



Desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave Cessna T206H de acuerdo al manual de mantenimiento, perteneciente a la compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A.

Arcos Guzmán, Brayan Alexander

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

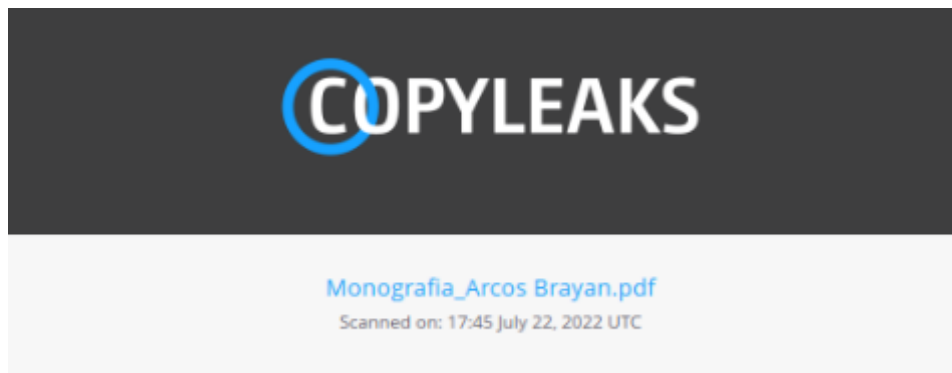
Monografía, previo a la obtención del título de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

26 de julio de 2022

Latacunga

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Identical Words	105
Words with Minor Changes	28
Paraphrased Words	7
Omitted Words	0

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C. C.:1722580239



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “**Desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave Cessna T206H de acuerdo al manual de mantenimiento, perteneciente a la compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A.**” fue realizado por el señor **Arcos Guzmán, Brayan Alexander** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 2022

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C. C.: 1722580239



**DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Arcos Guzmán, Brayan Alexander**, con cédula de ciudadanía n° 0503457400, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave Cessna T206H de acuerdo al manual de mantenimiento, perteneciente a la compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 2022

Arcos Guzmán, Brayan Alexander

C.C.: 0503457400



**DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Arcos Guzmán, Brayan Alexander**, con cédula de ciudadanía n° 0503457400, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: “**Desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave Cessna T206H de acuerdo al manual de mantenimiento, perteneciente a la compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A.**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 2022

.....
Arcos Guzmán, Brayan Alexander
C.C.:0503457400

Dedicatoria

A Dios, por guiarme por el camino correcto, gracias por haberme dado una excelente familia, por permitirme conocer excelentes profesores y amigos.

A mis padres y a mi hermana que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir una etapa más de mi formación. Gracias a ustedes he logrado convertirme en lo que soy. Es un orgullo y un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis amigos con los que compartí buenos momentos de convivencia dentro y fuera del aula, por sus consejos y por contar siempre con ustedes.

Agradecimiento

A Dios.

A mis padres por apoyarme en toda mi etapa de estudio por brindarme sus consejos para lograr mis metas sin importar los problemas que se presenten en el camino, por el cariño y buenos sentimientos y por su ejemplo de vida.

A mi hermana por ser parte de este logro y esos buenos momentos que pasamos a lo largo de esta etapa.

A mis profesores por sus enseñanzas para formar personas de bien y especialmente a mi tutor por haberme guiado en este proyecto al brindarme sus conocimientos.

A la compañía AERO SARAYAKU TAYJASARUTA S, A., quien puso a disposición su aeronave para poder realizar mi trabajo de titulación; a los técnicos y personal administrativo de la compañía quienes compartieron sus conocimientos, consejos y experiencia que fueron esenciales para la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula.....	1
Reporte de verificación	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
Índice de figuras	12
Índice de tablas	15
Resumen	16
Abstracat.....	17
Capítulo I: Introducción	18
Antecedentes.....	18
Planteamiento del problema.....	18
Justificación e importancia	19
Objetivos.....	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19

Alcance.....	20
Capítulo II: Marco teórico.....	21
Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A	21
Aeronave Cessna T206H.....	24
<i>Historia</i>	24
<i>Datos técnicos de la aeronave</i>	25
<i>Descripción del código del motor</i>	26
<i>Dimensiones principales</i>	27
<i>Motor recíproco</i>	27
<i>Ciclo Otto</i>	28
Motor Lycoming TIO-540-AJ1A.....	31
<i>Especificaciones técnicas del motor</i>	32
<i>Sistemas principales del motor</i>	33
<i>Descripción de los principales sistemas</i>	33
Tiempo entre inspecciones (TBO).....	48
Tecla tipo p ^ó rtico.....	49
Capítulo III: Desarrollo del tema.....	50
Estado de la aeronave	50
Información de desarrollo de la herramienta	50
Proceso de construcción del tecla tipo p ^ó rtico	50
<i>Simulación de la herramienta en el software de simulación SolidWorks</i>	50

<i>Materiales y herramientas utilizadas</i>	51
<i>Corte y unión del material</i>	54
<i>Proceso de lijado y pintura</i>	55
Herramientas utilizadas para el desmontaje de motor	56
Desmontaje del motor	57
<i>Posición de interruptores en posición de apagado</i>	57
<i>Remoción de capotas</i>	58
<i>Desconexión de los cables de la batería</i>	59
<i>Remoción de la abrazadera c</i>	59
<i>Remoción de la hélice</i>	60
<i>Desconexión de los cables p de los magnetos</i>	61
<i>Remoción del regulador de la hélice</i>	62
<i>Desconexión de la sonda EGT y TIT</i>	62
<i>Desconexión de la sonda CHT</i>	64
<i>Desconexión de la línea de salida de combustible</i>	64
<i>Desconexión los cables del acelerador y de la mezcla</i>	65
<i>Desconexión de los conductos de aceite</i>	66
<i>Desconexión de las líneas de drenaje y los tubos de ventilación</i>	67
<i>Desconexión de las líneas de vacío de la pared de fuego</i>	68
<i>Desconexión de la línea de presión del múltiple</i>	68
<i>Desconexión de la línea de presión del múltiple</i>	69

