



“Chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, de acuerdo al manual del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE– Sede Latacunga”

Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica

Monografía previa a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica mención

Motores

Ing. Coello Tapia, Luis Angel

Latacunga, 11 de febrero del 2022



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

Certificación

Certifico que la monografía, **“Chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, de acuerdo al manual del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE–Sede Latacunga”** fue realizada por el señor **Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 11 de febrero del 2022



Ing. Coello Tapia, Luis Angel

C. C.: 0503128662

Reporte de verificación de contenido

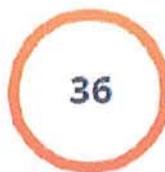


ORTIZ MOPOSITA CRISTIAN RODRIGO 2.pdf

Scanned on: 23:2 February 13, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	523
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	127
Ommited Words	213

.....

Ing. Coello Tapia, Luis Angel

C. C.: 0503128662



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

Responsabilidad de autoría

Yo, **Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo**, con cédula de ciudadanía N° 0503443533, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, de acuerdo al manual 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 Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 11 de febrero del 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cristian Ortiz Moposita', is positioned above a horizontal dotted line.

Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo

C. C.: 0503443533



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

Autorización de publicación

Yo, **Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo**, con cédula de ciudadanía N° 0503443533, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, de acuerdo al manual del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE–Sede Latacunga”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 11 de febrero del 2022

.....
Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo

C. C.: 0503443533

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por darme fortaleza y sabiduría para enfrentar los momentos difíciles y permitirme llegar a la culminación de mi carrera universitaria. A mis padres, por estar junto a mí en todo momento y haberme brindado su apoyo incondicional durante toda mi etapa de aprendizaje, y por ser los pilares fundamentales en mi vida. A mi familia en general, quienes con amor y comprensión me dan la fuerza necesaria para poder afrontar mis miedos más grandes y por la confianza depositada en mi durante todo el proceso de formación personal y profesional.

Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo

Agradecimiento

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme cumplir un objetivo más en mi proceso de formación académica, y por darme todas las capacidades físicas y mentales para poder hacerlo, y sobre todo por poner a las mejores personas en mi camino para guiarme con su amplio conocimiento a lo largo del mi camino. A mi familia por todos sus consejos y por confiar siempre en mí y en todo lo que hago a lo largo de mi vida. A la noble institución la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que me ha permitido adquirir conocimiento y desarrollar fortalezas en el ámbito de sus valores. A mi tutor, quien supo guiarme por el camino del conocimiento y la investigación. Y finalmente agradezco a todos los docentes de la carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica por todas las enseñanzas y vivencias obtenidas a lo largo de la vida universitaria, y por todos sus consejos y recomendaciones para seguir adelante.

Ortiz Moposita, Cristian Rodrigo

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 tablas	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	15
Abstract.....	16
Planteamiento del problema	17
Antecedentes.....	17
Planteamiento del problema	18
Justificación e importancia.....	18
Objetivos.....	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19
Alcance	20
Marco teórico.....	21
Motores recíprocos.....	21
<i>Diseño de un motor recíproco</i>	21
<i>Operación de un motor recíproco</i>	26

Motor Lycoming O-540-A4E5	28
<i>Descripción del motor.....</i>	<i>28</i>
<i>Nomenclatura del modelo de motor</i>	<i>29</i>
<i>Designaciones de número de cilindros.....</i>	<i>29</i>
Sistema de ignición	30
<i>Descripción general</i>	<i>30</i>
<i>Suministro de energía eléctrica</i>	<i>31</i>
<i>Bujías</i>	<i>32</i>
<i>Magnetos.....</i>	<i>34</i>
<i>Switch de ignición</i>	<i>37</i>
Mantenimiento Aeronáutico	38
<i>Generalidades del Mantenimiento Aeronáutico</i>	<i>38</i>
<i>Tipos de Mantenimiento Aeronáutico.....</i>	<i>39</i>
Límites de tiempo / Chequeos de mantenimiento.....	43
<i>Límites de tiempo</i>	<i>44</i>
<i>Mantenimiento programado</i>	<i>45</i>
<i>Mantenimiento no programado.....</i>	<i>46</i>
Documentación a utilizar en el Mantenimiento Aeronáutico	46
<i>Documentación Operacional.....</i>	<i>47</i>
<i>Documentación Técnica</i>	<i>47</i>
Desarrollo del tema	50
<i>Descripción general.....</i>	<i>50</i>
<i>Medidas de seguridad.....</i>	<i>50</i>
<i>Preparación del área de trabajo.....</i>	<i>51</i>
<i>Inspección preliminar del motor</i>	<i>52</i>

	10
<i>Inspección preliminar de los magnetos</i>	54
Remoción de los magnetos del motor	56
Inspección de 500 horas de los magnetos	57
<i>Remoción de los componentes internos de los magnetos</i>	58
<i>Inspección de los magnetos</i>	64
<i>Instalación de los componentes internos del magneto.....</i>	70
Comprobación post-ensamblaje.....	76
<i>Conexión del arnés de ignición</i>	76
<i>Conexión de bujías.....</i>	77
<i>Instalación de los magnetos del motor</i>	77
Conclusiones y recomendaciones	79
Conclusiones.....	79
Recomendaciones	80
Glosario.....	81
Abreviaturas	84
Bibliografía	86
Anexos	88

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Sistema de ignición del motor O-540-A4E5.....</i>	30
----------------	--	-----------

Índice de figuras

Figura 1 <i>Diseño de un motor recíproco</i>	21
Figura 2 <i>Tipos de motores recíprocos</i>	22
Figura 3 <i>Elementos móviles de potencia</i>	23
Figura 4 <i>Vista explotada de los componentes de un motor recíproco</i>	25
Figura 5 <i>Identificación de motores recíprocos</i>	26
Figura 6 <i>Ciclos de operación</i>	27
Figura 7 <i>Detalles motor Lycoming de la serie O-540-A4E5</i>	28
Figura 8 <i>Nomenclatura del modelo de motor O-540-A4E5</i>	29
Figura 9 <i>Designaciones de número de cilindros</i>	29
Figura 10 <i>Alternador motor O-540-A4E5</i>	31
Figura 11 <i>Bujías (spark plugs)</i>	32
Figura 12 <i>Chequeo bujías motor O-540-A4E5</i>	33
Figura 13 <i>Magneto</i>	34
Figura 14 <i>Sistemas de alta tensión</i>	35
Figura 15 <i>Sistemas de baja tensión</i>	36
Figura 16 <i>Switch de ignición</i>	37
Figura 17 <i>Proceso del Mantenimiento Aeronáutico</i>	39
Figura 18 <i>Componente con Vida Límite o Vencimiento</i>	40
Figura 19 <i>Componente con Overhaul o Recorrida</i>	40
Figura 20 <i>Componente On Condition</i>	41
Figura 21 <i>Mantenimiento Predictivo</i>	42
Figura 22 <i>Mantenimiento Restaurativo</i>	43
Figura 23 <i>Programa de inspección del motor O-540-A4E5</i>	44

Figura 24 <i>Equipos de protección personal</i>	51
Figura 25 <i>Área de trabajo</i>	51
Figura 26 <i>Inspección preliminar del motor Lycoming O-540-A4E5</i>	52
Figura 27 <i>Traslado del motor O-540-A4E5 a un área de trabajo adecuada</i>	53
Figura 28 <i>Procedimientos según el fabricante para el transporte del motor</i>	54
Figura 29 <i>Especificaciones de los magnetos del motor</i>	55
Figura 30 <i>Inspección preliminar de los magnetos</i>	55
Figura 31 <i>Diagrama para la remoción de los magnetos</i>	56
Figura 32 <i>Remoción de los magnetos del motor</i>	57
Figura 33 <i>Remoción del acoplamiento de impulso (impulse coupling)</i>	58
Figura 34 <i>Remoción del conjunto del cubo del acoplamiento de impulso</i>	59
Figura 35 <i>Remoción del seguro del eje (woodruff key)</i>	59
Figura 36 <i>Remoción del condensador</i>	60
Figura 37 <i>Remoción del conjunto del interruptor de contacto</i>	61
Figura 38 <i>Remoción de tornillos y las arandelas del conjunto del interruptor</i>	62
Figura 39 <i>Remoción del conjunto del rotor</i>	63
Figura 40 <i>Remoción de los cojinetes del eje</i>	63
Figura 41 <i>Remoción de la bobina</i>	64
Figura 42 <i>Componentes internos de los magnetos del motor</i>	65
Figura 43 <i>Inspección del cojinete de bolas (ball bearing assembly)</i>	65
Figura 44 <i>Inspección del rotor del magneto</i>	66
Figura 45 <i>Inspección del acoplamiento de impulso (impulse coupling)</i>	66
Figura 46 <i>Inspección de la bobina (coil)</i>	67
Figura 47 <i>Inspección de los puntos de contacto</i>	68
Figura 48 <i>Inspección del condensador</i>	68

Figura 49 <i>Inspección del bloque distribuidor (distribuidor block assembly)</i>	69
Figura 50 <i>Inspección de las escobillas (carbon brush)</i>	69
Figura 51 <i>Inspección por daños estructurales</i>	70
Figura 52 <i>Instalación de los cojinetes del eje</i>	71
Figura 53 <i>Instalación de la bobina</i>	72
Figura 54 <i>Instalación del condensador</i>	73
Figura 55 <i>Instalación del conjunto del engranaje del distribuidor</i>	74
Figura 56 <i>Montaje del bloque distribuidor</i>	74
Figura 57 <i>Alineación del engranaje del rotor</i>	75
Figura 58 <i>Conexión de los cables</i>	76
Figura 59 <i>Conexión del arnés de ignición</i>	77
Figura 60 <i>Conexión de bujías</i>	77
Figura 61 <i>Instalación de los magnetos del motor</i>	78

Resumen

El mantenimiento aeronáutico cumple un papel muy importante en el campo de la aviación, ya que es indispensable cumplir con estrictos parámetros que garanticen la seguridad de la aeronave y sus sistemas. Por lo tanto, el presente trabajo de titulación contiene información acerca de la inspección de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5. Para esto también es necesario preservar y proteger al motor de las condiciones ambientales adversas, con el fin de mantener en perfecto estado los diferentes componentes internos y externos del motor. Se contemplará todos aquellos procedimientos necesarios para la remoción e instalación de los magnetos, ya que forman parte fundamental del sistema eléctrico para el encendido y operación del motor. Al realizar un correcto mantenimiento a los magnetos, se tendrá un motor en condición operativa que servirá como material de instrucción para los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas–ESPE, quienes podrán familiarizarse con los procedimientos del mantenimiento a realizarse y obtendrán las destrezas necesarias para un buen mecánico aeronáutico. Para la realización del proyecto la universidad cuenta con herramientas, equipos de apoyo y documentación técnica necesaria para ejecutar las diferentes inspecciones de manera óptima por parte de los docentes y estudiantes.

Palabras clave:

- **MANTENIMIENTO AERONÁUTICO**
- **SISTEMA ELÉCTRICO**
- **INSPECCIÓN DE 500 HORAS**
- **MAGNETOS**

Abstract

Aeronautical maintenance plays a very important role in the field of aviation, since it is essential to comply with strict parameters that guarantee the safety of the aircraft and its systems. Therefore, the present graduation work contains information about the 500-hour inspection of the magnetos of the Lycoming O-540-A4E5 engine. For this it is also necessary to preserve and protect the engine from adverse environmental conditions, in order to keep the different internal and external components of the engine in perfect condition. All those procedures necessary for the removal and installation of the magnetos will be considered, since they are a fundamental part of the electrical system for the ignition and operation of the engine. By performing proper maintenance on the magnetos, an engine will be in operational condition that will serve as instructional material for the students of the University of the Armed Forces-ESPE, who will be able to become familiar with the maintenance procedures to be performed and obtain the necessary skills for a good aeronautical mechanic. To carry out the project, the university has the tools, support equipment and technical documentation necessary to carry out the different inspections optimally by teachers and students.

Key words:

- **AERONAUTICAL MAINTENANCE**
- **ELECTRICAL SYSTEM**
- **500 HOUR INSPECTION**
- **MAGNETOS**

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE fue creada en 1922 y hoy en día consta con más de 90 años brindando una educación de nivel superior, con altos estándares, es por eso que cuenta con varios reconocimientos a nivel nacional como internacional. En el 2010 fue creado el campus “General Guillermo Rodríguez Lara” en Belisario Quevedo en la ciudad de Latacunga, donde se encuentra la Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT), misma que cuenta con diferentes carreras técnicas, particularmente con la carrera Tecnología en Mecánica Aeronáutica, misma que forma tecnólogos con un amplio conocimiento en el ámbito aeronáutico. En el país es la única institución educativa que brinda esta carrera, aprobada por la DGAC¹.

La carrera cuenta con un amplio material de instrucción como aeronaves, motores a reacción, motores recíprocos, entre otros; los mismos que se deben mantener en condiciones adecuadas y evitar que se deterioren, por ende, se deben realizar diferentes tipos de mantenimiento en diferentes periodos de tiempo.

En base a lo expuesto, se ha visto la necesidad de realizar inspecciones a los motores Lycoming O-540-A4E5 específicamente al sistema eléctrico ya que algunos de sus componentes se encuentran deteriorados, uno de los componentes críticos que necesitan especial atención son los magnetos, los cuales cumplen una función vital en el funcionamiento del motor ya que proporcionan la energía necesaria para que se produzca la combustión dentro del motor.

¹ DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

1.2. Planteamiento del problema

Desde sus inicios la aviación ha requerido de programas de mantenimiento para que las aeronaves sean confiables y seguras, a través del cumplimiento de diferentes tipos de mantenimiento, ya sea mantenimiento preventivo, predictivo y/o restaurativo según corresponda. En los programas de mantenimiento se efectúan diversas inspecciones.

La Unidad de Gestión de Tecnologías cuenta con aviones escuela, los cuales son adecuados para realizar tareas de inspección, remoción y mantenimiento de diferentes componentes, desafortunadamente las aeronaves se encuentran a la intemperie desde hace mucho tiempo sufriendo el deterioro constante de diferentes sistemas, componentes, ferretería, entre otros.

Es así que es necesario realizar una inspección y conservación de los motores Lycoming O-540-A4E5, principalmente al sistema eléctrico ya que este contiene uno de los componentes críticos para el funcionamiento del motor como son los magnetos. Una vez que se realice un mantenimiento adecuado el motor estará operativo para la comunidad universitaria lo pueda utilizar de manera adecuada en su instrucción.

1.3. Justificación e importancia

Es necesario que la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, realice chequeos e inspecciones de los motores con los que cuenta en sus instalaciones, constituyendo de esta manera prácticas que se realizaran en la parte profesional, y los procedimientos a seguir serán detallados dentro del presente documento, el cual servirá como una guía que ayudará a los TMA² o estudiantes que cursan la carrera de

² TMA: Técnicos de Mantenimiento de Aeronáutico.

Mecánica Aeronáutica a tener una idea clara a seguir y los parámetros a considerar para realizar el chequeo de los sistemas del motor.

Al mantener los motores en buenas condiciones y evitar que se encuentren a la intemperie ayudarán a preservar su vida útil y evitar daños internos y externos de sus sistemas y componentes. Con la realización del presente proyecto, se beneficiarán las futuras generaciones de estudiantes y docentes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, teniendo materiales de apoyo para la enseñanza-aprendizaje de forma práctica en los laboratorios de la Universidad.

