



**Inspección del Sistema de Ignición y Sistema Eléctrico del Motor Continental O-200-A de la Aeronave Cessna 150 M, de Acuerdo al Manual del Fabricante, Perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe en la Sede de Latacunga.**

Segovia Minchala, David Alejandro

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Monografía, Previo a la Obtención del Título de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés

23 de febrero del 2023

Latacunga

## Reporte de Verificación de Contenido

### Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA SEGOVIA DAVID.pdf (D159326588)
Submitted	2/23/2023 2:13:00 PM
Submitted by	Juan Carlos Altamirano
Submitter email	jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	jc.altamiranoc.uta@analysis.orkund.com



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

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO / TESIS JESSICA RAMIREZ FIN.pdf</b> Document TESIS JESSICA RAMIREZ FIN.pdf (D111762867) Submitted by: loretaibarra@yahoo.es Receiver: lorenadibarra.uta@analysis.orkund.com		1
<b>SA</b>	<b>TESIS - 4.docx</b> Document TESIS - 4.docx (D63481906)		3
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO / MONOGRAFIA BARROS PATRICIO.pdf</b> Document MONOGRAFIA BARROS PATRICIO.pdf (D158829954) Submitted by: jc.altamiranoc@uta.edu.ec Receiver: jc.altamiranoc.uta@analysis.orkund.com		2
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO / MONOGRAFIA BARROS PATRICIO.pdf</b> Document MONOGRAFIA BARROS PATRICIO.pdf (D158904175) Submitted by: jc.altamiranoc@uta.edu.ec Receiver: jc.altamiranoc.uta@analysis.orkund.com		6
<b>SA</b>	<b>ANTEPROYECTO.1 - TESIS.docx</b> Document ANTEPROYECTO.1 - TESIS.docx (D40317571)		3
<b>SA</b>	<b>tesis chacha completo.docx</b> Document tesis chacha completo.docx (D26007747)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS MORALES PLINIO.pdf</b> Document TESIS MORALES PLINIO.pdf (D97915839)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS KEVIN LOACHAMIN.pdf</b> Document TESIS KEVIN LOACHAMIN.pdf (D50380230)		1

### Entire Document

1 Inspección del Sistema de Ignición y



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

### **Certificación**

Certifico que la monografía “**Inspección del Sistema de Ignición y Sistema Eléctrico del Motor Continental O-200-A de la Aeronave Cessna 150 M, de acuerdo al Manual del Fabricante, Perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la Sede de Latacunga.**” fue realizado por el señor **Segovia Minchala, David Alejandro** la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 23 de febrero del 2023

Firma:



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

**Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés**

C.C.: 0604248062



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Segovia Minchala, David Alejandro**, con número de ciudadanía N° 172435892-2 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Inspección del Sistema de Ignición y Sistema Eléctrico del Motor Continental O-200-A de la Aeronave Cessna 150 M, de acuerdo al Manual del Fabricante, Pertenciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la Sede de Latacunga.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 23 de febrero del 2023

Firma:



**Segovia Minchala David Alejandro**

C.C.: 172435892-2



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Autorización de Publicación**

Yo, **Segovia Minchala, David Alejandro**, con cedula de ciudadanía N° 172435892-2 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Inspección del Sistema de Ignición y Sistema Eléctrico del Motor Continental O-200-A de la Aeronave Cessna 150 M, de acuerdo al Manual del Fabricante, Perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la Sede de Latacunga.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero del 2023

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'David Alejandro Segovia Minchala', with a date '20' written below it.

**Segovia Minchala David Alejandro**

C.C.: 172435892-2

## Dedicatoria

Mi tesis va dedicada primeramente a Dios quien es mi luz guía, de manera especial a mi padre Luis quien me brindada apoyo y consejo para lograr todos los objetivos que me planteo en la vida, quien me ha educado desde mis primeros pasos y para quien va toda mi gratitud y admiración, del mismo modo para mi madre Rosa quien me brinda su fortaleza para cada circunstancia adversa a la que me enfrento, quien no me ha dejado rendir en ningún momento con sus palabras de aliento y sus acciones de cariño. Para mi madre Adriana quien me enseñó que perseguir mis sueños es el acto más valiente que se puede hacer, quien me apoya de manera incondicional y quien es un pilar fundamental en mí. Para mi hermana Josselin quien ha sido mi compañera de vida, quien ha generado una profundidad sensación de admiración. Para mis hermanos Bolívar y Cristhian quienes han sido un gran apoyo durante todo este proceso académico, quienes me han enseñado a jamás bajar los brazos pese a las circunstancias que se atraviesen en el camino. Para mi primo Steven quien me ha brindado apoyo en los momentos difíciles, quien me ha demostrado su lealtad en toda ocasión, a quien considero mi compañero en este camino y con quien lucho para mejorar día con día, de igual manera para mi sobrino Jake y mi hermano Josué por quienes lucho para lograr obtener un mundo mejor. Para mis tías, tíos, primas, primos y para toda mi familia quienes se preocupan, confían y cuidan de mí, por estos motivos les dedico mi tesis

**Segovia Minchala, David Alejandro**

### **Agradecimiento**

Agradezco profundamente a Dios por permitirme cumplir un sueño más y por brindarme sabiduría y fortaleza en cada momento de mi vida, por guiarme en su camino y mantenerme con salud. A mis padres por ser mi más grande apoyo y depositar toda su confianza, quienes siempre velaron por que logre cumplir mis aspiraciones académicas. A mis hermanos quienes nunca dudaron de mí, quienes siempre me brindaron su consejo y apoyo. De forma general para toda mi familia y a todos quienes me brindaron su ayuda en este proceso, para todos usted muchas gracias.

**Segovia Minchala, David Alejandro**

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

Carátula .....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de Contenido.....	8
Índice de tablas.....	15
Índice de figuras.....	16
Resumen.....	19
Abstract .....	20
Capítulo I:Planteamiento del problema de investigación.....	21
Antecedentes.....	21
Planteamiento del problema.....	22
Justificación .....	23
Objetivos.....	24
<i>Objetivo general</i> .....	24
<i>Objetivos específicos</i> .....	24
Alcance .....	25
Capítulo II:Marco teórico .....	26
Introducción.....	26
Historia de la aviación.....	27
Manuales y Certificados.....	28
<i>Directiva de Aeronavegabilidad (A.D.)</i> .....	28



<i>Circular de Asesoramiento (A.C.)</i> .....	28
<i>Boletín de servicio (S.B.)</i> .....	28
<i>Manual de servicio (S.M.)</i> .....	29
<i>Manual de mantenimiento de aeronaves (A.M.M.)</i> .....	29
<i>Manual de mantenimiento de revisión (O.M.M.)</i> .....	29
<i>Componentes de piezas ilustradas (I.P.C.)</i> .....	29
<i>Diagrama Eléctrico (W.D.)</i> .....	29
<b>Mantenimientos Aeronáutico</b> .....	<b>30</b>
<i>Mantenimiento preventivo.</i> .....	30
<i>Mantenimiento correctivo.</i> .....	31
<i>Mantenimiento tipo a.</i> .....	31
<i>Mantenimiento tipo b.</i> .....	31
<i>Mantenimiento tipo c.</i> .....	31
<i>Mantenimiento tipo d.</i> .....	31
<b>Breve Historia de la aeronave Cessna 150 M</b> .....	<b>32</b>
<b>Componentes Principales</b> .....	<b>33</b>
<b>Sistemas Principales</b> .....	<b>33</b>
<i>Sistemas de inducción de aeronaves.</i> .....	34
<i>Sistema eléctrico</i> .....	34
<b>Componentes eléctricos:</b> .....	35
<b>Alternadores y generadores</b> .....	35
<b>Batería</b> .....	36
<b>Interruptor maestro batería.</b> .....	38
<b>Interruptor de alternador.</b> .....	39
<b>Barra colectora, fusibles y disyuntores.</b> .....	39
<b>Regulador de voltaje</b> .....	39

Amperímetro.....	40
Mechas estáticas. ....	41
Cableado eléctrico asociado.....	41
Conectores y terminales.....	42
Luces. ....	43
<b><i>Sistema de encendido.....</i></b>	<b>44</b>
Magnetos. ....	45
Bujías.....	47
Switch de ignición.....	48
Solenoides.....	49
Motor de arranque.....	50
<b><i>Sistema de Combustible.....</i></b>	<b>51</b>
<b>Motores Recíprocos .....</b>	<b>52</b>
<b><i>Clasificación de Motores Recíprocos. ....</i></b>	<b>53</b>
<b><i>Principio de funcionamiento del motor .....</i></b>	<b>54</b>
<b><i>Ciclo Otto 4 tiempos.....</i></b>	<b>54</b>
<b><i>Carrera de admisión.....</i></b>	<b>55</b>
<b><i>Carrera de compresión. ....</i></b>	<b>56</b>
<b><i>Potencia o carrera de expansión.....</i></b>	<b>56</b>
<b><i>Carrera de escape. ....</i></b>	<b>57</b>
<b>Motor Continental O-200-A .....</b>	<b>58</b>
<b><i>Sistemas del motor. ....</i></b>	<b>60</b>
Sistema de ignición. ....	60
Sistema de combustible. ....	62
Sistema de eléctrico. ....	62
Sistema de inducción de aire.....	63

<b>Sistema de escape.....</b>	<b>63</b>
<b><i>Diagramas eléctricos .....</i></b>	<b>64</b>
<b>Herramientas y equipos necesarios.....</b>	<b>64</b>
<b><i>Guaípe y Franela .....</i></b>	<b>64</b>
<b><i>Torquímetro.....</i></b>	<b>64</b>
<b><i>Multímetro.....</i></b>	<b>64</b>
<b><i>Comprobador de bujías .....</i></b>	<b>64</b>
<b><i>Timing magneto.....</i></b>	<b>65</b>
<b><i>Comprobador de Cable de Alta Tensión – E5 .....</i></b>	<b>65</b>
<b>Capítulo III:Desarrollo del tema.....</b>	<b>66</b>
<b>Consideraciones generales .....</b>	<b>66</b>
<b>Preparación del área de trabajo .....</b>	<b>66</b>
<b>Inspección visual.....</b>	<b>67</b>
<b>Inspección de cableado eléctrico.....</b>	<b>68</b>
<b>Inspección del interruptor de encendido.....</b>	<b>69</b>
<b>Inspección del panel de fusibles y bus bar. ....</b>	<b>70</b>
<b>Inspección de 50 horas del motor continental O-200-A.....</b>	<b>71</b>
<b><i>Inspección de 50 horas de la batería. ....</i></b>	<b>72</b>
<b><i>Desmontaje de la batería. ....</i></b>	<b>72</b>
<b><i>Limpieza e inspección de la batería.....</i></b>	<b>72</b>
<b><i>Inspección de 50 horas de la caja de batería. ....</i></b>	<b>73</b>
<b><i>Limpieza e inspección de la caja de la batería.....</i></b>	<b>73</b>
<b><i>Inspección de 50 horas de los cables de la batería. ....</i></b>	<b>74</b>
<b><i>Limpieza e inspección: .....</i></b>	<b>74</b>
<b><i>Servicio y mantenimiento:.....</i></b>	<b>75</b>
<b>Inspección de 100 horas del motor continental O-200-A.....</b>	<b>75</b>

<i>Inspección de 100 horas solenoide y conexiones eléctricas.....</i>	<i>76</i>
Solenoide.....	76
Conexiones eléctricas .....	77
<i>Inspección de 100 horas del arnés de encendido.....</i>	<i>78</i>
Implementación del Tester para Cable de alta tensión E5. ....	79
Inspección con el Teste de alta tensión E5.....	80
<i>Inspección de 100 horas de las bujías de encendido. ....</i>	<i>81</i>
Desmontaje y limpieza.....	81
Inspección.....	82
Montaje y torque. ....	83
<i>Inspección de 100 horas alternador y conexiones eléctricas. ....</i>	<i>83</i>
<i>Inspección de 100 horas montaje del regulador de tensión y cables</i>	
<i>eléctricos. ....</i>	<i>84</i>
Limpieza e inspección:.....	84
<b>Inspección de 200 horas del motor continental O-200-A.....</b>	<b>84</b>
<i>Inspección de 200 horas Motor de arranque, escobillas de arranque,</i>	
<i>cables de escobillas y colector. ....</i>	<i>85</i>
Limpieza y desmontaje.....	85
Pindado del armazón.....	86
Inspección del inducido. ....	87
Prueba de continuidad y aislamiento. ....	88
<b>Inspecciones especiales del motor continental O-200-A .....</b>	<b>89</b>
<i>Inspección de 500 horas de los magnetos. ....</i>	<i>89</i>
Limpieza del magneto Slick 4301.....	90
Extracción del magneto del motor del magneto Slick 4301 .....	90
Desmontaje del magneto Slick 43001 del motor.....	91

<b>Inspección al conjunto de cojinete de bolas del magneto</b>	
<b>Slick 4301. ....</b>	<b>92</b>
<b>Bobina del magneto Slick 4301.....</b>	<b>93</b>
<b>Puntos de contacto del magneto Slick 4301.....</b>	<b>94</b>
<b>Condensador del magneto Slick 4301.....</b>	<b>94</b>
<b>Limpieza del condensador.....</b>	<b>95</b>
<b>Inspección del condensador.....</b>	<b>95</b>
<b>Inspeccione el conjunto del bloque del distribuidor.....</b>	<b>96</b>
<b>Limpieza del conjunto del bloque.....</b>	<b>96</b>
<i>Inspección del bloque distribuidor.....</i>	<i>96</i>
<i>Inspección del engranaje del distribuidor.....</i>	<i>97</i>
<i>Inspeccione la barra de apoyo.....</i>	<i>98</i>
<b>Escobilla de carbón del magneto Slick 4301.....</b>	<b>98</b>
<b>Inspeccione las escobillas de carbono.....</b>	<b>98</b>
<b>Lubricación del magneto Slick 4301.....</b>	<b>98</b>
<b>Montaje del magneto Slick 4301.....</b>	<b>98</b>
<i>Instalar la bobina.....</i>	<i>99</i>
<i>Instale el conjunto del punto de contacto.....</i>	<i>100</i>
<b>Sincronización del Magneto.....</b>	<b>100</b>
<i>Instalación del condensador.....</i>	<i>101</i>
<i>Instalación del conjunto de engranajes del distribuidor.....</i>	<i>103</i>
<i>Montaje del bloque distribuidor.....</i>	<i>103</i>
<i>Alineación del engranaje del rotor.....</i>	<i>103</i>
<i>Alineación el engranaje del rotor.....</i>	<i>104</i>
<i>Conexión del cable del condensador.....</i>	<i>104</i>
<i>Conexión del cable de contacto del retardador.....</i>	<i>104</i>

Sincronización de los magnetos y motor.....	105
<i>Montaje del magneto</i> .....	105
<i>Sincronización del tiempo del magneto y del motor</i> .....	106
Análisis económico del proyecto.....	108
<i>Costos primarios</i> .....	108
<i>Costos secundarios</i> .....	109
<i>Costo total del proyecto</i> .....	110
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones.....	111
Conclusiones.....	111
Recomendaciones.....	112
Definiciones.....	113
Abreviaturas:.....	115
Bibliografía.....	116
Anexos.....	118

**ÍNDICE DE TABLAS.**

<b>Tabla 1</b> <i>Características del motor Continental O-200-A</i> .....	59
<b>Tabla 2</b> <i>Dimensiones del motor Continental O-200-A</i> .....	59
<b>Tabla 3</b> <i>Especificaciones del encendido</i> .....	60
<b>Tabla 4</b> <i>Tiempo de Encendido del Motor Continental O-200-A</i> .....	60
<b>Tabla 5</b> <i>Costos primarios</i> .....	108
<b>Tabla 6</b> <i>Costos secundarios</i> .....	110
<b>Tabla 7</b> <i>Costo total del proyecto</i> .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1</b> <i>Primer avión (Flyer 1)</i> .....	27
<b>Figura 2</b> <i>Taller de mantenimiento aeronáutico</i> .....	30
<b>Figura 3</b> <i>Aeronave Cessna 150M perteneciente a la Universidad ESPE</i> .....	32
<b>Figura 4</b> <i>Esquema del Sistema Eléctrico de una aeronave Cessna</i> .....	34
<b>Figura 5</b> <i>Alternador y sus componentes</i> .....	35
<b>Figura 6</b> <i>Baterías eléctricas para aeronaves.</i> .....	36
<b>Figura 7</b> <i>Master Switch de aeronaves Cessna</i> .....	38
<b>Figura 8</b> <i>Barra de fusibles y conectores</i> .....	39
<b>Figura 9</b> <i>Regulador de voltaje para Cessna</i> .....	39
<b>Figura 10</b> <i>Amperímetro</i> .....	40
<b>Figura 11</b> <i>Mecha estática perteneciente a una Cessna</i> .....	41
<b>Figura 12</b> <i>Cableado eléctrico de alternador de un Cessna</i> .....	41
<b>Figura 13</b> <i>Conectores y protectores del cableado eléctrico</i> .....	42
<b>Figura 14</b> <i>Luces de navegación de una aeronave</i> .....	43
<b>Figura 15</b> <i>Esquema eléctrico del sistema de encendido</i> .....	44
<b>Figura 16</b> <i>El magneto y sus componentes</i> .....	45
<b>Figura 17</b> <i>Bujías para motor reciproco</i> .....	47
<b>Figura 18</b> <i>Llaves y switch de ignición del motor</i> .....	48
<b>Figura 19</b> <i>Relé solenoide de cuatro terminales</i> .....	49
<b>Figura 20</b> <i>Motor de arranque y sus componentes</i> .....	50
<b>Figura 21</b> <i>Esquema del sistema de combustible de una Cessna</i> .....	51
<b>Figura 22</b> <i>Motor reciproco con hélice</i> .....	52
<b>Figura 23</b> <i>Tipos de disposiciones de los cilindros</i> .....	54
<b>Figura 24</b> <i>Esquema del Ciclo Otto de 4 tiempos</i> .....	54
<b>Figura 25</b> <i>Cilindro en carrera admisión</i> .....	55



<b>Figura 26</b> <i>Cilindro en carrera de compresión</i> .....	56
<b>Figura 27</b> <i>Cilindro en posición de expansión</i> .....	56
<b>Figura 28</b> <i>Cilindro en carrera de escape</i> .....	57
<b>Figura 29</b> <i>Motor reciproco continental O 200 A</i> .....	58
<b>Figura 30</b> <i>Motor continental O-200-A</i> .....	67
<b>Figura 31</b> <i>Cableado eléctrico del motor Continental O-200-A</i> .....	68
<b>Figura 32</b> <i>Desmontaje del interruptor de encendido</i> .....	69
<b>Figura 33</b> <i>Panel de Fusibles de la aeronave Cessna 150 M</i> .....	70
<b>Figura 34</b> <i>Caja de la batería</i> .....	73
<b>Figura 35</b> <i>Cables de la batería</i> .....	74
<b>Figura 36</b> <i>Cable defectuoso del arnés de encendido</i> .....	78
<b>Figura 37</b> <i>Entrega de un Comprobador de Cable - E5</i> .....	79
<b>Figura 38</b> <i>Prueba de comprobación con el E5</i> .....	80
<b>Figura 39</b> <i>Bujía desmontada</i> .....	81
<b>Figura 40</b> <i>Inspección de bujías</i> .....	82
<b>Figura 41</b> <i>Montaje de las bujías</i> .....	83
<b>Figura 42</b> <i>Solenoides de la batería</i> .....	76
<b>Figura 43</b> <i>Solenoides del Starter y cableado eléctrico</i> .....	77
<b>Figura 44</b> <i>Remoción de pintura del Starter</i> .....	85
<b>Figura 45</b> <i>Starter pintado</i> .....	86
<b>Figura 46</b> <i>Desmontaje del inducido</i> .....	87
<b>Figura 47</b> <i>Prueba de continuidad al inducido</i> .....	88
<b>Figura 48</b> <i>Prueba de aislamiento al inducido</i> .....	89
<b>Figura 49</b> <i>Magneto Slick 4301</i> .....	90
<b>Figura 50</b> <i>Desmontaje del magneto Desmontaje del magneto</i> .....	91
<b>Figura 51</b> <i>Conjunto cable Arnés</i> .....	92

<b>Figura 52</b> <i>Inspección del Magento</i> .....	93
<b>Figura 53</b> <i>Desmontaje de bobina del magneto</i> .....	94
<b>Figura 54</b> <i>Tapa del distribuidor y cables arnés</i> .....	97
<b>Figura 55</b> <i>Sincronización magneto izquierdo</i> .....	100
<b>Figura 56</b> <i>Magneto instalado y conectado al instrumento sincronizador</i> .....	105
<b>Figura 57</b> <i>Proceso de sincronización de magnetos y motor</i> .....	106
<b>Figura 58</b> <i>Magnetos Sincronizados</i> .....	107

## Resumen

En este proyecto se desarrolla los procedimientos de mantenimiento técnicos necesarios para completar una inspección del sistema de ignición y sistema eléctrico del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150 M perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, para este proceso técnico se aplicó la documentación pertinente como manuales de mantenimiento, manual de partes ilustradas, manual de servicio y manuales técnicos de los componentes según se requiera para la resolución de cada ítem de inspección, se tomó en cuenta todas las normas de seguridad que se requiere y se utilizó el equipo de protección personal, precautelando la integridad del técnico y la aeronave, de esta manera generando un proceso eficiente que permita mantener en óptimas condiciones los sistemas. Los procedimientos aplicados fueron supervisados y controlados por el tutor designado a este proyecto, siendo un proceso que abarcan inspecciones menores y mayores según lo requiera, de este modo se realizó un remplazo de bujías, un remplazo de arnés de encendido, calibración de magnetos, inspección del motor de arranque, inspección del cableado eléctrico, inspección del interruptor de encendido y se implementó un comprobador de cable de alta tensión para arnés modelo E5 para el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica. Este proceso se llevó a cabo teniendo en cuenta satisfacer la necesidad que presenta la Universidad, el cual beneficiara a los estudiantes que desarrollan sus prácticas durante su instrucción técnica.