<i>Remoción de las abrazaderas del accionamiento tacómetro</i>	69
<i>Desconexión de los cables del motor</i>	70
<i>Desconexión de los cables del motor de arranque y del alternador</i>	71
<i>Desconexión del cable a tierra del motor</i>	72
<i>Desconexión del transductor de presión de combustible.....</i>	72
<i>Desconexión del interruptor de baja presión de aceite</i>	73
<i>Desconexión del transductor de presión de aceite</i>	74
<i>Desconexión del terminal eléctrico del sensor de temperatura de aceite</i>	74
<i>Colocación del soporte para evitar el peso en cola</i>	75
<i>Sujeción y elevación del motor.....</i>	76
Evaluación del proceso de desmontaje	78
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	81
Conclusiones.....	81
Recomendaciones	82
Bibliografía	83
Anexos	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Logo de la compañía</i>	22
Figura 2 <i>Cessna 182P</i>	23
Figura 3 <i>Cessna T206H</i>	23
Figura 4 <i>Cessna T206H</i>	24
Figura 5 <i>Cessna T206H con cargo POD</i>	25
Figura 6 <i>Áreas y dimensiones de la aeronave</i>	27
Figura 7 <i>Motor horizontalmente opuesto</i>	28
Figura 8 <i>Etapa de admisión</i>	29
Figura 9 <i>Etapa de compresión</i>	29
Figura 10 <i>Etapa de explosión</i>	30
Figura 11 <i>Etapa de escape</i>	31
Figura 12 <i>Motor Lycoming TIO-540-AJ1A</i>	31
Figura 13 <i>Bujía de encendido</i>	34
Figura 14 <i>Arnés de encendido</i>	34
Figura 15 <i>Magneto</i>	35
Figura 16 <i>Switch de encendido</i>	36
Figura 17 <i>Arranque del motor</i>	37
Figura 18 <i>Sistema de inyección de combustible</i>	37
Figura 19 <i>Sistema de inyección por carburador</i>	38
Figura 20 <i>Carter</i>	39
Figura 21 <i>Bomba de aceite</i>	40
Figura 22 <i>Filtro de aceite</i>	41
Figura 23 <i>Oil cooler</i>	41
Figura 24 <i>Sistema de inducción balanceada de corriente descendente e indicador de presión</i>	42
Figura 25 <i>Turbocompresor</i>	43
Figura 26 <i>Aletas disipadoras de calor</i>	44
Figura 27 <i>Cowl Flaps</i>	44
Figura 28 <i>Baffles</i>	45
Figura 29 <i>Sensor de la temperatura de gases de escape</i>	45
Figura 30 <i>Sensor CHT</i>	46
Figura 31 <i>Hélice de paso variable</i>	47

Figura 32 <i>Manual de Overhaul</i>	48
Figura 33 <i>Tecla tipo p3rtico</i>	49
Figura 34 <i>An3lisis de la herramienta seg3n el factor de seguridad</i>	51
Figura 35 <i>Corte del material</i>	54
Figura 36 <i>Un3n del material</i>	54
Figura 37 <i>Aplicaci3n de protector anticorrosivo</i>	55
Figura 38 <i>Herramienta terminada</i>	56
Figura 39 <i>Interruptores en posici3n de apagado</i>	57
Figura 40 <i>V3lvula de cierre en posici3n apagado</i>	58
Figura 41 <i>Remoci3n de capotas</i>	58
Figura 42 <i>Desconexi3n de los cables positivo y negativo de la bater3a</i>	59
Figura 43 <i>Remoci3n de la abrazadera del conjunto de inducci3n</i>	59
Figura 44 <i>Tuercas de sujeci3n al soporte</i>	60
Figura 45 <i>Remoci3n de la h3lice</i>	61
Figura 46 <i>Desconexi3n de cables del magneto</i>	61
Figura 47 <i>Remoci3n del regulador de la h3lice</i>	62
Figura 48 <i>Desconexi3n de la sonda EGT</i>	63
Figura 49 <i>Desconexi3n de la sonda TIT</i>	63
Figura 50 <i>Desconexi3n de la sonda CHT</i>	64
Figura 51 <i>Desconexi3n de la l3nea de combustible</i>	65
Figura 52 <i>Desconexi3n del cable de la mezcla</i>	65
Figura 53 <i>Cable de control de potencia</i>	66
Figura 54 <i>Conductos de aceite</i>	66
Figura 55 <i>Desconexi3n de las l3neas de drenaje</i>	67
Figura 56 <i>L3nea de drenaje</i>	67
Figura 57 <i>Desconexi3n de la l3nea de vac3o</i>	68
Figura 58 <i>Ubicaci3n de la presi3n del m3ltiple</i>	68
Figura 59 <i>L3nea de presi3n del m3ltiple</i>	69
Figura 60 <i>Ubicaci3n del cable de tac3metro</i>	70
Figura 61 <i>Cables el3ctricos</i>	70
Figura 62 <i>Motor de arranque</i>	71
Figura 63 <i>Cables de conexi3n al alternador</i>	71
Figura 64 <i>Cable a tierra del motor</i>	72

Figura 65 <i>Conector eléctrico del transductor de presión de combustible</i>	73
Figura 66 <i>Interruptor de baja de presión de aceite</i>	73
Figura 67 <i>Transductor de presión de aceite</i>	74
Figura 68 <i>Terminal eléctrico del sensor de temperatura de aceite</i>	75
Figura 69 <i>Soporte para evitar peso en la cola</i>	75
Figura 70 <i>Sujeción de la eslinga al motor</i>	76
Figura 71 <i>Soportes de amortiguación</i>	77
Figura 72 <i>Inicio de elevación del motor</i>	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Descripción de materiales utilizados</i>	51
Tabla 2 <i>Descripción de herramientas utilizadas</i>	52
Tabla 3 <i>Equipo de protección personal</i>	53
Tabla 4 <i>Encuesta</i>	78

Resumen

El propósito del presente trabajo de titulación es realizar el desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave Cessna T206H, de acuerdo al manual de mantenimiento, e implementar un tecele tipo pórtico para facilitar este tipo de tarea y precautelar la seguridad de los técnicos de la compañía Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A, que es la única aerolínea de los pueblos Kichwa de Ecuador; para este proceso se realiza una investigación bibliográfica a fin de abordar temas relacionados: historia de las aeronaves Cessna, datos técnicos, tipos de motores, tiempo entre inspecciones, etc. Posteriormente, es detallado las fases de diseño y construcción del tecele tipo pórtico, herramienta sustancial para manipular de forma ágil y segura el motor y evitar así accidentes; luego, se indica el paso a paso del proceso de desmontaje y cada uno de los sistemas de la aeronave: encendido, arranque, combustible, eléctrico, lubricación, admisión, escape, disipador de calor y de control de la hélice. Cabe indicar que el proceso es realizado de acuerdo al manual de mantenimiento y la documentación técnica con la que cuenta la compañía, en donde está detallado los pasos a seguir, al finalizar, se aplica una encuesta de cuatro preguntas a los técnicos de la empresa a fin de corroborar que el desmontaje haya sido realizado correctamente.