El proyecto es factible ya que la universidad cuenta con herramientas, equipos de apoyo y documentación técnica necesaria para realizar las diferentes inspecciones en los motores y en especial del motor Lycoming O-540-A4E5, para que sus sistemas y componentes se encuentren en una condición operable. Así los estudiantes podrán familiarizarse con los procedimientos del mantenimiento a realizarse y obtendrán las destrezas necesarias para un buen mecánico aeronáutico.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar el chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, de acuerdo al manual del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE–Sede Latacunga.

1.4.2. Objetivos específicos

- Recopilar información técnica necesaria e interpretar los procedimientos necesarios para el chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5.
- Preservar y proteger al motor Lycoming O-540-A4E5 de las condiciones ambientales adversas, y así poder realizar las tareas de mantenimiento necesarias sin ningún problema.

- Ejecutar la inspección de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, mediante los ítems de inspección señalados en el manual del fabricante.
- Verificar los diferentes parámetros de instalación de los magnetos del motor, a través de una comprobación post-ensamblaje.

1.5. Alcance

El presente proyecto consiste en realizar el chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, de acuerdo al manual del fabricante y documentación técnica necesaria del motor. Para esto también es necesario preservar y proteger al motor de las condiciones ambientales adversas, con el fin de mantener en condiciones adecuadas los diferentes componentes internos y externos del motor y poder realizar el mantenimiento de forma adecuada.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Motores recíprocos

2.1.1. *Diseño de un motor recíproco*

Un motor recíproco, alternativo o motor a pistones, transforma la Energía de Térmica (Combustión) en Energía Mecánica, la que es usada para hacer girar una Hélice. La Hélice a su vez es la encargada de producir la variación de la Cantidad de Movimiento del aire que la atraviesa dando origen al Empuje (Energía Cinética).

Figura 1

Diseño de un motor recíproco



Nota. En la figura se observa el diseño de un motor recíproco. Tomado de (AMILARG, 2013).

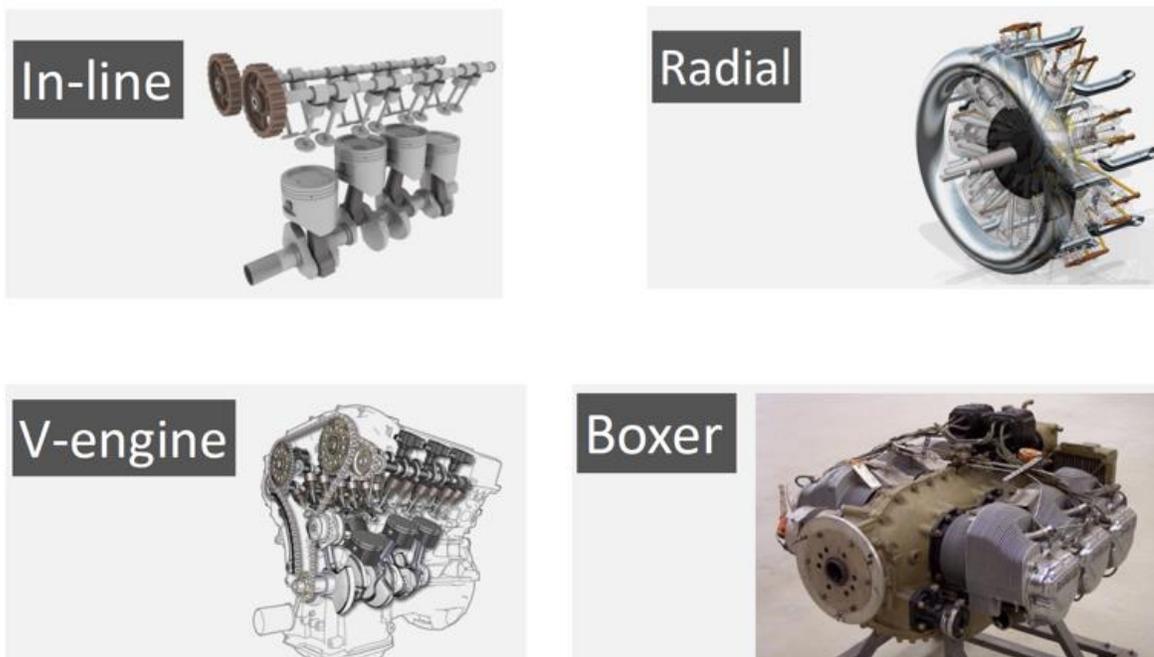
El motor alternativo de aviación está formado por una serie de cilindros donde se comprime el aire, se mezcla este con el combustible y se inflama la mezcla resultante. La mezcla esta previamente preparada en un dispositivo llamado carburador, o bien en

un sistema de inyección. Son usados principalmente en aviación deportiva y en pequeños aviones con necesidad de poca potencia y reducido peso.

a. Tipos de motores recíprocos. Por la forma de construcción y ordenación de los cilindros, los motores alternativos pueden ser: en línea, radiales, en V y de cilindros opuestos. Los motores más utilizados en aviación son los de cilindros opuestos o tipo “boxer”, consisten en cuatro o más cilindros opuestos, situados en un plano horizontal. Esta ordenación de los cilindros presenta notables ventajas frente a la ordenación en línea. Algunas de las ventajas es que permite disminuir la longitud del motor; en segundo lugar, forma una unidad compacta y de menor vibración, y, finalmente, por ende, disminuye la resistencia aerodinámica en el avión.

Figura 2

Tipos de motores recíprocos

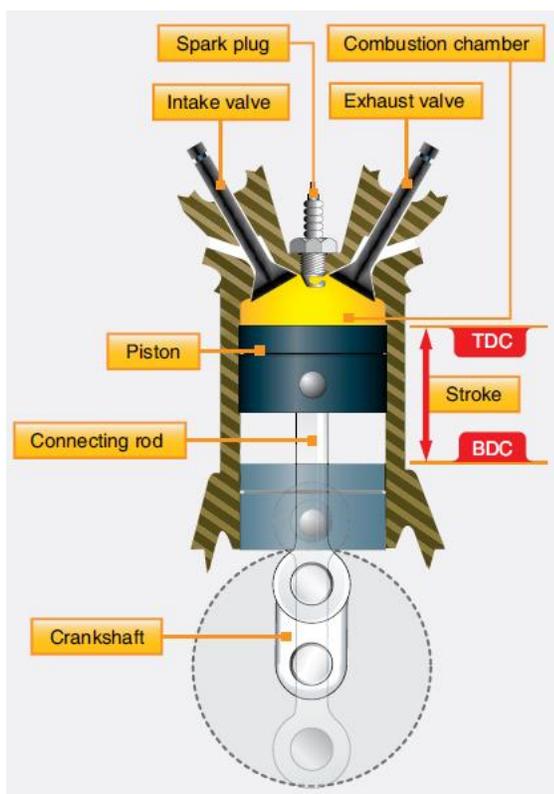


Nota. La figura muestra los tipos de motores recíprocos. Tomado de (SKREATIONS, 2019).

b. Componentes principales de un motor recíproco. Un motor recíproco cuenta con elementos móviles de potencia como se observa en la Figura 3. Los elementos móviles de potencia son quienes recibirán, conducirán y transformarán la energía química proveniente del gas (aire + combustible en el interior de la cámara de combustión) en el producto terminado: energía mecánica de rotación a la salida del cigüeñal (ESTEBAN, 2019).

Figura 3

Elementos móviles de potencia



Nota. En la figura se observan los elementos móviles de potencia de un motor. Tomado de (FAA, 2018).

- **Pistón.** Tiene como objetivos formar la frontera móvil del volumen variable en el que se va a desarrollar el ciclo termodinámico del motor, soportar la presión de los gases, recibir y transmitir la fuerza originada por la combustión.

- **Aros de pistón.** Mejoran la estanqueidad de manera que el paso de los gases de la cámara de combustión al resto del motor sea mínimo, además impide el paso de aceite a la cámara de combustión.

- **Eje de pistón.** Es la primera etapa de la transformación del movimiento alternativo en movimiento rotativo, sirviendo de eje para el giro de la biela.

- **Biela.** Es el eslabón intermedio entre movimiento alternativo y rotativo, transmite fuerzas entre el pistón y el cigüeñal.

- **Cigüeñal.** Es el último eslabón en la cadena de paso de movimiento alternativo a rotativo, debe recibir las fuerzas transmitidas por la biela y transmitir la energía mecánica generada en el proceso, al exterior.

El motor cuenta también con elementos de soporte como son: bloque, cilindro, cabeza o culata, cojinetes y juntas. Todos estos elementos son indispensables para el correcto funcionamiento del motor.

- **Bloque.** Es quien soporta y protege todos los elementos móviles del motor, colabora al equilibrio térmico del motor y sujeta el motor a la estructura soporte.

- **Cilindro.** Su función es guiar al pistón en su movimiento alternativo.

- **Cabeza o Culata.** Delimita el volumen variable en el que se desarrolla el ciclo de trabajo del motor, también soporta las válvulas, mecanismos de accionamiento y conductos de admisión y escape.

- **Cojinetes.** Sirve de guía o soporte de las piezas móviles del motor.

- **Juntas.** Impide fugas de los distintos fluidos del motor (asegurando la estanqueidad³ de las distintas partes).

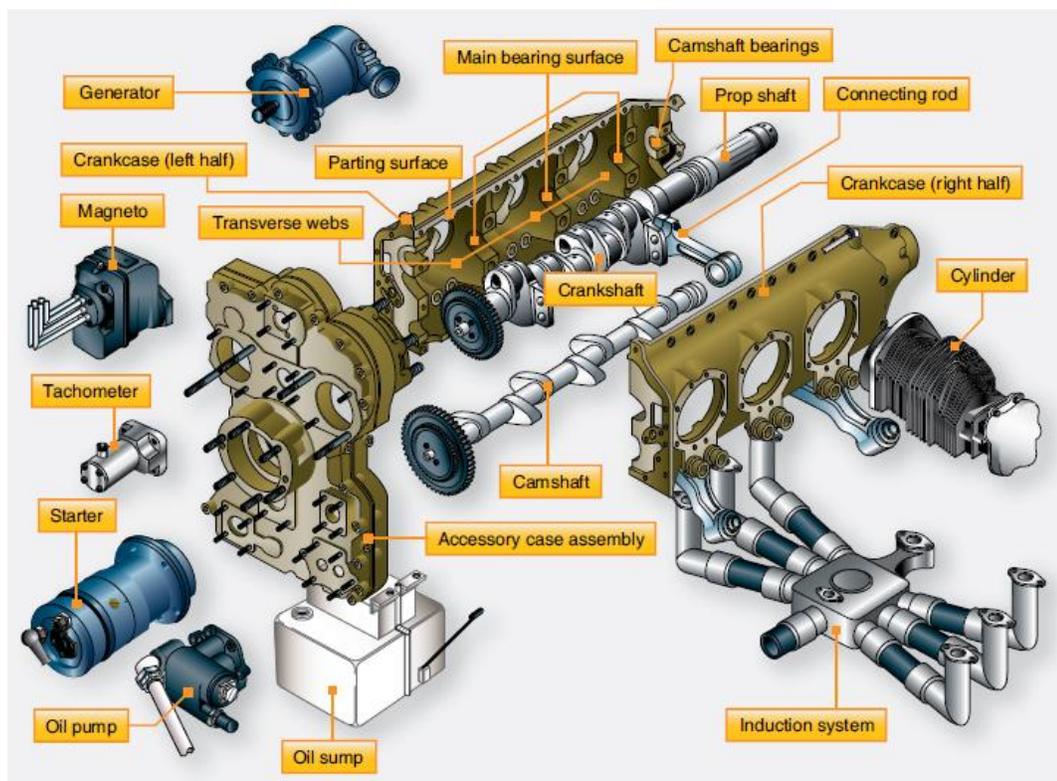
³ Cualidad por la que se determina si algo tiene fugas o posibilidad de tenerlas, o no.

Además, en un motor recíproco se tiene elementos de distribución como son: válvulas, levas, muelles de válvula, balancines, entre otros.

- **Válvulas.** Facilita la admisión de aire o gases frescos en las condiciones adecuadas.
- **Levas.** Comunica el movimiento al resto de los componentes del mecanismo de distribución.
- **Muelles de Válvula.** Asegura el enlace cinemático de la válvula con el resto del mecanismo de distribución.
- **Balancines.** Transmite el movimiento producido por la leva a la válvula.

Figura 4

Vista explotada de los componentes de un motor recíproco

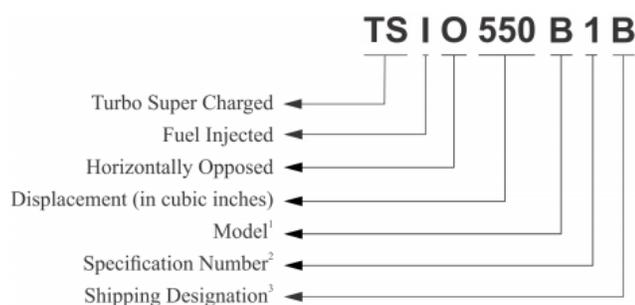


Nota. El gráfico muestra los diferentes componentes que son de vital importancia para el funcionamiento de un motor recíproco. Tomado de (FAA, 2018).

c. Identificación de motores. Casi todos los motores alternativos se identifican mediante una serie de letras y números que indican el tipo y tamaño del motor. La mayoría de los fabricantes utilizan el mismo sistema de identificación. En la mayoría de los casos, un código de identificación de motor consta de una letra o una serie de letras seguidas de un número y la designación del modelo. Las primeras letras indican la disposición del cilindro y la configuración básica de un motor (ver Figura 5).

Figura 5

Identificación de motores recíprocos



Nota. Se debe consultar las hojas de especificaciones del fabricante para interpretar estas letras correctamente porque su significado difiere entre los fabricantes. Tomado de (EL MAQUINANTE, 2019).

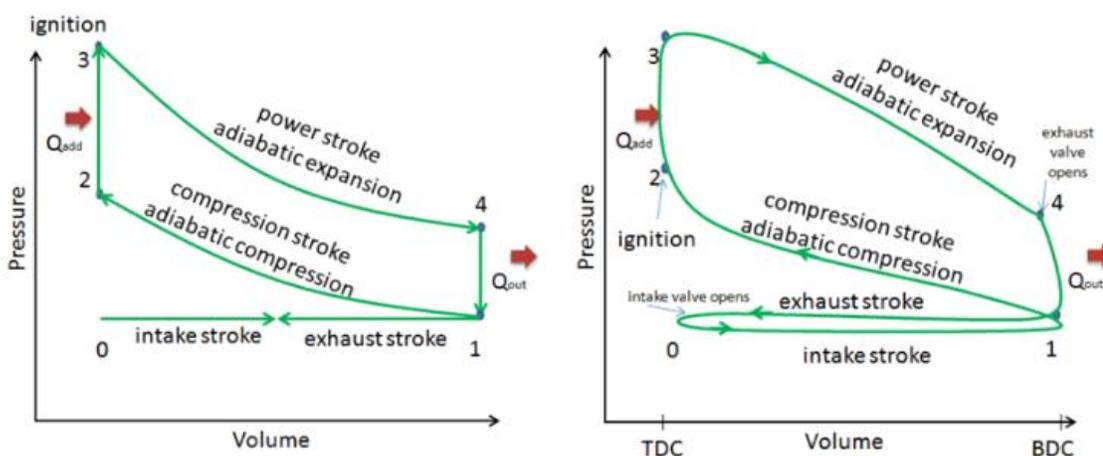
2.1.2. Operación de un motor recíproco

Los principios de funcionamiento del motor recíproco se basan en la relación entre: presión de los gases, volumen de los gases y temperatura de los gases. Los motores de avión son motores térmicos, es decir, convierten la energía química del combustible en energía térmica. La energía térmica aumenta la presión del gas dentro de un cilindro. Los gases en expansión fuerzan el pistón hacia abajo, momento en el que la energía térmica se transforma en energía mecánica para hacer girar el cigüeñal. Debido a que el combustible se quema dentro del motor, un motor de avión se denomina motor de combustión interna. (JEPPESEN, 2011).

a. Ciclos de operación. La mayoría de los motores de pistón para aviones operan en el ciclo de cuatro tiempos más eficiente, el ciclo de cuatro tiempos o Otto (llamado así por August Otto, quien lo desarrolló). Las principales diferencias entre el motor Otto real e ideal aparecen en la Figura 6, en realidad, el ciclo ideal no ocurre y hay muchas pérdidas asociadas con cada proceso. Para un ciclo real, la forma del diagrama PV^4 es similar al ideal, pero el área (trabajo) encerrada por el diagrama PV es siempre menor que el valor ideal.