*Palabras clave: Inspección sistema ignición, Motor Continental O-200-A, Cessna 150 M.*

### **Abstract**

This project develops the technical maintenance procedures necessary to complete an inspection of the ignition system and electrical system of the Continental O-200-A engine of the Cessna 150 M aircraft belonging to the University of the Armed Forces ESPE, for this technical process was applied relevant documentation such as maintenance manuals, illustrated parts manual, service manual and technical manuals of the components as required for the resolution of each inspection item, all the required safety standards were taken into account and personal protective equipment was used, safeguarding the integrity of the technician and the aircraft, thus generating an efficient process that allows maintaining the systems in optimal conditions. The procedures applied were supervised and controlled by the tutor appointed to this project, being a process that includes minor and major inspections as required, in this way a replacement of spark plugs, an ignition harness replacement, magnet calibration, starter motor inspection, electrical wiring inspection, ignition switch inspection and a high voltage cable tester for harness model E5 was implemented for the laboratory of the Higher Technology in Aeronautical Mechanics career. This process was carried out taking into account to satisfy the need presented by the University, which will benefit the students who develop their practices during their technical instruction.

*Key words: Ignition system inspection, Continental Engine O-200-A, Cessna 150 M.*

## Capítulo I:

### Planteamiento del problema de investigación

#### Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE ofrece un servicio de educación público a nacionales y extranjeros dentro del territorio ecuatoriano, una de las carreras que se destaca en sus funciones es la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuya sede se encuentra ubicada en la ciudad Latacunga bajo la dirección de la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT, la cual brinda una educación técnica de excelencia cumpliendo con las normas y los reglamentos establecidos por la Regulación de la Dirección General de Aviación Civil (RDAC) parte 147, del mismo modo con lo estipulado por el Centro de Instrucción Aeronáutica Civil (CIAC) para la formación de Técnicos en Mantenimiento Aeronáutico siendo una carrera que se oferta de forma exclusiva en esta Universidad a nivel nacional.

La Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con laboratorios, áreas designadas y aeronaves escuela como la Cessna 150 M, la cual posee un motor modelo Continental el cual permite a sus estudiantes el obtener los conocimientos y habilidades indispensables para la correcta formación de profesionales competentes que se desempeñen dentro del campo laboral de una manera óptima y segura las diferentes actividades de aprendizaje que se debe generar durante el transcurso de la carrera.

El mantenimiento de las aeronaves es un procedimiento indispensable y de manera periódica, tomando en cuenta las especificaciones descritas en la documentación técnica adecuada con la finalidad de mantener en óptimas condiciones la aeronave y sus componentes, evitando el deterioro en la integridad de su estructura y el fallo en sus sistemas permitiendo mantener su aeronavegabilidad y condiciones adecuadas que permitan el desarrollo de las actividades aeronáuticas necesarias.

## Planteamiento del problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se caracteriza por desarrollar profesionales altamente capacitados en sus diferentes ramas de conocimientos, generando excelentes técnicos mediante un proceso de educación teórico práctico lo que permite adquirir las habilidades necesarias que permitan desempeñarse adecuadamente dentro de los distintos campos de trabajo, por este motivo la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con laboratorios y aeronaves escuela que permiten a sus estudiantes cumplir con sus actividades educativas de manera exitosa.

El motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150 M se encuentra inoperativo y sin haberse realizado un adecuado mantenimiento dentro de los tiempos establecidos por el fabricante debido a la suspensión de actividades presenciales en la universidad producto de la pandemia y la falta del equipo necesario para la correcta inspección del arnés de encendido del motor, además de estar expuesto a impurezas que pueden ocasionar problemas en sus sistemas y componentes, por este motivo requiere del desarrollo de un plan de mantenimiento adecuado que permita evitar posibles problemas que afecten al estado general del motor, y por ende al adecuado desarrollo del aprendizaje.

La intervención adecuada de los componentes del Sistema de Ignición y Eléctrico del Motor Continental O-200-A se debe ejecutar de acuerdo a las especificaciones descritas en la documentación elaborada por el fabricante de la aeronave Cessna 150 M, teniendo en cuenta sus tiempos, procedimientos, advertencias y precauciones, con la finalidad de mantener la vida útil del motor y evitar daños que pueden generar un conflicto con su funcionamiento, beneficiando a todos los operadores, estudiantes y docentes pertenecientes a la carrera.

## **Justificación**

El presente proyecto técnico beneficiará a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, de manera directa a la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, así como a todos sus estudiantes y docentes los cuales desarrollan sus labores educativas en motores recíprocos teniendo en cuenta el motor Continental O-200-A pertenecientes a la aeronave escuela Cessna 150 M, con base en la documentación técnica aplicable para el motor permitiendo identificar la presencia de anomalías en el funcionamiento, desgaste o falla de algún componente perteneciente a los sistemas de ignición y eléctrico del motor, de esta manera se podrá alargar la vida útil del motor.

El procedimiento de inspección en el sistema de ignición y el sistema eléctrico del motor Continental O-200-A permitirá generar un reconocimiento de cada uno de sus componentes, así como un análisis del estado general en el que se encuentran los sistemas de esta manera se desarrollara los procedimientos de mantenimiento apropiado según sea necesarios a aplicar para mantener en óptimo estado al motor teniendo presente todas las normas de seguridad.

Este proyecto técnico es factible debido a que se cuenta con un motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150 M perteneciente a la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, la cual posee la documentación técnica necesaria para el desarrollo de la inspección, además con instalaciones y áreas adecuadas, así como con herramientas y equipos de trabajo imprescindibles para el desarrollo del proyecto, los cuales se encuentran en óptimas condiciones para permitir el desempeño de un óptimo proceso de mantenimiento.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Realizar una inspección del Sistema de Ignición y Sistema Eléctrico del Motor Continental o-200-a de la aeronave Cessna 150 M, de acuerdo al manual del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la sede de Latacunga.

### ***Objetivos específicos***

- Recopilar información técnica necesaria para la inspección de los Sistemas de Ignición y Eléctrico del Motor Continental O-200-A perteneciente a la aeronave Cessna 150 M.
- Implementar un Equipo Comprobador de Cable de Alta Tensión – E5 para el arnés de encendido del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150 M, el cual permita cumplir con el adecuado desarrollo del proyecto.
- Ejecutar los procedimientos necesarios para cumplir con la inspección de los Sistemas de Ignición y Eléctrico del Motor Continental O-200-A perteneciente a la aeronave Cessna 150 M de acuerdo con la documentación técnica.



**Alcance**

El actual proyecto tiene como alcance interactuar directamente con el motor Continental O-200 A de la aeronave Cessna 150 M, perteneciente a los laboratorios de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica con la finalidad de realizar un chequeo de todos los componentes pertenecientes al sistema de ignición y eléctrico de un motor recíproco, de esta manera los procedimientos teóricos prácticos del proyecto fortalecerán los conocimientos generados durante la carrera, especificados en motores alternativos, desarrollando un entendimiento más profundo sobre su funcionamiento, mediante el desarrollo del mantenimiento necesario para conservar al motor y sus sistemas en óptimas condiciones de acuerdo a la documentación técnica.

## **Capítulo II:**

### **Marco teórico**

#### **Introducción**

En este capítulo se tendrá acceso a los antecedentes, datos académicos y temáticas que tienen relación directa con el objetivo de la investigación, las mismas que estarán sustentadas mediante fuentes verificadas y correlacionadas con enlaces bibliográficos, que permitan generara una explicación más eficiente del conjuntos de temas que abarcan toda la teoría en la que se basa esta investigación, teniendo en cuenta una descripción textual de los orígenes de la aviación, haciendo énfasis en los puntos más relevantes que tiene relación con los avances tecnológicos que han sufrido las aeronaves.

De esta manera se realizará referencias académicas al modelo de la aeronave que forma parte de esta investigación teniendo presente sus componentes principales y sistemas, haciendo énfasis en el motor, su sistema de ignición y su sistema eléctrico, generando una redacción apropiada que permita comprender de forma simple toda la información que se desglosada, la misma que generará un mejor entendimiento del desarrollo del proyecto que se expondrá en el siguiente capítulo.

## Historia de la aviación

### Figura 1

*Primer avión (Flyer 1)*



*Nota.* Yanes, J. (2022). Primer vuelo [Fotografía]. Biblioteca del Congreso, división de Washington

La aviación es una gama extensa de actividades aéreas como aeronaves, globos de aire caliente, planeadores y drones. El reconociendo del primer vuelo es para Abbas ibn Firmas, de Ronda en Málaga, España, quien saltó desde una altura considerable en Córdoba en el año 875 con un ala de madera hecha de seda y plumas.(Yanes, 2022)

El primer avión fue el Flyer 1, diseñado y construido por los hermanos Orville y Wilbur Wright, la cual es conocida como la primera aeronave pesada que voló con éxito. Los hermanos Wright volaron cuatro veces el 17 de diciembre de 1903 en Kitty Hawk en Carolina del Norte, Estados Unidos. Durante la Primera Guerra Mundial los aviones se utilizaron a gran escala, lo que generó una modificación que mejorarían el rendimiento de sus sistemas y controles.(Yanes, 2022)

La aerolínea KLM Royal Dutch Airlines es la más antigua aún en funcionamiento, fundada en los Países Bajos en 1919 con vuelos comerciales. El primer avión del mundo equipado con un motor turborreactor fue el Heinkel He 178 alemán, en 1939 por Erich Varsit, el

primer avión de transporte supersónico del mundo fue el Tupolev Tu-144. El prototipo voló por primera vez a fines de 1968, dos meses después el Concorde realizó su primer vuelo. (Yanes, 2022)

El Antonov An-225 realizó su primer vuelo el 21 de diciembre de 1988, desde entonces la revolución digital impactó el control del tráfico aéreo y el diseño de aeronaves, de este modo en 1995, el Boeing 777 se convirtió en el primer avión diseñado íntegramente por computadoras, mientras que el Airbus A380 es un avión a reacción de cuatro motores fabricado en Francia, Alemania, España y el Reino Unido y actualmente el A380 es actualmente el avión de pasajeros más grande del mundo y uno de los más grandes jamás construidos. (Yanes, 2022)

## **Manuales y Certificados**

### ***Directiva de Aeronavegabilidad (A.D.)***

Las directivas de aeronavegabilidad son documentos de tipo obligatorio los cuales son expedidos por la autoridad aeronáutica pertinente y responsable de generar la certificación de aeronaves y subcomponentes, teniendo en cuenta las condiciones inseguras previamente acontecidas.

### ***Circular de Asesoramiento (A.C.)***

La circular de asesoramiento es un documento por la autoridad de aviación civil, el cual contiene el procedimiento que son necesarios para el cumplimiento de todos los requisitos que presenta la regulación.

### ***Boletín de servicio (S.B.)***

El boletín de servicio es una modificación que se emite desde el fabricante de las aeronaves y tiene el objetivo de generar una alerta que prevenga posibles problemas técnicos.

***Manual de servicio (S.M.)***

El manual de servicio es un documento que facilita la descripción de los procesos de mantenimiento que se deben realizar en una aeronave en línea para garantizar su óptimo funcionamiento.

***Manual de mantenimiento de aeronaves (A.M.M.)***

El manual de mantenimiento de la aeronave es un documento que posee la información formal necesaria que describe la manera en que se realizan todas las tareas de mantenimiento con cualquier habilidad, cómo dar servicio, reparar, reemplazar, ajustar, probar e inspeccionar los equipos y sistemas de la aeronave.

***Manual de mantenimiento de revisión (O.M.M.)***

Los manuales de reacondicionamiento estipulan claramente el trabajo que se debe realizar durante el reacondicionamiento del motor y describen los límites y tolerancias utilizados durante las inspecciones.

***Componentes de piezas ilustradas (I.P.C.)***

El manual de componentes de piezas ilustradas es un documento que tiene la información formal necesaria que describe la manera en que se realizan todas las tareas de mantenimiento con cualquier habilidad, cómo dar servicio, reparar, reemplazar, ajustar, probar e inspeccionar los equipos y sistemas de la aeronave.

***Diagrama Eléctrico (W.D.)***

Un diagrama eléctrico es un mapa esquemático eléctrico que detalla en forma las conexiones y componentes eléctricos que posee un sistema, de esta manera se representa la información de forma sintetizada permitiendo identificar los elementos eléctricos de manera más simple.

## Mantenimientos Aeronáutico

### Figura 2

*Taller de mantenimiento aeronáutico*



*Nota.* Apesteguía, E (2018). Taller aeronáutico [Fotografía]. <https://fly-news.es/wp-content/uploads/Aereo-Iber-Cessna-Cuatro-Vientos.jpg>

El mantenimiento aeronáutico es un proceso riguroso y detallado en el cual se realizan inspecciones programadas, que se ejecutan una vez las aeronaves cumplen cierto período de tiempo, tanto para aviación civil como aviaciones comerciales. Dentro de un proceso aeronáutico todas las aeronaves cuentan con un programa de supervisión continua el cual se encuentra aprobado por las entidades correspondientes, como lo es la FAA en EE.UU. y AESA en Europa. (Mancuzo, 2020)

#### ***Mantenimiento preventivo.***

El mantenimiento preventivo se lo desarrolla de forma continua y permite mantener en condiciones aeronavegables la aeronave. Estos procedimientos no implican operaciones complejas. (Mancuzo, 2020)

***Mantenimiento correctivo.***

El mantenimiento correctivo es que se lo realiza cada vez que se descubre un problema en la aeronave. El procedimiento en este tipo de mantenimiento es más complejo y es requerido para conservar la aeronavegabilidad de la aeronave.

***Mantenimiento tipo a.***

El mantenimiento de tipo a generalmente se ejecuta en hangares y se lo debe realizar cada 400 horas y cada 600 horas o cada 200 ciclos y 300 ciclos.

***Mantenimiento tipo b.***

El mantenimiento de tipo b, se lo realiza en el hangar de mantenimiento y se lo efectúa cada 6 meses y cada 8 meses, este procedimiento se lo puede e lo realiza en los hangares que se encuentran en los aeropuertos.

***Mantenimiento tipo c.***

El mantenimiento de tipo c, se lleva a cabo después de un número específico de horas. Comúnmente, es cada 20 meses o 24 meses y es un proceso más minucioso que el tipo b. Teniendo en cuenta que este mantenimiento se lo lleva a cabo en hangares específicos.

***Mantenimiento tipo d.***

El mantenimiento de tipo d, se lo efectúa cada 6 años de funcionamiento de la aeronave, en este mantenimiento se generan revisiones más detalladas, para este proceso se requiere una cantidad mayor de técnicos de este modo se reduce el tiempo de ejecución.

## Breve Historia de la aeronave Cessna 150 M

### Figura 3

*Aeronave Cessna 150M perteneciente a la Universidad ESPE*



El Cessna 150 apareció aproximadamente en la década de 1950, por modificaciones menores desde el año 1959 hasta 1977, posee un motor Continental O-200-A, dos tanques de ala de 13 galones cada uno, alimentada por gravedad y por una bomba de combustible que se encuentra impulsada por el motor.

En un principio, el Cessna 150 poseía tres versiones: una estándar, una versión desde entrenamiento y una versión de cercanías. Pero en el año de 1960, se dio a conocer una versión Patroller, la cual contaba con algunas mejoras que ayudaban a mejorar su funcionamiento.

Desde el año de 1959 a 1963 los modelos usaron un empenaje fastback, entre los años de 1964 a 1965 recibieron la ventana trasera llamada Omni Vision y se mantuvo la aleta vertical recta, entre los años de 1966 a 1977 la aleta vertical inclinada.

La aeronave Cessna 150 D del año de 1964, modificó el límite de carga que poseía para equipaje, cambiando de 80 a 120 libras, en el año de 1966 apareció el Cessna 150 F aumentando espacio en puertas y el maletero, los flaps se modificaron de manual a eléctrica,



en el año de 1967 se presentó el Cessna 150 G el cual modificó sus puertas para generar más espacio, en el año de 1969 el Cessna 150 J añadió interruptores de tipo basculares y una llave de arranque, en el año de 1970 el modelo Cessna A 150 K Aerobat, generaba la capacidad de realizar acrobacias de forma limitada, en el año de 1971 a 1974 el Cessna 150 L reemplazó el engranaje principal de la ballesta con un tipo tubular y finalmente desde el año de 1975 hasta el año de 1977 el Cessna 150 M fue producido, el cual implemento interruptores de tipo automáticos y también arneses de carrete de inercia.

### **Componentes Principales.**

Los componentes principales de las aeronaves competen todos los elementos que son esenciales para su desempeño, tales como el motor, los controles de vuelo, el fuselaje, las alas, el empenaje, el tren de aterrizaje y la planta de poder.