Palabras clave: Cessna T206H, motor Lycoming TIO-540-AJ1A, tecele tipo pórtico, desmontaje del motor.

Abstracat

The purpose of this titling work is to dismantle the Lycoming TIO-540-AJ1A engine of the Cessna T206H aircraft, according to the maintenance manual, and implement a gantry type type to facilitate this type of task and safeguard the safety of the technicians of the company Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A, which is the only airline of the Kichwa peoples of Ecuador; for this process, a bibliographic research is carried out in order to address related topics: history of Cessna aircraft, technical data, types of engines, time between inspections, etc. Subsequently, the design and construction phases of the gantry type type is detailed, a substantial tool to manipulate the engine in an agile and safe way and thus avoid accidents; then, the step-by-step disassembly process and each of the aircraft's systems is indicated: ignition, starting, fuel, electric, lubrication, intake, exhaust, heat sink and propeller control. It should be noted that the process is carried out according to the maintenance manual and the technical documentation that the company has, where the steps to follow are detailed, at the end, a survey of four questions is applied to the company's technicians in order to corroborate that the disassembly has been carried out correctly.

Keywords: Cessna T206H, Lycoming TIO-540-AJ1A engine, type gantry type, engine disassembly.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A. es una aerolínea de los pueblos kichwa de Ecuador que fue constituida el 8 de septiembre de 2014 ante la Superintendencia de Compañías como una propuesta de transporte aéreo para impulsar el ecoturismo amazónico, llevar el florecimiento a los pueblos originarios de Ecuador, aportar a la conservación ambiental y realizar despegues aeromédicos en comunidades lejanas. La empresa está localizada en la parroquia Shell, provincia de Pastaza, y tiene permiso de operación del Consejo Nacional de Aviación para taxi aéreo, doméstico, no regular, de pasajeros, carga y correo en forma combinada a lo largo del país, excepto las Islas Galápagos.

Como parte de las dos aeronaves con las que cuenta la empresa se encuentra un Cessna T206H, la cual requiere que su motor sea desmotado a fin de que pase un proceso de mantenimiento y tenga las condiciones adecuadas para continuar operando. El motor es un Lycoming TIO-540-AJ1A de combustión interna, con seis cilindros de transmisión directa y horizontalmente opuestos, la inyección es de combustible, con turbocompresor y refrigerado por aire. Además, tiene cuatro etapas: admisión, compresión, explosión y escape.

Planteamiento del problema

La presente propuesta está orientada a realizar el desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave T206H con el fin de mantenerla operativa, proceso que es llevado a cabo con base en la documentación técnica. Es importante señalar que la empresa no cuenta con la herramienta necesaria para realizar este tipo de tarea; por lo tanto, es necesario implementar un tecele para asegurar el desmontaje y mejorar los procesos dentro del área de mantenimiento.

Justificación e importancia

El presente trabajo constituye un aporte para realizar el desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave T206H con el propósito de realizar los arreglos correspondientes para que se mantenga operativa. En ese sentido, dentro del presente documento es realizada una descripción del motor, sus componentes principales y especificaciones.

Por otro lado, como parte del proceso es construido un tecle tipo pórico para el desmontaje, dado que ayuda a reducir el tiempo de mantenimiento, aporta a lograr mayor eficiencia, agilidad y, por su puesto, brinda más seguridad. Técnicos, pasantes y personal encargado de la aeronave tienen así menos riesgos de lesiones o accidentes que pueden ser ocasionados debido a un inadecuado procedimiento, pues el motor tiene un peso significativo que hace que su manipulación y transporte sea muy complicado sin esta herramienta.

Objetivos

Objetivo general

Realizar el desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A de la aeronave Cessna T206H de acuerdo al manual de mantenimiento e implementar un tecle tipo pórico para facilitar este tipo de tarea y precautelar la seguridad de los técnicos de la compañía Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A.

Objetivos específicos

- Recopilar información técnica necesaria para el desmontaje.
- Ejecutar el desmontaje del motor.
- Implementar el tecle tipo pórico de accionamiento manual.
- Evaluar el proceso de desmontaje del motor.

Alcance

El desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A y la implementación de un tecele tipo pórtico constituyen un aporte directo para la compañía Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A., en vista de que es necesario realizar un mantenimiento seguro, eficiente y adecuado para que la aeronave siga en funcionamiento. Además, es una contribución para la comunidad y todos quienes se benefician directa e indirectamente del servicio de la empresa.

Capítulo II

Marco teórico

Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A

Aero Sarayaku Tayjasaruta S.A es la aerolínea ecuatoriana de los pueblos Kichwa cuya creación estuvo impulsada por José Gualinga, líder de la comunidad de Sarayaku, quien además mediante una demanda logró impedir el acceso a una empresa petrolera argentina que pretendía explotar el territorio.

En Sarayaku existen dos medios de transporte: la aeronave y la canoa, que es utilizada sobre todo cuando el clima no es favorable para realizar vuelos. Es así que la empresa constituye un aporte trascendental para esta comunidad, pues ofrece los siguientes servicios:

- vuelos comunitarios
- fotografía y filmaciones aéreas
- transporte de pasajeros y de carga
- evacuación de pacientes
- vuelos regionales amazónicos
- sobrevuelos paisajísticos (Sarayaku, s.f.)

Además, Aero Sarayaku Tayjasaruta está estructurada en base a cinco parámetros esenciales:

Misión: Brindar servicios de transporte aéreo, emergencia de salud, aprendizaje e instrucción aeronáutica y mantenimiento de aeronaves.