Figura 6

Ciclos de operación



Nota. En la figura se pueden observar el ciclo ideal (izquierda) y ciclo real (derecha) de un motor recipro. Tomado de (SKY GEEK, 2019).

El ciclo ideal de Otto se basa en supuestos como: el ciclo es cerrado, la adición de calor es instantánea, no existe transferencia de calor (adiabática), la combustión es completa de la mezcla aire-combustible, no existen pérdidas por fugas y no existen pérdidas por fricción.

⁴ PV: Diagrama Presión – Volumen.

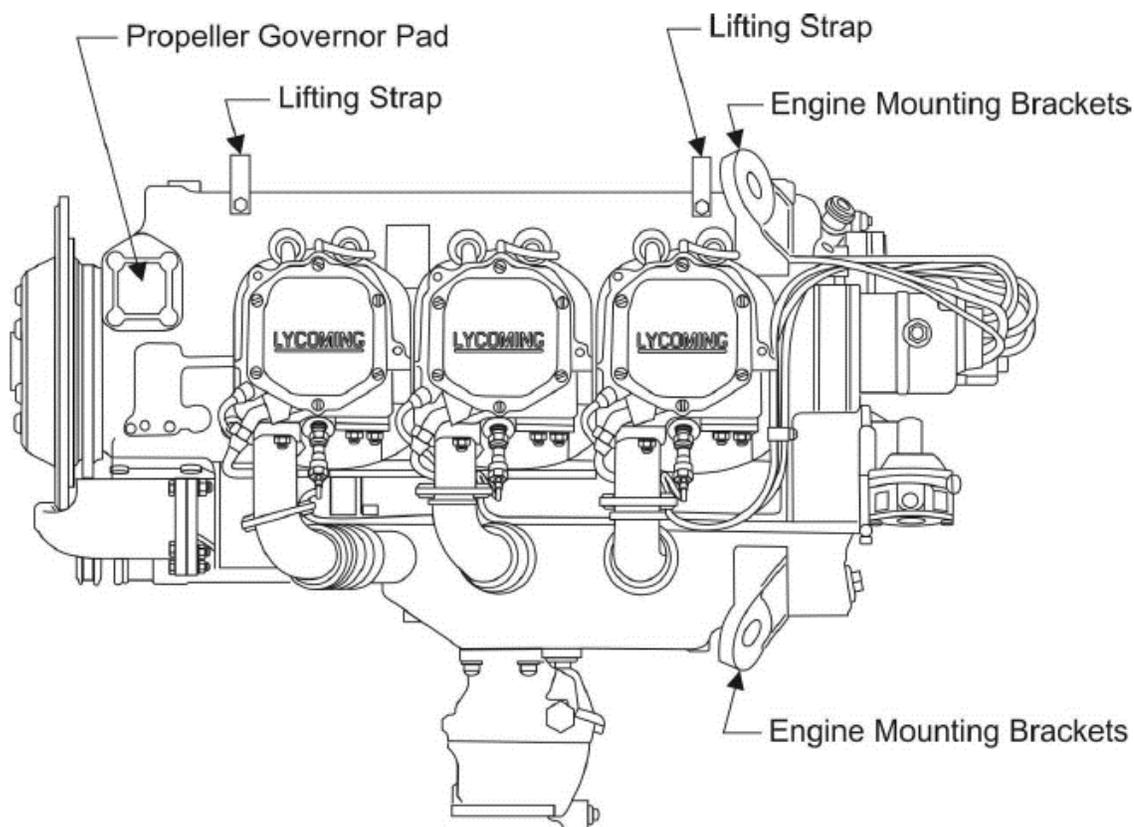
2.2. Motor Lycoming O-540-A4E5

2.2.1. Descripción del motor

El motor Lycoming de la serie O-540-A4E5 es un motor de transmisión directa, seis cilindros, opuestos horizontalmente, enfriado por aire con un escape hacia abajo. Este motor tiene un alternador y un arrancador de tipo automotriz, dos impulsores de accesorios de tipo AN, una almohadilla para una bomba de combustible de tipo diafragma y un impulsor para un regulador de hélice, como se observa en la Figura 7.

Figura 7

Detalles motor Lycoming de la serie O-540-A4E5



Nota. El gráfico muestra los detalles externos del motor Lycoming de la serie O-540-A4E5.

Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

2.2.2. Nomenclatura del modelo de motor

La Figura 8 muestra la definición de cada letra y número en el de modelo básico del motor. Como se mencionó anteriormente las especificaciones de las letras y números pueden variar entre fabricantes, por ende, se recomienda revisar la documentación técnica específica de cada motor.

Figura 8

Nomenclatura del modelo de motor O-540-A4E5

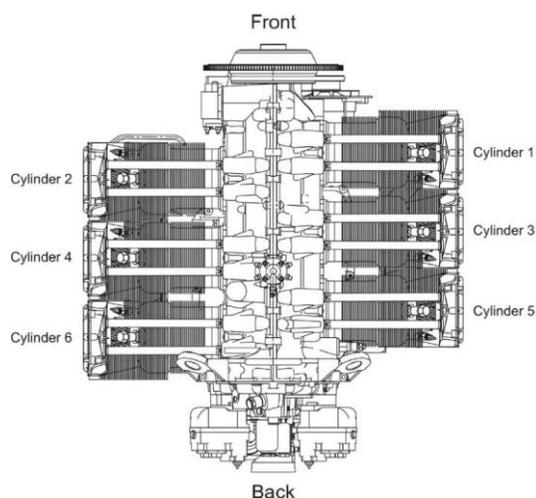
Model Number	Meaning
O	Horizontally Opposed
540	Displacement in cubic inches

Nota. El gráfico muestra el significado de cada letra y número del modelo del motor. Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

2.2.3. Designaciones de número de cilindros

Figura 9

Designaciones de número de cilindros



Nota. El gráfico muestra la vista superior del motor, donde se puede observar la numeración de los cilindros. Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

La hélice está en la parte delantera del motor y los accesorios están en la parte posterior del motor como se observa en la Figura 9. Cuando se ve el motor desde arriba, los cilindros del lado izquierdo son 2-4-6, el cilindro 2 está en la parte delantera del motor; mientras que cuando ve el motor desde arriba, los cilindros de la derecha son 1-3-5. El orden de encendido de los cilindros es 1-4-5-2-3-6.

2.3. Sistema de ignición

2.3.1. Descripción general

Los requisitos básicos para los sistemas de encendido de motores alternativos son similares independientemente del tipo de motor. Todos los sistemas de encendido deben generar una chispa de alta tensión a través de cada bujía en cada cilindro, en el orden de encendido correcto. El voltaje de salida del sistema debe ser adecuado para formar un arco en las bujías en todas las condiciones de funcionamiento. La bujía se enrosca en la culata del cilindro del motor.

El sistema de ignición del motor O-540-A4E5 consta de los elementos indicados en la Tabla 1, todos los elementos indicados en conjunto sirven para encender la aeronave.

Tabla 1

Sistema de ignición del motor O-540-A4E5

Componentes del sistema de ignición del motor O-540-A4E5	
1	Alternador - 12 V, 60 amperios
2	Starter - 12 V
3	2 magnetos
4	12 bujías de encendido de largo alcance, 2 para cada cilindro
5	Arnés de encendido
6	Tacómetro

Nota. La tabla muestra los componentes del sistema de ignición del motor O-540-A4E5.

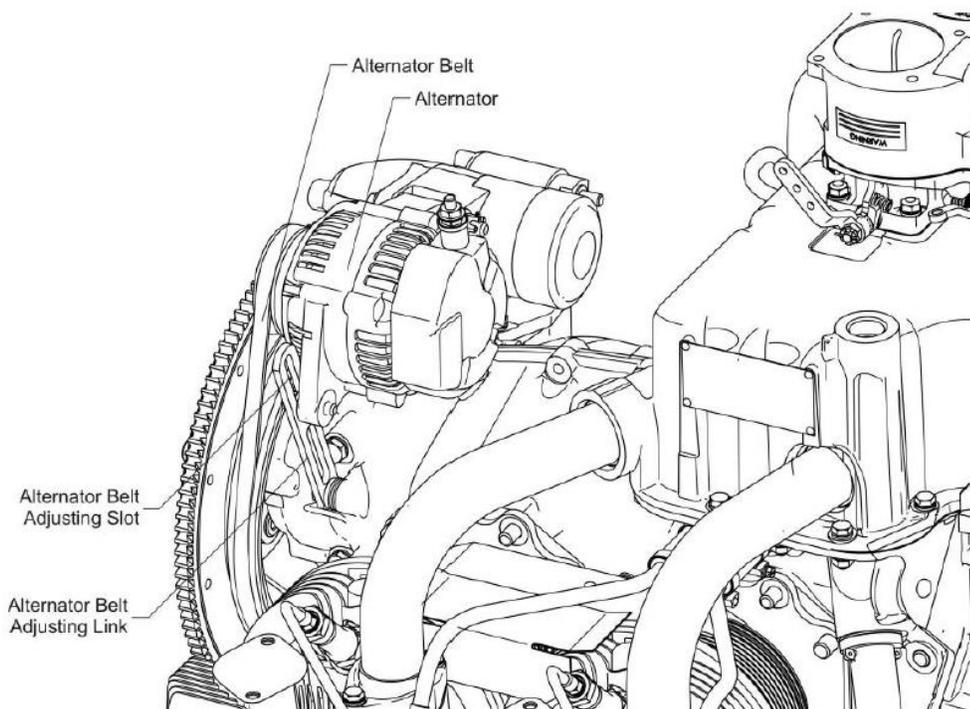
Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

2.3.2. Suministro de energía eléctrica

En los aviones actuales se utilizan dos tipos de alternadores: el alternador de DC y el alternador de AC. Los alternadores de DC producen cantidades relativamente pequeñas de corriente y, por lo tanto, se encuentran típicamente en aviones ligeros. Por el contrario, los alternadores de AC que se encuentran normalmente en aviones más grandes y aviones militares son capaces de producir una gran cantidad de energía. Además, debido a que la electricidad de AC se puede transportar a través de conductores más pequeños, los alternadores de AC permiten ahorros de peso apreciables.

Figura 10

Alternador motor O-540-A4E5



Nota. Se observa en la figura el alternador del motor O-540-A4E5. Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

Tanto los alternadores como los generadores convierten la energía mecánica en energía eléctrica. La principal diferencia entre ellos radica en lo que gira y lo que se fija. En un alternador, la electricidad se produce cuando un campo magnético gira dentro del estator (devanados de alambre). En un generador, por otra parte, la armadura o devanados del hilo giran dentro de un campo magnético fijo para generar electricidad. Los alternadores se consideran más eficientes que los generadores. Los alternadores conservan la energía usando sólo la energía que se necesita, mientras que los generadores utilizan toda la energía que se produce. Los alternadores tienen un rendimiento más alto que los generadores.

2.3.3. Bujías

El propósito de un sistema de encendido es la producción de una chispa para encender la mezcla de aire/combustible en un cilindro. Las bujías transmiten la corriente de alto voltaje desde el arnés de encendido a la cámara de combustión. La construcción y operación de una bujía es simple, pero los requisitos de rendimiento y confiabilidad son sustanciales.

Figura 11

Bujías (spark plugs)

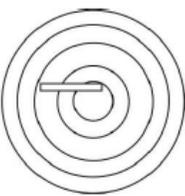
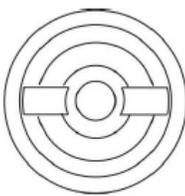
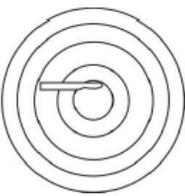
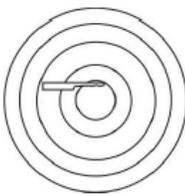
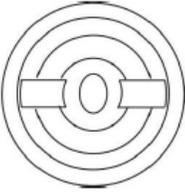
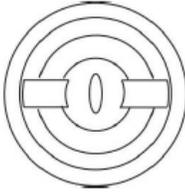


Nota. La figura muestra una bujía, la misma que chispa para encender la mezcla de aire/combustible en un cilindro. Tomado de (BANYAN, 2020).

En un motor que funciona a 2100 RPM, ocurren aproximadamente 17 eventos de encendido por segundo en cada cilindro. Cada evento de encendido incluye una chispa de 20000 voltios que salta el espacio entre los electrodos. Además, una bujía funciona a temperaturas de 1600 °C o más con presiones de gas de hasta 2000 psi. En el mantenimiento de las bujías del motor O-540-A4E5, se debe realizar diferentes chequeos, como por ejemplo verificar las tolerancias (ver Tabla 2), limpieza, entre otros.

Figura 12

Chequeo bujías motor O-540-A4E5

Spark Plug	Findings	Condition of Fine Wire Ground Electrode on Spark Plug	Condition of Center Electrode on Spark plug	What to do
Acceptable Spark Plugs:	Insulator tip gray, tan or light brown No ash deposits Electrodes intact, not burnt or eroded - see figures in next two columns			Clean, set gap and install spark plug
Usual Worn Spark Plugs:	Ash deposits Electrode burnt and/or eroded to less than half of the original thickness - see figures in next two columns More voltage has been necessary to fire the spark plugs			Discard spark plug and replace with new spark plug
Usually worn spark plug	Erosion of center and ground electrode - see figures in next two columns Extensive necking of the fine wire ground electrode			Look for excessive heat sources and measure heat range if possible Discard spark plug and replace with new spark plug

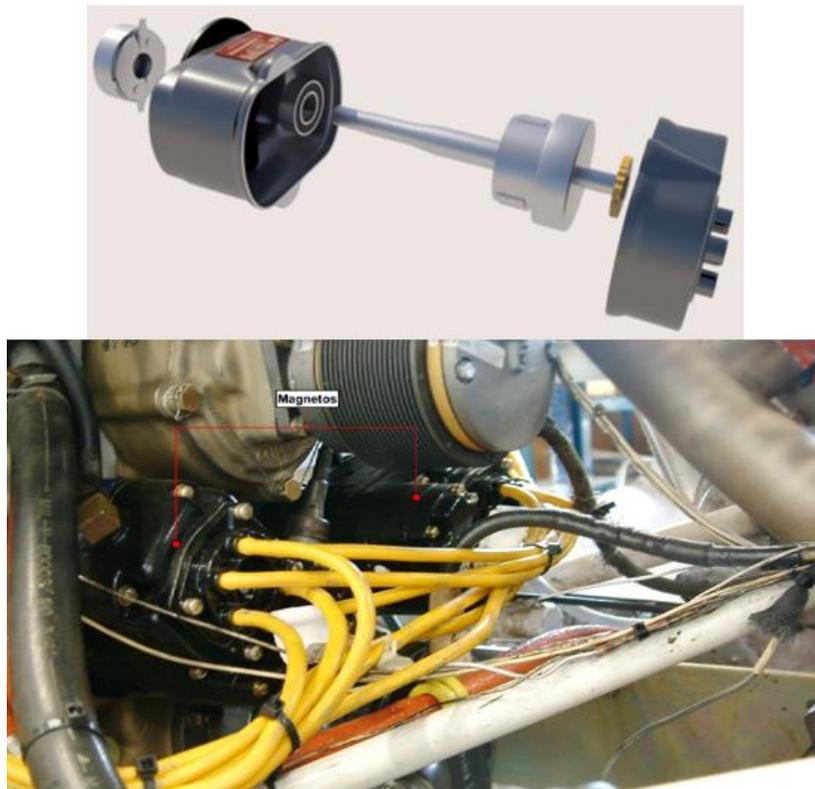
Nota. La figura muestra los diferentes chequeos a realizar en las bujías el motor O-540-A4E5. Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

2.3.4. Magnetos

Algunos aviones antiguos usaban un sistema de encendido por batería. En este sistema, la fuente de energía es una batería o generador, en lugar de un magneto. Este sistema era similar al que se usaba en la mayoría de los automóviles en ese momento.