### **Sistemas Principales.**

Todas las aeronaves poseen sistemas fundamentalmente integrados, dependen de algún tipo de fuente de energía, no solo dependen del motor que alimentan la aeronave, sino también del motor que alimentan sus sistemas.

Los sistemas principales de la aeronave controlan los componentes más esenciales de la aeronave, los cuales permiten mantener un control durante sus operaciones tanto en vuelo como en tierra, de este modo se genera una operación segura en caso de que los sistemas complementarios o secundarios fallen, para esto los sistemas primario esta relacionados directamente con el sistema de presión de aire pitod estático, sistemas giroscópicos y eléctricos que permiten mantener operativos los instrumentos y componentes más indispensables del avión.

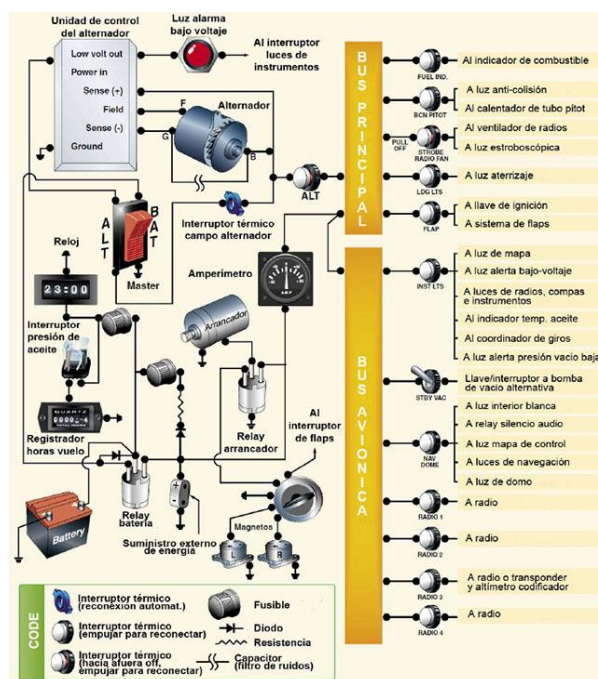
### Sistemas de inducción de aeronaves.

El sistema de inducción de la aeronave funciona tomando aire del exterior del motor de esta manera genera una mezcla de aire con combustible, el cual se va entregar botar dentro de los cilindros, en la cámara de combustión es donde existe la expansión de gases el cual genera la potencia o empuje del motor.

### Sistema eléctrico.

Figura 4

Esquema del Sistema Eléctrico de una aeronave Cessna



Nota. Cortés, J. (2019). Sistema eléctrico [Ilustración].

[https://slideplayer.es/13/4012052/big\\_thumb.jpg](https://slideplayer.es/13/4012052/big_thumb.jpg)

El sistema eléctrico de una aeronave tiene la función de generar, regular y distribuir energía eléctrica de manera controlada hacia toda la aeronave, estos sistema se emplea para la operación de los instrumentos de vuelo, los sistemas principales, como el sistema antihielo, sistemas de luces, iluminación de cabina y servicios a pasajeros. Estos sistemas funcionan con un sistema eléctrico que abastece de corriente continua a 14 voltios o 28 voltios, de este modo

las fuentes de energía que alimenta al sistema son los generadores de corriente alterna AC, que se accionan cuando se enciende el motor, también posee una unidad de energía auxiliar llamada APU y cuenta con puertos para alimentación con energía externa.

El sistema eléctrico posee dos tipos de corriente eléctrica:

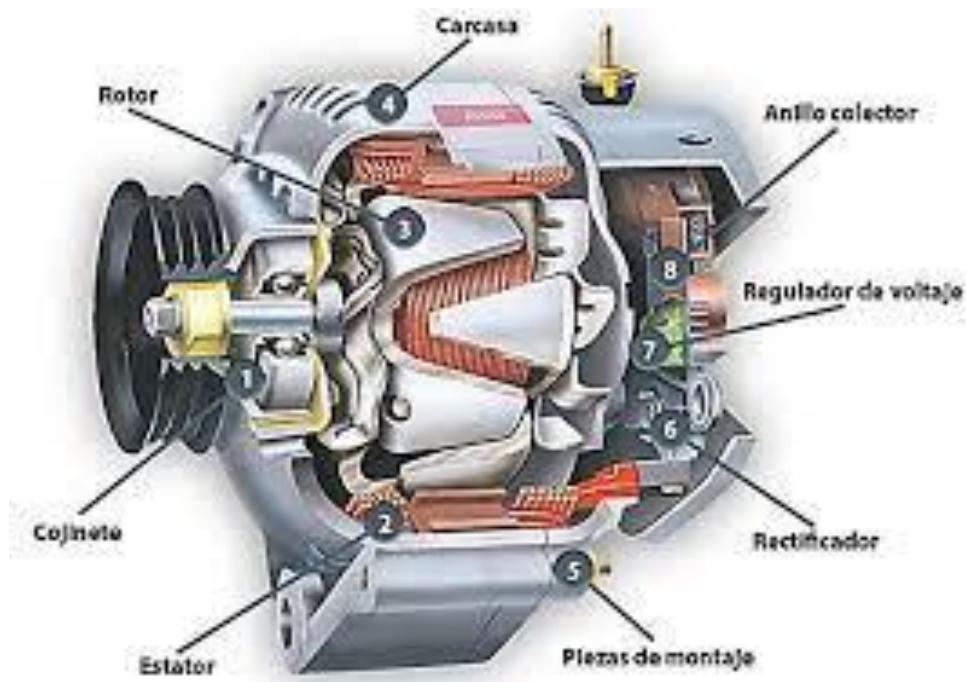
- Corriente Directa DC: generador, transformador, rectificador y batería
- Corriente alterna AC: generador, inversor

**Componentes eléctricos:**

***Alternadores y generadores.***

**Figura 5**

*Alternador y sus componentes*



*Nota.* Armando, D. (2020). Datos técnicos sobre el alternador [Ilustración].

<https://autosoporte.com/wp-content/uploads/2020/05/am-alternador-es.png>

Son fuentes de energía impulsadas por motores que suministran corriente eléctrica al sistema eléctrico para operaciones en vuelo mientras mantienen una carga eléctrica suficiente en la batería.

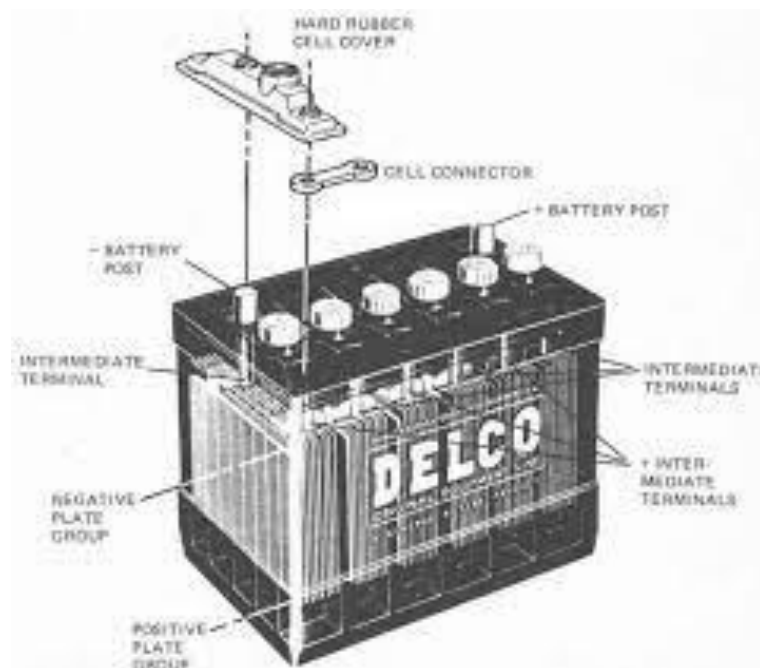
**Alternadores:** Los alternadores producen suficiente corriente para operar todo el sistema eléctrico, incluso a velocidades más bajas del motor, al producir corriente alterna, que se convierte en corriente continua. hacen girar un campo magnético dentro de bobinas estacionarias de cables

**Generadores:** En el generador, los conductores son alambres de cobre que se enrollan alrededor de una armadura que se atornilla a la polea de transmisión, mientras gira la armadura, los cables de cobre se mueven a través de un campo magnético producido por imanes permanentes que producen energía eléctrica. **No** producen una salida nominal hasta que los rpm del motor alcanzan un rango por encima del 1400 rpm.

### ***Batería.***

**Figura 6**

*Baterías eléctricas para aeronaves.*



*Nota.* Martínez, J. (2018). Batería [Ilustración]. <https://core.ac.uk/download/pdf/87655074.pdf>

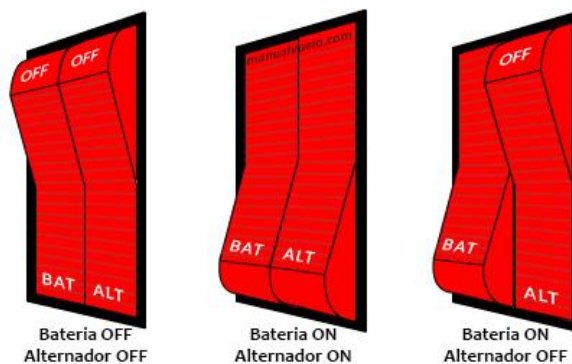
La energía eléctrica almacenada en una batería proporciona una fuente de energía eléctrica para arrancar el motor y un suministro limitado de energía eléctrica para usar en caso de que falle el alternador o el generador. En una batería típica, como la que se utiliza en un avión para el arranque, la tensión necesaria es de 12 o 24 voltios.

#### **Tipos de baterías:**

- **Plomo-ácido (Pb-ácido):** Utilizan como electrolito una disolución de ácido sulfúrico, funcionan gracias a una reacción química entre las placas.
- **Níquel-cadmio (NiCd):** Son recargable que utilizan un cátodo de hidróxido óxido de níquel y un ánodo de cadmio metálico.
- **Níquel-hidruro metálico (NiMH):** Es recargable, usa un ánodo de oxihidróxido de níquel, posee una aleación de hidruro metálico que resulta muy costoso y daña el medio ambiente.
- **Ion-Litio (Li-ion):** Emplea como electrolito, una sal de litio que procura los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.
- **Polímero-Litio (Li-poly):** Permiten una mayor densidad de energía, así como una tasa de descarga superior, poseen un tamaño más reducido respecto a las de otros componentes.
- **Aire-zinc:** En el cátodo el oxígeno del aire oxida el zinc generando electrones que viajan hasta el ánodo produciendo una corriente eléctrica.
- **Celdas de combustible:** El ánodo inyecta el combustible hidrógeno, hidracina o amoníaco y un cátodo en el que se introduce un oxidante u oxígeno.

**Interrupor maestro batería.****Figura 7**

*Master Switch de aeronaves Cessna*



*Nota.* Muñoz, M. (2019). Interrupor Maestro [Ilustración].

<https://manualvuelo.es/images/img344.jpg>

Con un interruptor de batería que controla la energía eléctrica de la aeronave, El sistema eléctrico se enciende o apaga con un interruptor maestro, el interruptor principal a la posición ON proporciona energía eléctrica a todos los circuitos del equipo eléctrico, excepto al sistema de encendido.

**Interruptor de alternador.** El interruptor permite excluir el alternador del sistema eléctrico en caso de falla del alternador, con la mitad del interruptor del alternador en la posición de APAGADO, toda la carga eléctrica se coloca en la batería.

**Barra colectora, fusibles y disyuntores.**

**Figura 8**

*Barra de fusibles y conectores*



Una barra colectora se utiliza como terminal en el sistema eléctrico de la aeronave para conectar el sistema eléctrico principal al equipo que utiliza la electricidad como fuente de energía. Los fusibles o disyuntores se utilizan en el sistema eléctrico para proteger los circuitos y equipos de sobrecargas eléctricas.

**Regulador de voltaje.**

**Figura 9**

*Regulador de voltaje para Cessna*



Nota. Shipe, J. (2019). Regulador de voltaje [Fotografía].

<https://www.cessnaflyer.org/images/Voltage-regulator-installed-on-the-firewall-of-a-Cessna.jpg>

Un regulador de voltaje controla la tasa de carga de la batería al estabilizar la salida eléctrica del generador o alternador.

### **Amperímetro.**

**Figura 10**

*Amperímetro*



Nota. Vega, M. (2019). Amperímetro [Fotografía].

<https://slideplayer.es/slide/14377587/89/images/34/AMPER%C3%8DMETRO.jpg>

**Amperímetro:** Se utiliza un amperímetro para controlar el rendimiento del sistema eléctrico de la aeronave que muestra si el alternador/generador está produciendo un suministro adecuado de energía eléctrica, están diseñados con el punto cero en el centro de la cara y una indicación negativa o positiva en cada lado.

**Medidor de carga:** El medidor de carga refleja el porcentaje total de la carga colocada en la capacidad de generación del sistema eléctrico por los accesorios eléctricos y la batería,



cuando todos los componentes eléctricos están apagados, refleja solo la cantidad de corriente de carga demandada por la batería

### ***Mechas estáticas.***

#### **Figura 11**

Mecha estática perteneciente a una Cessna



*Nota.* Menzel, M. (2020). Meca estática [Fotografía].

<https://i.ebayimg.com/images/g/2jgAAOSwUI5hgZab/s-l500.jpg>

Las mechas estáticas controlan la descarga eléctrica a la atmósfera, aislando el ruido y evitando que interfiera con los equipos de comunicación de la aeronave, lo que permite un funcionamiento satisfactorio de los sistemas de comunicación por radio y navegación a bordo.

### ***Cableado eléctrico asociado.***

#### **Figura 12**

*Cableado eléctrico de alternador de un Cessna*



*Nota.* Denman, M. (2016). Cableado eléctrico [Fotografía].

<https://i.ebayimg.com/images/g/2jgAAOSwUI5hgZab/s-l500.jpg>

El cableado eléctrico es un conjunto de hilos conductores que transmiten la energía eléctrica desde una fuente hacia un elemento eléctrico, de esta manera permite la conducción de corriente eléctrica alimentando a los sistemas de un circuito eléctrico.

Existe diferentes tipos de cables eléctricos que se adaptan a la necesidad que requieren los componentes, de este modo se genera su numeración y clasificación.

### ***Conectores y terminales.***

#### **Figura 13**

*Conectores y protectores del cableado eléctrico*



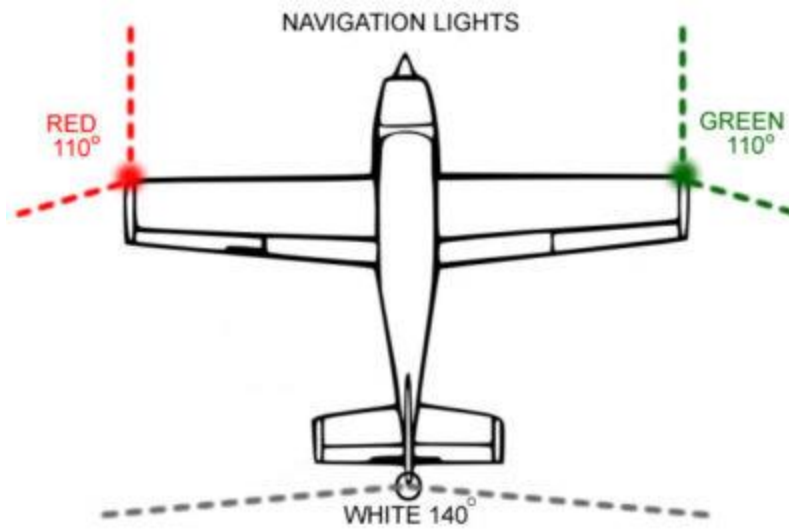
*Nota.* Montero, D. (2017). Terminales eléctricos [Fotografía].

<http://www.electronicaembajadores.com/datos/fotos/subfamilias/grandes/ct/ctv1.png>

Los conectores y terminales de cableado eléctrico son utilizados para mejorar la conductividad entre dos componentes eléctricos generando una mejor sujeción y adaptación entre terminales y permiten realizar conexiones entre elementos de un circuito eléctrico.

**Luces.****Figura 14**

*Luces de navegación de una aeronave*



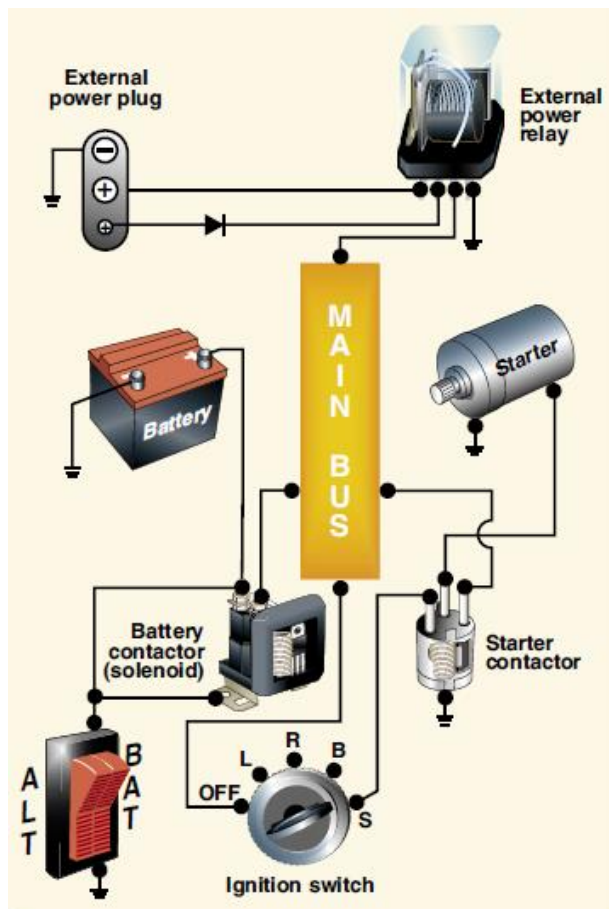
*Nota.* Rodríguez, F. (2018). Luces de navegación [Ilustración].

<https://www.sociedad aeronautica.org/wp-content/uploads/2018/02/position-lights-400x264.jpg>

## Sistema de encendido

Figura 15

Esquema eléctrico del sistema de encendido



Nota. Méndez, E. (2018). Sistema eléctrico avión [Ilustración].

<https://i.pinimg.com/originals/ba/57/f2/ba57f25cb7a38530be15312e200c05fd.jpg>

El sistema proporciona la chispa para encender la mezcla en los cilindros, la mayoría de los aviones pequeños utilizan un sistema de arranque eléctrico de arranque directo.

## Magnetos.

Figura 16

El magneto y sus componentes



Nota. Ross, B. (2018). Magneto [Ilustración].

[https://www.cessnaflyer.org/media/k2/items/cache/0d3097c18b3f4a6374929da2a3d660f5\\_XL.jpg](https://www.cessnaflyer.org/media/k2/items/cache/0d3097c18b3f4a6374929da2a3d660f5_XL.jpg)

g

Magneto es una unidad generadora de ignición totalmente autónoma. Por lo general, se instalan dos imanes en cada motor de aeronave para redundancia. Cuando gira el cigüeñal del motor de un avión, un engranaje dentro de la caja de engranajes del motor hace girar el eje del rotor del magneto, que contiene los imanes permanentes. A medida que el eje giratorio genera un campo magnético, este campo se convierte en una corriente de alto voltaje a través de los devanados de la bobina primaria y secundaria. La corriente de alto voltaje se distribuye a los respectivos cilindros a través del bloque distribuidor y los cables de encendido.

