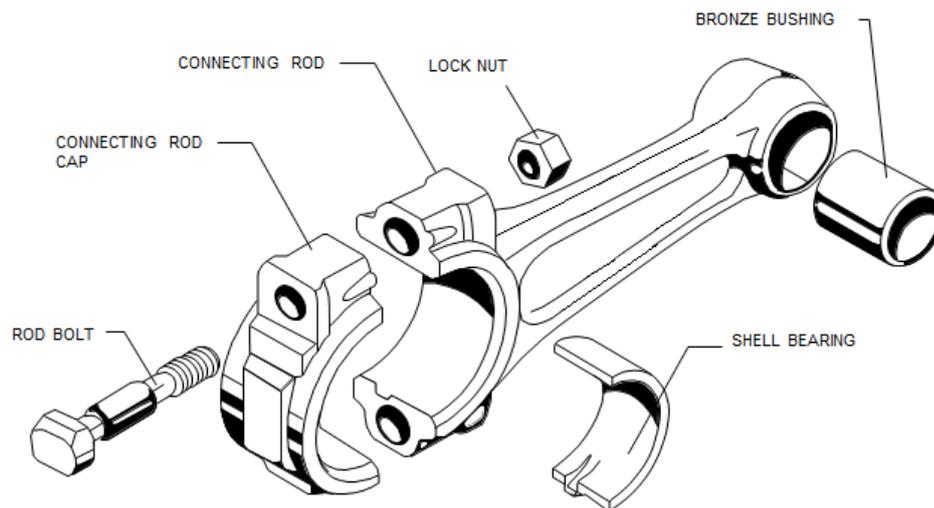
d. Bielas del Motor Continental IO-360-D (21).

Es un componente interno del motor, exactamente componente del cilindro el cual sus mitades se mecanizan a partir de una sola pieza que es forjada de acero de calidad aeronáutica y se cortan en dos piezas la que divide el centro de la abertura más grande del conjunto de bielas, las piezas se ajustan con un cojinete de dos piezas y se unen a la muñequilla o muñón de la biela con pernos y tuercas especiales, la biela de entre los extremos de la muñequilla y el pasador del pistón se denomina viga "I" . Posee un buje de bronce con respaldo de acero dividido en el

extremo del pasador del pistón y se mecaniza para lograr un ajuste preciso entre el pasador del pistón y el buje, la biela tiene un sello de aceite neopreno y un anillo de retención dividido que están asentados entre las piezas fundidas del cárter en el área de salida del cigüeñal delantero y están sellados al cigüeñal mediante un resorte helicoidal dentro de la cavidad del sello (Continental Motors, 2016).

Figura 23

Biela



Nota. Este figura representa una biela del Motor Continental IO-360-D (21). Tomado de Continental Motor (2016).

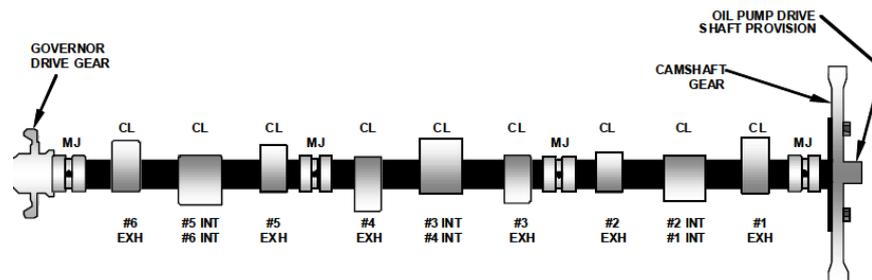
e. Árbol de Levas del Motor Continental IO-360-D (21).

El árbol de levas está forjado en acero de calidad aeronáutica, mecanizado en cuatro muñones principales con nueve lóbulos rectificados y endurecidos y una brida de montaje de engranajes en la parte trasera del árbol de levas. Los muñones del árbol de levas están soportados por cuatro monturas perforadas con línea de precisión dentro del cárter. Cuatro pernos espaciados desigualmente sujetan el engranaje al árbol de levas. La sincronización de árbol de levas a cigüeñal se logra alineando las marcas de sincronización del cigüeñal y los engranajes del árbol de levas en el cárter. A medida que el cigüeñal hace girar el árbol de levas en el cárter,

los elevadores hidráulicos siguen los lóbulos excéntricos del árbol de levas en los orificios de los elevadores del cárter. El movimiento hacia adentro y hacia afuera de los elevadores abre y cierra las válvulas de admisión y escape dentro de la culata de cilindros mediante el enlace mecánico de las varillas de empuje y los balancines a los elevadores. El momento exacto de apertura y cierre de las válvulas está sincronizado por el cigüeñal con la sincronización del árbol de levas. El engranaje del árbol de levas incorpora una transmisión estriada para la bomba de aceite del motor. Los dientes interiores del engranaje del árbol de levas impulsan el alternador. El engranaje del árbol de levas también acciona los engranajes impulsores del magneto derecho e izquierdo. Un engranaje impulsor cónico acanalado montado en la parte delantera proporciona impulso para el engranaje impulsor cónico del regulador de hélice (Continental Motors, 2016).

Figura 24

Árbol de Levas



Nota. Esta figura representa un árbol de levas y sus partes, del Motor Continental IO-360-D (21). Tomado de Continental Motor (2016).

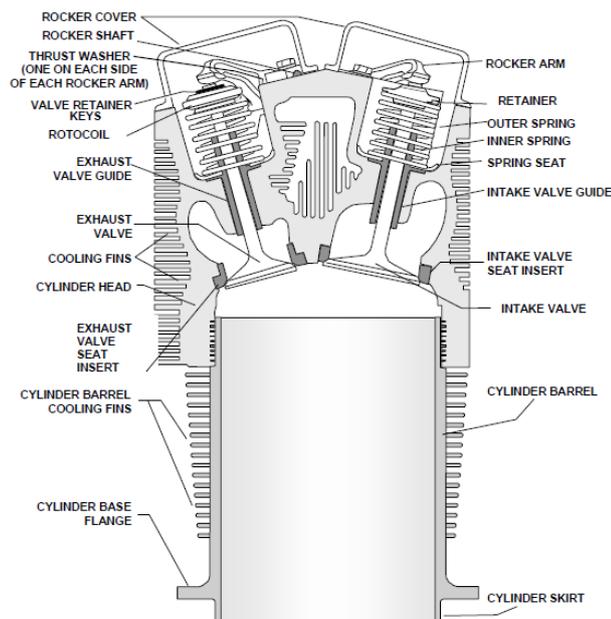
f. Cilindros del Motor Continental IO-360-D (21).