Visión: Ser la empresa aérea líder en la región amazónica con enfoque hacia en el Sumak Kawsay (buen vivir), con los altos estándares de seguridad y servicio.

Política: Asegurar la mayor calidad, la seguridad y la excelencia de los servicios con un equipo de profesionales altamente calificados

Personal: Nuestro equipo humano está integrado por 12 colaboradores destacados por su experiencia y conocimiento de la Región Amazónica, la realidad cultural y social de la zona, el pilotaje, el mantenimiento de aeronaves y la gestión aeronáutica.

Objetivo: Fortalecer el Sumak Kawsay de las comunidades de la región amazónica, mejorando el transporte aéreo, fortaleciendo la comunicación y promoviendo los alcances de ingresos económicos comunitarios. (Sarayaku, s.f., párr. 1-5)

A continuación, la Figura 1 expone el logo de la empresa.

Figura 1

Logo de la compañía



Al momento, la empresa cuenta con dos aeronaves: Cessna T206H y Cessna 182P, con las cuales son realizados vuelos chárter (Figura 2 y Figura 3).

Figura 2

Cessna 182P



Nota. Aeronave Cessna 182P perteneciente a Aero Sarayaku S.A.

Figura 3

Cessna T206H



Nota. Aeronave Cessna T206H perteneciente a Aero Sarayaku S.A.

Aeronave Cessna T206H

Historia

Cessna T206H es una aeronave de carga y pasajeros que empezó a construirse en 1998. Su primer modelo fue el 206H, cuyo motor era Continental, pero fue cambiado por un Lycoming TIO-540-AJ1A de 310 CV en la siguiente versión. Cabe indicar que la serie 206 empezó a desarrollarse a partir del Cessna 210, que tenía un tren retráctil, y es conocida por la potencia del motor, amplia cabina y gran capacidad de carga, lo que la hace atractiva para actividades de paracaidismo y fotografía. Además, esta familia de aeronaves tiene la posibilidad de equiparse con flotadores anfibios y esquís, por lo que puede utilizarse en distintas superficies (Brucket y Round, 2010) (Figura 4).

Figura 4

Cessna T206H



Nota. Tomado de Topsispeed (s.f.)

La Cessna T206H tiene un fuselaje semi mono-coque, con ala recta, alta y con un tren de aterrizaje tipo triciclo, es decir que una rueda está debajo del morro con el propósito de amenorar las vibraciones al momento de aterrizar y durante el rodaje, gracias al instrumento de amortiguación que hace parte del sistema de la rueda.

Además, tiene puertas duales en popa para facilitar el acceso de pasajeros y carga, así como un cargo pod en la parte inferior del fuselaje con la finalidad de incrementar la capacidad de carga sin incidir negativamente en la velocidad ni consumo de combustible (Brucket y Round, 2010) (Figura 5).

Figura 5

Cessna T206H con cargo POD



Nota. Aeronave de la compañía

Datos técnicos de la aeronave

- **Tipo:** Aeronave de transporte de carga y pasajeros
- **Tripulación:** 1
- **Pasajeros:** 5
- **Fabricante:** Cessna Aircraft Company
- **Longitud:** 27.9 ft
- **Altura:** 7.35 ft
- **Envergadura del ala:** 36.00 ft
- **Peso máximo en rampa:** 3617 lb
- **Peso máximo en aterrizaje:** 3800 lb

- **Tipo de motor:** Lycoming TIO-540-AJ1A
- **Capacidad de aceite:** 11 cuartos
- **RPM:** 2500 RPM
- **Caballos de fuerza:** 310 HP
- **Capacidad de combustible total:** 92.0 gal + 30 gal en los tanques auxiliares

Descripción del código del motor

El código de motor es el siguiente:

TIO-540-AJ1A

① ② ③

① Prefijos

- T: turboalimentado
- I: inyección de combustible
- O: cilindros opuestos

② Desplazamiento en pulgadas cúbicas

540: desplazamiento en pulgadas cúbicas de los cilindros

③ Sufijos

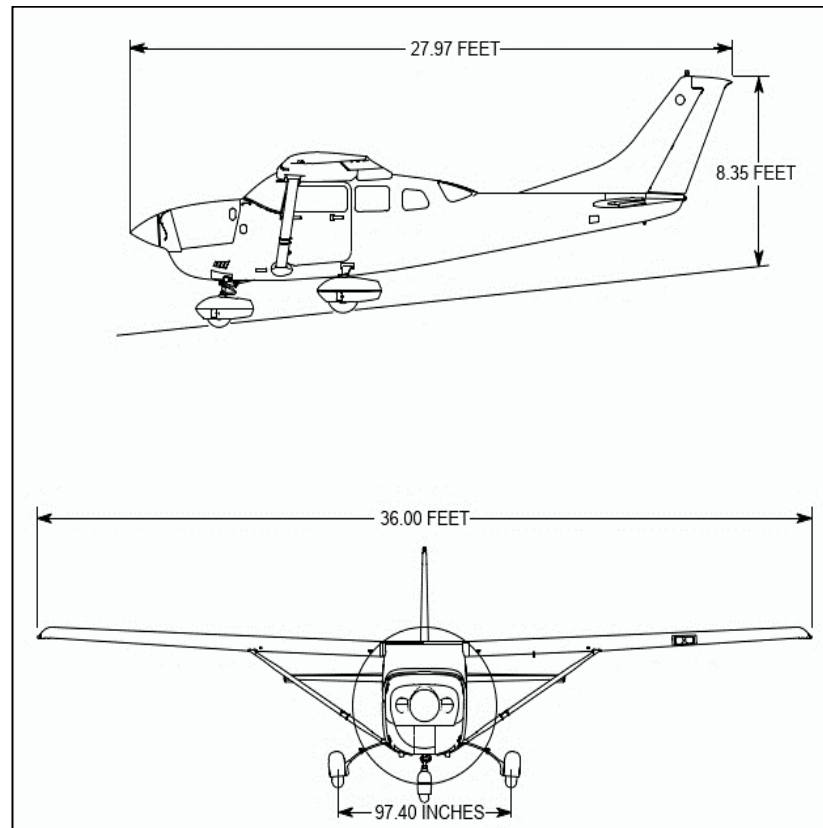
- AJ1A: indica que es un motor enfriado por aire y la sección de la nariz (segundo o tercer carácter).