Figura 13

Magneto



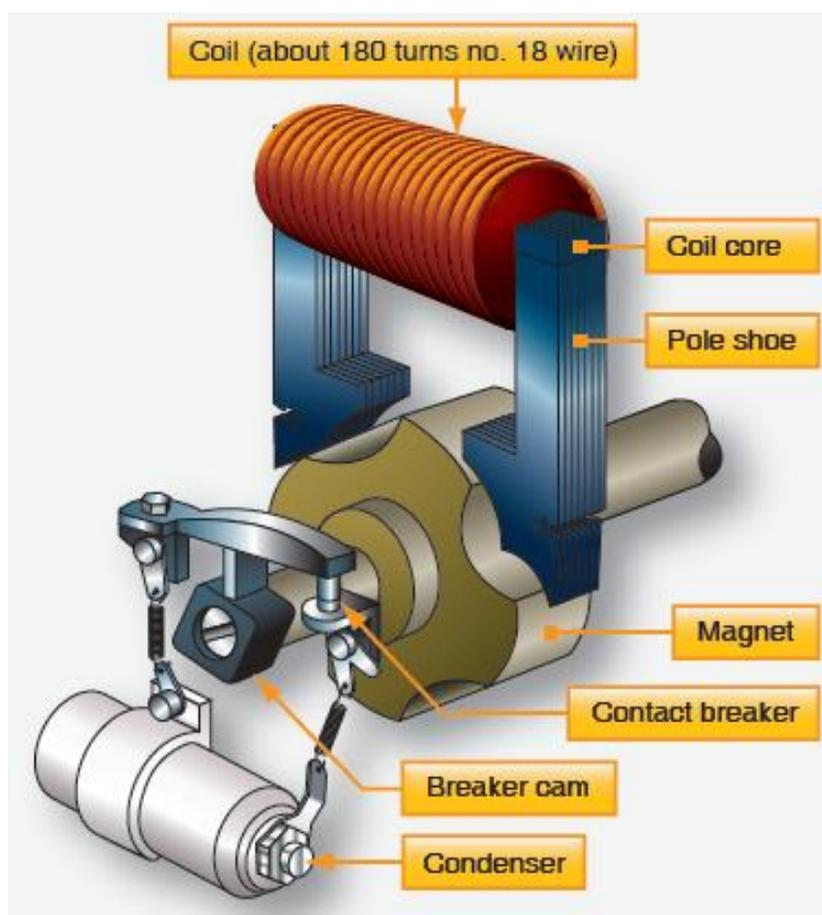
Nota. La figura muestra un magneto, el mismo que desarrolla un pulso de electricidad de alto voltaje para encender una bujía. Tomado de (BAE SYSTEMS, 2020).

La mayoría de los motores alternativos de las aeronaves utilizan un sistema de encendido por magneto. Un magneto es un imán permanente de corriente alterna (AC) que utiliza corriente electromagnética e inducida para desarrollar un pulso de electricidad de alto voltaje para encender una bujía. Los sistemas de magneto se clasifican en alta o baja tensión.

Los componentes básicos de un sistema de magneto de alta tensión incluyen el magneto, un arnés de cables y un juego de bujías. A diferencia de un sistema de encendido, el magneto en un sistema de alta tensión utiliza un imán giratorio para inducir voltaje en una bobina de encendido o magneto. La bobina sube el voltaje justo antes de que llegue a la distribución del distribuidor a una bujía. Esto proporciona un voltaje constante desde el magneto a las bujías.

Figura 14

Sistemas de alta tensión

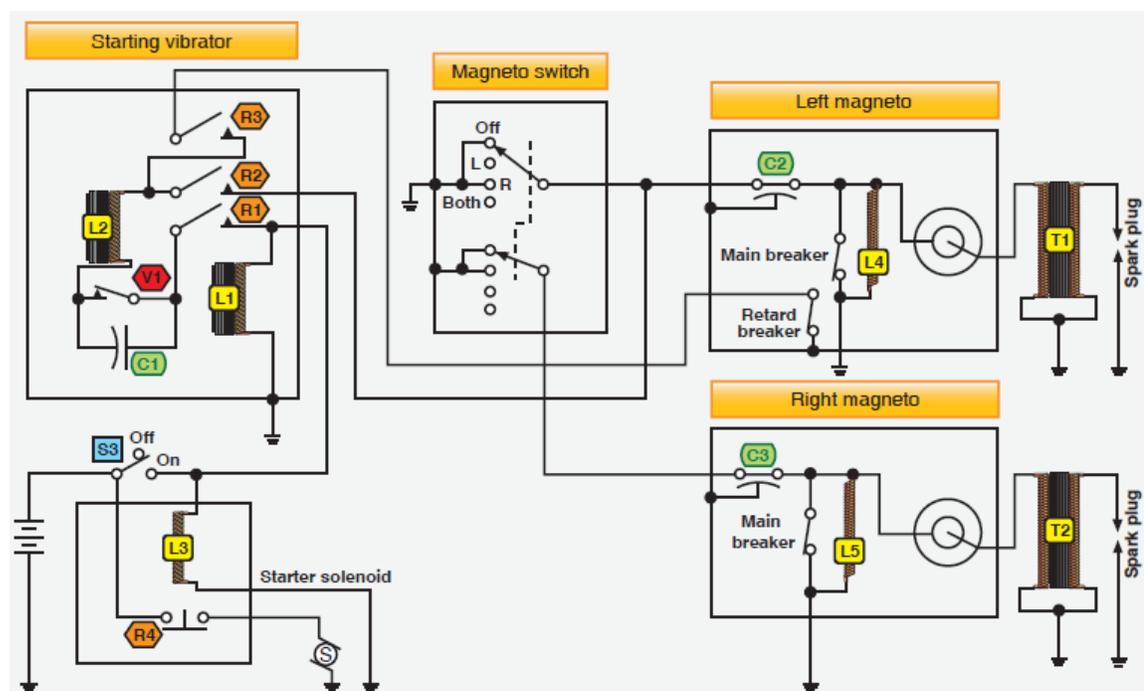


Nota. La figura muestra un sistema de alta tensión, que proporciona un voltaje constante desde el magneto a las bujías. Tomado de (FAA, 2018).

El magneto de baja tensión se desarrolló para superar el problema de la descarga disruptiva en los magnetos de alta tensión. En un magneto de baja tensión, la bobina tiene un solo devanado que produce un pulso de bajo voltaje que minimiza el flashover⁵. Para crear la chispa de alta energía necesaria para el encendido, el sistema de baja tensión utiliza un transformador en cada cilindro cerca de la bujía. Aunque los circuitos de magneto de baja tensión superaron algunos de los problemas intrínsecos de los primeros sistemas de alta tensión, todavía tenían limitaciones. Un sistema de baja tensión tenía más partes que un sistema de alta tensión.

Figura 15

Sistemas de baja tensión



Nota. La figura muestra un sistema de baja tensión, que tienen un uso limitado en los aviones modernos. Tomado de (FAA, 2018).

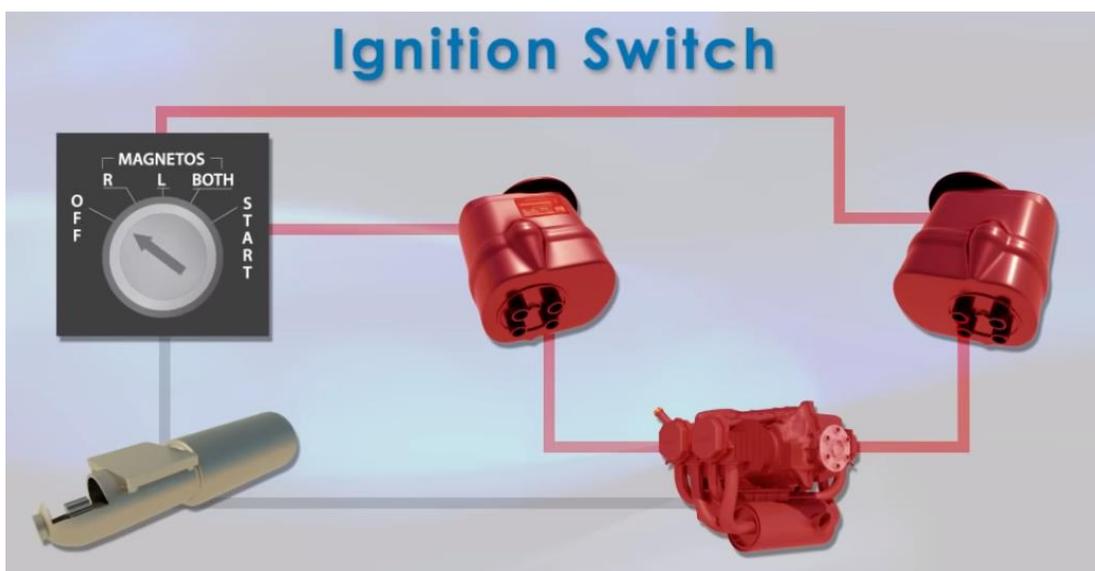
⁵ Combustión súbita generalizada.

2.3.5. Switch de ignición

El cable que conecta el interruptor y el circuito primario se llama cable P (P-lead). El cable P típico es un cable de cobre blindado para minimizar la interferencia de radio. El interruptor de encendido típico controla ambos magnetos en un motor y tiene al menos cuatro posiciones: OFF, LEFT, RIGHT, and BOTH. Algunos interruptores de encendido también tienen una posición de START. Cuando el interruptor está en la posición OFF, los cables P en ambos magnetos están conectados a tierra. En la posición LEFT, el interruptor opera el magneto izquierdo mientras conecta a tierra el magneto derecho; a la inversa, en la posición RIGHT, el interruptor opera el magneto derecho mientras conecta a tierra el magneto izquierdo. Cuando el interruptor está en BOTH, los magnetos izquierdo y derecho funcionan simultáneamente.

Figura 16

Switch de ignición



Nota. Se observa un switch de ignición que controla ambos magnetos en un motor y tiene al menos cuatro posiciones. Tomado de (FAA, 2018).

2.4. Mantenimiento Aeronáutico

2.4.1. Generalidades del Mantenimiento Aeronáutico

El Mantenimiento Aeronáutico es el conjunto de tareas de mantenimiento realizadas por el usuario para mantener la funcionabilidad del sistema durante su vida operativa. O, en otras palabras, son los trabajos requeridos (tareas de mantenimiento) para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad⁶ de las aeronaves, lo que incluye tareas como reparaciones, inspecciones, modificaciones, entre otras; dichas tareas se encontrarán en la documentación técnica como se verá más adelante.

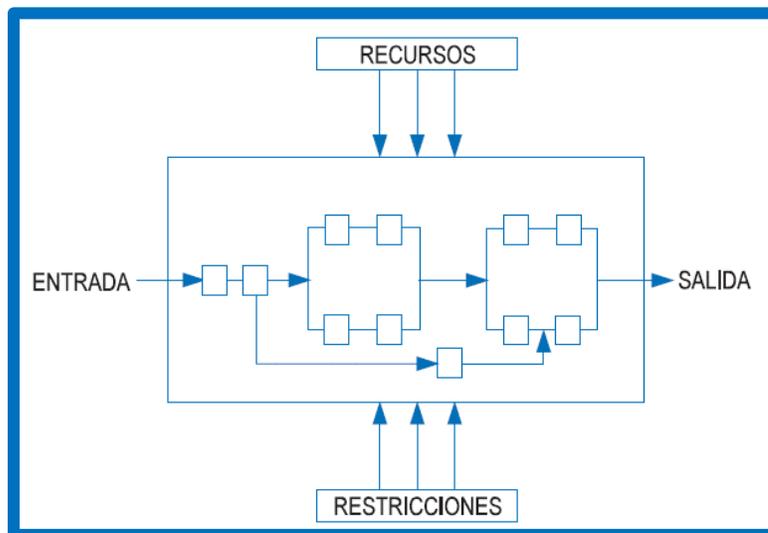
a. Proceso del Mantenimiento Aeronáutico. Para la entrada para el proceso de mantenimiento está constituida por la funcionabilidad de cualquier sistema humano, que deba ser conservada por el usuario, mientras que la salida del proceso consiste en el sistema funcional. Por un lado, se tiene los recursos como son el abastecimiento, equipos de prueba y apoyo, personal, instalaciones, datos técnicos, recursos informáticos. Y por otro lado las restricciones como son el presupuesto, programación, tiempo disponible, reglamentaciones de seguridad, entorno, clima, lenguas extranjeras, cultura/costumbres tradicionales, etc.

Cuando se analiza un proceso de mantenimiento es imperativo considerar tanto los recursos como las restricciones, a fin de conseguir un óptimo control de unas operaciones tan complejas, que tienen un gran impacto en la seguridad, fiabilidad, coste, prestigio y otras características decisivas para la conducción competitiva de las operaciones.

⁶ Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

Figura 17

Proceso del Mantenimiento Aeronáutico



Nota. El gráfico muestra el Proceso del Mantenimiento Aeronáutico, con los recursos y restricciones que involucra. Tomado de (Knezevic, 1996).

b. Tareas de Mantenimiento. Una tarea de mantenimiento es el conjunto de actividades que debe realizar el usuario para mantener la funcionalidad del elemento o sistema. Las tareas de mantenimiento, y sus intervalos de aplicación son determinadas por el MPD⁷, o si estuviese aprobado, por el programa de mantenimiento de la empresa.

2.4.2. Tipos de Mantenimiento Aeronáutico

a. Preventivo. Son inspecciones periódicas, cíclicas y planificadas para hacer el ajuste o sustitución de partes y conjuntos que revelan desgaste o posibles fallas. Permite la detección de defectos, antes de que estos se conviertan en fallas, para evitar que sea necesario poner la aeronave fuera del servicio regular. Dentro del mantenimiento preventivo se tiene por Límite de Tiempo (Hard Time) y Por Condición (On Condition).

⁷ Maintenance Planing Data.