***Comprobación de magneto:***

Las comprobaciones de magneto prueban el funcionamiento del sistema de encendido, se deben cumplir algunas condiciones para garantizar el funcionamiento adecuado:

- Conectar los cables de puesta a tierra del magneto
- Con el motor encendido se selecciona individualmente los magnetos, generando una caída de RPM en cada magneto
- La caída de RPM debe estar dentro de los límites recomendados como se define en el Manual de operación del piloto
- El funcionamiento continuo del motor, asegura que la aeronave pueda volar con un solo magneto, aunque con un rendimiento reducido. una caída en la EGT de un solo cilindro es una forma de identificar el magneto que funciona mal.

***Comprobaciones fallidas de Magneto:***

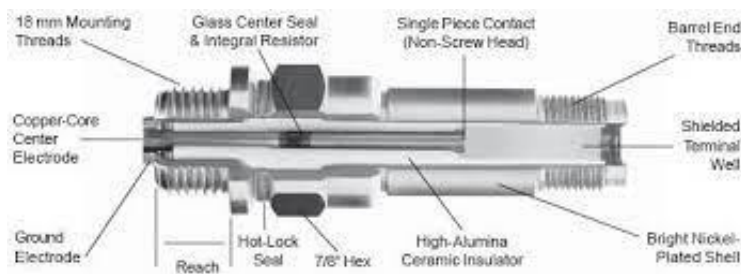
Si ocurre una anomalía en la verificación del magneto, el sistema de encendido no está funcionando correctamente. Las anomalías no cumplen con una de las condiciones mencionadas anteriormente durante la verificación, o algo inesperado, un ralentí excesivo y brusco del motor durante la verificación.

El rendimiento deficiente del motor (ralentí irregular) puede deberse a bujías sucias que podrían quemarse con unos segundos de ralentí alto y con una configuración de mezcla pobre o máxima.

## Bujías.

**Figura 17**

*Bujías para motor reciproco*



*Nota.* Aero Accessories, Inc. (2014). Bujías aviación [Ilustración]. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSFM8ctM4BRkA2f42ady2t0IA1dsc4eJ9mnJosvHx6PCYQdc29vm-Lf0RCSGn-INJNFee8&usqp=CAU>

Las bujías proporcionan la fuente de ignición a cada cilindro, en los motores a recíprocos de aviación como el Continental O-200\_A el cilindro posee dos bujías que mejoran la combustión de la mezcla de combustible y aire, dan como resultado una potencia mayor.

Las bujías producen una chispa que provoca la combustión dentro de los cilindros, la cual es alimentada por un cable de alta tensión que transmite la energía de los magnetos producida por el giro del cigüeñal del motor.

## Switch de ignición.

**Figura 18**

*Llaves y switch de ignición del motor*



*Nota.* Glen, A. (2014). Interruptor de encendido [Fotografía].

[https://res.cloudinary.com/allanglen/image/upload/f\\_auto,q\\_auto,w\\_2048,h\\_2048,c\\_limit/cessna172sim/images/key-switch/key\\_switch.jpg](https://res.cloudinary.com/allanglen/image/upload/f_auto,q_auto,w_2048,h_2048,c_limit/cessna172sim/images/key-switch/key_switch.jpg)

El funcionamiento del magneto se controla en la cabina de vuelo mediante el interruptor de encendido, el interruptor posee las siguientes posiciones:

APAGADO, R (derecha), L (izquierda), AMBOS, COMENZAR

Con DERECHO o IZQUIERDO seleccionado, solo se activa el magneto asociado mientras que AMBOS usa los dos simultáneamente

Si el motor se para, las revoluciones están por debajo del límite permitido o no ocurre cuando se cambia a magneto, no vuele el avión hasta que se resuelva el problema. Después de parar el motor, gire el interruptor de encendido a la posición APAGADO.

Incluso con el encendido, la batería y el interruptor principal apagados, si el cable de tierra entre el magneto y el interruptor de encendido está roto o dañado, el motor puede arrancar inesperadamente si la hélice se mueve en el cilindro porque no requiere alimentación

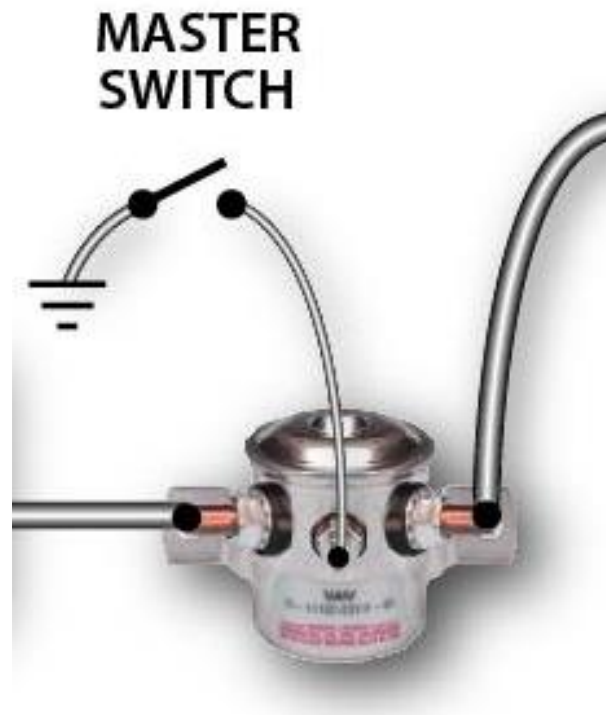


externa. Si esto sucede, la única forma de detener el motor es mover la palanca de control de mezcla a la posición de ralentí.

### Solenoides.

#### Figura 19

*Relé solenoide de cuatro terminales*



*Nota.* Cavana, J. (2015). Relé solenoide [Ilustración]. <https://cessnaowner.org/wp-content/uploads/2015/05/alternator-diagram-Rich-Chiappe.jpg>

El relé solenoide es un elemento eléctrico que contiene una bobina en su interior, la misma que actúa como un electro imán cuando es accionado por una corriente eléctrica, dentro de los circuitos de motores recíprocos son comunes los solenoides de 12 o 24 V.

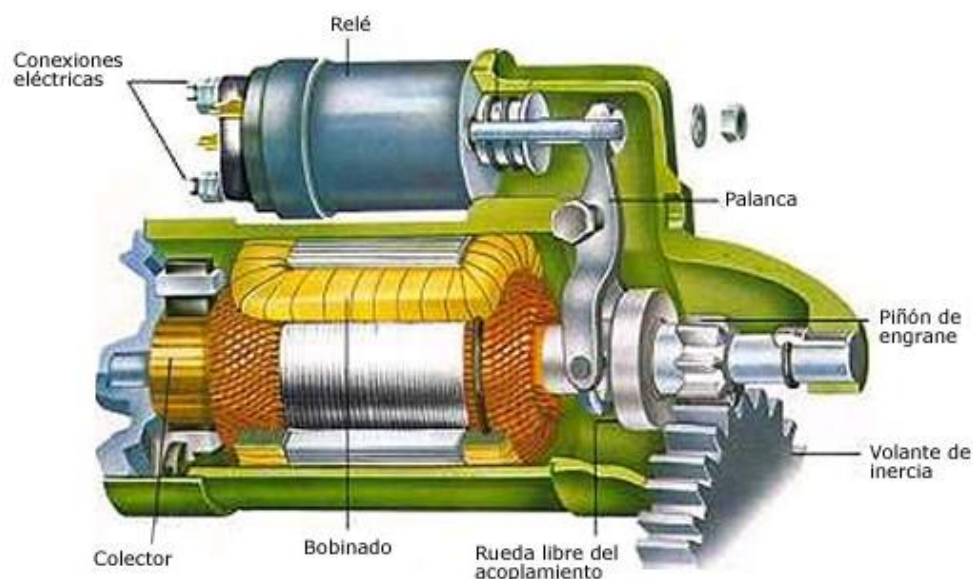
Poseen un puerto de encendido, un puerto base y uno o más puertos de salida dependiendo la configuración del solenoide, poseen una placa de cobre que al hacer contacto con el puerto de alimentación transmite la corriente eléctrica hacia todas las salidas.

Es un componente sumamente importante para el sistema de encendido del motor, ya que desde este se activan los componentes de arranque y alimentación del sistema eléctrico del motor.

### Motor de arranque.

**Figura 20**

*Motor de arranque y sus componentes*



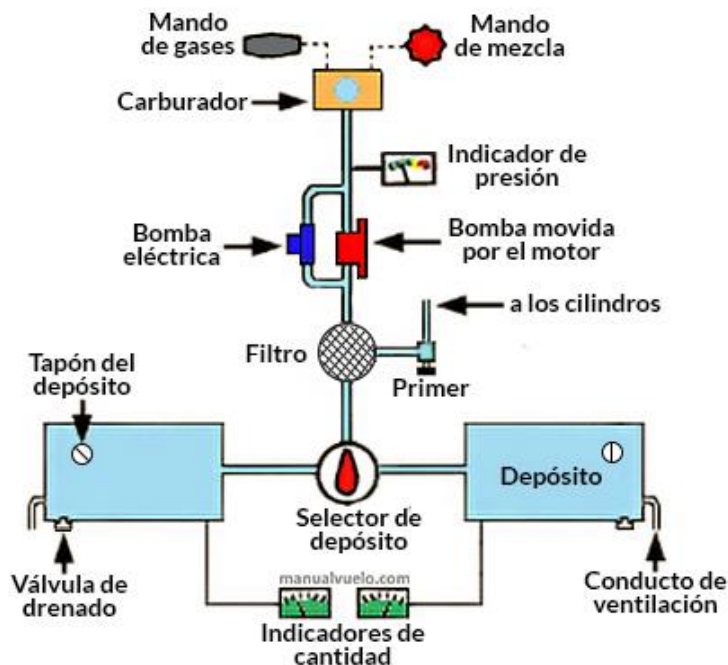
*Nota.* Ramírez, F. (2019). Motor de arranque [Ilustración]. <https://autoytecnica.com/wp-content/uploads/2017/09/motor-arranque-acoplamiento.jpg>

El motor de arranque es uno de los componentes más importante para la configuración actual de los motores recíprocos, generando el arranque del motor, es decir realiza el giro inicial del cigüeñal del motor mediante el conjunto de engranajes que este posee, posee características especiales que permiten que una vez el motor alcanza unas revoluciones mayores a las del motor de arranque, internamente el motor de arranque se desacopla de evitando que el bobinado y el inducido generen daños y permitiendo que el piñón de engranaje siga girando, este componentes funciona estrechamente con el solenoide de arranque.

## Sistema de Combustible.

Figura 21

Esquema del sistema de combustible de una Cessna



Nota. Muñoz, M. (2019). Esquema sistema de combustible [Ilustración].

<https://www.manualvuelo.es/images/img361.jpg>

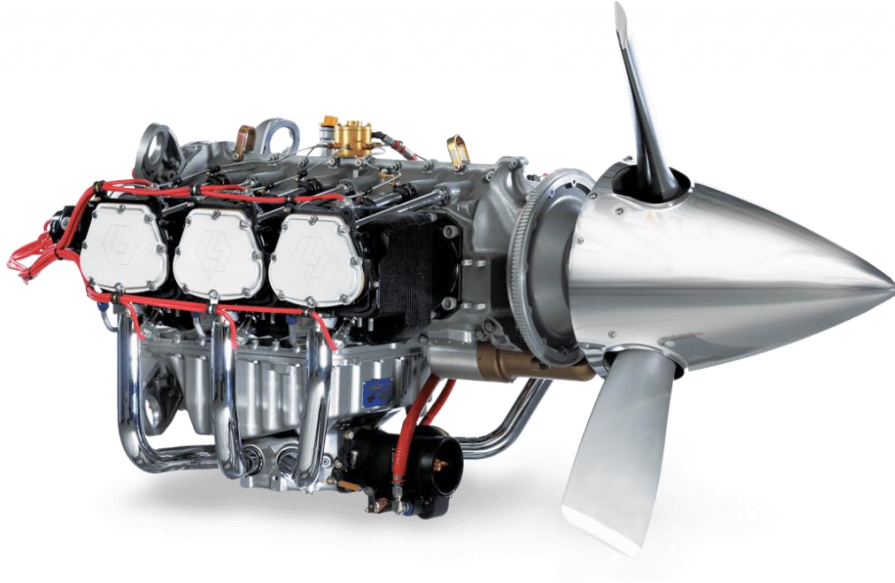
El sistema de combustible conduce el combustible que se encuentran depositado en los tanques de almacenamiento y lo distribuyen hacia los cilindros del motor para generar la combustión dentro de su cámara.

La entrega ininterrumpida de combustible al motor en todas las condiciones de potencia del motor, altitud, actitud y durante todas las maniobras de vuelo requiere sistemas de combustible de aviación resilientes

## Motores Recíprocos

### Figura 22

*Motor recíproco con hélice*



*Nota.* Malicki, P. (2019). Motor recíproco [Fotografía].

<https://www.manualvuelo.es/images/img361.jpg>

En un motor de combustión interna, el combustible se efectúa con aire en los cilindros y los productos de la combustión actúan directamente sobre los pistones para producir energía. Los motores de combustión interna se dividen en motores de diésel, motores de gasolina y motores de gas según el tipo de combustible utilizado. Se utilizan comúnmente en vehículos de carretera, locomotoras y diversas aplicaciones industriales. La potencia máxima de estos motores es limitada.

Los motores se caracterizan por su alta eficiencia, por su tamaño compacto con una baja relación peso potencia, del mismo modo por su arranque fácil, costos menores en operación y mantenimiento. Las aplicaciones más importantes son en vehículos de carretera, locomotoras, barcos, aeronaves y unidades portátiles de reserva.

**Clasificación de Motores Recíprocos.**

Los motores de combustión interna se clasifican según:

**1. Por el número de golpes:**

-Dos tiempos y de cuatro tiempos.

**2. Según el ciclo del funcionamiento:**

-De Ciclo Otto, Ciclo Diésel o Ciclo Dual.

**3. Por el combustible que utilizan:**

-Motores de gasolina, motores diésel o motores de aceite pesado.

**4. Según el método de ignición:**

-Motores de Encendido por Chispa (S.I.) o Motores de Encendido por compresión (C.I.).

**5. Por el método de enfriamiento:**

-Motores Refrigerados por Aire o Motores Refrigerados por Agua.

**6. Según el método de gobierno:**

-Regulación Cuantitativa, Gobierno de Calidad, Acierto y Error de gobierno.

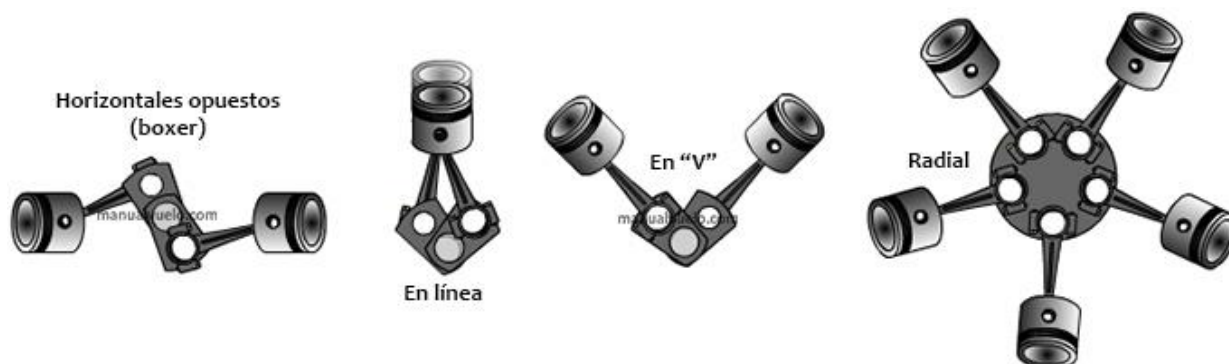
**7. Por el uso que se les da a los motores:**

-Motores estacionarios, Motores de automóviles o motores para vehículos de carretera, Motores marinos, Motores aeronáuticos, Motores para locomotoras.

**8. Según la disposición de los cilindros.**

## Figura 23

*Tipos de disposiciones de los cilindros*



*Nota.* Muñoz, M. (2019). Configuración de los cilindros [Ilustración].

<https://www.manualvuelo.es/images/img314.jpg>

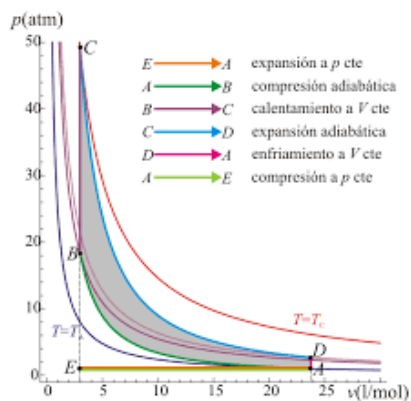
Motor en línea, tipo V, motor de pistones opuestos, motores radiales, motor rotativo.

## **Principio de funcionamiento del motor**

**Ciclo Otto 4 tiempos.**

## Figura 24

*Esquema del Ciclo Otto de 4 tiempos*



*Nota.* Gonfer. (2009). Esquema ciclo otto [Ilustración].

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0b/Ciclo-otto-exacto.png/220px-Ciclo-otto-exacto.png>

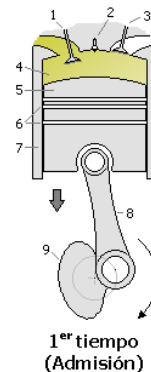
El ciclo Otto es el ciclo ideal para motores de pistón de encendido por chispa. Obtuvo su nombre de Nikolaus A. Otto, quien construyó un exitoso motor de cuatro tiempos en Alemania en 1876 utilizando el ciclo propuesto por el francés Beau de Roche en 1862.

Un motor de cuatro tiempos es un motor de combustión interna en el que el pistón realiza cuatro carreras independientes. Carrera se refiere a la carrera completa del pistón a través del cilindro en una de dos direcciones recíprocas.

### ***Carrera de admisión.***

#### **Figura 25**

*Cilindro en carrera admisión*



*Nota.* N/N. (2006). Ciclo de cuatro tiempos [Ilustración].

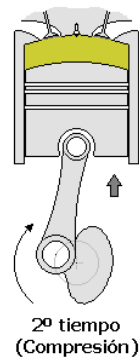
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo\\_de\\_cuatro\\_tiempos.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo_de_cuatro_tiempos.png)

Durante esta carrera, la válvula de admisión debe estar en la posición abierta mientras el pistón fuerza la mezcla de aire y combustible dentro del cilindro, creando una presión subatmosférica en la cámara a medida que se mueve hacia abajo.

***Carrera de compresión.***

**Figura 26**

*Cilindro en carrera de compresión*



*Nota.* N/N. (2006). Ciclo de cuatro tiempos [Ilustración].

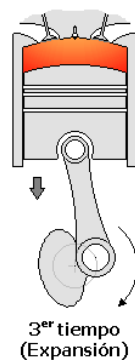
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo\\_de\\_cuatro\\_tiempos.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo_de_cuatro_tiempos.png)

Durante esta carrera, el pistón comprime la mezcla de aire y combustible en preparación para el encendido en la siguiente carrera. En esta fase, tanto las válvulas de admisión como las de escape están cerradas.