Dimensiones principales

A continuación, en la Figura 6 está detallada las dimensiones de la aeronave.

Figura 6

Áreas y dimensiones de la aeronave



Nota: Tomado de Textron Aviation (2020)

Motor recíproco

También llamada motor de pistón, se caracteriza por transformar la energía química (combustible) en mecánica. Este motor es muy utilizado en aeronáutica, sobre todo en aeronaves pequeñas, en vista de que otorga la fuerza que las hélices requieren para girar y lograr así el empuje suficiente para propulsar la estructura, el motor recíproco está fundamentado en el ciclo Otto.

Los motores horizontalmente opuestos se conforman por cámaras distribuidas de forma horizontal, situadas en los bordes más alejados y cada una cuenta con dos cilindros enlazados en la cámara de combustión. Además, una gran ventaja es que su dimensión y peso es menor que el de otros motores (Figura 7).

Figura 7

Motor horizontalmente opuesto



Nota. Tomado de Lycoming (s.f.)

Ciclo Otto

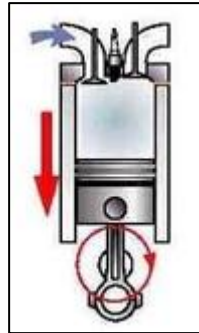
Se considera como tal al conjunto de etapas que suceden en la cámara de los motores de combustión interna: admisión, compresión, explosión y escape, cada una de los cuales son profundizadas a continuación.

- **Admisión**

En esta primera fase, la mezcla ingresa a la cámara de combustión gracias a los cilindros que se desplazan desde el punto muerto superior (PMS) hacia el punto muerto inferior (PMI), para lo cual la válvula de admisión es abierta y la de escape es cerrada (Organos de palencia, 2021) (Figura 8).

Figura 8

Etapa de admisión



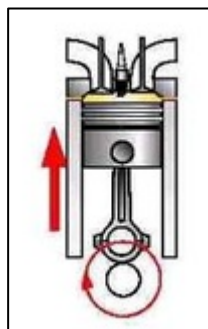
Nota. Tomado de Senseikoche (s.f.)

- **Compresión**

En la etapa de compresión, el cilindro está en el punto muerto inferior (PMI) y la válvula de admisión se cierra (la válvula de escape permanece cerrada). Así, el pistón se eleva, comprime la mezcla y la cámara de combustión amenera el volumen (Hello Auto, s.f.) (Figura 9).

Figura 9

Etapa de compresión.



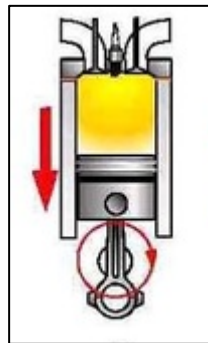
Nota. Tomado de Senseikoche (s.f.)

- **Explosión y expansión**

El pistón está en el PMS, que es el punto más alto, lo que genera una chispa que provoca que la mezcla de aire y combustible se active. Dado que la cámara de combustión aumenta su presión y la temperatura del gas es mayor la temperatura puede alcanzar los 2500 °C, el pistón desciende hacia el PMI. Es durante esta etapa que se establece la fuerza mecánica del motor (Figura 10).

Figura 10

Etapa de explosión



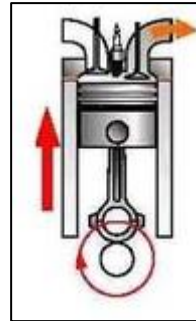
Nota. Tomado de Senseikoche (s.f.)

- **Escape**

Esta fase es la última del ciclo Otto: los gases quemados que están al interior de la cámara de combustión son expulsados al exterior, el pistón asciende hacia el PMS y la válvula de escape se mantiene abierta (Figura 11).

Figura 11

Etapa de escape



Nota. Tomado de Senseikoche (s.f.)

Motor Lycoming TIO-540-AJ1A

El Lycoming TIO-540AJ1A, parte de la serie 540, es un motor de seis cilindros horizontalmente opuestos, con inyección de combustible y un sistema turbo cargador que le facilita a la aeronave tener un techo de 20 mil pies de altura (Lycoming, s.f.) (Figura 12).

Figura 12

Motor Lycoming TIO-540-AJ1A.



Nota. Tomado de Lycoming (s.f.)

Especificaciones técnicas del motor

- **Potencia nominal a 2500 RPM:** 310
- **Número de cilindros:** 6 horizontalmente opuestos
- **Cilindrada:** 541,5 pulgadas cúbicas (8,87 l)
- **Diámetro interior del cilindro:** 5.125
- **Carrera:** 4.375
- **Relación de compresión:** 7.3:1
- **Orden de encendido:** 1-4-5-2-3-6
- **Magneto derecho:** slick modelo No. 6361
- **Magneto izquierdo:** slick Modelo No. 6361
- **Bujías:** 18MM
- **Par de torsión:** 420 pulgadas-libras
- **Juego de balancines de válvulas:** 0.028 to 0.080 inch (0.7 to 2.0 mm)
- **Inyector de combustible:** PAC RSA-10ED1
- **Tacómetro:** accionamiento mecánico
- **Capacidad de aceite:** 11,0 cuartos de galón (10,41 l)
- **Peso del motor:** 529 lbs (239.95 kg)

Sistemas principales del motor

El motor está constituido por nueve sistemas principales:

- Encendido
- Arranque
- Combustible
- Eléctrico
- Lubricación
- Admisión
- Escape
- Disipador de calor
- Control de la hélice

Descripción de los principales sistemas

Sistema de encendido.

El sistema de encendido está conformado por bujías, cables de alta tensión, arnés de encendido, y magnetos slick, elementos que son detallados a continuación.