- **Límite de Tiempo (Hard Time).** Inspecciones a realizar a un tiempo prefijado, o, dicho de otra manera, máximo intervalo para realizar tareas de mantenimiento. A algunos componentes se le asigna un período fijo, en horas de vuelo o tiempo calendario, como límite para su remoción. Esto se evalúa estadísticamente, implica una ventaja económica pues se procede al cambio de un elemento cuya posible falla afecta la seguridad de vuelo. Dentro de esta categoría se encuentran dos tipos de limitaciones de Aeronavegabilidad impuestas por el fabricante y la autoridad.

Figura 18

Componente con Vida Límite o Vencimiento



Nota. El gráfico muestra un ejemplo de un componente con Vida Límite o Vencimiento de la aeronave. Tomado de (SKY GEEK, 2019).

Figura 19

Componente con Overhaul o Recorrida



Nota. El gráfico muestra un ejemplo de un componente con Overhaul o Recorrida de la

aeronave. Tomado de (Lufthansa Technik, 2019).

- **Por Condición (On Condition).** Inspecciones repetitivas o pruebas para determinar la condición de una unidad, sistema o parte de la estructura. Se aplica a aquellos elementos a los que puede realizarse una prueba de funcionamiento o verificación que da una confiabilidad razonable sobre la probabilidad de que el elemento opere normalmente hasta la nueva inspección.

Figura 20

Componente On Condition



Nota. El gráfico muestra un ejemplo de un componente On Condition de la aeronave. Tomado de (QANTAS, 2019).

El Manual de Mantenimiento de una aeronave indica la verificación o prueba aplicable, describiendo la misma paso a paso. El mantenimiento “On Condition” está determinado por la condición del elemento y no por la aplicación de un tiempo rígido “Hard Time”, e implica la observación/seguimiento de la condición del elemento por medio de observación visual directa, o con lupa, visual interna con boroscopio, o

utilizando ensayos no destructivos como radiografía, ultrasonido y eddy current.

b. Predictivo. Monitorea y analiza tendencias de falla. Se basa en la anticipación de las fallas basándose en la lectura de instrumentos y en la medición o verificación de ciertos parámetros. Son trabajos de mantenimiento cuya necesidad de realización se puede prever y programar oportunamente en función del seguimiento periódico de la variación de parámetros de performance, indicativos de la función del equipo, cuya tendencia y rapidez de deterioro es un indicio claro que permite predecir la oportunidad en que los trabajos de corrección serán necesarios.

Figura 21

Mantenimiento Predictivo



Nota. El gráfico muestra un ejemplo de mantenimiento preventivo midiendo diferentes parámetros del funcionamiento de un componente. Tomado de (QANTAS, 2019).

Estos trabajos se programan para ser efectuados antes que la continuidad en funcionamiento del equipo permita que tales parámetros alcancen límites de severidad

que empiecen a hacer peligrar la integridad o seguridad del equipo.

c. Restaurativo. Es el que pretende dar solución inmediata a una deficiencia o falla para devolver la capacidad de operación de un determinado componente o equipo. Suele ser sorpresivo y se realiza ante la manifestación de una falla, avería o defecto operativo que pone fuera de servicio el elemento. Generalmente se efectúa sobre componentes cuyo control de deterioro no ha sido considerado preventivamente, o componentes que han sufrido un accidente, fallas o roturas no previstas.

Figura 22

Mantenimiento Restaurativo



Nota. El gráfico muestra un ejemplo de mantenimiento restaurativo, una reparación de un componente de una aeronave. Tomado de (BANYAN, 2020).

2.5. Límites de tiempo / Chequeos de mantenimiento

Para una aeronavegabilidad continua, el fabricante incluye información de servicio para cambios de aceite, adición de aceite, reemplazo del filtro de aceite, inspecciones de rutina a intervalos de tiempo, mantenimiento de rutina, mantenimiento para condiciones inusuales, reemplazo de bujías/procedimientos de inspección, mantenimiento de cilindros, mantenimiento programado, entre otros.

2.5.1. Límites de tiempo

a. Descripción general. Las inspecciones de mantenimiento del motor se basan en intervalos de tiempo como se muestra en el Programa de inspección del motor. Todas las inspecciones deben completarse a más tardar 10 horas después del intervalo de tiempo especificado para la inspección.

b. Programa de inspección del motor. El programa de inspección del motor muestra las inspecciones que se deben realizar al motor. El alcance de las inspecciones del motor incluye observaciones visuales durante el servicio o mantenimiento del motor, así como inspecciones basadas en intervalos de tiempo progresivos después de que el motor se pone en servicio. Las inspecciones del motor comienzan a partir de las 10 horas y van a las inspecciones de 25, 50, 100, 250, 400, 500 y 1000 horas.

Figura 23

Programa de inspección del motor O-540-A4E5

Engine Inspection Schedule	
When to Perform	Reference
During engine servicing or maintenance	"Visual Inspection" in Chapter 05-20
Initial 10-hour engine inspection (for new, rebuilt, or overhauled engines)	"10-hour Initial Engine Inspection" in Chapter 05-20
<ul style="list-style-type: none"> • After 25 hours of initial operation of new or repaired or rebuilt/overhauled engines or the first 6 months since the engine was placed back into service (whichever occurs first) • If one or more new engine cylinders and/or piston rings have been installed • If the rate of oil consumption has not stabilized, repeat this inspection after the next 25 hours of operation 	"25-hour Initial and Routine Engine Inspection" in Chapter 05-20
<ul style="list-style-type: none"> • 25 hours after 25-hour Initial Operation Inspection • After every 50 hours of operation or every 4 months (whichever occurs first) 	"50-hour Engine Inspection" in Chapter 05-20
After every 100 hours of operation and annually*	"100-hour or Annual Engine Inspection" in Chapter 05-20
After every 250 hours of operation	"250-hour Engine Inspection" in Chapter 05-20
After every 400 hours of operation	"400-hour Engine Inspection" in Chapter 05-20
After every 500 hours of operation	"500-hour Engine Inspection" in Chapter 05-20
After every 1000 hours of operation	"1000-hour Engine Inspection" in Chapter 05-20.
Time Between Overhaul (TBO) 2000 hours or 12 years after engine placed in service, rebuilt or overhauled (whichever occurs first). Refer to the latest revision of Service Instruction No. 1009 for any change to the recommended TBO.	Direct Drive Overhaul Manual

Nota. La figura muestra el programa de inspección del motor O-540-A4E5, según los intervalos especificados. Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

2.5.2. Mantenimiento programado

a. Inspección visual. La inspección visual, generalmente con el motor instalado en la aeronave, se realiza antes de cada inspección de rutina de 50, 100, 250, 400, 500 y 1000 horas, y cada vez que realice servicio o mantenimiento en un motor.

b. Inspección inicial del motor a las 10 horas. Esta inspección de completa después de las primeras 10 horas de funcionamiento inicial del motor.

c. Inspección del motor inicial y de rutina en 25 horas. El propósito de esta inspección es medir el nivel de aceite y el consumo de aceite e identificar cualquier fuga del mismo.

d. Inspección del motor cada 50 horas. El propósito de esta inspección es asegurarse de que el motor funcione correctamente y esté de acuerdo con las especificaciones operativas. Se debe completar esta inspección del motor cada 50 horas de funcionamiento del motor o cada 4 meses, lo que ocurra primero.

e. Inspección del motor cada 100 horas. Esta inspección sirve para examinar el motor, los cilindros y los componentes. Se debe completar cada 100 horas después de las primeras 100 horas de operación desde que el motor estuvo en servicio y luego cada 100 horas de operación o durante cada inspección anual de la aeronave (lo que ocurra primero).

f. Inspección del motor cada 250 horas. Se debe completar esta inspección del motor cada 250 horas después de cada 250 horas de operación desde que el motor estuvo en servicio.

g. Inspección del motor cada 400 horas. Esta inspección del motor se realiza cada 400 horas después de cada 400 horas de funcionamiento desde que el motor estuvo en servicio.

h. Inspección del motor cada 500 horas. El propósito de esta inspección es examinar los magnetos. Se debe completar cada 500 horas después de cada 500 horas de funcionamiento desde que el motor estuvo en servicio.

i. Inspección del motor cada 1000 horas. En esta inspección se examina las válvulas y guías de escape en los cilindros del motor. Se debe completar cada 1000 horas después de cada 1000 horas de funcionamiento desde que el motor estuvo en servicio.

2.5.3. Mantenimiento no programado

El mantenimiento no programado es necesario cuando ocurren condiciones inusuales en la operación de la aeronave que afecten al funcionamiento del motor, como, por ejemplo: rayos, sobrevelocidad del motor, combustible incorrecto o contaminación del combustible, ceniza volcánica/contaminación por partículas, falta de aceite/pérdida repentina de presión de aceite, golpe de la hélice, parada repentina del motor o pérdida de la punta de la pala, entre otros. (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

2.6. Documentación a utilizar en el Mantenimiento Aeronáutico

La documentación es un registro de procedimientos verificados por el fabricante y aprobado por los organismos de control pertinentes (la autoridad aeronáutica de cada país, por ejemplo, la FAA). El objeto de la misma es asegurar una operación eficiente y un mantenimiento adecuado. La documentación mantiene su vigencia a través de un continuo proceso de actualización.

El fabricante/proveedor de la aeronave, equipo o componente, debe proveer la documentación que incluya información como: datos técnicos (descripción del equipo y su funcionamiento), estructura o diseño del equipo (ensambles, dibujos), lista de piezas o partes, repuestos y/o reemplazos, etc.

La aplicación de la documentación técnica y operacional permite asegurar la vida útil prevista por el fabricante y la seguridad en el vuelo, entre otras cosas, evitando esfuerzos y costos innecesarios. Esta aplicación está referida al mantenimiento, abastecimiento, a los procedimientos y a los límites operacionales que en ella se detallan en forma general y particular. Si bien la documentación es estudiada por ingeniería, el conocimiento de la documentación también es útil y facilita las tareas de planificación, mantenimiento, abastecimiento, entre otros.

2.6.1. Documentación Operacional

Prescribe procedimientos relacionados con el vuelo y su seguridad. Está compuesta por el conjunto de los Manuales de Operación, Vuelo y la Lista de Chequeos que debe efectuar el personal de a bordo. Este tipo de documentación es muy útil para el personal de vuelo (pilotos y tripulación).

2.6.2. Documentación Técnica

Proporciona los datos técnicos para permitir al operador mantener y reparar su avión asegurándole eficiencia y seguridad. Proporciona además toda la información relevante y las instrucciones referidas a: mantenimiento, programación y planificación del mantenimiento e inspecciones, herramientas y equipos de apoyo, etc.

La documentación técnica está estructurada de manera tal de acceder fácilmente a la información necesaria para realizar el proceso de mantenimiento, los temas vienen distribuidos de acuerdo a la Norma ATA 100. Básicamente consiste en dividir al avión en cien partes (Capítulos), asignándole a cada una de ellas un número y un título. Cada capítulo describe un sistema del avión en particular, con todos los detalles acerca de cómo efectuar tareas sobre cada uno de sus componentes. La documentación técnica más utilizada se detalla a continuación.

a. MM (Maintenance Manual). Provee los procedimientos necesarios para que el mecánico pueda realizar el mantenimiento apropiado de la aeronave y sus componentes. Además, proporciona toda la información considerada esencial para la ejecución de las tareas.

b. IPC (Illustrated Parts Catalog). Está destinado a ser usado para la identificación de todas las piezas que componen la aeronave (o componente). Pasa de lo general a lo particular. Permite identificar las piezas (por su número de parte), ubicarla dentro de la aeronave (muchas veces, formando parte de un conjunto superior) y determinar cuáles son sus reemplazantes.

c. AD (Airworthiness Directive). Las Directivas de Aeronavegabilidad establecen limitaciones de operación, las cuales son necesarias para mantener la operación segura de los aviones. Estas directivas contienen información acerca de una acción a tomar, que de no ejecutarse podría afectar la seguridad del vuelo, y las emite la autoridad. Las AD's se aplican tanto a aeronaves, como a motores, hélices y componentes. Cuando existe una condición de inseguridad en alguno de estos elementos y es probable que esta condición se desarrolle en otros elementos del mismo diseño, se prescriben inspecciones, condiciones y limitaciones bajo las cuales el elemento puede seguir operando.

d. SB (Service Bulletin). Es el documento emitido por el fabricante utilizado para transmitir a los operadores/usuarios información de modificaciones en el avión, motor o accesorios, inspecciones especiales requeridas para el mantenimiento del avión, motor o accesorio en condiciones seguras de operación. Se publican con el propósito de solucionar una falla no detectada durante el proceso de diseño y que afecta la seguridad del vuelo, o para comunicar la adopción de medidas preventivas, por

no conocerse hasta el momento de su publicación la factibilidad de ocurrencia de la falla, etc.

e. Otros. Algunos fabricantes publican otros manuales que complementan los anteriores, como son: CMM (Component Maintenance Manual), COM (Component Overhaul Manual), CRO (Component Repair and Overhaul Manual), SI (Service Instruction), SL (Service Letter), AC (Advisory Circular), WDM (Wiring Diagram Manual), CPCP (Corrosion Prevention and Control Program), entre otros.

Capítulo III

Desarrollo del tema

3.1. Descripción general

En la presente sección se detalla los procedimientos realizados en la inspección de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, mediante los ítems de inspección señalados en el manual del fabricante. Se busca comprender el funcionamiento del sistema de ignición, y verificar la importancia que cumplen los magnetos en el motor.

Antes de realizar la inspección de los magnetos, se debe contar con todos los recursos para llevar a cabo la tarea de mantenimiento, como es la documentación técnica, equipos de apoyo y herramientas necesarias; de esa manera se asegura la realización correcta de las tareas descritas en cada uno de los manuales, se debe también poseer el respectivo equipo de protección personal para evitar cualquier contratiempo.

3.2. Medidas de seguridad

Se debe estar familiarizado con todas las medidas de seguridad durante el proceso de inspección, además se deberá usar correctamente los equipos de protección personal EPP en la ejecución de trabajos de mantenimiento aeronáutico. Es indispensable contar con overol, casco de seguridad, zapatos de punta de acero, guantes de seguridad (preferiblemente guantes aislantes), y respetar la señalética detallada en todo momento para evitar cualquier incidente o accidente con el motor o con el personal.

Figura 24*Equipos de protección personal*

Nota. En la figura se observa un equipo de protección básico para realizar tareas de mantenimiento aeronáutico. Tomado de (SRSEGURIDAD, 2021).

3.3. Preparación del área de trabajo

Antes de proceder a la inspección se debe verificar que el área en donde se va a realizar el trabajo se encuentre en buenas condiciones y limpio, para así garantizar una buena práctica. Además, se debe tener a disposición los materiales y herramientas y equipos de apoyo necesarios.

Figura 25*Área de trabajo*

Nota. En la figura se observa un área de trabajo adecuada para la realización de mantenimiento aeronáutico. Tomado de (LLC, 2022).

3.3.1. Inspección preliminar del motor

El motor Lycoming O-540-A4E5 perteneciente a la carrera de Mecánica Aeronáutica, desafortunadamente por diferentes situaciones se encontraba a la intemperie desde hace algún tiempo sufriendo el deterioro constante de diferentes sistemas, componentes, ferretería, entre otros. Es así que fue necesario realizar una inspección preliminar del motor, donde se verificó que los componentes presentaban anomalías que con el clima o por el medio en donde se encontraban generaron principalmente corrosión.