***Potencia o carrera de expansión.***

**Figura 27**

*Cilindro en posición de expansión*



*Nota.* N/N. (2006). Ciclo de cuatro tiempos [Ilustración].

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo\\_de\\_cuatro\\_tiempos.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo_de_cuatro_tiempos.png)

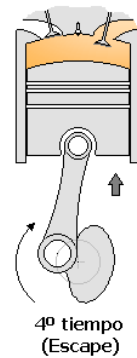


Cuando el pistón está al final de la carrera de compresión, una bujía enciende la mezcla de aire comprimido y combustible. Los gases de combustión calientes se expanden y empujan el pistón hacia atrás hasta la posición inferior.

***Carrera de escape.***

**Figura 28**

*Cilindro en carrera de escape*



*Nota.* N/N. (2006). Ciclo de cuatro tiempos [Ilustración].

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo\\_de\\_cuatro\\_tiempos.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ciclo_de_cuatro_tiempos.png)

Durante la carrera de escape, el pistón expulsa la mezcla gastada de aire con combustible cuando la válvula de escape se abre en un movimiento hacia arriba.

## Motor Continental O-200-A

### Figura 29

*Motor reciproco continental O 200 A*



*Nota.* Yssy. (2016). Motor continental O-200-A [Fotografía].

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f5/Continental\\_O-200-A\\_C150H\\_left\\_3-quarter\\_above.JPG/1200px-Continental\\_O-200-A\\_C150H\\_left\\_3-quarter\\_above.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f5/Continental_O-200-A_C150H_left_3-quarter_above.JPG/1200px-Continental_O-200-A_C150H_left_3-quarter_above.JPG)

El motor reciproco Continental modelo O-200-A y B es un motor que posee un carburado de cuatro cilindros el cual produce 100 caballos de fuerza al freno y poseen una velocidad de cigüeñal de 2750 RPM. Este modelo posee cilindros enfriados por aire opuestos horizontalmente. Los cilindros del motor tienen un diseño de válvulas en cabeza. Los cilindros tienen entradas de admisión de tiro ascendente y salidas de escape de tiro descendente montadas en la parte inferior del cilindro.

El motor Continental O-200-A, es tipo de motor horizontalmente opuesto, el cual funciona mediante un ciclo Otto (4 tiempos), posee cuatro cilindros, un sistema de refrigeración

por aire, cuenta con una anchura total del motor: 31-1/2 pulgadas, con cuatro tornillos de montaje, con un diámetro de los pernos de montaje de 3/8 pulgadas, con un diámetro del cilindro: 4-1/16 pulgadas, con un sentido de giro del cigüeñal en el sentido de las agujas del reloj y con un tipo número de certificado: 252

### Características propias del motor Continental O-200-A

**Tabla 1**

*Características del motor Continental O-200-A*

Modelo	Características	Tamaño
CONTINENTAL O-200-A	Carrera del pistón (pulgadas):	3-7/8
	Desplazamiento total del pistón (pulgadas cúbicas):	201
	Relación de Compresión:	7,0:1

*Nota.* En la tabla se detalla las características del motor Continental O-200-A.

### Dimensiones propias del motor Continental O-200-A

**Tabla 2**

*Dimensiones del motor Continental O-200-A*

Modelo	Dimensión	Tamaño
Continental O- 200-A	una altura total:	28-3/4"
	una longitud total:	27 -17/32"
	una superficie trasera:	4-19/32"
	un centro de gravedad:	ubicación delante del cárter
	una línea central:	1-11/32"

*Nota.* En la tabla se expone las dimensiones propias del modelo.

### Especificaciones generales del sistema de encendido

**Tabla 3**

*Especificaciones del encendido*

Modelo	Sistema de encendido	Especificación
Continental O-200-A	2 magnetos Slick	4301
	Bujías UREM40E	8
	Orden de encendido	1,3,2,4
	Starter	1

*Nota.* En la tabla se expone las especificaciones del sistema de encendido.

### Tiempo de encendido del motor Continental O-200-A

**Tabla 4**

*Tiempo de Encendido del Motor Continental O-200-A*

Magneto	Grados
Magneto derecho enciende bujías superiores (OB.T.C.):	24
Magneto Izquierdo enciende Bujías Inferiores (OB.T.C.):	24

*Nota.* En la tabla se detalla los grados que se requieren para coger el tiempo a los magnetos y el motor.

### **Sistemas del motor.**

#### **Sistema de ignición.**

Los cables de encendido poseen un aislamiento de alta tensión con 19 hilos de cobre que conducen la corriente eléctrica, de este modo cada conjunto de cable se encuentra unido por un terminal de bloqueo, el cual se conecta a una bujía mientras que el otro terminal para el

magneto, del mismo modo se colocan soportes, abrazaderas y protectores que ayuden a mantener los cables fijos al motor.

Los cables de encendido del magneto derecho conectan individualmente con todas las bujías superiores y todas las bujías inferiores están conectadas de manera individualmente al magneto izquierdo

### **Terminales del cable del interruptor**

En los magnetos Slick el cable del interruptor se fija con una tuerca hexagonal mediante un terminal tipo espárrago

### **Engranajes de accionamiento del magneto**

En los Magnetos Slick el acoplamiento es por impulso, poseen engranajes de accionamiento que se encuentran retenidos por una tuerca atornillada al eje, pero libres de girar en el eje rotor.

### **Motor de arranque prestolite**

El solenoide que genera el accionamiento que utiliza el arrancador presto lite se encuentra fuera del arrancador, se apoya en un adaptador del eje situado en el cárter.

Este tipo de solenoide se los acciona con la ayuda del interruptor o la llave, de este modo genera que en arranque gire moviendo un conjunto de engranajes que activan el cigüeñal para activar el motor y una vez el cigüeñal posee una velocidad mayor al motor de arranque, este se bloquea y deja de accionar el cubo.

### **Generador, alternador y accionamiento**

El generador Delco Remy poseen una salida de 12 V con una salida específica de amperios, posee par de engranaje que genera una transmisión al disco, un manguito de acero pasa a través del engranaje, el disco de goma, el retenedor y el cubo del resalte del eje

#### **Sistema de combustible.**

El sistema de combustible posee un sistema de flujo por gravedad, un carburador de flotador el cual debe coincidir con el componente que especifica el manual del fabricante.

#### **Sistema de eléctrico.**

El sistema eléctrico de la aeronave suministra 14 V de corriente directa, cuenta con un solo cable que activa a negativo o tierra, el mismo que se conecta a una batería de 12 V que suministra energía eléctrica necesaria para accionar el arranque y en caso de que falle el alternador es una fuente de reserva.

El alternador es accionado mediante el funcionamiento del motor y este proporciona la energía necesaria durante el vuelo, manteniendo la batería controlada por un regulador de tensión.

#### ***Barra bus.***

La Bus bar se encuentra montada en la parte inferior de la porta fusibles y suministra la energía eléctrica a los sistemas y equipos de la aeronave, de esta manera genera un control de cada sistema por separado manteniendo en funcionamiento el resto de sistemas en caso de que uno componente tenga problemas eléctricos o se generen cortos, del mismo modo genera una protección que evita que los equipos y sus elementos presenten daños.

#### ***Interruptor principal.***

El interruptor principal se encuentra ubicado en la parte izquierda del panel de interruptores, el mismo que es de tipo balancín de enclavamiento que está dividido para activar la batería con el lado izquierdo del interruptor que tiene la etiqueta de "BAT" y activa el alternador con el lado derecho del interruptor que posee una etiqueta de "ALT" en la parte

inferior, este tipo de interruptor permite activar la batería sin activar el alternador pero no permite operar el alternador sin la batería.

### ***Amperímetro.***

El amperímetro se encuentra conectado entre el bus bar y la batería, con la finalidad de indicar cual es la cantidad de corriente que fluye desde o hacia la batería, de este modo indicara una tasa de carga del circuito eléctrico de la aeronave.

### ***Sistema de alimentación de la batería.***

La batería suministra 12 V con una capacidad de 25 A/h aproximadamente, la misma que se encuentra ubicada en la parte delantera del cortafuegos, posee dos cables que alimentan al circuito eléctrico de la aeronave, un cable conectado a un contacto del solenoide de batería y otro cable conectado directamente al cortafuegos.

### ***Sistema de inducción de aire.***

El sistema de inducción de aire permite generar una mezcla adecuada para la combustión por este motivo es necesario que el aire que ingresa desde el exterior del motor al interior no contenga impurezas que afectan a los componentes que intervienen durante la combustión, por este modo el sistema posee un filtro ubicado en la parte inferior delantera del motor y sujetado con cuatro tuercas y cuatro arandelas, colocado frente al colector de inducción del carburador.

### ***Sistema de escape.***

El sistema de escape expulsa los gases calientes, los cuales acciona el turbocargador cuando es necesario, es importante porque ayuda a expulsar Gases del motor para mejorar la combustión y la potencia final, para reducir las emisiones de gases peligrosos y de ahí a silenciador para reducir el nivel sonoro del sistema. El sistema puede tener uno o más sensores de seguridad. Varias propiedades combinan controladores y actuadores para controlar o medir algunos ámbitos de acción.

### ***Diagramas eléctricos***

El esquema muestra las conexiones eléctricas reales. Los dibujos diseñados para mostrar la disposición física de los cables y sus componentes conectados se denominan ilustraciones o diseños, diseños físicos o diagramas de cableado. En una computadora, los diagramas de circuitos son útiles para visualizar expresiones usando álgebra booleana.

### **Herramientas y equipos necesarios**

#### ***Guaípe y Franela***

El guaípe y la franela son elementos hechos de algodón se los emplea en el mantenimiento aeronáutico para absorber fluido, limpiar superficies, secar o proteger ciertas zonas en las que se está trabajando o herramientas

#### ***Torquímetro***

El torquímetro es un instrumento de precisión y medición, se lo emplea para verificar o aplicar una fuerza específica en una tuerca, perno o tronillo que necesite una fijación más precisa, dentro de la mecánica aeronáutica es un instrumento de medición indispensable al momento de desarrollar las actividades de mantenimiento, emplea una llave dinamométrica que utiliza para controlar y aplicar el toque necesario.

#### ***Multímetro***

El multímetro es un instrumento de comprobación, el cual es empleado en la medición de distintos valores eléctricos, entre estos son la tensión, corriente y resistencia. Estos instrumentos pueden ser digitales o analógicos y se utilizan para verificar valores de ciertos componentes eléctricos y electrónicos de la aeronave.

#### ***Comprobador de bujías***

El comprobador de bujías es una herramienta o equipo que se emplea para el diagnóstico de las bujías, es decir este equipo eléctrico tiene como función el corroborar que la bujía aun pueda generar chispa, de este modo se puede diagnosticar más pronto los problemas de encendido que pueda presentar el sistema de ignición de un motor.



***Timing magneto.***

El sincronizador de magnetos es un instrumentó empleado en la aviación, en motores recíprocos el cual permite sincronizar el tiempo del magneto, de esta manera el orden de encendido que se distribuye desde el magneto concuerda con la orden de encendido que necesita el motor, es decir al calibrar el Magento se genera una orden de encendido desde sus contactos y esta debe puede cambiarse dependido la necesidad del motor.

***Comprobador de Cable de Alta Tensión – E5***

El comprobador de cable de alta tensión es un instrumentó de comprobación, el cual logra verificar si un cable arnés de encendido de alta tensión del motor se encuentra en óptimas condiciones o presenta alguna tipo de daño, de este modo el comprobador de cable de alta tensión envía una corriente atreves del cable de alta tensión y dirige una chispa visible atreves del vidrio que posee en la mitad, cuando la chispa se presente de forma continua significa que el cable arnés de lata tención se encuentra en perfecta condiciones para operar, en cambio si la chispa es irregular y muy baja es porque el cable arnés de alta tensión presenta síntomas de fuga o perdida de energía eléctrica en ese caso se puede realizar una reparación de ser necesario y finalmente cuando no se observa la chispa es porque el cable arnés de alta tensión se encuentra dañado y no conduce electricidad a través de sus conductores, en este case se debe remplazar el cable arnés de alta tensión dañado por uno nuevo.

### **Capítulo III:**

#### **Desarrollo del tema.**

En este capítulo se redactará sobre el desarrollo práctico del presente proyecto de tesis teniendo en cuenta las especificaciones, precauciones y normas que se detalla en la documentación técnica de la aeronave, el motor y sus componentes; de este modo se detallará el procedimiento ejecutado para todo el proyecto técnico que se requiere aplicar en una inspección del sistema de ignición y eléctrico del motor Continental O-200-A.

#### **Consideraciones generales**

Se considero que el espacio en el que se desarrolló el proceso de inspección se encuentre totalmente limpio, del mismo modo se colocó el equipo de protección personal como lo son guantes, gafas, overol, botas punta de acero, autodinos contra el ruido, mascarilla, entre otros. Los cuales protegen la integridad del técnico y la aeronave, del mismo modo se verifico que todos los instrumentos y herramientas especiales se encuentren correctamente calibradas y habilitadas para su utilización.

Es importante la documentación técnica con la que se va desarrollar el procedimiento de inspección por este motivo se observó la aplicabilidad de la documentación técnica empleada en el desarrollo del proyecto,

#### **Preparación del área de trabajo**

Para prepara el área de trabajo es importante tener en cuenta todas las actividades que se van a realizar para mantener un control de las herramientas comunes y especiales que se van a emplear en el desarrollo de los procesos de mantenimiento, del mismo modo es indispensable mantener la limpieza y el orden, de esta manera se garantiza la eficiencia y fiabilidad de los procedimientos técnicos, para esto es importante contar con una superficie o mesa de trabajo que se encuentre limpia de impurezas y sin rastros de fluidos que puedan afectar negativamente al desarrollo de las inspecciones a realizar, del mismo modo se procedió

a limpiar el piso de toda basura o material food. Después de verificar la lista de herramientas se las coloco de forma ordenada en la caja de herramientas y junto a la mesa de trabajo, lo cual facilitara su utilización, del mismo modo se realizó una petición al “Pañol” sobre las herramientas y equipos especiales que se requiere según lo solicita la información técnica pertinente.

### **Inspección visual**

#### **Figura 30**

*Motor continental O-200-A*



*Nota.* Motor continental O-200-A Cessna 150 M

Se realizo una inspección visual al motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150 M, según se especifica la documentación técnica, para esto con ayuda de una linterna y un paño limpio se realizó una limpieza de toda impureza que pueda afectar a una correcta

inspección teniendo en cuenta cada componente, del mismo modo se inspecciono minuciosamente cada cable, terminales y circuitos eléctricos del motor.

El resultado de la inspección visual dio como resultado problemas de desgaste de pintura en el Starter, algunos cables del arnés del motor con daños visibles, falta de calibración en los magnetos, problemas en las conexiones eléctricas, fusibles quemados, componentes desconectados, bujías con presencia de oxido y el interruptor de encendido sin llaves.

### **Inspección de cableado eléctrico**

**Figura 31**

*Cableado eléctrico del motor Continental O-200-A*



*Nota.* Cableado eléctrico del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150 M

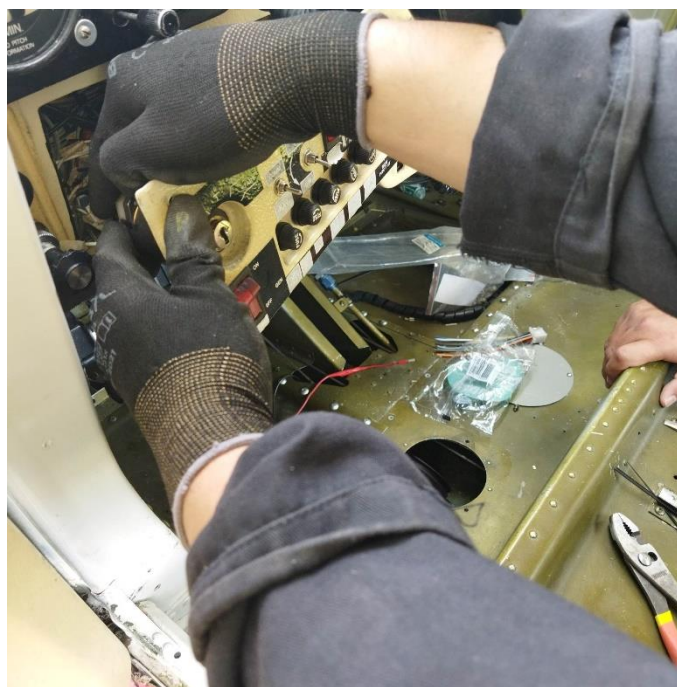
Se procedió a realizar una inspección en busca de cortes, desgastes, señales de quemaduras, corrosión, problema con su recubrimiento, envejecimiento o abrasión, para esto se retiró las abrazaderas plásticas, después realizo una limpieza con la ayuda de un paño limpio y una solución de agua con bicarbonato de sodio, al terminar el proceso de limpieza se procedió a remplazar el conector del terminal S-1367-3-8 del cable PB5, se remplazó el

protector aislante desgastado del cable FA1 y del cable FA3 , se procedió a remplazar el terminal que presento daño del cable JA1 que conecta al interruptor de encendido, del mismo modo se encontró una unión mal elaborada con estaño en el cable JA2 que generaban corto con el magneto derecho, se procedió a rectificar el empalme del JA2, se realizó una limpieza a los terminales con la ayuda de un cepillo de alambre fino, también se implementó los diodos rectificadores y cables eléctricos que faltaban según los Wiring Diagram del Service Manual D971-3-13, finalmente se implementó un etiqeto de identificación al cableado eléctrico del sistema de ignición y eléctrico del motor.

### **Inspección del interruptor de encendido**

#### **Figura 32**

*Desmontaje del interruptor de encendido*



*Nota.* Se desmonto el interruptor de encendido de la aeronave Cessna 150.

Se procedió limpiar el interruptor de encendido con un paño limpio y seco, después se desconectó y se marcó todos los cables eléctricos que conectan al interruptor para facilitar su

montaje, luego se ejecutó el proceso de desmontaje del interruptor de encendido y realizo una limpieza de sus terminales con la ayuda de un cepillo de alambre fino y limpiador de contactos en aerosol donde se comprobó que no tenía problemas que comprometan su integridad física o funcionamiento, del mismo modo se realizó una prueba de continuidad con la ayuda de un multímetro entre sus contactos para verificar el paso de corriente eléctrica entre sus contactos, se implementó un juego de llaves para el interruptor de encendido debido que el interruptor no contaba con las llaves de encendido; finalmente se procedió a su montaje según especifica el manual del fabricante del componente dando como resultado un estado favorable para el componente.

### Inspección del panel de fusibles y bus bar.

#### Figura 33

*Panel de Fusibles de la aeronave Cessna 150 M*



*Nota.* Panel de fusibles, interruptores de navegación y comunicación.

Con el interruptor maestro apagado se procedió a desconectar el cable negativo de la batería y se inspecciono los fusibles del panel de fusibles de la aeronave Cessna 150 M con el equipo de protección adecuada para trabajar con cargas eléctricas y según indica la

aumentación técnico, se desmonto los fusibles y observo que no tengan señales de corto o quemaduras visibles, después con la ayuda de un multímetro se procedió a realizar una medición de continuidad en los fusibles dando como resultado 5 fusibles quemados, los cuales fueron remplazados; una vez desmontado el panel de fusibles se realizó una inspección la bus bar del avión donde se verifico que sus terminales y sus conectores se encuentre en optimas condición dado que no presenta desgaste, síntomas de oxidación o problemas de corto.