- **Bujías**

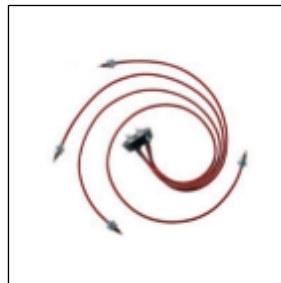
En las aeronaves, las bujías cumplen la función de transmitir el flujo eléctrico del sistema de encendido hacia la cámara de ignición. El proceso consiste en que la energía generada por el magneto es conducida mediante el arnés de arranque a la bujía (que soporta altas temperaturas), en la que es generado un arco eléctrico que enciende el combustible de la cámara (E-fly academy, s.f.) (Figura 13).

Figura 13*Bujía de encendido*

Nota. Tomado de Sportys (s.f.)

- **Cables de alta tensión**

Son arneses de encendido cuya función es conducir la energía eléctrica hasta la bujía para que la aeronave encienda. El extremo grande del arnés está vinculado a los magnetos y los otros a las bujías, y sus cables están aislados por cada cilindro y son capaces de soportar altas temperaturas (Flight Mechanic, s.f.) (Figura 14).

Figura 14*Arnés de encendido*

Nota. Tomado de Aviation Parts (s.f.-a)

- **Magnetos Slick**

Es un componente constituido por imanes y bobinas responsables de generar la corriente eléctrica necesaria para que la chispa encienda la mezcla. Para producir la corriente, un imán gira cerca de una bobina para crear una fuerza magnética que es retenida por la bobina primaria; así, al abrirse los puntos de contacto surge un flujo magnético de alta tensión en la bobina secundaria que obliga a generar una chispa en la bujía para encender la mezcla aire/combustible (Walker, 2019).

Por lo general, las aeronaves cuentan con un magneto izquierdo y derecho como un mecanismo de respaldo en el caso de que uno de ellos falle. Precisamente, debido a la seguridad que tienen se implementan en aeronaves de aviación menor, pues son elementos totalmente independientes de la batería y del sistema eléctrico, por lo que de existir un fallo en cualquiera de ellos aún pueden seguir funcionando (Figura 15).

Figura 15

Magneto



Nota. Tomado de Aircraft Spruce (s.f.-b)

Como lo indica Walker (2019), los magnetos slick son fabricados por Champion Aerospace y tienen la particularidad de que sus piezas sufren un desgaste equitativo.

Sistema de arranque.

El sistema está constituido por un switch de encendido y el arranque, y su función es activar el volante de inercia para que el motor encienda.

- **Switch de encendido**

En las aeronaves de aviación menor el switch de encendido está colocado en el panel de instrumentos y cuenta con cinco posiciones: *off* (apagado), *right* (derecha), *left* (izquierda), *both* (ambos) y *start* (prender). Cuando la llave está en *off* no hay ningún accionamiento y el circuito permanece cerrado, al ubicarse en *right* o *left* el magneto derecho o izquierdo - respectivamente- se activan y suministran corriente a las bujías, pero si se coloca en *both* ambos son accionados. Finalmente, cuando la llave está en la posición de *start*, el motor de la aeronave enciende y la llave regresa automáticamente a *both* (E-fly academy, s.f.) (Figura 16).

Figura 16

Switch de encendido



Nota. Tomado de Aircraft Spruce (s.f.-a)

- **Arranque**

Es el elemento que acciona la aeronave y el más utilizado en motores recíprocos. Cuando la llave está en la posición *start*, el solenoide genera una señal eléctrica que activa el arranque y acciona el cigüeñal para hacer que la inercia entre el motor y la hélice se rompa, dar los giros iniciales y entrar en completo funcionamiento (Figura 17).

Figura 17

Arranque del motor



Nota. Tomado de Aero Expo (s.f.).

Sistema de combustible.

En aeronaves pequeñas que tienen alas altas, el combustible es almacenado en ellas, por lo que hay una válvula selectora que el piloto activa para elegir el tanque de donde será utilizado. En estos casos, el sistema usa la fuerza de gravedad para trasladar el combustible desde los tanques hacia el motor.

Existen dos tipos de sistemas de combustible: por un lado, el de inyección, en el que el combustible ingresa directo a los cilindros y el flujo es regulado mediante un computador para que se mezcle correctamente con el aire; por otro lado, el de carburador, en el que es el encargado de mezclar el aire y combustible para que ingresen a los cilindros en los niveles adecuados (Muñoz, s.f.) (Figura 18 y Figura 19).

Figura 18

Sistema de inyección de combustible



Figura 19

Sistema de inyección por carburador

**Sistema eléctrico.**

Como su nombre lo indica, es el encargo de suministrar energía eléctrica a todos los elementos. El sistema cuenta con un alternador y batería, cuya energía es utilizada para activar el motor y otros sistemas, mientras que el alternador funciona cuando la aeronave está en vuelo y su propósito es proveer energía a los componentes eléctricos y recargar la batería.

Los elementos principales del sistema eléctrico son:

- Batería
- Alternador
- Interruptores
- Cableado eléctrico
- Amperímetro
- Fusibles y circuito breakers

Sistema de lubricación.

Este sistema está conformado por el cárter, la bomba de aceite, filtro y el enfriador de aceite.

- **Cárter**

La base de un motor es el cárter, pues allí están los soportes de los cojinetes en donde gira la varilla motriz o cigüeñal, sirve de apoyo para elementos del interior y exterior del motor y brinda un espacio para almacenar el aceite de engrase. Por esta razón, el cárter debe ser inflexible y sólido con el fin mantener al cigüeñal y sus componentes alineados.

Por otro lado, los depósitos de aceite suelen mantenerse conectados con un sistema de lubricación tipo cárter seco; sin embargo, en el de tipo húmedo, el cárter del motor es utilizado para almacenar el aceite.

Cabe indicar que los depósitos de aceite tienden a fabricarse con un compuesto de aluminio y tienen que ser capaces de resistir las vibraciones, inercia y cargas de líquido (Aeronautics Guide, s.f.) (Figura 20).

Figura 20

Carter



Nota. Tomado de Wilson (2016).

Cada tanque de aceite de un motor alternativo está situado cerca de éste, con una altitud suficiente para garantizar una alimentación por gravedad y necesariamente tiene que contar con un espacio de mínimo 10% del límite del tanque o 0.5 galones.

Además, la tapa de llenado requiere lograr un sellado hermético a fin de que no existan filtraciones de ningún tipo.