Figura 26

Inspección preliminar del motor Lycoming O-540-A4E5



Nota. En la figura se observa la inspección preliminar que se realizó al motor, encontrando diferentes anomalías principalmente corrosión.

Luego fue necesario trasladar el motor hacia un lugar donde se pueda realizar un mantenimiento adecuado, y se tenga a disposición los materiales, herramientas y equipos de apoyo necesarios como se observa en la Figura 25. Esto en base a los procedimientos indicados por el fabricante del motor en sus diferentes manuales (ver Anexo C), como se indica en la Figura 27.

Figura 27

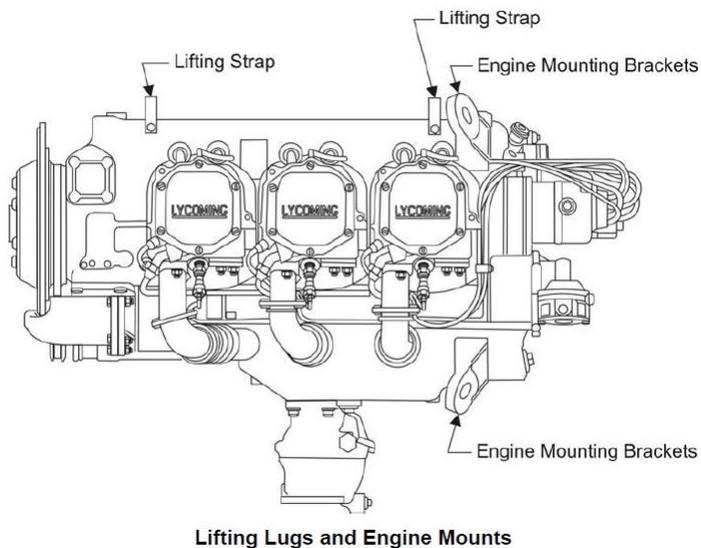
Traslado del motor O-540-A4E5 a un área de trabajo adecuada



Nota. En la figura se observa el traslado del motor hacia un lugar donde se pueda realizar un mantenimiento adecuado.

Figura 28

Procedimientos según el fabricante para el transporte del motor



Nota. La figura muestra los montantes de donde se debe sujetar el motor para poder trasladarlo. Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

3.3.2. Inspección preliminar de los magnetos

Una vez trasladado el motor a un área de trabajo adecuada, se procedió a realizar una inspección preliminar de los magnetos para verificar su estado. El motor posee un conjunto de dos magnetos marca “Bendix” de fabricación estadounidense, con P/N⁸ 66LC35SDNP.

En esta inspección visual se revisó que los magnetos se encuentren bien acoplados a la carcasa del motor, que no presenten anomalías en su superficie externa, y sus conexiones eléctricas a los demás componentes se encuentren en óptimas condiciones (cables que conectan al arrancador, cables de tierra, arnés de ignición hacia los cilindros).

⁸ P/N: Número de parte del componente.

Figura 29

Especificaciones de los magnetos del motor

FIG REF. 18	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY. PER ASSY.
1	LW-13641	CUSHION, Magneto drive	4
2	STD-713	COTTER PIN, 3/32 dia. x 3/4 long	2
3	LW-19096	GEAR RETAINER ASSEMBLY	1
4	67542	BALL BEARING	1
5	LW-19102	GEAR RETAINER ASSEMBLY	1
6	67542	BALL BEARING	1
7	62224	GASKET, Magneto adapter	2
8	LW-12707	ADAPTER, Magneto, left, impulse coupling	1
9	LW-13926	ADAPTER, Magneto, right	1
10	LW-12681	GASKET, Magneto	2
11	66LC35SDNP	MAGNETO, Slick Model No. 6361	2
12	67J20608-P	HARNESS ASSY., Right, Slick P/N M-2966	1
13	67J20609-P	HARNESS ASSY., Left, Slick P/N M-2965	1
14	66M21195	CLAMP, Magneto	4
15	STD-475	WASHER, 5/16 lock, internal teeth	4

Nota. La figura muestra las especificaciones técnicas de los magnetos que van instalados en el motor. Tomado de (LYCOMING, IPC, 2014).

Figura 30

Inspección preliminar de los magnetos



Nota. La imagen muestra la inspección preliminar que se realizó a los magnetos para verificar su condición.

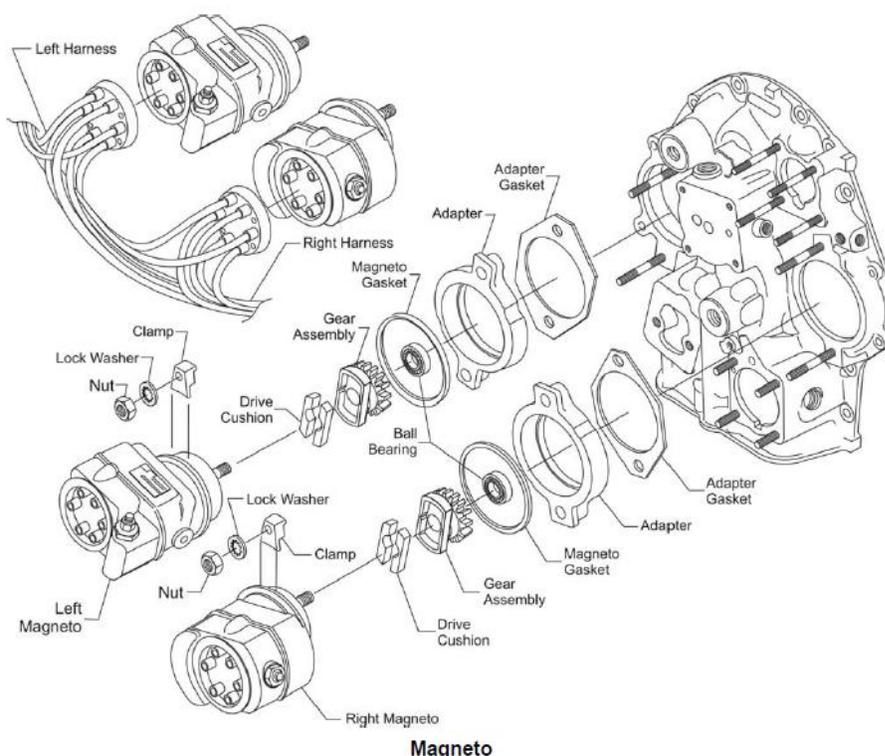
3.4. Remoción de los magnetos del motor

Antes de realizar la remoción de los magnetos, hay que asegurarse de que toda la alimentación al motor esta desactivada para evitar descargas eléctricas y lesiones, una vez realizada esta comprobación, el procedimiento para la remoción es el siguiente:

- Desconectar el arnés eléctrico, tanto del magneto derecho como izquierdo.
- Sujetar el magneto y retirar las dos tuercas, las dos arandelas de seguridad y las dos abrazaderas del magneto.
- Retirar la junta de cada magneto.
- Retirar el conjunto de engranaje.

Figura 31

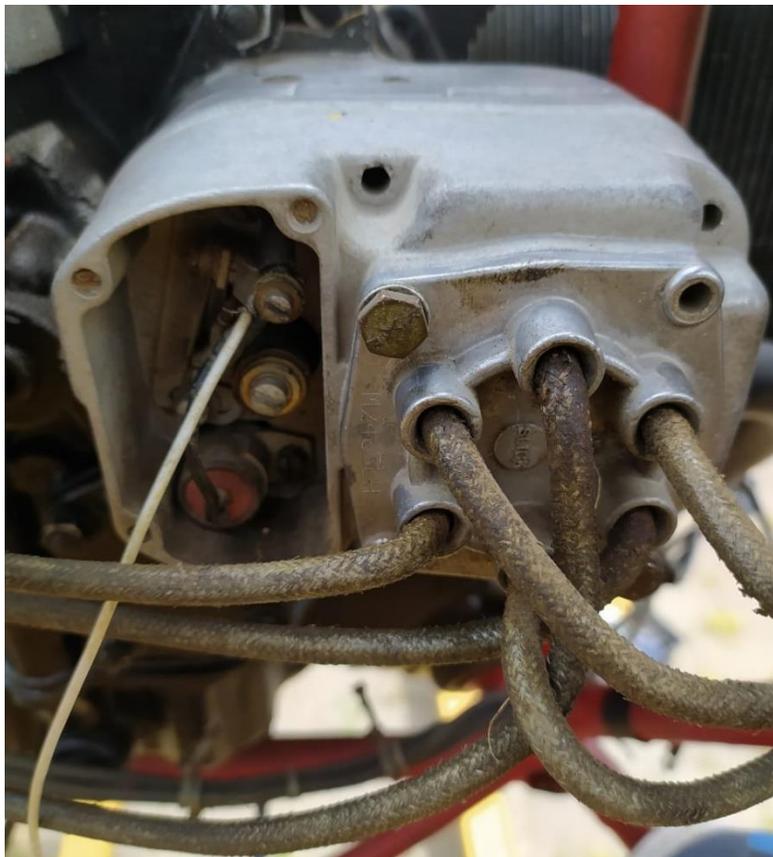
Diagrama para la remoción de los magnetos



Nota. La figura muestra el diagrama para la remoción de los magnetos del motor. Tomado de (LYCOMING, O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual, 2012).

Figura 32

Remoción de los magnetos del motor



Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5.

3.5. Inspección de 500 horas de los magnetos

Como se mencionó anteriormente, el propósito de la inspección de 500 horas es examinar los magnetos. Se debe completar cada 500 horas después de cada 500 horas de funcionamiento desde que el motor estuvo en servicio. Por ende, para examinar los magnetos es necesario remover las partes internas de cada magneto, realizar una inspección e instalar nuevamente los componentes internos.

3.5.1. Remoción de los componentes internos de los magnetos

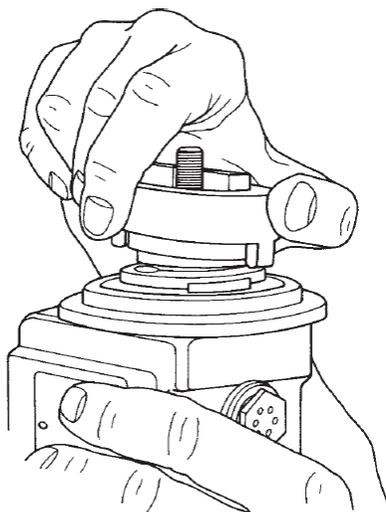
Para poder realizar las tareas de inspección de los magnetos, en primer lugar, se deben remover las partes internas, según los procedimientos estipulados por el fabricante en su manual de overhaul.

a. Remoción del acoplamiento de impulso (impulse coupling)

- Retirar la claveta, la tuerca, la arandela, el buje y el engranaje impulsor de cada uno de los magnetos.
- Sujetar la carcasa del conjunto del acoplamiento de impulso y tirar suavemente hacia afuera para liberar los seguros (ver Figura 33).

Figura 33

Remoción del acoplamiento de impulso (impulse coupling)

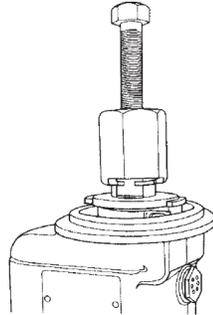


Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción del acoplamiento de impulso del magneto. Tomado de (Aerospace, 2011).

- Girar la carcasa del magneto para liberar la tensión del resorte.
- Retirar la carcasa de impulso y el resorte de impulso.
- Con el extractor de cubo, retirar el conjunto del cubo del acoplamiento de impulso (Ver Figura 34).

Figura 34

Remoción del conjunto del cubo del acoplamiento de impulso



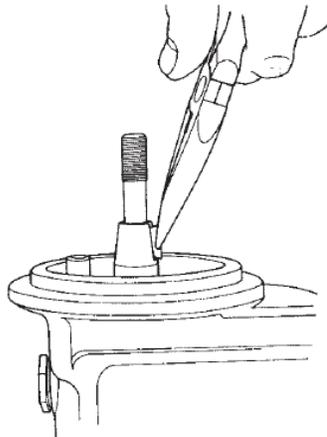
Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción del conjunto del cubo del acoplamiento de impulso. Tomado de (Aerospace, 2011).

b. Remoción del seguro del eje (woodruff key)

- Retirar la chaveta, la tuerca, la arandela, el buje y el engranaje impulsor de cada uno de los magnetos.
- Hacer palanca con un alicate en la chaveta del eje del rotor para remover el seguro (ver Figura 35).

Figura 35

Remoción del seguro del eje (woodruff key)



Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción del seguro del eje. Tomado de (Aerospace, 2011).

c. Remoción del conjunto de la carcasa del distribuidor

- Retirar los tres tornillos largos y el único tornillo corto de la carcasa del distribuidor.
- Separar la carcasa del distribuidor del marco del magneto.
- Desconectar el cable del condensador del conjunto del disyuntor de contacto.
- Desconectar el cable conductor de los puntos de contacto.

d. Remoción del conjunto del bloque del distribuidor

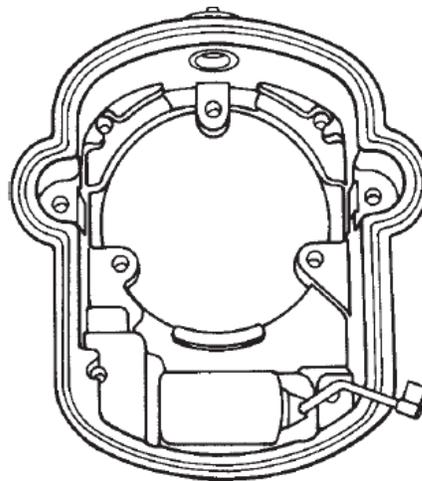
- Remover los dos tornillos y retirar la barra de cojinete del distribuidor, el engranaje del distribuidor, el bloque del distribuidor y los espaciadores del marco.

e. Remoción del condensador

- Al retirar el condensador de la carcasa del distribuidor, girar con cuidado el cable del condensador en sentido contrario a las agujas del reloj en la misma dirección que el condensador para evitar que se tuerza el cable (ver Figura 36).

Figura 36

Remoción del condensador



Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción del condensador. Tomado de (Aerospace, 2011).

f. Remoción del engranaje del rotor

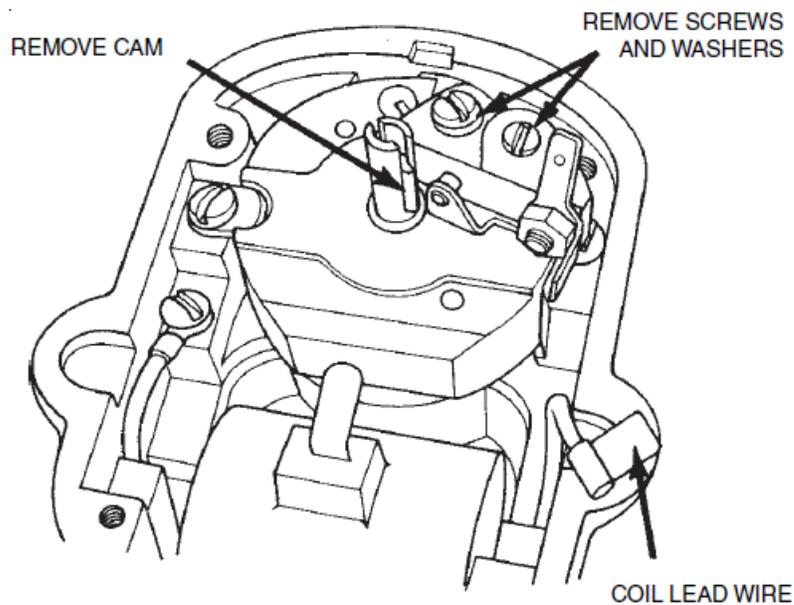
- Sacar el engranaje del rotor del extremo del conjunto del rotor con dos destornilladores de punta plana.

g. Remoción del conjunto del interruptor de contacto

- Desconectar el cable conductor de la bobina del conjunto del disyuntor de contacto del magneto.
- Retirar los tornillos y las arandelas del conjunto del interruptor.
- Retirar el conjunto del disyuntor de contacto de la tapa del cojinete.
- Retirar la leva haciendo palanca con un destornillador plano (Ver Figura 37).