### **Inspección de 50 horas del motor continental O-200-A**

Se realizó las inspecciones de 50 horas según lo especifica la sección 2, páginas de la 21 a la 24 del Servicio Manual de la aeronave 150.

***Inspección de 50 horas de la batería.***

**Desmontaje de la batería.** Teniendo en cuenta todas las normas de seguridad que se deben emplear al trabajar con electricidad se realizó el desmontaje de la batería verificando que no se encuentre la cubierta de la caja, con la ayuda de un juego de llaves se desconectó primero el terminal negativo que conecta a tierra, después se desconectó el terminal positivo de la batería. Una vez desconectada la batería se procedió a desmontarla de la caja de batería y colocarla en nuestra área de trabajo previa mente designada, según especifica en la sección 16 párrafo 13, literales A, B, C, D, E y F del Manual de Servicio D971-3-13 de la aeronave Cessna 150.

**Limpieza e inspección de la batería.** Se realizó una limpieza de los contactos de la batería, el borde de la batería y toda la superficie de la batería con ayuda de un paño limpio y otro paño humedecido con una solución de agua con bicarbonato de sodio. Después se procedió a enjuagar con agua limpia todo exceso de la solución y con un paño seco todo el exceso de agua, cuando seco con la ayuda de un cepillo de alambre se procedió a retirar toda impureza que se encontraba en los bordes de la batería y se aplicó un recubrimiento en aerosol con el limpiador de contactos, según especifica en la sección 16 párrafo 14, literales A, B, C, D, E, F y G del Manual de Servicio D971-3-13 de la aeronave Cessna 150.



***Inspección de 50 horas de la caja de batería.***

**Limpieza e inspección de la caja de la batería.**

**Figura 34**

*Caja de la batería*



*Nota.* Inspección de caja de batería.

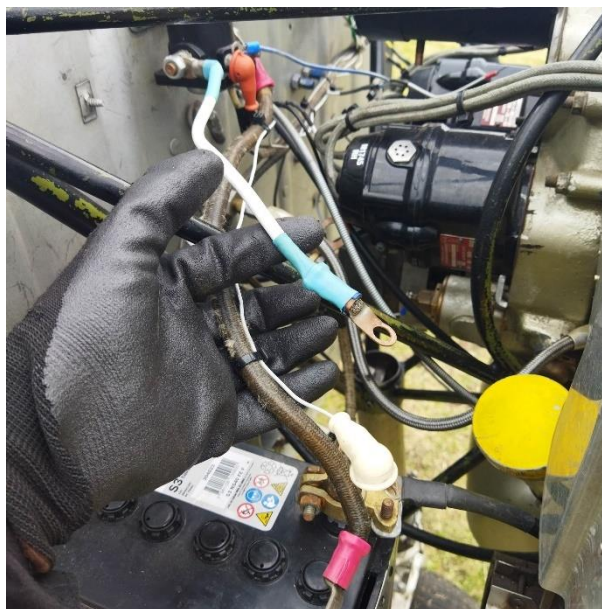
Se procedió a limpiar la caja de la batería junto con la cubierta con una solución de bicarbonato de sodio y agua, con la ayuda de un cepillo de alambre fino se eliminó las impurezas presentaba, después se enjuago con agua limpia y se inspecciono sin encontrar presencia de daños físicos, de golpes, grietas o picadura que pudieran comprometer su integridad, de este modo se descartó una prueba de ácido, generando un condición de favorable para el componente, según especifica en la sección 16 párrafo 21 del Manual de Servicio D971-3-13 de la aeronave Cessna 150.

### ***Inspección de 50 horas de los cables de la batería.***

**Limpieza e inspección:**

#### **Figura 35**

*Cables de la batería*



*Nota. Inspección de cables eléctricos de la batería.*

Con la batería desmontada y desconectada según se especifica en la sección 16 párrafo 13 del Manual de Servicio D971-3-13 de la aeronave Cessna 150, se procedió a retirar la tuerca, la arandela de seguridad y las arandelas planas del contactor de la batería; después se procedió a retirar la tuerca, la arandela de seguridad y arandelas planas que sujetan el cable que conecta el terminal "S" con el Master Switch; del mismo modo se procedió a quitar el perno y arandelas del resto de terminales del contactor de la batería, de esta manera el contactor quedo libre; y después se procedió a de cortar las amaras plásticas que sostenían estos cables; una vez libres se realizó una limpieza los cables de la batería y sus terminales, con ayuda de un limpiador de cableado eléctrico en aerosol y de un paño limpio; una vez limpio se promedió a inspeccionar el recubrimiento de cada cable, sus terminales, uniones y empalmes,

al terminar la inspección se obtuvo como resultado problemas en el recubrimiento de los empalmes, uniones y terminales rotos.

**Servicio y mantenimiento.** Al terminar la inspección se procedió a remplazar el terminal que presentaba problemas por un redondo de 5/16 pulgadas perteneciente al cable número 18 que conecta el Master Switch con el contactor de la batería, del mismo modo se procedió a quitar todos los recubrimientos de las uniones y empales que presentaba el cableado y se remplazó la cinta aislante teipe que se encontraba desgastada por turbo termo retráctil, con la ayuda de un cepillo de alambre se procedió a retirar toda impureza que se encontraba en los extremos de los cables y se aplicó un recubrimiento en aerosol con el limpiador de contactos, según especifica en la sección 16 párrafo 14, literales A, B, C, D, E, F y G del Manual de Servicio D971-3-13 de la aeronave Cessna 150.

#### **Inspección de 100 horas del motor continental O-200-A**

Se procedió a realizar las inspecciones de 100 horas según lo especifica la sección 2, páginas de la 21 a la 24 del Servicio Manual de la aeronave 150.

***Inspección de 100 horas solenoide y conexiones eléctricas.***

**Solenoide:**

**Figura 36**

*Solenoide de la batería*



*Nota.* Inspección de solenoide de la batería.

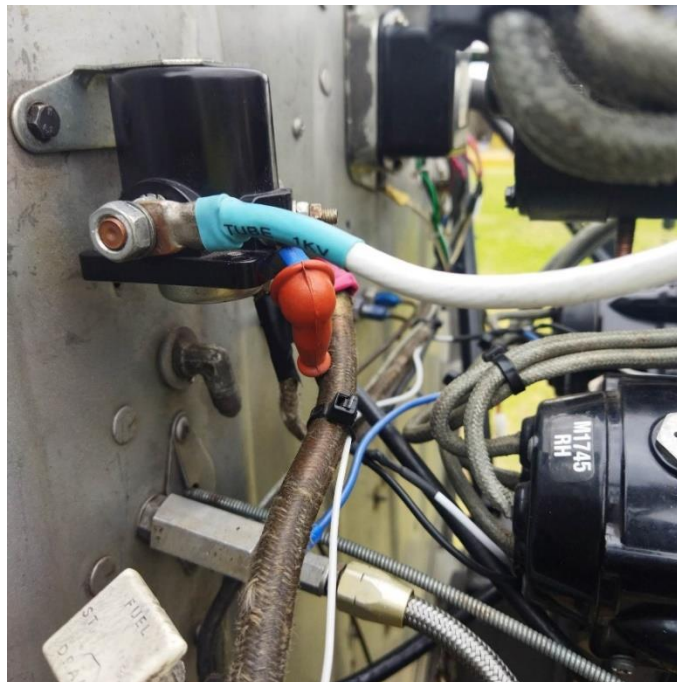
Se retiró las conexiones eléctricas del solenoide de cuatro polos del motor de arranque y con ayuda de un paño limpio se procedió a limpiar el exterior del armazón y con un limpiador de contactos se procedió a eliminar toda impureza de sus contactos, una vez limpio se procedió a revisar la continuidad entre el terminal sujeto al contrafuegos y el puerto “S”, verificando que la bobina del solenoide se encuentre en óptimas condiciones, del mismo modo se procedió a realizar una prueba operacional, según especifica el manual del fabricante, se conectó el terminal negativo a tierra y el terminal positivo al puerto “IN”, después se conectó el terminal positivo de la bombilla al terminal “OUT” del solenoide y el negativo directo a tierra, luego se procedió a la activación del solenoide mediante el paso de energía positiva al terminal “S”, lo que generó que la bombilla de prueba encienda, finalmente con la ayuda de un multímetro posicionado en VC, se realizó una medición de la cantidad de corriente eléctrica que se está

suministrando de la batería, el mismo proceso fue empleado para la inspección y comprobación del solenoide del motor de arranque.

### **Conexiones eléctricas:**

#### **Figura 37**

*Solenoide del motor de arranque y cableado eléctrico*



*Nota.* Inspección del solenoide del motor de arranque.

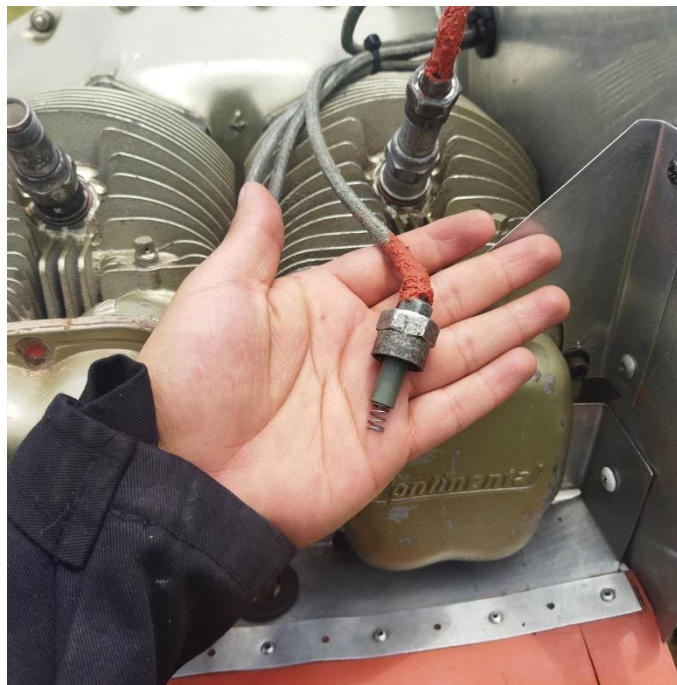
Se procedió a retirar las tuercas y arandelas del relé solenoide del motor de arranque, después se retiró las abrazaderas plásticas que sujetaban al conjunto de cables eléctricos del solenoide de arranque, se realizó una limpieza de todo rastro de impureza; una vez limpio todo el cableado eléctrico se procedió a verificar que las conexiones y terminales no presentaban señales de oxidación o desgaste, después con la ayuda de un cepillo metálico se procedió a limpiar los conectores del cable, siguiendo las instrucciones del manual del fabricante.



### ***Inspección de 100 horas del arnés de encendido.***

#### **Figura 38**

*Cable defectuoso del arnés de encendido*



*Nota.* Cables del arnés de encendido del motor continental O-200-A defectuosos.

Se ejecuto un preso de limpieza en los cables arnés de encendido del motor Continental O-200-A, se desmonto cada arnés de su respectiva bujía y se realizó una inspección del estado físico de cada cable por separado, así como del distribuidor, lo que género como resultado de la inspección fue problemas visible en los terminales que se colocan en las bujías, dado que presentaban excesiva silicona roja, del mismo modo se observó que los cables presentaban signos de desgaste y daños en el recubrimiento exterior, siendo necesaria una inspección más profunda con el instrumento adecuado que se especifica en el manual del fabricante.

## Implementación del Tester para Cable de alta tensión E5.

Figura 39

Entrega de un Comprobador de Cable - E5



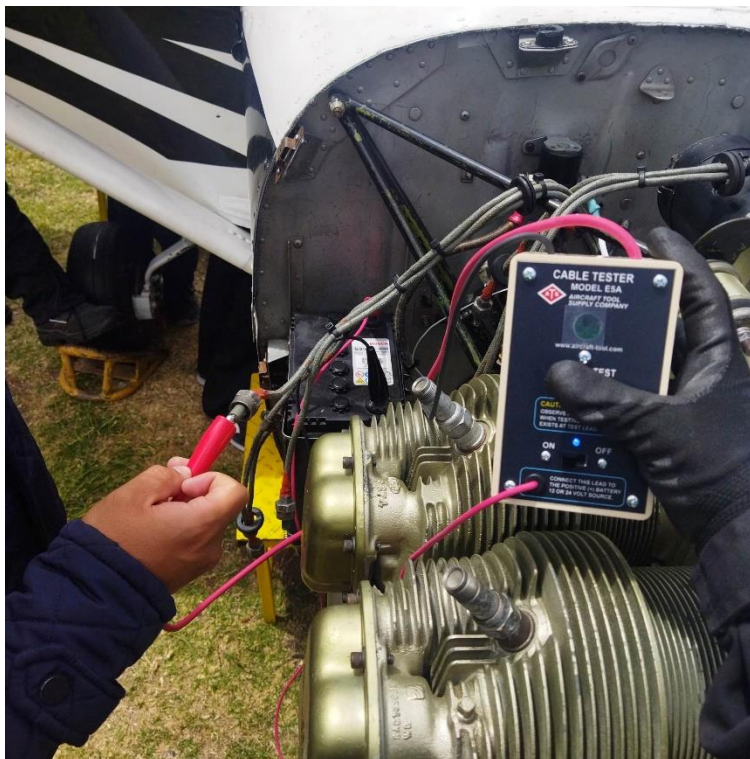
*Nota.* Se realizó la entrega al pañol del Comprobador de cables arnés modelo E5

Se realizó la implementación de un Tester de Cable de alta tensión modelo E5 de Aircraft tools, según especifica el manual de herramientas especiales de este motor, debido a que la universidad no contaba en este equipo y era de necesario para el desarrollo del proyecto.

## Inspección con el Teste de alta tensión E5.

Figura 40

*Prueba de comprobación con el E5*



*Nota.* Desarrollo de la prueba de comprobación con el tester de cables E5.

Se procedió a conectar el cable rojo del comprobador con el cable al polo positivo de la batería, se colocó el interruptor seleccionando el comprobador en la posición de 12 V según corresponde al voltaje de esta batería, después se procedió a desconectar los cables arnés de las bujías, del mismo modo se conectó el cable negro de alta tensión a tierra, luego se conectó el cable rojo de alta tensión al conductor central del cable que se está probando y se procedió a pulsar el botón del comprobación. Observando que no se produce el arco de chispa en la venta del comprobador, generando una condición no favorable para el conjunto de cables arnés de encendido del motor, dado que el cable No 1 del magneto izquierdo y el cable No1 del magneto derecho se encontraba defectuoso y el resto de cables presentaban fuga de corriente generando una chispa irregular, por este motivo se procedió a remplazar el conjunto de cables



defectuosos por un conjunto de cables de arnés nuevo, tomando en cuenta su documentación técnica.

### ***Inspección de 100 horas de las bujías de encendido.***

#### **Desmontaje y limpieza.**

#### **Figura 41**

#### ***Bujía desmontada***



*Nota.* Desmontaje de bujías del motor Continental O-200-A

Con la ayuda de una copa de bujía larga se procedió, una racha con mando de media y una extensión se procedió a desmontaje de las bujías de manera individual y ordenada, cuidando de no dañar los hilos de la rosca o tocar el electrodo y se las coloco en la zona de trabajo previamente preparada, se observó que existían 2 bujías modelo URM40E y 5 bujías modelo REM40E, las mismas que presentaban problemas de picadura y daños en su condición física, después se procedió a realizar un proceso de limpieza con ayuda del SPCT-100 para eliminación de impurezas y realizar un tester operacional de chispa.

## Inspección.

### Figura 42

#### *Inspección de bujías*



*Nota.* Inspección y limpieza de bujías con el SPCT-100

Al finalizar el tester se dio como resultado problemas de corrosión que afectaban la condición física en las 7 de las 8 bujías, 5 bujías que no producen chispa y 2 bujías producen una chispa irregular, motivo por el cual se procedió a reemplazar las 8 bujías del motor por 8 bujías de 18 mm nuevas modelo URM40E según especifica el manual del fabricante del motor.

### Montaje y torque.

#### Figura 43

#### Montaje de las bujías



*Nota.* Instalación y montaje de bujías del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150.

Se ejecutó la instalación de las bujías nuevas según especifica el manual del fabricante, con la ayuda de un torquímetro calibrado con mando de  $\frac{1}{2}$  de pulgada, una extensión y la llave de bujía de  $\frac{5}{8}$  de pulgada se aplicó un torque de 300 – 360 In. Lbs., según se especifica en Overhaul Manual, pagina 118 en el cuadro de torques y al final se colocó el arnés eléctrico correspondiente a cada bujía. (Anexo)

#### ***Inspección de 100 horas alternador y conexiones eléctricas.***

Se realizó una inspección de los componentes que forman parte del conjunto del alternador, de este modo se verificó que sus terminales no presentaban signos de corrosión, del mismo modo sus conexiones eléctricas se encontraban correctamente aseguradas y no

presentaban problemas de desgaste o daños en su recubriendo, se verifico que no presente movimiento en el soporte y que todas sus tuercas este correctamente fijas.

***Inspección de 100 horas montaje del regulador de tensión y cables eléctricos.***

**Limpieza e inspección.** Se realizo una limpieza del regulador de voltaje con la ayuda de un paño limpio para eliminar toda impureza comprobando que su integridad física es favorable, después se desconectó el cable ACU del regulador de voltaje y se procedió a verificar que la resistencia entre el conector del fuselaje y tierra se mantengan dentro de los parámetros establecidos por el fabricante del componente es decir de entre 3,5 a 6  $\Omega$ , del mismo modo se comprobó que la resistencia del interruptor "Alt" es de 0.1  $\Omega$ , después se realizó una verificación que la caída de tensión con el Alt y Bat encendido es normal dentro de los rangos que se especifica según se en manual del componente R15100.

**Inspección de 200 horas del motor continental O-200-A**

Se realizó las inspecciones de 200 horas a los componentes que especifica la sección 2, páginas de la 21 a la 24 del Servicio Manual de la aeronave 150.

***Inspección de 200 horas Motor de arranque, escobillas de arranque, cables de escobillas y colector.***

**Limpieza y desmontaje.**

**Figura 44**

*Remoción de pintura del Starter*



*Nota.* Remoción de pintura del motor de arranque de la aeronave Cessna 150.

Se realizó una limpieza del exterior del motor de arranque con la ayuda de un paño limpio con la finalidad de limpiar toda impureza, se observó que el exterior de su armazón presentaba problemas de corrosión, del mismo modo con la ayuda de un destornillador plano se procedió a retirar la banda de la cubierta de escobillas y se observó que en el interior presentaba polvo, motivo por el cual se procedió con su desmontaje según se especifica en Overhaul Manual del motor, sección 10, literal 31.

### Pintado del armazón.

**Figura 45**

*Starter pintado*



*Nota.* Motor de arranque después del proceso de pintado.

Se procedo a remover el armazón del motor de arranque quitando los tornillos lo sujetan al resto de componentes, se colocó el armazón en el lugar de trabajo previamente preparado y se ejecutó el proceso de remoción de pintura, después se aplicó tratamiento anticorrosivo y se procedió a ejecutar el proceso de pintado.