- **Bomba de aceite**

La bomba produce la presión suficiente para que el aceite circule por el motor, lubrique sus diferentes partes y regrese a la bomba. Es importante indicar que existen dos engranajes en el interior que giran en sentido contrario para incrementar la presión del aceite (Figura 21).

Figura 21

Bomba de aceite



Nota. Tomado de Pacific Parts (s.f.)

- **Filtro de aceite**

La función de este filtro es retener las impurezas que están en el aceite y evitar así que ingresen al motor, pues de hacerlo pueden causar daños. Está compuesto por una carcasa, un elemento filtrante (que es el componente más importante dado que filtra el aceite y sus partículas) y la válvula de retención (Figura 22).

Figura 22

Filtro de aceite



Nota: Tomado de Aviation Parts (s.f.-b)

- **Oil cooler**

Conocido también en español como enfriador de aceite, es el encargado de mantener la temperatura baja cuando el motor está activo. Este proceso ocurre en el momento en que el aire pasa por las divisiones que hay en el enfriador, conocidas como serpentinas, y así el aceite al estar a temperaturas bajas vuelve al cárter para almacenarse hasta que nuevamente recorrer el motor (Figura 23).

Figura 23

Oil cooler



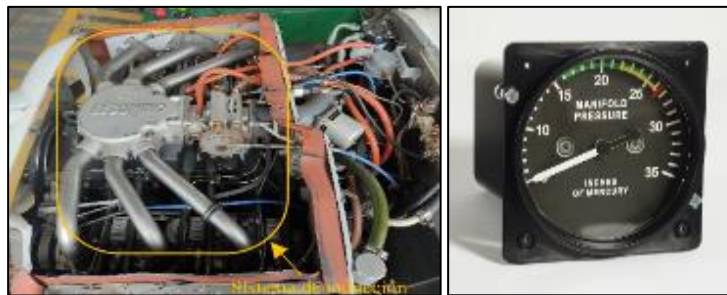
Nota. Aircraft Spruce (s.f.-c)

Sistema de admisión.

Es el responsable de que el aire ingrese al motor para lograr la mezcla con el combustible y producir la combustión en la cámara. El aire entra por la parte frontal del motor, pasa primero por un filtro para retener las impurezas, posteriormente ingresa y el flujo es controlado por el indicador de presión que está en el panel de instrumentos (Aeronautics Guide, s.f.) (Figura 24).

Figura 24

Sistema de inducción balanceada de corriente descendente e indicador de presión



Nota. Tomado de Simkits (s.f.)

Sistema de escape.

Este sistema tiene componentes que se encargan de expulsar los gases quemados que están en el cilindro. En ciertas aeronaves, los gases son utilizados para activar el turbocargador, que produce mayor potencia del motor y permite alcanzar más altitud de vuelo. En estos casos, los gases de escape activan la turbina, por lo que a mayor cantidad más rápido gira la turbina y aumenta la fuerza del motor (Asoc.Pasión por volar, 2021) (Figura 25).

Figura 25

Turbocompresor



Nota. Tomado de Aero Force (s.f.)

Sistema disipador de calor.

Como es lógico, al producirse la quema de la mezcla (aire/combustible) el motor incrementa la temperatura, hecho que podría ocasionar que este proceso sea demasiado rápido, detone la cámara de combustión y los pistones y sus componentes se rompan. Es por ello que el sistema disipador de calor constituye un proceso sustancial para controlar y disminuir la temperatura del motor y está conformado por distintos elementos que son detallados en los siguientes puntos.

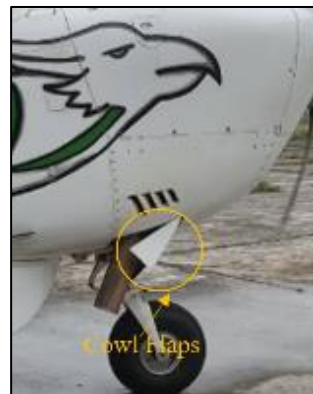
- **Aletas disipadoras de calor y deflectores del cilindro**

El proceso consiste en que los deflectores guíen el aire por las aletas del cilindro para que circule por sus separaciones y que la temperatura disminuya, el aire caliente sale a través de las aberturas que tiene el capo del motor (León, 2010). Por su puesto, es necesario que las aletas sean inspeccionadas regularmente para mantener su óptimo estado y evitar que se rompan, pues de ser así generaría una temperatura excesiva en el cilindro y lo rompería (Flight Mechanic, s.f.) (Figura 26).

Figura 26*Aletas disipadoras de calor*

- **Flaps de capó**

Conocidas en inglés como *cowl flaps*, son entradas pequeñas ubicadas abajo del capó del motor y su función es reducir la temperatura del motor durante el despegue y su funcionamiento. El piloto es el que las acciona con los controles mecánicos o eléctricos que están en la cabina: cuando las abre, la corriente de viento del capó aumenta, pero deben permanecer cerradas durante el viaje, la caída en picado y el aterrizaje (Tallman, 2017) (Figura 27).

Figura 27*Cowl Flaps*

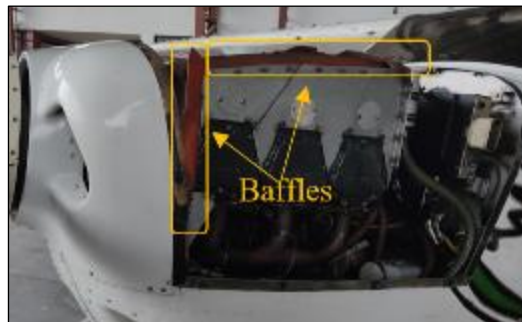
Nota. Los cowl flaps son incorporados en motores que producen una gran cantidad de calor y cuando el capó es muy cerrado para disminuir la resistencia.

- **Deflectores del motor**

Los *baffles* son elementos ubicados en motores recíprocos con el fin de reducir la temperatura, pues lo que hacen es dirigir el aire sobre el motor y crear un flujo por todas sus partes, de tal manera que al finalizar el proceso el aire sale de la aeronave a través de las aberturas. Los deflectores nuevos pueden identificarse de color naranja, mientras que los desgastados suelen ser negros y muy susceptibles a romperse (Tallman, 2018) (Figura 28).