Las piezas fundidas de la culata de aleación de aluminio con aletas externas se calientan y se instalan los insertos de los asientos de las válvulas antes de atornillar y encoger la culata en un cilindro de aleación de acero con aletas externas para formar el conjunto permanente de culata y cilindro. Las guías de las válvulas de admisión de aluminio/bronce y las guías de las válvulas de escape de níquel o

aleación de níquel se introducen a presión en el conjunto del cilindro. En los orificios de las bujías superiores e inferiores se instalan insertos especiales de rosca helicoidal de 18 mm (0,71 pulgadas). Los orificios de escape están en la parte inferior y los de admisión en la parte superior de la culata cuando se instala el cilindro. Las caras de las válvulas de escape y las puntas de los vástagos están endurecidas. Los vástagos de las válvulas son sólidos (Continental Motors, 2016).

Figura 25

Cilindro



Nota. Esta figura representa un Cilindro de flujo cruzado con sus partes, del Motor Continental IO-360-D (21) Tomado de Continental Motor (2016).

Los retenedores exteriores de los dos muelles concéntricos que rodean cada válvula se fijan a los vástagos mediante chavetas cónicas semicirculares que encajan en las ranuras alrededor de los vástagos. En las válvulas de admisión y de escape se instalan espirales de raíz. La acción de rotación controlada de este tipo de retenedor ayuda a evitar la quema y la erosión de la válvula y el asiento de la válvula. Los retenedores de muelle interiores son de acero prensado. Las tapas de los balancines de las válvulas son de chapa de acero laminada o de aleación de

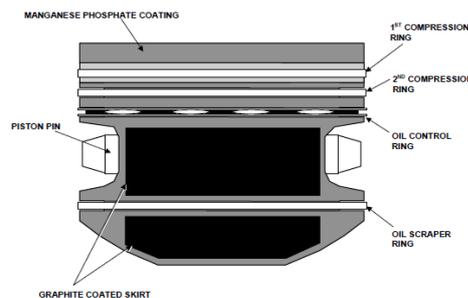
aluminio estampada. Los ejes de los balancines son de acero totalmente mecanizado y cementado. Los ejes de los balancines se mantienen en su lugar mediante espárragos en las cajas de los balancines de los cilindros. Los balancines de las válvulas son piezas forjadas de acero con casquillos y caras de balancines endurecidos y tienen cojinetes de bronce prensados. Están perforados para la lubricación. Las varillas de empuje están construidas con tubos de acero y extremos de bola de acero forjado y prensado, que están perforados en el centro para el paso del aceite. Los alojamientos de las varillas de empuje son tubos de acero con reborde. El reborde en el extremo del cilindro retiene un anillo "O". El reborde en el extremo del cárter retiene un muelle pesado, una arandela, una junta y una segunda arandela (Continental Motors, 2016).

g. Pistones Motor Continental IO-360-D (21).

Los pistones son de aleación de aluminio forjado o fundido con un inserto de acero fundido en la ranura del anillo superior. Las faldas son macizas con cortes cilíndricos en relieve en la parte inferior. Los pistones tienen tres ranuras para anillos sobre el orificio del pasador del pistón y una ranura para anillos debajo. Los anillos de compresión están instalados en las ranuras superior y segunda. La ranura debajo del orificio del pasador contiene un raspador de aceite.

Figura 26

Pistón



Nota. Esta figura representa un pistón del Motor Continental IO-360-D (21). Tomado de Continental Motor (2016).

Un anillo de control de aceite acanalado y ranurado en el centro está instalado en la tercera ranura que tiene seis orificios de drenaje de aceite hacia el interior. Las diferencias de peso están limitadas a 14,175 gramos (0,5 onzas) entre cilindros opuestos. Los pasadores de pistón son tubos de acero esmerilados completamente flotantes con tapones de aluminio prensados permanentemente (Continental Motors, 2016).

h. Elevadores de Válvulas hidráulicos del Motor Continental IO-360-D (21).

El elevador de válvula hidráulica realiza dos funciones. Primero, proporciona una interfaz entre el lóbulo del árbol de levas y el resto del tren de válvulas. Los elevadores de válvulas hidráulicas se desplazan sobre los lóbulos excéntricos de las levas, abriendo y cerrando las válvulas de admisión y escape mecánicamente a través de varillas de empuje y balancines. Esto permite convertir el perfil del lóbulo de la leva en un movimiento lineal para el accionamiento de las válvulas de admisión y escape. En segundo lugar, el mecanismo hidráulico dentro del elevador mantiene una holgura cero entre la válvula y sus componentes de accionamiento. La interfaz entre el lóbulo de la leva y el levantador está diseñada para desgastarse hasta cierto punto a medida que funciona el motor. Esto es similar a la interfaz entre el anillo del pistón y la pared del cilindro que deben asentarse juntas para un funcionamiento adecuado y desgaste con el tiempo (Continental Motors, 2016).

2.4.4 Sistemas del Motor Continental IO-360-D (21).

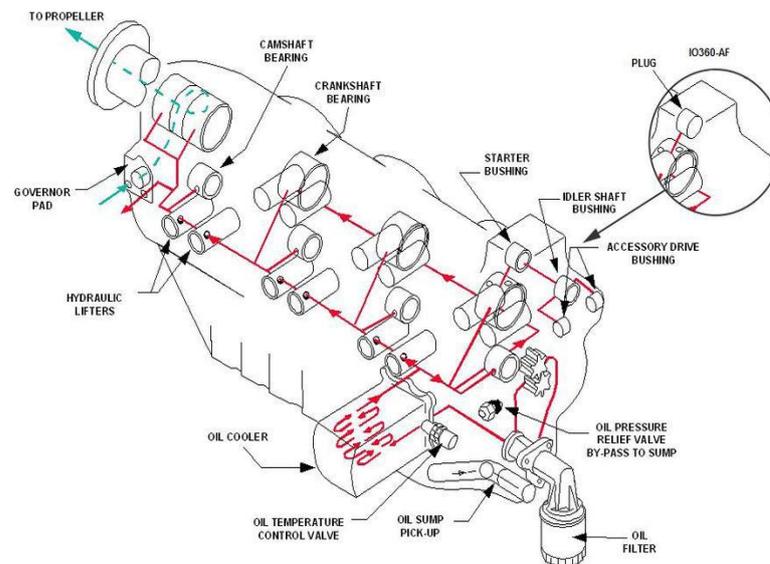
a. Sistema de lubricación del Motor Continental IO-360-D (21).