### Inspección del inducido.

Figura 46

*Desmontaje del inducido*



*Nota.* Desmontaje de los componentes internos del motor de arranque de la aeronave Cessna 150.

Se limpio todo el conjunto interno del motor de arranque eliminado toda impureza con ayuda de un paño limpio y una brocha fina y mediante una inspección visual se pudo observar que el bobinado no presentaba quemadura, se verifico que las espigas se encuentran correctamente soldadas sin señales de fracturas o quebraduras, del mismo modo se comprobó que el colector mantenga su forma y no presente golpes, el colector de delgas no presentaba daños en su integridad física, las ranuras del seguro no se encontraban gastadas y las delgas se encontraban en optimo estado.

## Prueba de continuidad y aislamiento.

**Figura 47**

*Prueba de continuidad al inducido*



*Nota.* Prueba de continuidad en el inducido del motor de arranque de la aeronave Cessna 150.

Se ejecuto una prueba de continuidad entre todas las delgas utilizando un multímetro, del mismo modo entre la flecha y el laminado, entre la ranura de retención y el eje, entre el laminado y la flecha dando como resultado continuidad entre todos esos elementos internos del motor de arranque, después se procedió a realizar una prueba de aislamiento entre el colector con la ranura de retención, entre el colector con el laminado y el colector con el eje sin presentar continuidad entre ninguno de estos componentes, también se inspecciono los cables de las escobillas que se encontraron sin desgaste y en óptimas condiciones, se verifico que las escobillas no presenten un desgaste mayor al especificado en el Overhaul Manual del motor, sección 10, literal 34.



Se procedió a realizar el proceso de ensamblaje y el proceso de montaje según se especifica en la documentación técnica del manual del fabricante, teniendo en cuenta los torques necesarios a aplicar.

### **Figura 48**

*Prueba de aislamiento al inducido*



*Nota.* Prueba de aislamiento en el inducido del motor de arranque de la aeronave Cessna 150.

### **Inspecciones especiales del motor continental O-200-A**

Se realizó una inspección especial punto 8 la cual especifica que se debe desarrollar un chequeo de 500 a los magnetos de motor de 50 horas según lo especifica la sección 2, páginas de la 21 a la 24 del Servicio Manual de la aeronave 150.

#### ***Inspección de 500 horas de los magnetos.***

Se procedió a realizar la limpieza, extracción, desmontaje, inspección, calibración y montaje del magneto izquierdo y del magneto derecho de manera individual y por separado manteniendo un magneto montado en el motor y asegurando de mantener la hélice estática

durante todo el procedimiento, siguiendo las especificaciones técnicas del manual del fabricante L-1363C.

**Limpieza del magneto Slick 4301.** Se realizó una limpieza del magneto de toda impureza externa y se procedió al desmontaje de los magnetos según especifica la sección 5.0, extracción de magneto del motor y la sección 6.0, desmontaje del magneto del manual del fabricante L-1363C.

#### **Extracción del magneto del motor del magneto Slick 4301**

Sección 5, del L-1363C.

#### **Figura 49**

*Magneto Slick 4301*



*Nota.* Magneto derecho Slick serie 4301 del motor continental O-200-A de la aeronave Cessna 150

Se procedió a quitar la tapa del arnés del magneto quitando los tornillos que aseguran al magneto, antes de retirar la tapa se colocó una marca visible en la tapa del arnés y en la carcasa del del distribuidor.

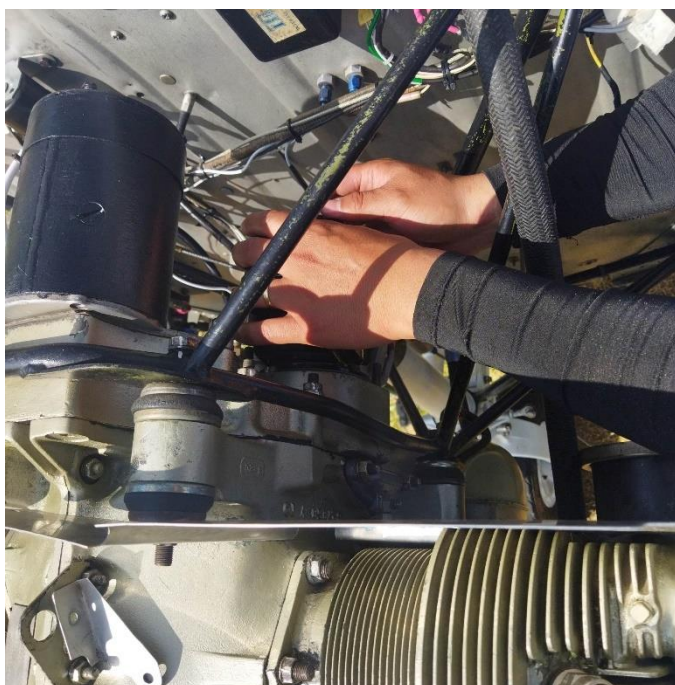
Se retiró el cable conductor P de los dos magnetos que conecta el interruptor de encendido al condensador magnético, del mismo modo se retiró las tuercas, arandelas y abrazaderas que sujetan el magneto al motor, según especifica la pagina 5-1 del L-1363C.

### **Desmontaje del magneto Slick 43001 del motor**

Sección 6, del L-1363C.

#### **Figura 50**

*Desmontaje del magneto*



*Nota.* Desmontaje del magneto izquierdo del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150

Se desmontó el magneto según especifica la sección 6.1, del L-1363C, se cubrió el orificio del accesorio del magneto y se verificó que el engranaje impulsor no presente picadura, golpes o signos de daños que puedan afectar su condición.

Una vez desmontado el magneto se procedió a retirar el conjunto de la carcasa del distribuidor, se desconectó el conductor del condensador del conjunto disyuntor del contacto,

se retiró el bloque del distribuidor y se retiró el contacto según especifica la sección 6.3, 6.4 y 6.5 de la página 6-2 del L-1363C.

### Figura 51

*Conjunto cable Arnés*



*Nota.* Inspección del conjunto arnés y distribuidor de los magnetos.

Siguiendo las instrucciones del manual se procedió a desconectar la bobina, quitando el tornillo de tierra principal según especifica el manual del fabricante L-1363C.

**Inspección al conjunto de cojinete de bolas del magneto Slick 4301.** Una vez desmontado el magneto, se procedió a inspeccionar el conjunto de rodamientos de bolas, comprobando que posee una circulación libre, según se especifica en el manual del fabricante.



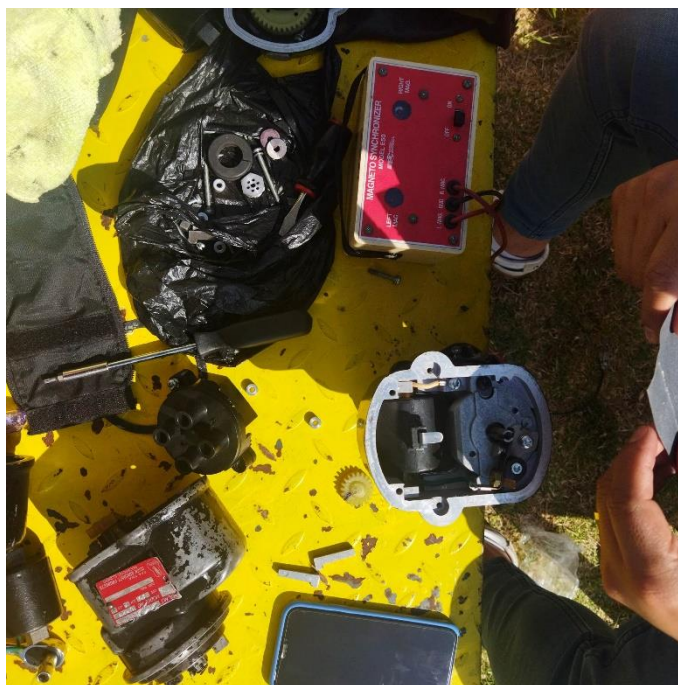
**Inspección el rotor.** Se inspecciono el rotor del magneto en busca de daños o desgastes y se comprobó que no existe desgaste en la superficie de los cojinetes, según lo especifica el manual del fabricante

**Inspeccione el sello de aceite.** Se procedió a realizar una inspección de la ubicación del sello del aceite del eje y se verifico que se encuentre en óptimas condiciones, según especifica el manual del fabricante.

### Bobina del magneto Slick 4301.

#### Figura 52

#### *Inspección del Magento*



*Nota.* Desmontaje de los componentes internos del magneto izquierdo del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150.

Se inspecciono el serpentín y se comprobó que no existe grietas que puedan comprometer su integridad, según especifica el manual del fabricante

Se inspecciono la resistencia y la continuidad del circuito primario y secundario del magneto, comprobando que la tolerancia de la resistencia de la bobina del magneto derecho se encuentra dentro de los límites establecidos según especifica el manual del fabricante en la Tabla 7 de tolerancia del L-1363C.

Mientras que la bobina del magneto izquierdo no presentó anomalías en el rango de tolerancia, se comprobó que la bobina del magneto derecho tenía un circuito abierto, motivo por el cual se procedió a su remplazo según especifica el manual del fabricante.

**Puntos de contacto del magneto Slick 4301.** Se inspecciono los puntos de contacto primarios de ambos magnetos de manera individual, en busca de signos de picaduras y decoloración, teniendo en cuenta las indicaciones del manual del fabricante sección 3.3.6, de esta manera se comprobó que funcionan correctamente y se pueden reutilizar.

#### **Condensador del magneto Slick 4301.**

#### **Figura 53**

*Desmontaje de bobina del magneto*



*Nota.* Desmontaje de la bobina del magneto derecho del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150.

***Limpieza del condensador.***

Se procedió a realizar una limpieza del condensador de ambos magnetos con agua jabonosa ligera, según especifica el manual del fabricante sección 3.3.7, literal A punto 1 del L-1363C.

Se procedió a enjuagar la superficie el condensador con agua limpia y a secarlo según especifica el manual del fabricante sección 3.3.7, literal A punto 2 del L-1363C.

***Inspección del condensador.*** Se verifico que le condensador del magneto no contengan señales de corrosión que afecten su desempeño, se verifico que el cable del condensador no presente señales de rozaduras, aislamiento deshilachado o cables expuestos que puedan hacer contacto con el marco, del mismo modo, se inspecciono el esparrago el cable P del condensador según especifica el manual del fabricante sección 3.3.7, literal B puntos 1,2 y3 del L-1363C.

**Inspeccione el conjunto del bloque del distribuidor.**

***Limpieza del conjunto del bloque.*** Se desmonto y se limpió la barra de cojinete del bloque de distribución con un limpiador estándar que no produzca película y que no sea conductor; se limpió el engranaje del distribuidor con agua jabonosa y se enjuago con agua limpia, con un bastoncillo de algodón o un hisopo se limpió todas las superficies para eliminar la suciedad, aceite, polvo de carbón y otros contaminantes, según especifica el manual del fabricante, sección 3.3.8, literal A puntos 1 y 2 del L-1363C.

***Inspección del bloque distribuidor.*** Se inspecciono visualmente el bloque distribuidor, en el cual no se encontró grietas u otros daños físicos, del mismo modo se inspecciono los postes de electrodos de latón en busca de signos de desgaste físico, dando como resultado una condición es normal y no es motivo de remplazo, según especifica el manual del fabricante sección 3.3.8, literal B puntos 1 y 2 del L-1363C.

Se inspeccione el buje del aceite y se comprobó que estaba libre de contaminación y el engranaje giraba libremente en el bloque distribuidor sin arrastre apreciable, del mismo modo se verifico que las superficies del bloque distribuidor se encuentren libres de aceite y polvo de carbón dando como resultado una condición optima del componente, según especifica el manual del fabricante sección 3.3.8, literal B puntos 3 y 4 del L-1363C.



***Inspección del engranaje del distribuidor.***

**Figura 54**

*Tapa del distribuidor y cables arnés*



*Nota.* Inspección del distribuido y el conjunto de cables arnés del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150.

Se inspecciono los dientes del engranaje donde no se encontró presencia de de desgaste o daños a la integridad general del componente, del mismo modo se inspecciono el dedo del electrodo aplicando una ligera presión con los dedos para verificar que no se encuentre suelto, dando como resultado una condición favorable del componente, después se procedió a limpiar el extremo del electrodo para eliminar los depósitos eléctricos, según especifica el manual del fabricante sección 3.3.8, literal C puntos 1, 2, 3 y 4 del L-1363C.

**Inspeccione la barra de apoyo.** Se inspecciono visualmente la barra de apoyo del magneto y no se encontró señales de grietas u otros daños físicos que puedan afectar al componente, se aseguró que la barra esté libre de aceite y polvo de carbón antes de volver a ensamblar, según especifica el manual del fabricante sección 3.3.8, literal D puntos 1 y 2 del L-1363C.

**Escobilla de carbón del magneto Slick 4301.**

**Inspeccione las escobillas de carbono.** Se realizo una inspección visual de la escobilla de carbón, donde se percató que la longitud total de la escobilla era superior a 19/64 pulgadas y el diámetro exterior de la escobilla se encontraba uniforme, del mismo modo se realizó una inspecciono visualmente al resorte de carga y se constató que la longitud de pie es superior a 19/32 pulgadas, se observó que no presentan puntos planos en los devanados del resorte, desgastes o grieta, lo que da como resultado una condición favorable para el componente del magneto, según especifica el manual del fabricante sección 3.3.9, literal A, B y C del L-1363C.

**Lubricación del magneto Slick 4301.** Se realizo la lubricación del magneto según especifica la tabla 7 de lubricación según especifica el manual del fabricante del magneto L-1363C.

**Montaje del magneto Slick 4301.**

Sección 7.0 del L-1363C

**Instalar la bobina.** Después de comprobar que la bobina del magneto izquierdo se encontraba en condición favorable se procedió a inserte la bobina en el marco, teniendo en cuenta que se encuentre contra los topes, se colocó las cuñas de bobina entre el puente y el marco, después con ayuda de un martillo y un punzón plano se apretó las dos cuñas de la bobina, se colocó el cable de tierra de la bobina apretando el tornillo a 20 in-lbs, finalmente se colocó el cable de alta tensión de la bobina manteniendo a 1/32 de pulgada por debajo de la superficie de separación del marco del magneto, especifica en la sección 7.7, literales A, B y C del L-1363C.

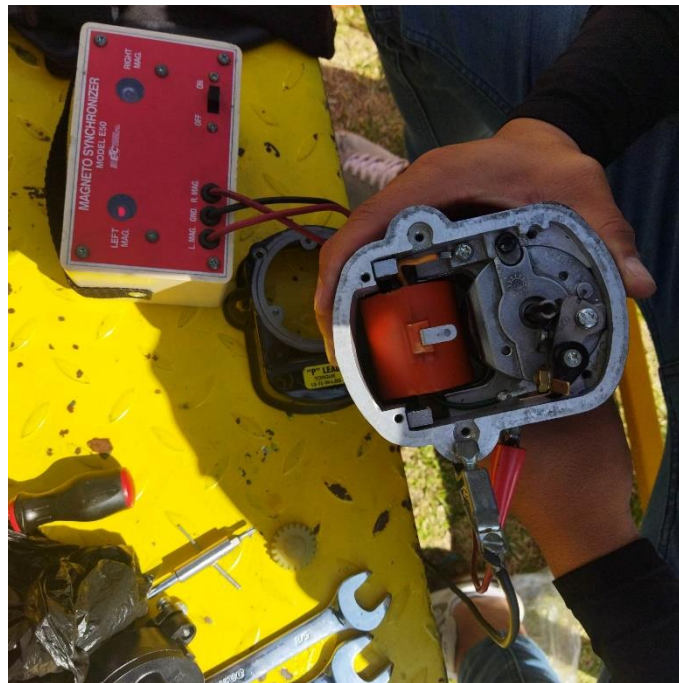
En el magneto derecho se procedió a remplazar la bobina que durante el proceso de inspección presento problemas de conductibilidad, teniendo en cuenta que el nuevo componente se encuentre en condición favorable, después se procedió a realizar la instalación de la bobina siguiendo las especificaciones técnicas según especifica en la sección 7.7, literales A, B y C del L-1363C.

**Instale el conjunto del punto de contacto.** Se fijo el conjunto del punto de contacto en la tapa del cojinete con el tornillo apropiado, se colocó el espaciador en la tapa del cojinete y se fijó el conjunto de puntos de contacto del retardo con un tornillo plateado y una arandela plana, teniendo en cuenta de no apretar los tornillos hasta que el magneto se encuentre sincronizado, según especifica la sección 7.8 del L-1363C.

### **Sincronización del Magneto.**

#### **Figura 55**

*Sincronización magneto izquierdo*



*Nota.* Sincronización del magneto izquierdo del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150.

Se colocó el magneto en su base hacia abajo, de este modo se alineó el magneto de manera que la bobina se encuentre orientada en posición de las 12 en punto, después se insertó el calibrador de espacios T-150 entre las láminas polares en el marco y las láminas polares en el eje, se ubicó la ranura de sincronización "L" para el magneto con rotación

izquierda y "R" para el magneto con rotación derecha, después se insertó el extremo adecuado del indicador de separación según especifica la sección 7.10.1, literales A, B y C del L-1363C.

Se procedió a girar el marco del magneto hasta que el indicador de separación "E" del T-150 descansa contra la lámina del polo que se encuentra en el marco del magneto, en sentido de las agujas del reloj al magneto de rotación a la izquierda y en el sentido contrario a las agujas del reloj al magneto de rotación a la derecha, según especifica la sección 7.10.1, literales D y E del L-1363C.

Se ajusto los puntos de contacto de manera tal que cuando el marco se encuentre contra el calibre T-150 la apertura de brecha de puntos se mantuvo dentro de los límites establecidos por el fabricante de 0.008 a 0.010 pulgadas, mientras se encontraba en esta posición se aseguró los puntos apretando el tornillo de ajuste de torsión a 18-20 in-lbs. y el tornillo de pivote a 15-18 in-lbs, después se aplicó grasa de leva con moderación a cada lóbulo de la leva y se conectó el cable conductor de la bobina al terminal macho de bronce vertical del conjunto principal, según especifica la sección 7.10.1, literales F, G y H del L-1363C.

**Instalación del condensador.** Sosteniendo el magneto firmemente, se aflojo los tornillos de retención del disco de sincronización y se comprobó que el disco de distribución gira libremente, después se giró el marco del magneto hasta que tenga contacto con el pasador, se procedió a girar el marco del magneto en el sentido de las agujas del reloj para el magneto de rotación a la izquierda y en el sentido contrario a las agujas del reloj para el magneto de rotación a la derecha, sosteniendo el magneto de forma segura, se aprieto un tornillo de retención del disco de sincronización para mantener el disco de sincronización en su lugar, según se especifica en la sección 7.10.2, literales A, B, C, D y E del L-1363C.