Figura 37

Remoción del conjunto del interruptor de contacto



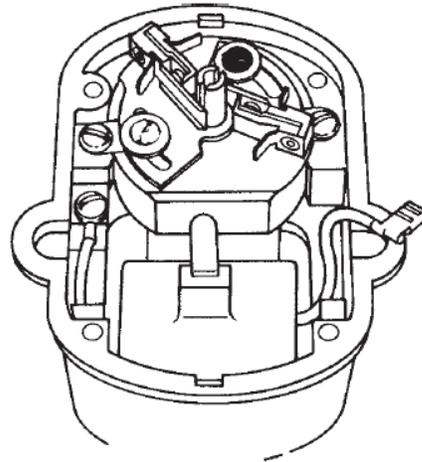
Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción del conjunto del interruptor de contacto. Tomado de (Aerospace, 2011).

- Desconectar el cable conductor de la bobina del conjunto del disyuntor de contacto primario.

- Retirar la leva haciendo palanca con un destornillador plano.
- Retirar los tornillos y las arandelas del conjunto del disyuntor de contacto primario.
- Retirar el conjunto del disyuntor de contacto primario.
- Retirar los tornillos y las arandelas del conjunto del interruptor de contacto.

Figura 38

Remoción de tornillos y las arandelas del conjunto del interruptor



Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción de tornillos y las arandelas del conjunto del interruptor de contacto. Tomado de (Aerospace, 2011).

- Desconectar los cables conductores del tacómetro del conjunto del punto de contacto del tacómetro.
- Retirar la leva haciendo palanca con un destornillador plano.
- Retirar los tornillos y las arandelas del conjunto del punto de contacto del tacómetro.
- Retirar el conjunto del punto de contacto del tacómetro y los espaciadores.

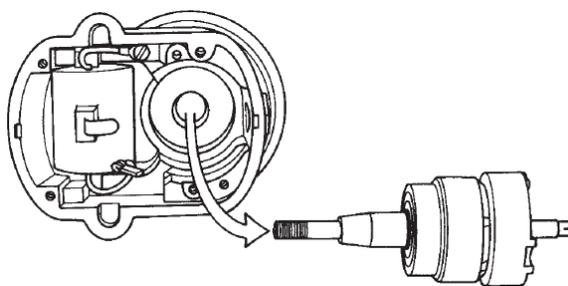
h. Remoción del conjunto del rotor

- Quitar los dos tornillos y las dos abrazaderas de la placa de apoyo.
- Presionar contra el extremo del eje del rotor y retirar el conjunto del rotor y la

tapa del cojinete (Ver Figura 39).

Figura 39

Remoción del conjunto del rotor



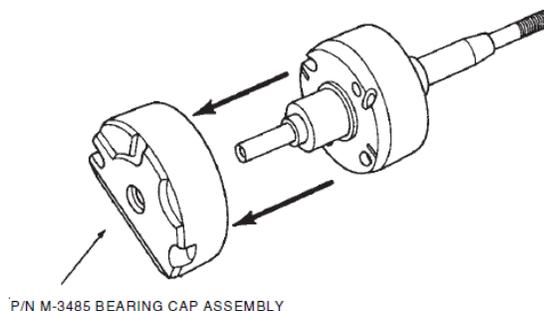
Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción del conjunto del rotor. Tomado de (Aerospace, 2011).

i. Remoción de los cojinetes del eje

- Presionar el eje del rotor con la herramienta especial y retirar el conjunto de la tapa del cojinete (Ver Figura 40).

Figura 40

Remoción de los cojinetes del eje



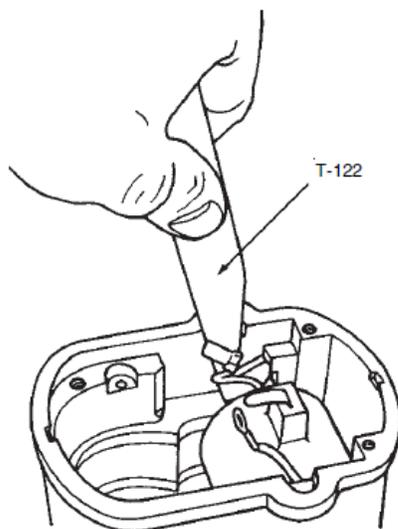
Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción de los cojinetes del eje. Tomado de (Aerospace, 2011).

j. Remoción de la bobina

- Inspeccionar la bobina y retirar el tornillo principal.
- Con el extractor de seguros, quitar los seguros de la bobina (Ver Figura 41).

Figura 41

Remoción de la bobina



Nota. En la figura se observa el procedimiento de remoción de la bobina. Tomado de (Aerospace, 2011).

k. Remoción del sello de aceite

- Retirar el sello de aceite del magneto.

3.5.2. Inspección de los magnetos

Una vez que se han removido las partes internas de los magnetos derecho e izquierdo del motor Lycoming O-540-A4E5, se procedió a realizar las tareas de inspección, esto según los procedimientos indicados en el manual de mantenimiento y manual de overhaul emitidos por los fabricantes del motor y magnetos respectivamente, cabe recalcar que en operación real dicha información deberá estar actualizada y debe ser aplicable para el modelo de motor y magnetos.

Figura 42

Componentes internos de los magnetos del motor



Nota. En la figura se observa los componentes internos de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5.

a. Inspección del cojinete de bolas (ball bearing assembly)

Se verificó que el cojinete tenga la configuración correcta, comprobando que se mueva libremente sin atascarse. Si existe rozamiento en los cojinetes de los magnetos tendrían que ser reemplazados.

Figura 43

Inspección del cojinete de bolas (ball bearing assembly)



Nota. En la figura se observa la inspección del cojinete de bolas de los magnetos.

b. Inspección del rotor del magneto

Se inspeccionó el rotor en busca de daños o desgaste en las superficies de los cojinetes del rotor. En la parte inferior del eje del rotor que esté en contacto con el acoplamiento de impulso, no debe existir superficies cónicas que sobrepasen 0.006 in por lado, tampoco pueden existir rajaduras sino se deberá cambiar los magnetos.

Figura 44

Inspección del rotor del magneto



Nota. En la figura se observa la inspección del rotor del magneto de los magnetos.

c. Inspección del acoplamiento de impulso (impulse coupling)

Todas las partes deben limpiarse, dejando al descubierto el metal desnudo, para garantizar una inspección confiable. Se puede utilizar un disolvente adecuado para eliminar todas las acumulaciones de aceite o sedimentos.

Figura 45

Inspección del acoplamiento de impulso (impulse coupling)



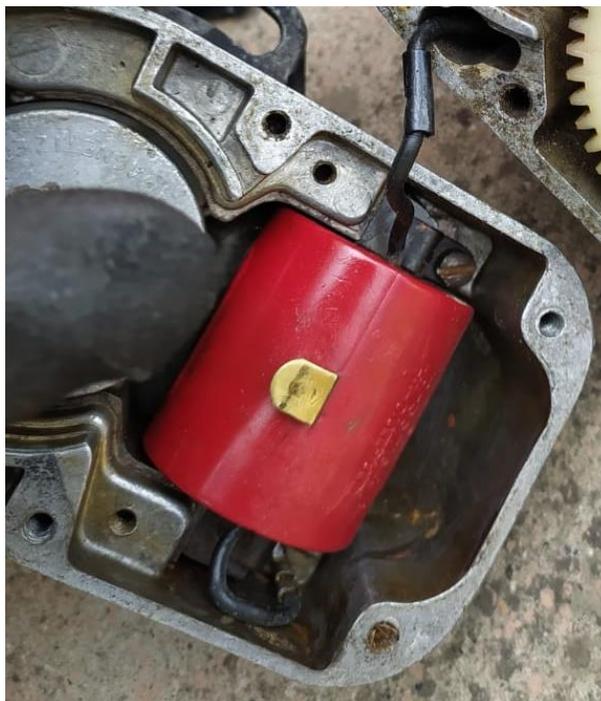
Nota. En la figura se observa la inspección del acoplamiento de impulso de los magnetos.

d. Inspección de la bobina (coil)

Se debe inspeccionar la bobina en busca de rajaduras radiales visibles. Si existen rajaduras evidentes, se debe reemplazar la bobina. También se debe inspeccionar en busca de continuidad y resistencia del circuito primario y secundario.

Figura 46

Inspección de la bobina (coil)



Nota. En la figura se observa la inspección de la bobina de los magnetos.

e. Inspección de los puntos de contacto

Se debe buscar signos de picaduras y decoloración. Si los puntos no están descoloridos y tienen una superficie blanca y escarchada alrededor de los bordes, los puntos funcionan correctamente y se pueden reutilizar. Se verificó que los cables no presenten decoloraciones o picaduras en la superficie de los mismos, por lo que se aseguró que los cables están en buenas condiciones para su funcionamiento.

Figura 47

Inspección de los puntos de contacto



Nota. En la figura se observa la inspección de los puntos de contacto de los magnetos.

f. Inspección del condensador

Si las superficies externas del condensador están sucias, se debe limpiar con agua jabonosa ligera, además se debe buscar signos de corrosión ya que si existe se debe reemplazar los magnetos. Se verificó también los sellos del condensador que no se encuentren rotos o en mal estado.

Figura 48

Inspección del condensador



Nota. En la figura se observa la inspección del condensador de los magnetos.

g. Inspección del bloque distribuidor (distribuidor block assembly)

Se verificó las condiciones del bloque de distribución, además se limpió para retirar sustancias dañinas de la superficie externa del bloque.

Figura 49

Inspección del bloque distribuidor (distribuidor block assembly)



Nota. En la figura se observa la inspección del bloque distribuidor de los magnetos.

h. Inspección de las escobillas (carbon brush)

Se inspeccionó la escobilla verificando que no exista desgaste en el diámetro exterior, también que su superficie sea uniforme.

Figura 50

Inspección de las escobillas (carbon brush)



Nota. En la figura se observa la inspección de las escobillas de los magnetos.

i. Inspección por daños estructurales

Se verificó la carcasa de los magnetos en busca de grietas u otros daños, además se inspeccionó las áreas roscadas para asegurarse de que las roscas estén intactas y no dañadas. Una vez realizada la inspección se procedió a colocar un recubrimiento a las partes requeridas de los magnetos para que los proteja y alargue su vida útil.

Figura 51

Inspección por daños estructurales



Nota. En la figura se observa el recubrimiento aplicado a los magnetos.

3.5.3. Instalación de los componentes internos del magneto

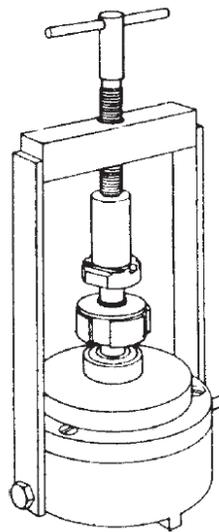
Una vez realizadas las inspecciones de todos los componentes de los magnetos, se procedió a la instalación de los mismos de acuerdo a los procedimientos estipulados por el fabricante en su manual de overhaul.

a. Instalación de los cojinetes del eje

- Colocar el cojinete de bolas y el conjunto de tapa de cojinete en el eje del rotor.
- Insertar el eje del rotor en el buje de la placa adaptadora, con la ayuda de una herramienta especial (ver Figura 52).

Figura 52

Instalación de los cojinetes del eje



Nota. En la figura se observa el procedimiento de instalación de los cojinetes del eje. Tomado de (Aerospace, 2011).

b. Instalación del conjunto del rotor

- Colocar el conjunto del eje del rotor en la carcasa del magneto con la ayuda de una herramienta especial.

c. Instalación del sello de aceite

- Presionar el sello de aceite al ras en la carcasa usando el tapón del conjunto del sello de aceite, con la ayuda de una herramienta especial.

d. Instalación del seguro del eje (woodruff key)

- Presionar el seguro en la ranura de la chaveta del eje del rotor.

e. Instalación del acoplamiento de impulso (impulse coupling)

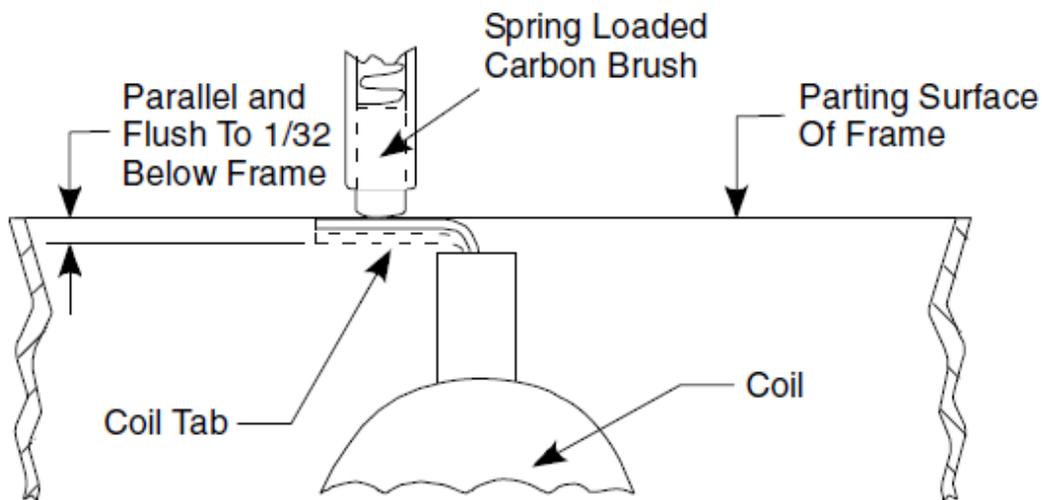
- Previamente ensamblar el conjunto de acoplamiento de impulso.
- Instalar el conjunto de acoplamiento de impulso en el eje del rotor.
- Instalar la arandela.
- Instalar la tuerca de acoplamiento y dar un torque de 120 a 180 in-lbs para asentar el acoplamiento en el eje del rotor.

f. Instalación de la bobina

- Apretar las dos cuñas de cada magneto con un martillo y un punzón plano.
- Fijar el cable a tierra de la bobina a la carcasa.
- Colocar el cable de alta tensión de la bobina al ras a 1/32 in por debajo y paralelo a la superficie de separación de la carcasa del magneto (ver Figura 53).