Este sistema es el que se encarga de entregar aceite necesario para lubricar los componentes del motor que sufren de rozamiento y todo este proceso comienza desde el cárter de aceite del motor hasta llegar al cilindro y otros componentes. Este sistema posee una bomba de aceite quien se encarga de absorber el aceite para poder transportar el aceite mediante cañerías, luego el aceite pasa a una válvula de

alivio de presión de aceite, llegando así hasta el filtro, el aceite llegara a pasar a la válvula de alivio siempre y cuando el filtro se tapone, así mismo posee un enfriador de aceite. Los componentes que el aceite lubrica son el árbol de levas, luego pasa hacia los cojinetes principales delanteros y las arandelas de empuje, el aceite se encarga de llegar al cilindro también proporcionando enfriamiento al trabajo del pistón dentro del cilindro (Continental Motors, 2016).

Figura 27

Diagrama del sistema de lubricación del Motor



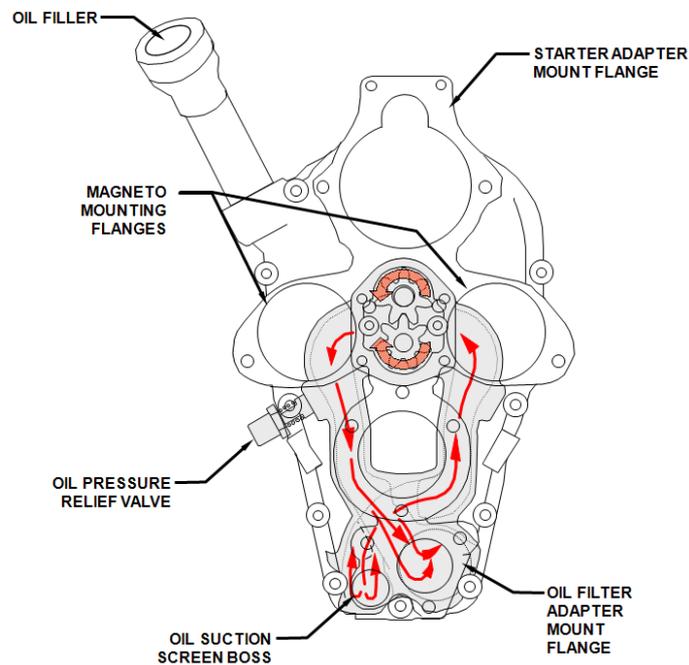
Nota. Esta figura representa el funcionamiento del sistema de lubricación del Motor Continental IO-360-D (21) y sus partes. Tomado de Continental Motor (2016).

b. Bomba de Aceite del Motor Continental IO-360-D (21).

Es un componente indispensable para el funcionamiento del sistema de lubricación y su función es mantener el flujo constante de aceite para los componentes del motor.

Figura 28

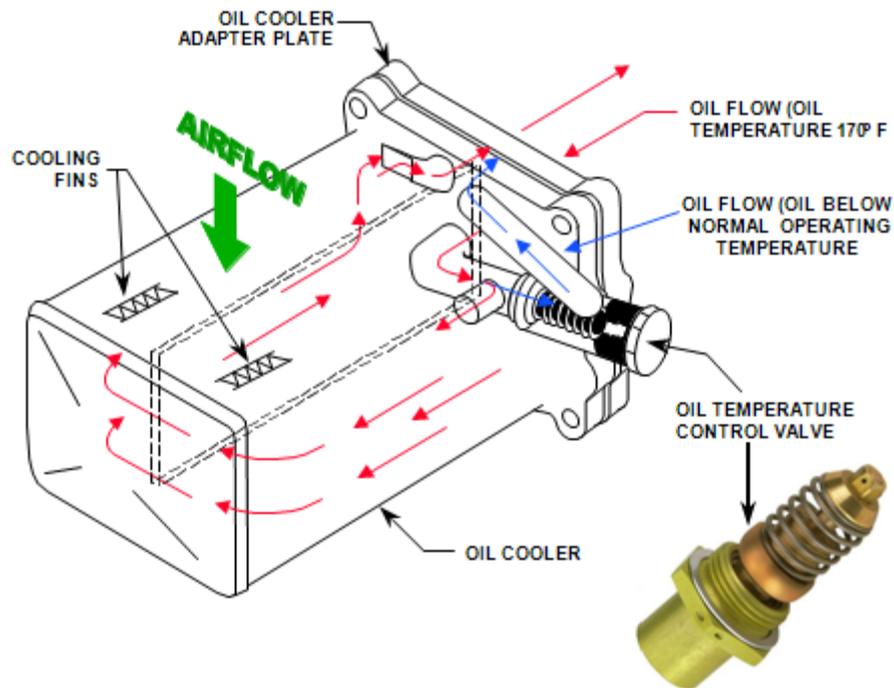
Bomba de aceite del motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta figura representa el funcionamiento del sistema de lubricación del Motor Continental IO-360-D (21) y la bomba de aceite. Tomado de Continental Motor (2016).

c. Enfriador de Aceite y Válvula de Control de Temperatura del Motor Continental IO-360-D (21).

El enfriador de aceite como lo dice su nombre se encarga de enfriar el aceite y lo direcciona en dos direcciones, la primera es cuando el aceite está frío la válvula de temperatura del aceite se abre la mayor parte del aceite no pasará por el enfriador, pero a veces pasará aceite caliente para que no se congele el aceite en esta sección. El funcionamiento de la válvula de control de temperatura del aceite modula para mantener la temperatura del aceite en el rango normal de aproximadamente 77 °C (170 °F) (Continental Motors, 2016).

Figura 29*Enfriador de aceite*

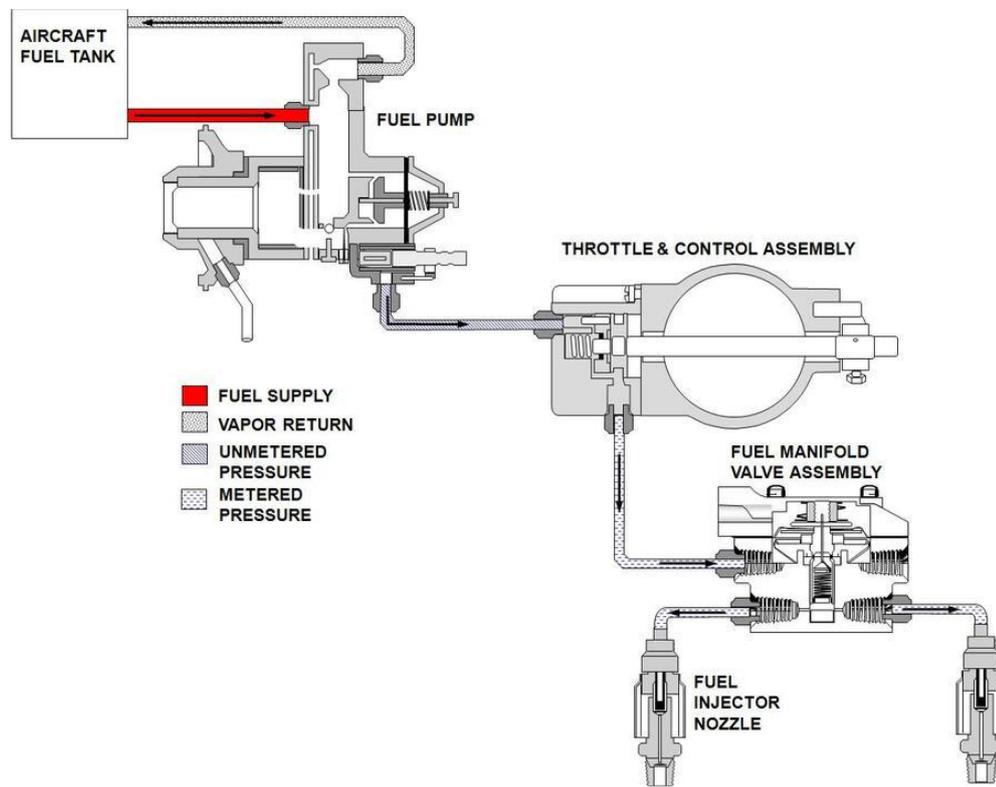
Nota. Esta figura representa el funcionamiento del enfriador de aceite del Motor Continental IO-360-D (21). Tomado de Continental Motor (2016).