Después se a aflojar el tornillo de retención del disco de distribución, se colocó una marca en el disco de sincronización, teniendo en cuenta que el ángulo de retraso de la placa de ambos magnetos indica 25 grados, por este motivo se giró 5 pasos el disco de sincronización

teniendo en cuenta la marca colocada anteriormente se procedió a girarlo, en sentido contrario a las agujas del reloj para el magneto de rotación a la izquierda y en sentido horario para el magneto de rotación a la derecha, siguiendo las instrucciones técnicas que se especifica en la sección 7.10.2, literales F, y G del L-1363C

Se apretó los tornillos de retención del disco de sincronización, se retiró el indicador de espacio y se colocó el magneto con la brinda hacia abajo, después se procedió a girar el magneto en el sentido de las agujas del reloj para el magneto de rotación a la izquierda y en el sentido contrario a las agujas del reloj para el magneto de rotación a la derecha, hasta que el magneto golpeo contra el pasador en la base, de esta manera el magneto se encuentra retrasado desde la posición de separación, según el número de grados indicado en la placa de datos del magneto. Se procedió a realizar un ajuste a los puntos de contacto del retardo hasta donde se están abriendo, del mismo modo se apretó los tornillos de ajuste entre 18 – 20 in-lbs, fijando los puntos de retardo en esta posición, se conectó el cable conductor de la bobina al terminal macho del conjunto del punto primario, según especifica en la sección 7.10.2, literales H, I, J, K y L del L-1363C

**Instalación del conjunto de engranajes del distribuidor.** Se instaló la escobilla de carbón en el resorte, después el extremo pequeño de la escobilla de carbón se insertó en el extremo cónico del resorte, se giró la escobilla de carbón en el sentido de las agujas del reloj hasta que el hombro de la escobilla de carbón se asiente en el resorte. Luego se instaló el conjunto de escobillas de carbón en el engranaje del distribuidor, del mismo modo el extremo abierto del resorte se colocó en el extremo abierto del eje del engranaje del distribuidor y se procedió a realizar una ligera presión con el conjunto de escobilla de carbón y el resorte en el eje de manera tal que el resorte se asentó en la parte inferior del eje, de este modo se constató que la parte superior de la escobilla de carbón se colocó a 1/4 de pulgada aproximado sobresaliendo de la parte superior, según especifica en la sección 7.12, literales A Y B del L-1363C.

**Montaje del bloque distribuidor.** Con la ayuda de bastón de algodón limpio y aceite limpio de motor se lubricó el buje de la barra de cojinete y el buje del bloque distribuidor con una pequeña cantidad, después se procedió a colocar el magneto de frente para ensamblar el engranaje del distribuidor en el bloque distribuidor con el "L" para el magneto de rotación hacia la izquierda y con "R" para el magneto con rotación hacia la derecha, finalmente se montó la barra de cojinetes en el bloque distribuidor con el escudo de la escobilla mirando hacia la muesca en el bloque distribuidor, según especifica en la sección 7.13, literales A, B y C, página 7-6 del L-1363C.

**Alineación del engranaje del rotor.** Se instaló el engranaje del rotor en el extremo del eje del rotor, luego se procedió a alinear a la "L" para el magneto de rotación hacia la izquierda y con "R" para el magneto con rotación hacia la derecha en el engranaje del rotor de manera que se direccionaba hacia el cable de alta tensión de la bobina, finalmente se procedió a asegurar el eje del rotor para evitar que gire durante el montaje, según especifica en la sección 7.14, literales A y B, página 7-6 del L-1363C.

***Alineación el engranaje del rotor.*** Se procedió a alinear el orificio "L" o "R" en el engranaje del distribuidor con la "L" o "R" en el bloque distribuidor, teniendo en cuenta que se emplea la letra "L" para el magneto de rotación hacia la izquierda y la "R" para el magneto con rotación hacia la derecha, después se bloqueó el engranaje del distribuidor a través del orificio apropiado en el bloque y el engranaje y se colocó los espaciadores del bloque distribuidor en el marco del magneto, del este modo al comprobar que la marca de índice en el engranaje del rotor y la marca de referencia en el bloque distribuidor se encuentran correctamente alineadas y engranadas, finalmente se aseguró el bloque distribuidor al marco usando los tornillos provistos, detallado en la sección 7.15, literales A, B, C, D y E, pagina 7-7 del L-1363C.

***Conexión del cable del condensador.*** Se procedió a conectar el cable del condensador al terminal principal del conjunto de contactos y se conectó el terminal con el cable apuntando hacia la izquierda, según se especifica en la sección 7.16, literales A y B, pagina 7-6 del L-1363C.

***Conexión del cable de contacto del retardador.*** Con la ayuda de un destornillador se procedió a colocar el cable terminal del retardo en los puntos de contacto del retardo, según se especifica en la sección 7.17, literales A, pagina 7-6 del L-1363C.

***Conectar y asegure la carcasa del distribuidor.*** Se procedió a conectar la carcasa del distribuidor y siguiendo las instrucciones del fabricante del magneto se procedió a fijar los tornillos a 24 in-lns, según se especifica en la sección 7.21, literales A, pagina 7-8 del L-1363C.



## Sincronización de los magnetos y motor.

### *Montaje del magneto.*

#### Figura 56

*Magneto instalado y conectado al instrumento sincronizador*



*Nota.* Conexión al magneto izquierdo del sincronizador de magnetos.

Se procedió a instalar el magneto previamente sincronizado, teniendo en cuenta las marcas de sincronización se encontré correctamente alineadas, para esto se procedió a desmontar la bujía superior del cilindro No 1 en su carrera de compresión, según se especifica en el párrafo 11-8 del Service Manual D971-3-13, una vez colocado en posición de avance, se procedió a girar el cigüeñal en dirección de avance según se especifica el manual y se lo giro en dirección de rotación para alinear la marca de sincronización según se especifica6 en el párrafo 11-46 del Service Manual D971-3-13.

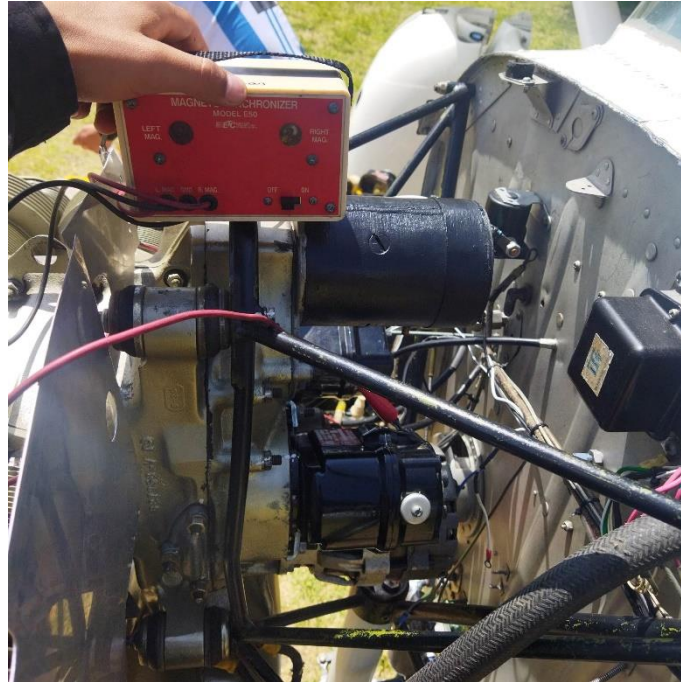
Se realizo la instalación del magneto teniendo en cuenta las especificaciones técnicas, se retiró el tapón de sincronización de la parte inferior del magneto, se giró el eje del magneto

hasta que la marca de sincronización del roto quede visible según se especifica en los literales A, B y C del párrafo 11-46 del Service Manual D971-3-13.

***Sincronización del tiempo del magneto y del motor.***

**Figura 57**

*Proceso de sincronización de magnetos y motor*



*Nota.* Sincronización del magneto izquierdo del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150.

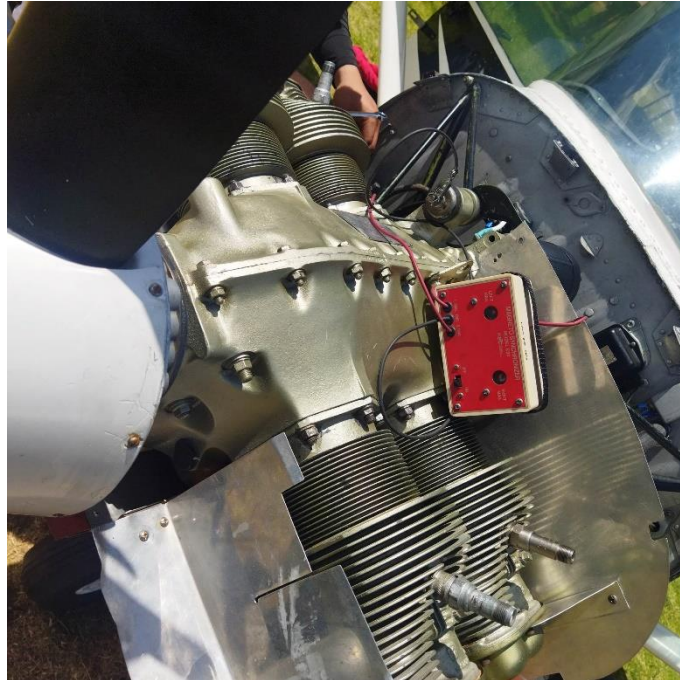
Se instaló el magneto según el ángulo que indica el manual del fabricante del motor en este caso con magnetos tipo Slick es un ángulo de 24 grados, se procedió a conectar el instrumento terminal del capacitor, se procedió a girar la hélice en sentido normal de giro y verifico que enciende la luz de sincronización, según lo especifica el Service Manual párrafo 11-46 literales del E al G.

Después se realizó el ajuste necesario a las tuercas del montaje del magneto, asegurando que ambos magnetos se encuentran correctamente sincronizados y generan el

disparo de energía al mismo tiempo, se procedió a retirar los cables de del instrumento y se conectó los cables de las bujías según el orden que corresponde, según lo especifica el Service Manual párrafo 11-46 literal I.

### **Figura 58**

#### *Magnetos Sincronizados*



*Nota.* Proceso de sincronización de ambos magnetos del motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150.

### **Análisis económico del proyecto**

Para del desarrollo completo de este proyecto es necesario la aplicación del todo el gasto económico que se debe realizar para obtener todos los repuestos, componentes y materiales que son necesario según se explica en la documentación técnica de los componentes.

### **Costos primarios**

En esta tabla se expone los valores económicos de los materiales secundarios y elementos referentes que se utilizan para la resolución de este proyecto.

**Tabla 5**

#### *Costos primarios*

Nº	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	TOTAL
1	Comprobador de Cable de Alta Tensión E5	1	\$224	\$224
2	Conjunto de Arnés de encendido del motor Continental O-200-A	2	\$225	\$550
3	Caja de bujías Tempest UREM40E	1	\$416	\$416
4	Fusibles	5	\$0,50	\$2,50
5	Juego de llaves de encendido de la aeronave Cessna 150 M	1	1	\$10
6	Funda de guaipe	5	\$1	\$5
7	Guantes de nitrilo	1	\$2,50	\$2,50
8	Tubo termo retráctil	2	\$1,50	\$3

Nº	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	TOTAL
9	Conectores eléctricos varias medidas	6	\$0,20	\$1,20
10	metros Cable eléctrico flexible Nº 18	2	\$0,25	\$0,50
11	W D 40 en aerosol	2	\$11,72	\$23,44
12	Limpiador de contactos	1	\$7,39	\$7,39
13	Pintura anticorrosiva color negro	1	\$4,20	\$4,20
14	Tiner	1	\$1,50	\$1,50
15	Ferretería	1	\$5,50	\$5,50
16	Papel lija	2	\$1,25	\$2,50
17	Hospedaje	3	\$70	\$221
18	Transporte	1	\$72	\$72
			<b>TOTAL</b>	<b>\$1552,23</b>

*Nota.* En la presente tabla se expone el valor de todos los costos principales que son necesarios para el desarrollo del proyecto, es decir todos los valores económicos que influyen de forma directa.

### **Costos secundarios**

En esta tabla se expone el valor económico relacionado a la resolución del proyecto, tales como la documentación técnica y todo lo referente a las materias que influyen de forma indirecta al desarrollo del proyecto.

**Tabla 6***Costos secundarios*

Nº	Descripción	Valor
1	Impresión de las secciones específicas de los manuales técnicos de la aeronave Cessna 150	\$5
2	Documentación técnica aplicable	\$5
Nº	Descripción	Valor
3	Internet	\$15
5	Papelería	\$5
<b>TOTAL</b>		<b>\$30</b>

*Nota.* En la presente tabla se expone el valor de todos los costos secundarios referentes al proyecto.

**Costo total del proyecto****Tabla 7***Costo total del proyecto*

Nº	Descripción	Valor
1	Costos Primarios	\$1552,23
2	Costos Secundarios	\$30
<b>TOTAL</b>		<b>\$1582,23</b>

*Nota.* En la presente tabla se expone el valor total de todos los costos referentes al proyecto.

## Capítulo IV:

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- Conforme la documentación técnica recopilada perteneciente al motor Continental O-200-A de la aeronave Cessna 150 y sus componentes, se logró establecer las actividades específicas que se deben tener en cuenta para la ejecución del proceso de mantenimiento aeronáutico, de este modo las indicaciones que se detallan son acciones técnicas que se deben realizar en el orden que indican los instructivos.
- Es necesario preparar los equipos y herramientas especiales que se van a utilizar durante las prácticas de mantenimiento aeronáutico, garantizando que se encuentran en óptimas condiciones y correctamente calibrados, para garantizar un proceso eficiente.
- La ejecución de los procedimientos de inspección aeronáutica se los debe realizar conforme a los tiempos establecidos en la documentación técnica, de esta manera los sistemas y sus componentes se logra mantener en óptimas condiciones.

**Recomendaciones**

- Es necesario el obtener información técnica aplicable y actualizada para el desarrollo de proceso de inspección, teniendo en cuenta el modelo y las características específicas de los componentes y áreas donde realiza el proceso de mantenimiento aeronáutico
- Para realizar un trabajo de manteniendo aeronáutico es necesario tener un plan previo de cómo se van a ejecutar los diferentes procesos dentro del área de trabajo, de este modo se logra un desarrollo eficiente de las tareas a ejecutar y se mantiene un control de cada componente a inspeccionar, de manera orden y generando una adecuada identificación para cada componente y actividad técnica realizada.
- Se recomienda verificar que no todos los componentes, conectores, terminales y tuercas se encuentran correctamente ubicadas y fijadas según lo especifica el manual del fabricante antes de realizar las pruebas de funcionamiento de todo el sistema en general, de esta manera se previene fallas en el sistema durante las pruebas de funcionamiento.



### **Definiciones.**

**Aeronave:** Se refiere a todo vehículo que cuenta con la capacidad de desplazarse por el aire, en la atmosfera por reacciones contra la superficie de la tierra.

**Aeronáutica:** Se refiere al aérea de la mecánica de fluidos la cual se dedica a analizar el movimiento que generan los gases sobre el aire y las interacciones que efectúan con los cuerpos que se desplazan.

**Arandela:** Es una comúnmente o pieza la cual es comúnmente de forma circular y fina con una perforación en el centro, la cual se utiliza para mantener presión en una tuerca o tornillo, asegura una junta o ayuda a evitar el rose entre piezas.

**Cable:** Es un hilo o conjunto de hilos metálicos que cumplen con la función de servir como conductor, este suele estar protegido por una envoltura aislante que recubre todo hilo o conjunto de hilos metálicos.

**Certificado:** Se refiere a un documento o carta que confirma la veracidad o autenticidad de un tema, garantiza o niega que se cumpla con las exigencias necesarias para un tema en concreto.

**Componente:** Es una pieza o elemento que compone o es parte de un sistema o un conjunto establecido.

**Desmontar:** Se refiere a la separación o remoción de piezas las cuales forman parte de una estructura o un objeto del mismo sistema.

**Manual:** Es un documento, folleto o libro que reúne las características mas esenciales y conceptos vacíos referente a una máquina, material o materia, el cual permite conocer de mejor manera sobre un funcionamiento, una orden, manteniendo o disposición.

**Sincronización:** Se refiere a la acción de sincronizar, es decir que mas de dos hechos, mecanismos, fenómenos o movimientos se encuentran en perfecta armonía temporal.

**Torque:** Es una magnitud vectorial definido como el momento fuerza, es decir la fuerza que se aplica sobre un componente para vencer una fijación requerida.

**Tuerca:** Se refiere a un pieza o componente comúnmente de metal, de cuatro o seis lados, el cual cuenta con un agujero en el centro con forma helicoidal que cuenta con hilos que ajusta una rosca determinada en un tornillo o perno.

**Vástago:** Se refiere a una barra que sirve para sujetar el centro de una o dos piezas, o caras de un embolo, de este modo se genera un movimiento de trasmisión uniendo ambos componentes.

**Abreviaturas:**

**AMM:** Aircraft Manual Maintenance.

**SM:** Service Manual.

**Epp:** Equipo de Protección Personal.

**In:** Pulgadas.

**Lbs:** Libras.

**In-Lbs:** Medida de fuerza, Pulgadas – Libras.

## Bibliografía

- al Conocimiento, V. (2022, agosto 30). Historia de la aviación. OpenMind.  
<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/cronologia-interactiva-aviacion/>
- Alberto. (2017, junio 28). El Carburador Concepto Funciones, Tipos y Recomendaciones. Mundo del Motor. <https://www.mundodelmotor.net/carburador/>
- Bismarks, J. L. (2019, marzo 27). A la representación de los diferentes circuitos o instalaciones eléctricas se le Leer más. Electrónica Online. <https://electronicaonline.net/circuito-electrico/esquema-electrico/>
- CONTINENTAL® AIRCRAFT ENGINE OVERHAUL MANUAL. (2011). Continental Motors, Inc. (Obra original publicada en 1984)
- Historia, C. (2022, noviembre 5). Cada año, más de 3.000 millones de pasajeros viajan en avión. Hoy Read more. CurioSfera Historia. <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-aviacion/>
- How it works: Spark plugs. (2018, enero 12). Aopa.org. <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2018/december/flight-training-magazine/how-it-works-spark-plugs>
- Los grandes detalles de ingeniería del Wright Flyer, la primera máquina voladora a motor. (s/f). Microsiervos. Recuperado el 22 de febrero de 2023, de <https://www.microsiervos.com/archivo/aerotrastorno/grandes-detalles-ingenieria-wright-flyer-maquina-voladora-motor.html>
- L-1363C 4300/6300 Series Magneto Maintenance and Overhaul Manual (3ª ed.). (2005). Unison. (Obra original publicada en 1994)
- Mancuzo, G. (2020, septiembre 12). Mantenimiento |Aeronáutico [Blog]. Mantenimiento Preventivo. <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-aeronautico/>

Navarro, M. Á. M. (s/f). Sistema eléctrico de un aeroplano. Manualvuelo.es. Recuperado el 15 de febrero de 2023, de [https://www.manualvuelo.es/3sifn/34\\_elect.html](https://www.manualvuelo.es/3sifn/34_elect.html)

Thermodynamic Analysis. (s/f). I.C. Engine Cycles. Iitd.ac.in. Recuperado el 22 de febrero de 2023, de <https://web.iitd.ac.in/~ravimr/courses/mel345/cycles.pdf>

Tipos de mantenimiento de una aeronave. (2022, octubre 11). Aviation Group.  
<https://www.aviationgroup.es/actualidad/tipos-mantenimiento-aeronave/>

Yanes, J. (2022, agosto 30). Historia de la aviación. OpenMind BBVA.  
<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/cronologia-interactiva-aviacion/>

**Anexos**