Figura 53

Instalación de la bobina



Nota. En la figura se observa el procedimiento de instalación de la bobina. Tomado de (Aerospace, 2011).

g. Instalación de los puntos de contacto

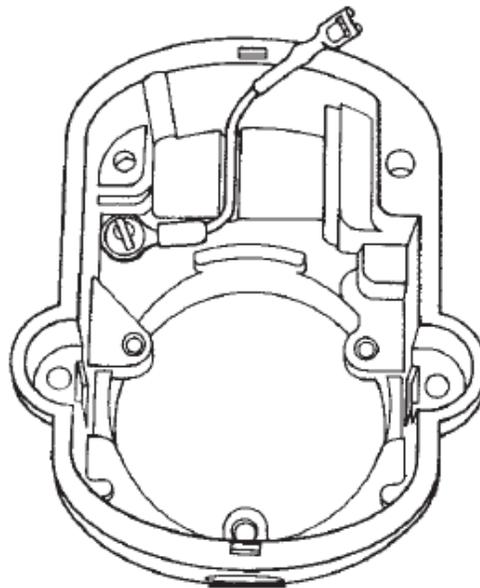
- Fijar el conjunto de puntos de contacto en la tapa del cojinete con los tornillos apropiados.

h. Instalación del condensador

- Ensamblar el condensador en la carcasa del distribuidor, asegurándose de girar el cable del condensador con la misma rotación que se aprieta el condensador en la carcasa (ver Figura 54).

Figura 54

Instalación del condensador



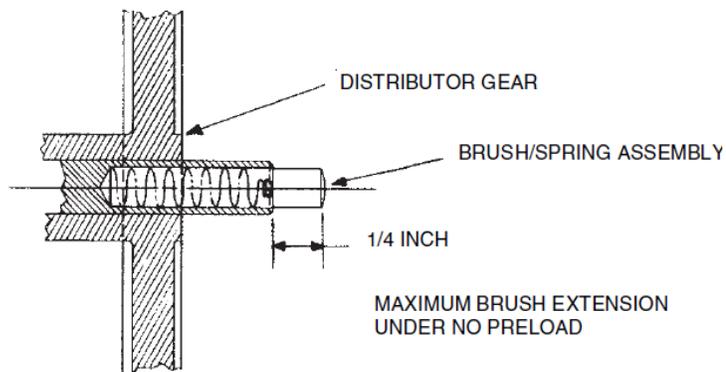
Nota. En la figura se observa el procedimiento de instalación del condensador. Tomado de (Aerospace, 2011).

i. Instalación del conjunto del engranaje del distribuidor

- Instalar la escobilla de cada resorte.
- Instalar las escobillas en el engranaje del distribuidor (ver Figura 55).

Figura 55

Instalación del conjunto del engranaje del distribuidor



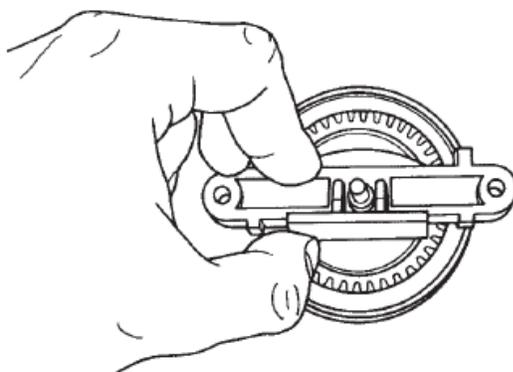
Nota. En la figura se observa el procedimiento de instalación del conjunto del engranaje del distribuidor. Tomado de (Aerospace, 2011).

j. Montaje del bloque distribuidor

- Ensamblar el engranaje del distribuidor en el bloque distribuidor verificando el lado correcto.
- Montar la barra de cojinetes en el bloque distribuidor con el escudo de la escobilla mirando hacia la muesca en el bloque distribuidor (ver Figura 56).

Figura 56

Montaje del bloque distribuidor



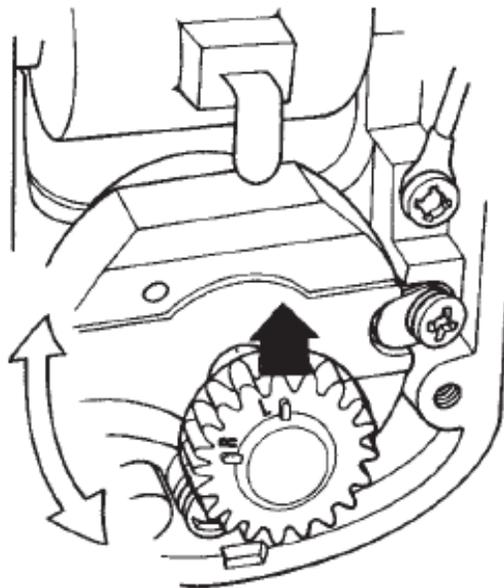
Nota. En la figura se observa el procedimiento de montaje del bloque distribuidor. Tomado de (Aerospace, 2011).

k. Alineación del engranaje del rotor

- Instalar el engranaje del rotor en el extremo del eje del rotor.
- Alinear la "L" o la "R" (dependiendo de la rotación del magneto - mirar la placa de datos) en el engranaje del rotor para que apunte hacia arriba, hacia el cable de alta tensión de la bobina (ver Figura 57).

Figura 57

Alineación del engranaje del rotor



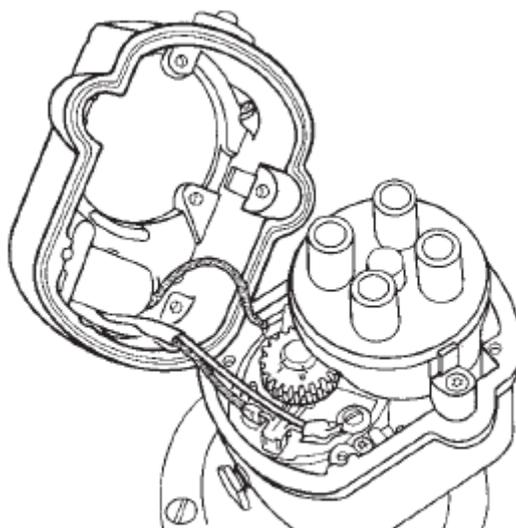
Nota. En la figura se observa la alineación del engranaje del rotor. Tomado de (Aerospace, 2011).

l. Conexión de los cables

- Conectar los cables del condensador.
- Conectar el cable de contacto del retardador.
- Conectar el cable de contacto del tacómetro (ver Figura 58).

Figura 58

Conexión de los cables



Nota. En la figura se observa la conexión de los cables en los diferentes puntos del magneto. Tomado de (Aerospace, 2011).

m. Sujeción de la carcasa del distribuidor

- Instalar la junta de la carcasa.
- Colocar la carcasa del distribuidor en el marco del magneto.
- Asegurar la carcasa con tres tornillos largos y un tornillo corto. Apretar con un torque de 18 a 28 in-lbs.

3.6. Comprobación post-ensamblaje

3.6.1. Conexión del arnés de ignición

Se instaló los tornillos que conectan a la carcasa de distribución para la conexión del arnés eléctrico, para posteriormente enlazar a las bujías del motor. Los magnetos deben estar libres de cualquier material que no correspondan a la estructura del cuerpo del magneto, para así evitar inconvenientes al momento del movimiento.

Figura 59

Conexión del arnés de ignición



Nota. En la figura se observa la conexión del arnés de ignición al magneto.

3.6.2. Conexión de bujías

Se conectaron las bujías en cada terminal del arnés eléctrico, si el motor estuviera en condiciones operables se podría verificar el funcionamiento de cada una comprobando si existe la chispa en la unión de los electrodos de cada bujía.

Figura 60

Conexión de bujías



Nota. En la figura se observa la conexión de las bujías.

3.6.3. Instalación de los magnetos del motor

Una vez realizada la inspección y después de haber ensamblado los magnetos, se instalan en el motor con la ayuda de juntas, abrazaderas y arandelas de seguridad. Todas las tuercas deben ser apretadas con un torque de acuerdo con los valores establecidos por el fabricante para que no ocasione algún daño al componente. La instalación se debe realizar siguiendo la secuencia de la Figura 31.

Figura 61

Instalación de los magnetos del motor



Nota. En la figura se observa la instalación de los magnetos inspeccionados en el motor.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- La información técnica disponible, facilitó la interpretación de los procedimientos necesarios para el chequeo de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5.
- Para la realización de un correcto mantenimiento a los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, fue necesario realizar una preservación del motor y transportarlo a un área de trabajo adecuada y segura, donde podrá estar protegido y almacenado cumpliendo los estándares necesarios para su correcto uso.
- La inspección de 500 horas de los magnetos del motor Lycoming O-540-A4E5, fue ejecutada de manera adecuada, en base a los ítems de inspección señalados en el manual de mantenimiento y overhaul del fabricante.
- Se realizó una correcta instalación de todos los componentes internos y externos de los magnetos del motor, verificando los diferentes parámetros de instalación por medio de una comprobación post-ensamblaje.

4.2. Recomendaciones

- Utilizar siempre la documentación técnica aplicable y actualizada al componente y al trabajo de mantenimiento que se realice, para garantizar así el correcto funcionamiento del motor y/o de la aeronave.
- Las herramientas a utilizar en cualquier trabajo de mantenimiento deben estar en buenas condiciones y los equipos deben estar calibrados, para evitar tener cualquier tipo de inconveniente en algún componente del motor o de la aeronave.
- Se recomienda a la universidad, brindar todas las facilidades para el uso del material didáctico disponible para los estudiantes, como los aviones escuela, motores, estructuras, entre otros. Además, se debería invertir en la construcción de hangares o áreas de trabajo para las aeronaves y/o componentes que en la actualidad se encuentran deteriorándose sin ninguna protección.

Glosario

A

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

Autoridad Aeronáutica: Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

B

Base Principal: Lugar donde el explotador tiene un centro de operaciones al cual se encuentra asignada habitualmente el tripulante.

C

Certificado de Aeronavegabilidad: Es un documento público otorgado por la DGAC, mediante el cual acredita que, a la fecha de su otorgamiento, la aeronave que dicho certificado respalda está apta para ser operada en forma segura.

Certificado Tipo: Es el certificado básico de diseño para avión, motor y hélice que establece el Diseño Tipo.

Chequeo: Comprobación de un componente o un sistema.

D

Dispositivo: Cualquier instrumento, mecanismo, equipo, parte, aparato, órgano auxiliar o accesorio que es usado o que se tratará de usar en la operación o control de una aeronave, instalado en, o fijado a la misma, y que no es parte de la estructura.

E

Equipo: Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

F

Federal Aviation Regulations: Regulaciones Federales para la Aeronáutica civil de los Estados Unidos de Norte América.

G

Grupo Motor: Conjunto compuesto de uno o más motores y elementos auxiliares, que juntos son necesarios para producir tracción, independiente del funcionamiento continuo de cualquier otro grupo motor o grupos motores, pero que no incluye los dispositivos que produzcan tracción durante cortos períodos.

H

Hélice: Dispositivo impulsor de una aeronave que posee palas sobre un eje impulsado por un motor que cuando rota produce por su acción en el aire un empuje aproximadamente perpendicular a su plano de rotación y el cual incluye componentes de control normalmente suministrados por el fabricante, pero no incluye los rotores principales y auxiliares o planos aerodinámicos giratorios del motor.

I

Instrumento: Componente que utiliza un mecanismo interno para mostrar visual o auditivamente la actitud, altura y operación de una aeronave o una parte de la misma.

Inspección: Revisar, evaluar mediante la vista o equipo.

L

Limpieza: Retirar objetos, manchas, grasas ajenas al componente.

M

Mantenimiento: Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Motor: Motor empleado o cuya intención es impulsar una aeronave. Incluye turbo, sobrealimentadores, componentes y accesorios necesarios para su funcionamiento excluyendo las hélices.

O

Overhaul: Revisión a profundidad con la finalidad de dejar a un componente en perfectas condiciones.

P

Preservar: Proteger de algún daño un componente.

Procedimiento: Conjunto de acciones para cumplir la tarea.

R

Reparación: Restitución de un componente o aeronave.

T

Transporte Aéreo: Transporte de personas o cosas efectuado por medio de aeronaves.

V

Validación: La aceptación escrita de una acción de la autoridad de Aviación Civil de otro país, con relación a una acción que la ley asigne al director.

Velocidad crucero: Velocidad constante en la que una aeronave se desplaza en condiciones normales.

Abreviaturas

A

AMM: Manual de mantenimiento de la aeronave.

AD: Directiva de aeronavegabilidad.

B

Base Principal: Lugar donde el explotador tiene un centro de operaciones al cual se encuentra asignada habitualmente el tripulante.

C

CCM: Manual de Mantenimiento de Componentes.

CDL: Lista de desviaciones respecto a la configuración

D

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

E

ELT: Transmisor de localización de emergencia.

F

FAA: Administración Federal de Aviación de los EEUU.

FAR: Federal Aviation Regulations.

FT: Pies.

G

GAL: Galón.

H

HRS: Horas.

HP: Caballos fuerza.

I

ICAO: Organización de Aviación Civil Internacional.

IFR: Reglas de Vuelo por Instrumentos.

IN: Pulgadas.

K

KT: Nudos.

M

MMEL: Lista Maestra de Equipo Mínimo.

MM: Manual de Mantenimiento.

P

POH: Manual de Operación del Piloto.

R

RDAC: Regulaciones de Aviación Civil.

S

STC: Certificado Tipo Suplementario.

T

TC: Certificado Tipo.

V

VFR: Reglas de Vuelo Visual.

Bibliografía

Advisory Circular AC 43.13-1B. (1998).

Aerospace, C. (2011). *Overhaul Manual*. South Carolina: Liberty.

AMILARG. (2013). Obtenido de <http://www.amilarg.com.ar/hawker-125-400.html>

BAE SYSTEMS. (2020). Obtenido de <https://www.baesystems.com/en/heritage/de-havilland-dh125>

BANYAN. (2020). Obtenido de <https://www.banyanair.com/aircraft-structural-repairs/>

BORESCOPE INSPECTION CFM56-ALL. (2003).

DGAC. (2012). *Direccion General de Aviacion Civil* . Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de Direccion General de Aviacion Civil :

<https://www.aviacioncivil.gob.ec/biblioteca/>

EL MAQUINANTE. (2019). Obtenido de

<https://elmaquinante.blogspot.com/2019/02/turborreactores-introduccion.html>

ESTEBAN, O. (2019). *Conocimientos del avión*. España: Paraninfo.

FAA. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant*. Oklahoma: Flight Standards Servi.

HS 125 Aircraft Maintenance Manual. (2003). En R. A. Company.

INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS. (2013). Obtenido de

<https://www.josemiguelatehortua.com/practicas-estandar/tips-criterios-de-inspecci%C3%B3n/>

JEPPESEN. (2011). *POWERPLANT TEXTBOOK*. United States of America: RAM Aircraft.

Knezevic, J. (1996). *MANTENIMIENTO*.

LLC, S. B. (2022). *Building Systems*. Obtenido de

<https://www.steelmasterestructuras.com/>

Lufthansa Technik. (2019). Obtenido de <https://www.lufthansa-technik.com/landing-gears>

LYCOMING. (2012). *O-540-A4E5 Series Engine Maintenance Manual*.

LYCOMING. (2014). *IPC*.

Phase One Flight Testing. (2008). Obtenido de <http://mybearhawk.com/flying/first4.html>

QANTAS. (2019). Obtenido de <https://www.qantasnewsroom.com.au/roo-tales/a-wheely-big-job/>

ROLLS-ROYCE. (1996). *THE JET ENGINE*.

SKREATIONS. (2019). *Aprendamos Aviación*.

SKY GEEK. (2019). Obtenido de <https://www.skygeek.com/kannad-406-af-compact-406-mhz-emergency-locator-transmitter.html>

SRSEGURIDAD. (2021). *Señor Seguridad*. Obtenido de <https://srseguridad.com/>

Anexos