d. Sistema de Combustible.

Este sistema se encarga de distribuir el combustible hacia los cilindros para que puedan unirse con el aire y generen la combustión, mediante inyección de combustible es que se llega hasta los cilindros, este sistema posee una bomba para mantener el flujo de combustible constante. El funcionamiento de este sistema comienza desde el tanque de combustible y finaliza en el cilindro (Continental Motors, 2016).

Figura 30

Sistema de combustible



Nota. Esta figura representa el diagrama del funcionamiento del sistema de combustible del Motor Continental IO-360-D (21). Tomado de Continental Motor (2016).

2.5 Tipos de inspecciones periódicas que aplica para el motor Continental IO-360-D (21).

❖ **Inspección**

Es la acción de examinar o revisar una aeronave o componente de la aeronave para establecer la con algún dato de mantenimiento (Dirección General de Aviación Civil, 2012)

❖ **Inspección de funcionalidad inicial de 25 horas**

Continental Motor (2016) estipula que esta inspección se las realiza veinte y cinco horas o seis meses depende de lo que ocurra primero después de.

- ✓ Puesta en servicio de un motor nuevo, reconstruido o reacondicionado
- ✓ Reemplazo de uno o más cilindros del motor y/o anillos de pistón
- ✓ Cada 25 horas de funcionamiento del motor hasta que se establezca el consumo de aceite

❖ ***Inspección del motor cada 50 horas***

Continental Motors (2016) estipula que estas inspecciones se las realiza:

- ✓ 25 horas después de la inspección de funcionalidad inicial de 25 horas
- ✓ Después de cada cincuenta horas de funcionalidad del motor o cuatro meses.

❖ ***Inspección del motor cada 100 horas (anual)***

Continental Motors (2016) estipula que estas inspecciones se las realiza en dos circunstancias:

- ✓ Después de cada 100 horas de funcionamiento acumulado del motor
- ✓ Anualmente, si el motor no acumuló 100 horas de funcionamiento durante el año calendario desde la última inspección del motor de cien horas.

❖ ***Inspección del motor cada 500 horas***

- ✓ Continental Motor (2016) estipula que estas inspecciones se las realice después de quinientas horas de funcionamiento acumulado del motor.

2.5.1 Inspección Boroscópica de Cilindros

El funcionamiento regular del motor proporciona una capa de aceite para el cilindro y minimiza la formación de óxido. Los cilindros nuevos son particularmente

sensibles a la formación de óxido si el motor se usa con poca frecuencia o no se conserva adecuadamente durante el almacenamiento (Continental Motors, 2016).

Equipo requerido

- Herramientas mecánicas
- Boroscopio

Frecuencia

- Durante la inspección de 100 horas/anual
- Si el consumo de aceite es excesivo
- Después de un incidente de exceso de velocidad del motor
- Siempre que se sospeche una anomalía

Capítulo III

3. Marco metodológico

3.1 Preliminares

En el presente trabajo se presentará con fotografías todo el trabajo que se realizó al motor Continental IO-360-D (21). Primeramente, el motor Continental IO-360-D (21) estuvo en la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" campus Gral. Guillermo Rodríguez Lara ubicado en la parroquia de Belisario Quevedo de la ciudad de Latacunga, desde el laboratorio de sistemas del avión se trasladó el motor hacia la parte trasera del laboratorio de motores jet ubicado en la zona oriental del Campus, área en la cual se realizó la inspección de los componentes internos del motor de acuerdo al manual de mantenimiento perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, así mismo se realizó la modificación de la cabina del motor. El motor estaba a la intemperie soportando lluvias y polvo, lo que ha generado corrosión en los exteriores del motor afectando a tornillos pernos, tuercas y hasta en los componentes como el motor de arranque.

El motor está en un banco de pruebas adaptado a una camina el cual por el pasar del tiempo también ha sufrido deterioros y corrosión, lo que en realidad se busca es preservar este motor ya que es de material de instrucción, es así que se realizan tareas de limpieza y tratamiento de corrosión, pintura en la estructura y soporte del motor, se realiza la inspección de componentes internos del motor, se tiene en consideración el Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21) y también el manual de mantenimiento de prácticas estándar para motores de encendido por chispa del fabricante Continental. se empieza con una inspección programada de 25 horas en la cual nos dirige a una inspección visual exterior de los cilindros, luego a una boroscopia de los mismos y por último se desmonta el cilindro para verificar la inspección con boroscopio y así se llegó hacia algunas conclusiones que se verán en el siguiente procedimiento.

3.2 Traslado de Motor Continental IO-360-D (21)

El Motor Continental IO-360-D (21) se trasladó desde el laboratorio de Sistemas del avión, hacia el laboratorio de motores jet ubicado en la zona oriental del campus, con la debida precaución y medidas de seguridad se logró el traslado del motor.

Figura 31

Anclaje del Motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta figura representa el Motor Continental IO-360-D (21) anclado con el brazo Hidráulico de la grúa tipo plataforma para su traslado.

Figura 32

Asentamiento del motor Continental IO-360-D (21) en la grúa tipo plataforma



Nota. Esta Figura representa el asentamiento del motor Continental IO-360-D (21) en la grúa tipo plataforma.

Antes del procedimiento de traslado, se realiza una limpieza general de la estructura de la cabina del motor, se encontró mucha suciedad e insectos los cuales podrían ser peligrosos.

Figura 33

Traslado del motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta Figura representa el traslado del motor Continental IO-360-D (21) con la grúa tipo plataforma hacia la parte trasera de los laboratorios de Mecánica Aeronáutica.

3.3 Modificación de la cabina del banco de prueba del motor Continental IO-360-D (21)

La modificación de la cabina del banco de prueba del Motor Continental IO-360-D (21), tiene la finalidad de reducir de tamaño para que el motor y su estructura pueda ingresar al laboratorio de motores jet.

Primero se desmantelo todos los objetos adheridos a la estructura de la cabina del banco de prueba del Motor Continental, como el asiento y los forros.

Figura 34

Desmantelación de la cabina del banco de prueba del motor



Nota. Esta figura representa el desmontaje del asiento y forros de la cabina del banco de prueba del Motor Continental IO-360-D (21).

Se procedió a cortar los extremos del panel de control de la cabina del banco de prueba del motor Continental IO-360-D (21) para poder reducir el tamaño de la estructura.

Figura 35

Corte del panel de la cabina del banco de prueba del Motor Continental IO-360-D

(21)



Nota. Esta figura representa el corte realizado al panel de control de la cabina del banco de prueba del Motor Continental para poder disminuir las dimensiones de la cabina.

Se procedió a disminuir las dimensiones de la estructura de la cabina a 1,10m para poder ingresar el motor con toda su cabina del banco de prueba del Motor Continental IO-360-D (21).

Figura 36

Cabina modificada



Nota. Esta figura representa la cabina del banco de prueba del motor Continental IO-360-D (21).

Se procedió a pintar de color amarillo la estructura de la cabina del banco de prueba del motor Continental IO-360-D (21).

Figura 37

Proceso de pintado de la estructura de la cabina del banco de prueba del Motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta Figura representa el pintado de la estructura de la cabina del banco de prueba del Motor Continental IO-360-D (21).

3.4 Inspección de funcionamiento inicial de 25 horas

El Fabricante mediante Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21), estipula como advertencia que se apague el interruptor de encendido y desconecte la energía eléctrica del motor antes de comenzar el mantenimiento o las inspecciones, también se conecta el capacitor del magneto y la tierra de la aeronave para evitar el arranque de accidental del motor durante la inspección, Se alejó cualquier equipo dentro del arco de la hélice.

Figura 38

Inspección del sistema eléctrico del Motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta figura representa la inspección del sistema eléctrico para seguir las del Motor Continental IO-360-D (21).

3.4.1 Procedimiento

De acuerdo al Manual de mantenimiento y Overhaul, estipula como advertencia revisar si hay presencia de fugas de combustible o aceite ya que los productos de petróleo inflamables pueden encenderse si se exponen a una fuente de ignición. No se encontraron fugas de combustible o aceite en los componentes del motor, solo se encontró suciedad y se realiza una inspección visual que se detallara en la Sección 3.5; y se corrigió cualquier discrepancia.

Figura 39

Inspección visual general del Motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta figura representa la inspección visual general del motor Continental IO-360-D (21).

Se retiró e inspecciono el filtro de aire de inducción. Se limpio y se pulverizo ya que se encontró mucha suciedad y se verificó que el filtro de aire de inducción está instalado correctamente; se verifico que el filtro de aire de inducción esté instalado, se verificó que el retenedor del filtro de aire de inducción esté correctamente instalado y que el hardware de fijación esté seguro de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la aeronave.

Figura 40

Filtro de aire del motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta figura representa el filtro de aire de inducción desmontado del Continental IO-360-D (21).

3.5 Inspección visual

El manual estipula que primeramente se realice una inspección visual antes de cualquier intervalo. Primero, se inspecciono las líneas de combustible, se encontró poca corrosión y deterioro, se procedió a limpiar y apretar algunas líneas flojas.

Figura 41

Inspección de las líneas de combustible



Nota. Esta Figura representa la inspección de las líneas de combustible.

Se inspeccionó el enfriador de aceite y el filtro de aceite, encontrándose corrosión en el enfriador de aceite lo cual fue removido mediante una almohadilla de scotch brite.

Figura 42

Inspección del enfriador de aceite



Nota. Esta figura representa la inspección del enfriador de aceite del Motor Continental IO-360-D (21).

Figura 43

Limpieza del enfriador de aceite



Nota. Esta figura representa la limpieza del enfriador de aceite del motor Continental IO-360-D (21).

Se verificó que no exista grietas, abolladuras, picaduras o daños físicos en:

- Barriles de cilindros externos
- Aletas de barril de cilindro
- Áreas entre y adyacentes a las aletas del cuerpo del cilindro

- Superficies externas de la culata, incluidas las áreas alrededor

Se observó corrosión en los tornillos y tuercas en las áreas externas de la culata y en las áreas adyacentes del cuerpo del cilindro, se procedió a limpiar la corrosión y limpiar algunas telarañas y polvo presente. También se inspeccionó las aletas de culata, casquillos de bujía superior e inferior, boquillas de combustible, superficies externas del cárter, accesorios, estructuras de soporte adyacentes a los accesorios y se verificó que en las aletas del cuerpo del cilindro algunas estaban torcidas como se ve en la Figura 46, se corrigió y se observó corrosión en todos los componentes.

Figura 44

Aletas de refrigeración del cilindro



Nota. Esta figura representa las aletas del cilindro Continental IO-360-D (21) torcidas.

Discrepancia.

Se descubren unas 5 aletas dobladas y en el cilindro 6 se pudo ver suciedad acumulada dentro del ducto de admisión de aire y en los demás cilindros presencia de corrosión, por lo que se realizó una tarea de "Inspecciones de cilindros" que se detallara en la Sección 3.6.

Se verificó la seguridad del motor y los accesorios de arnés de cable, incluidos los cables de encendido. Posteriormente se comprobó si existían signos de

ruptura térmica, rozaduras, deterioro o enrutamiento inadecuado, al igual que no se efectuó la tarea de reemplazo de las abrazaderas de cojín ya, que no estaban rotas o dañadas y las ataduras de cables no se encontraron deterioradas.

Figura 45

Inspección de los cables de encendido y cables del alternador



Nota. Esta figura representa la inspección de los cables de encendido del Motor Continental IO-360-D (21)

Se inspeccionó los magnetos en busca de daños externos, grietas y seguridad de montaje. Se encontró una discrepancia, el magneto izquierdo no tiene tapa en el orificio.

Figura 46

Inspección del magneto izquierdo



Nota. Esta figura representa la inspección del magneto del motor Continental IO-360-D (21).

Se inspeccionó las correas de transmisión externas no hubo presencia de muescas, grietas y desgaste visible por lo que no hubo la necesidad de reemplazar las correas, al igual que se inspeccionó el área expuesta del cigüeñal entre el sello de aceite y la brida de la hélice se evidenció de corrosión, por este motivo se utilizó una almohadilla Scotch-Brite y una solución jabonosa no corrosiva para eliminar la corrosión de la superficie. Se eliminó la corrosión hasta no dejar evidencia de picaduras.

Figura 47

Inspección del área expuesta del cigüeñal



Nota. Esta figura representa la limpieza del área expuesta del cigüeñal del Motor Continental IO-360-D (21).

Se revisó los conectores eléctricos en busca de signos de corrosión o contaminación. Seguido de esto, se inspeccionó los accesorios instalados para un montaje y seguridad adecuados. Posteriormente se revisó la porta escobillas del alternador en busca de acumulación de hollín sin encontrar ningún tipo de corrosión ni hollín de acuerdo al manual de mantenimiento.

Figura 48

Revisión de conectores eléctricos



Nota. Esta figura representa el ajuste de los cables del alternador del Motor Continental IO-360-D (21).

Se inspeccionó la integridad física de los sistemas del motor como: el sistema de combustible, el airbox del sistema de inducción, ductos, sellos y empaques, el sistema de lubricación y el sistema de escape de acuerdo con el manual de mantenimiento de la aeronave. Encontrando corrosión en tornillos tuercas y abrazaderas por lo que se limpió y se dejó revisando todas las cañerías de los sistemas.

Figura 49

Inspección del sistema de inducción del motor Continental IO-360-D (21)



Nota. Esta figura representa la limpieza del sistema de inducción del motor Continental IO-360-D (21).

3.6 Inspección visual del cilindro

3.6.1 Procedimiento

El motor no tiene cubierta por lo que se trasladó al laboratorio hacia un lugar cerrado y se inspeccionó las áreas de la carrera de potencia del cilindro y no se hubo presencia de grietas, roturas afiladas, rozaduras, daños o picaduras solo hubo suciedad, por lo que se limpió de acuerdo al manual de mantenimiento.

Figura 50

Revisión de las áreas de carrera de potencia del cilindro



Nota. Esta figura representa el área de carrera de potencia del motor continental IO-360- D (21).

También se revisó las superficies externas de la culata, incluidas las aletas, los puertos de admisión y escape, las bujías superior e inferior y las de las boquillas de combustible en busca de grietas, fugas en la brida de escape o cualquier señal de fuga de aceite, combustible u hollín, para proceder con el proceso de limpieza.

Figura 51

Inspección de las aletas de refrigeración del cilindro



Nota. Esta figura representa una revisión de las aletas de refrigeración del cilindro del Motor Continental IO-360-D (21).

3.7 Inspección boroscópica de Cilindro

El Fabricante mediante Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21), estipula como advertencia que se apague el interruptor de encendido y se desconecte la energía eléctrica del motor antes de comenzar el mantenimiento o las inspecciones, también se conecta el capacitor del magneto y la tierra de la aeronave para evitar el arranque de accidental del motor durante la inspección, Se alejó cualquier equipo dentro del arco de la hélice.

3.7.1 Procedimiento

Se retiró la bujía superior de cada cilindro.

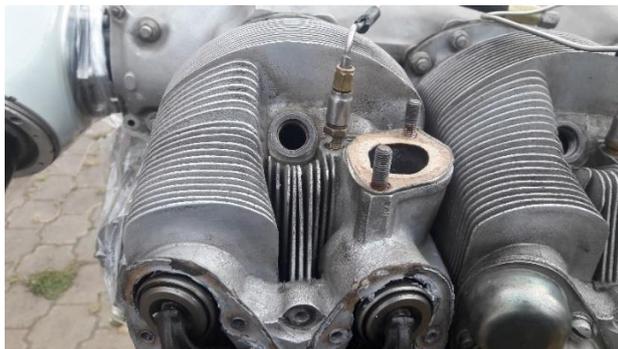
Figura 52

Extracción de la bujía



Nota. Esta figura representa una bujía desmontada del Motor Continental IO-360-D (21).

Se colocó el pistón en el punto muerto inferior de la carrera de potencia por lo que la válvula de escape estará abierta con el pistón en esta posición.

Figura 53*Colocación de punto muerto inferior*

Nota. Esta figura representa la colocada de punto muerto inferior de la carrera de potencia del Motor Continental IO-360-D (21).

Se insertó la sonda de boroscopio a través del orificio superior de la bujía y se inspecciono las superficies internas de cada cilindro, incluida la válvula de escape y el asiento de la válvula de escape.

Figura 54*Ingreso de la sonda del boroscopio al cilindro*

Nota. Esta figura representa el ingreso de la sonda del boroscopio hacia el cilindro por medio del orificio de la bujía superior.

Se colocó el pistón en el punto muerto inferior al final de la carrera de admisión.

Figura 55

Colocación de punto muerto inferior



Nota. Esta figura representa la colocación de punto muerto inferior del Motor Continental IO-360-D (21).

Se insertó el boroscopio a través del orificio superior de la bujía y se inspeccionó la válvula de admisión y el asiento de la válvula.

Figura 56

Introducción de la sonda del boroscopio al cilindro



Nota. Esta figura representa el ingreso de la sonda del boroscopio hacia el cilindro por medio del orificio de la bujía superior.

Se inició la inspección boroscópica de los cilindros del lado derecho del motor, (cilindros 1,3 y 5) para luego pasar al lado izquierdo a realizar la inspección

boroscópica de los cilindros 2 y 4. Estas inspecciones son realizadas mediante la tabla número 5 de este documento.

Lo que se toma en cuenta para esta inspección boroscópica es:

a. Cámara de combustión

Se inspecciono el asiento de válvula para erosión, quemado; las bobinas helicoidales de las bujías para que sobresalgan en la cámara de combustión y los depósitos pesados de carbón/presencia de exceso de aceite

b. Cara de la válvula de escape

Se inspeccionó en busca de signos de fugas o daños indicados por la decoloración localizada en la circunferencia de la cara de la válvula; grietas de minutos y erosión (material faltante)

c. Cara de la válvula de admisión

se inspeccionó en busca de signos de fugas o daños indicados por decoloración localizada en la circunferencia de la cara de la válvula y erosión (material faltante)

d. diámetro del cilindro

Se inspeccionó la superficie expuesta del orificio para encontrar fuerte rayado/roce del pistón; frotamiento del pasador del pistón (patrón de banda ancha en el plano horizontal en la posición de las 3 en punto y/o de las 9 en punto); Corrosión, exceso de aceite en el cilindro/depósitos pesados de carbón en la cámara de combustión y la parte superior del orificio del cilindro no tiene un patrón de bruñido visible

e. Cabeza de pistón

Se Inspeccionó la corona del pistón para ver si hay erosión o falta de material y daños visibles por restos extraños.

Tabla 5

Objetivos de la inspección por boroscopio y medidas correctivas

Ítem de inspección	Objetivo	Si se observa anomalía
Cámara de combustión	Inspeccionar: <ul style="list-style-type: none"> • Inserciones de asiento de válvula para erosión, quemado • Bobinas helicoidales de las bujías para que sobresalgan en la cámara de combustión • Depósitos pesados de carbón/presencia de exceso de aceite 	Retire el cilindro para repararlo.
Cara de la válvula de escape	Inspeccione en busca de signos de fugas o daños indicados por: <ul style="list-style-type: none"> • Decoloración localizada en la circunferencia de la cara de la válvula • Grietas de minutos • Erosión (material faltante) 	Reparar o reemplazar el cilindro
Cara de la válvula de admisión	Inspeccione en busca de signos de fugas o daños indicados por: <ul style="list-style-type: none"> • Decoloración localizada en la circunferencia de la cara de la válvula • Erosión (material faltante) 	Reparar o reemplazar el cilindro
Diámetro del cilindro	Inspeccione la superficie expuesta del orificio para: <ul style="list-style-type: none"> • Fuerte rayado/roce del pistón • Frotamiento del pasador del pistón (patrón de banda ancha en el plano horizontal en la posición de las 3 en punto y/o de las 9 en punto) 	Reparar o reemplazar el cilindro
	Corrosión Exceso de aceite en el cilindro/depósitos pesados de carbón en la cámara de combustión	reparar o reemplazar el cilindro
	La parte superior del orificio del cilindro no tiene un patrón de bruñido visible	Indicación normal para cilindros en servicio

Ítem de inspección	Objetivo	Si se observa anomalía
Cabeza de pistón	Inspeccionar para: -Corona del pistón para ver si hay erosión o falta de material -Daños visibles por restos extraños	Retirar el cilindro para su reparación

Nota. Esta tabla se da a conocer los ítems de revisión del cilindro. Tomado de Continental Motors (2016).

3.7.2 Resultados

Los resultados de la inspección boroscópica se encuentran en el anexo H

3.8 Desmontaje del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21)

El Fabricante mediante Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21), estipula como advertencia que desconecte la batería del motor, también se conecta el capacitor del magneto y la tierra de la aeronave para evitar el arranque de accidental del motor durante la inspección, Se alejó cualquier equipo dentro del arco de la hélice.

Se desconectó las bujías y el arnés de encendido de los cilindros en cuestión de acuerdo con las instrucciones del ICA primario.

Figura 57

Remoción de Bujía



Nota. Esta figura representa el desmontaje de la bujía posterior del cilindro 6.

Se retiró los tubos de admisión y el sistema de escape de los cilindros en cuestión de acuerdo con las instrucciones del ICA primario.

Figura 58

Desmontaje de los tubos de admisión



Nota. Esta figura representa el desmontaje de los tubos de admisión de aire del Motor Continental IO-360-D (21)

Se desconectó las líneas de inyección de combustible de los cilindros en cuestión de acuerdo con las instrucciones del ICA primario.

Figura 59

Desconexión de líneas de combustible



Nota. Esta Figura representa las líneas de combustible desconectadas del cilindro.

No se encontraron anomalías graves solo se halló corrosión y suciedad que se procedió a limpiar

Figura 60

Limpieza del sistema de admisión de aire



Nota. Esta figura representa la limpieza de los tubos de admisión de aire del Motor Continental IO-360-D (21).

Se retiró el tren de válvulas del cilindro afectado de acuerdo con las instrucciones del ICA primario.

Figura 61

Retirada de las válvulas



Nota. Esta figura representa la retirada de las válvulas del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Utilizando las llaves apropiadas, Se retiró con cuidado las tuercas de la brida de la base del cilindro, a medida que se retiraron las últimas piezas de conjunto de sujeción, se sostuvo el cilindro en el brazo para sostenerlo para prevenir que el pistón se dañe si se deja caer.

Figura 62

Retirada de tuercas y pernos del cilindro



Nota. Esta figura representa retirada de los pernos de sujeción del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se sostuvo el cilindro, se tiró con cuidado del cilindro hacia afuera en un plano recto con una mano, se mantuvo la otra mano libre para atrapar el pistón a medida que se retira el cilindro para evitar daños al cárter o al cilindro.

Figura 63

Desmontaje del cilindro



Nota. Esta figura representa la desmontada del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se retiró la junta tórica del cilindro (o la empaquetadura). Envuelva la junta tórica (o empaque) de la base del cilindro vieja en un patrón de alrededor de cuatro de las tuercas del cárter y estire los dos segmentos verticales del empaque sobre la biela para asegurarlo. Antes de comenzar cualquier reparación del cilindro, se realizó una verificación de fugas estáticas en el cilindro y se tiene las precauciones de no permitir que la deriva de la fibra entre en contacto con el retén del resorte de la válvula o la bobina giratoria

Se limpio y se realizó la prueba hidrostática al motor, se llegó a la conclusión que no existen fugas y el cilindro está en buenas condiciones.

Figura 64

Prueba hidrostática



Nota. Esta figura representa la prueba hidrostática del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

No hubo fugas entre culata y el sello del cilindro, no hubo fugas en los sellos del asiento de admisión o escape ni en los sellos de las bujías.

Figura 65

Revisión de fugas en el cilindro



Nota. Esta figura representa la inspección de fugas posibles en el cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se limpió, inspeccionó y se realizó las reparaciones apropiadas para devolver el cilindro a los límites de servicio publicados de acuerdo con las instrucciones en el ICA primario.

Figura 66

Limpeza del cilindro



Nota. Esta figura representa la limpieza del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

3.9 Instalación del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

No hubo piezas desgastadas solo con presencia de corrosión las cuales se limpiaron conjuntamente con el cilindro y se dejaron en buen estado, no fue

necesario cambiar piezas. El Fabricante mediante Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21), estipula como advertencia que no se aplique ningún tipo de sellador a la cubierta del cilindro del cárter, la brida de montaje del cilindro, la junta tórica de la base del cilindro o las roscas de sujeción del cilindro ya que, si se instala el sellador, los cilindros se separarían, el cojinete principal se movería o habría falta de aceite y desembocaría a una falla catastrófica del motor.

Figura 67

Limpieza de la cubierta del cilindro del cárter



Nota. Esta figura representa cubierta del cilindro del cárter.

Se Inspeccionó la junta tórica (o la empaquetadura) de la base del cilindro nueva en busca de grietas o deformaciones, no se encontró grietas. Se instaló la nueva junta tórica (o empaque) de la base del cilindro, se verificó que la junta tórica no esté torcida en la brida de la base del cilindro después de la instalación. Se lubricó el perno pasante del cilindro y las roscas de los pernos de la plataforma con aceite de motor de aviación limpio de peso 50. No fue necesario utilizar un compresor de anillos, ya que el pistón no poseía los anillos.

Figura 68

Instalada del cilindro

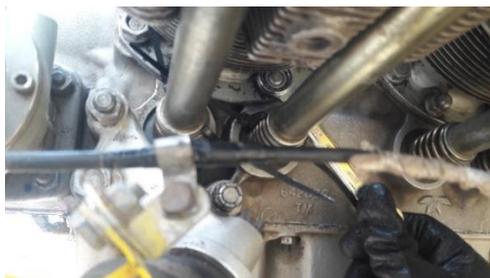


Nota. Esta figura representa la instalación del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se instaló el cilindro ajustando en forma de cruz según el Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21)

Figura 69

Ajuste de tuercas del cilindro en cruz



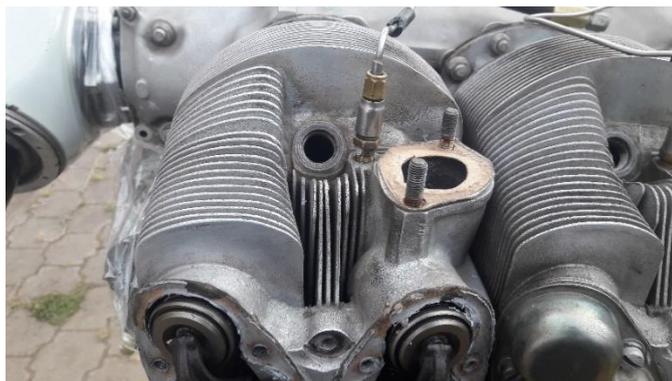
Nota. Esta figura representa el ajuste de las tuercas de cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se instaló el conjunto de válvulas y las varillas de empuje de acuerdo con las instrucciones del ICA primario.

Figura 70*Instalación del conjunto válvulas*

Nota. Esta figura representa la instalación del conjunto de válvulas del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se instaló el inyector de combustible y se conectó la línea de inyección de combustible de acuerdo con las instrucciones del ICA principal.

Figura 71*Instalación de inyector*

Nota. Esta figura representa la instalación de la línea de combustible al cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se instaló el sistema de admisión y escape de acuerdo con las instrucciones del ICA principal.

Figura 72*Instalación del filtro de aire*

Nota. Esta figura representa la instalación del filtro de aire del Motor Continental IO-360-D (21).

Figura 73*Instalación de los tubos de escape*

Nota. Esta figura representa la instalación del tubo de la cañería de escape del cilindro 6 del Motor Continental IO-360-D (21).

Se realizó una revisión de fugas en el sistema de inyección de combustible de acuerdo con las instrucciones del ICA primario y se ajustó el sistema de combustible del motor para cumplir con las especificaciones del modelo del motor de

acuerdo con las instrucciones del Manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21).

Figura 74

Inspección del sistema de inyección de combustible



Nota. Esta figura representa la inspección de fugas del sistema de inyección de combustible del Motor Continental IO-360-D (21).

Se instaló las bujías y el arnés de encendido de acuerdo con las instrucciones del ICA primario.

Figura 75

Instalación de las bujías



Nota. Esta figura representa la revisión de la instalación de la bujía de los cilindros.

Conclusión de tarea

Se concluye que según el manual de mantenimiento y las discrepancias encontradas como el motor sin batería y, el cilindro 6 está sin anillos de lubricación y no hay filtro de combustible, por todo eso y por qué dentro de los cilindros las cabezas de los pistones tienen presencia de picadura y erosión se llega a la conclusión que el motor no está operable.

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- En base a la información técnica recopilada del manual de Mantenimiento y Overhaul del Motor Continental IO-360-D (21) y también el manual de mantenimiento de prácticas estándar para motores de encendido por chispa del fabricante Continental, se obtuvo los parámetros adecuados para realizar la inspección de los componentes internos del motor.
- De acuerdo a las normas establecidas de seguridad por la Universidad de la Fuerzas Armadas y a las advertencias que estipula el manual de mantenimiento y overhaul, se aplicó el correcto manejo de las herramientas, maquinarias y uso correcto del equipo de protección personal.
- Con los parámetros adecuados obtenidos y la documentación técnica se logró realizar la inspección visual del motor Continental IO-360-D (21), encontrándose con corrosión en todos los sistemas del motor el cual se llegó a limpiar así mismo a ajustar cañerías y tuercas que se encontraban flojas, siguiendo de manera puntual los pasos que el fabricante estipula.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda mantener el motor en un lugar cerrado para evitar que la corrosión y objetos extraños no estén presentes en los componentes del motor, en lo posible colocar un cobertor en el motor cuando no se esté utilizando.
- Se recomienda generar un registro de mantenimientos con los datos puntuales que se realizaron en el motor con las debidas discrepancias

y sus mantenimientos correctivos realizados para que sirva de guía para futuras tareas de mantenimiento que se realice en el motor.

- Se recomienda que la Universidad de las Fuerzas Armadas facilite a los estudiantes la información de seguridad operacional y gestión de riesgos antes y después de realizar sus proyectos prácticos.

Bibliografía

- Aragón Kaksonen, I. (2012). *Motores de Reacción Modernos por Turbina de Gas*. LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- Continental Motors. (2016). *Maintenance and Overhaul Manual*. Estados Unidos: Federal Aviation Administration.
- Continental Motors. (2017). *Continental Aircraft Engine, Maintenance Manual, Standard Practice for Spark Ignited Engines*. Estados Unidos: Federal Aviation Administration.
- Dirección General de Aviación Civil. (2017). *RDAC 43 Mantenimiento*. Quito.
- Ilkka, A. (2012). *Motores de Reacción Modernos por Turbina de Gas*. Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology.
- L.N.V.M. Society Group of Institutes. (2007). *Aero Engines*. New Delhi: Graphic Syndicate.
- La Tecnología. (2021). *Reconstrucción de motor de avión rotatorio*. Obtenido de <https://la-tecnologia.com/tips-de-transporte/reconstruccion-de-motor-de-avion-rotatorio/>. Recuperado el 13 de diciembre del 2021.
- Mattingly, J. (2005). *Elements of Gas Turbine Propulsion*. McGraw-Hill.
- Oñate, A. (2016). *Motores de Piston para Aviones*. Madrid : Paraninfo S.A.
- Tarifa, C. (1951). *Motores de Reacción y Turbina de Gas*. Madrid: Instituto Nacional De Técnica Aeronáutica Esteban Terradas.
- Universidad Nacional de Córdoba. (2022). *Museo Científico*. Obtenido de http://www.cientifico.museo.efn.uncor.edu/?page_id=75. Recuperado el 13 de diciembre del 2021.
- Vallbona Vilajosana, E. (2011). *El motor de turbina*. CESDA.

Anexos