Figura 28

Baffles



- **Sensor de temperatura de gases de escape (EGT)**

El EGT mide la temperatura de los gases de combustión generados por la quema de aire/combustible, la cual varía en proporción con la cantidad de combustible y aire que ingresa al motor (Figura 29).

Figura 29

Sensor de la temperatura de gases de escape



- **Sensor de la temperatura de la cabeza del cilindro (CHT)**

La función del CHT es medir la temperatura de la cabeza del cilindro mediante un termopar tipo bayoneta que está conectado al cilindro. Este sensor tiene dos tipos de metales, de tal manera que si la temperatura es diferente de ellos envía una corriente por los cables hasta el indicador y la señal es interpretada en grados.

Por su puesto, es importante inspeccionar el termopar para evitar que envíe datos equivocados al indicador (Flight mechanic, s.f.) (Figura 30).

Figura 30

Sensor CHT



Nota: Tomado de Pilotshop (s.f.)

Sistema de control de la hélice.

Para controlar la hélice desde la cabina existe una palanca de color azul que permite aumentar la eficiencia; entonces, al moverla, las revoluciones por minuto cambian y pueden visualizarse en el tacómetro. Además, el piloto también controla la potencia con el acelerador que es monitoreada mediante el manómetro del colector.

Para cambiar el paso de la hélice el piloto lo hace mediante el gobernador, el cual modifica la presión del aceite y produce compresión o descompresión en el resorte del regulador.

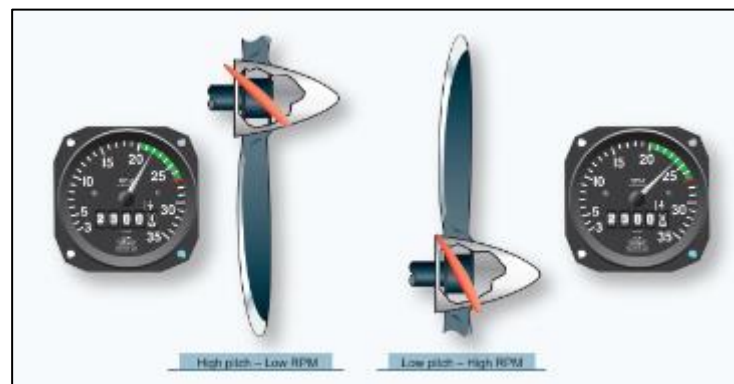
- **Hélice McCauley de paso variable**

Una hélice de paso variable le permite al piloto elegir la velocidad de la hélice y el motor, a fin de que el funcionamiento sea eficiente. El paso cambia al utilizar el aceite de motor, que es controlado por el regulador de la hélice; además, en el sistema de velocidad constante, el paso aumenta con la presión del aceite (McCauley, s.f.-a).

El paso de la hélice es ajustado a través de la palanca de control, con la cual se establece si es largo o corto. En el primer caso, el ángulo de ataque es más amplio y la resistencia inducida es mayor; en consecuencia, las revoluciones en la hélice disminuyen y la potencia del desarrollo del motor también, por lo que es utilizado para vuelos crucero. Cuando el paso es corto, el ángulo de ataque y la resistencia inducida es menor, lo que genera que la hélice gire más rápido y la potencia del motor aumente, por lo que es utilizado para el despegue y ascenso de la aeronave (Muñoz, s.f.) (Figura 31).

Figura 31

Hélice de paso variable



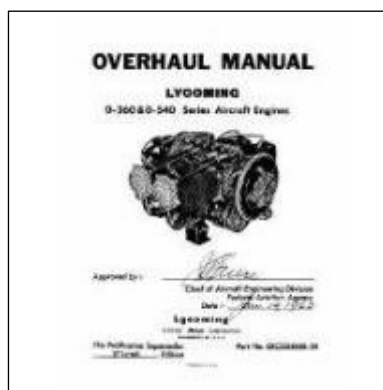
Nota. Tomado de International Virtual Aviation Organisation (2021).

Tiempo entre inspecciones (TBO)

El *overhaul* es el proceso que se aplica para que un componente que cumplió con un determinado tiempo de vida sea restituido a su estado operable y con cero horas, gracias a su reparación, revisión y mantenimiento. El overhaul es efectuado de acuerdo las especificaciones del fabricante, por lo que lograr este certificado avala el proceso de desmontaje, limpieza, inspección, reparación y prueba (Figura 32).

Figura 32

Manual de Overhaul



Nota. Tomado de Aircraft Maintenance (s.f.)

El componente más caro de una aeronave es el motor, y su vida útil es conocida como TBO (*time between overhaul*). Entonces, el TBO indica el número de horas que deben cumplirse antes de que se requiera revisarlo y varía según el tipo de motor: en motores recíprocos suele ser entre 1.200 y 2 mil horas (Lycoming, 2020), mientras que en los de reacción o turbohélices el tiempo del TBO puede ir de 3 mil a 5 mil horas. Es así que al alcanzar el tiempo recomendado por el fabricante, el motor es desmontado, las piezas inspeccionadas y remplazadas, a fin de reducir el deterioro, la corrosión de componentes metálicos y no metálicos y el desgaste de mangueras y cañerías (Jensen, 2012).

Tecele tipo pórtico

Los equipos de elevación de carga son necesarios para trabajos que requieren mover elementos cuyo peso es significativo, pues de esta manera se logra mayor eficiencia y seguridad para quienes están involucrados en la actividad. En ese sentido, el tecele de tipo pórtico es una herramienta utilizada generalmente en empresas pequeñas, cuya operación implica mover cargas no muy elevadas y puede incorporar accionamiento eléctrico o manual (Figura 33).

Figura 33

Tecele tipo pórtico



Nota. Tomado de Lextral (s.f.)

Capítulo III

Desarrollo del tema

Estado de la aeronave

La aeronave Cessna T206H alcanzó 2 mil horas de vuelo, tiempo que de acuerdo al service letter No. 1009BE (Lycoming, 2020) es requerido para el motor Lycoming TIO-540-AJ1A sea enviado a overhaul.

Información de desarrollo de la herramienta

Para construir el tecele se obtuvo información de Klever Saldariaga, jefe de mantenimiento, quien indicó cuál es la forma que debe tener y el peso que tiene que soportar la estructura (Anexo A).

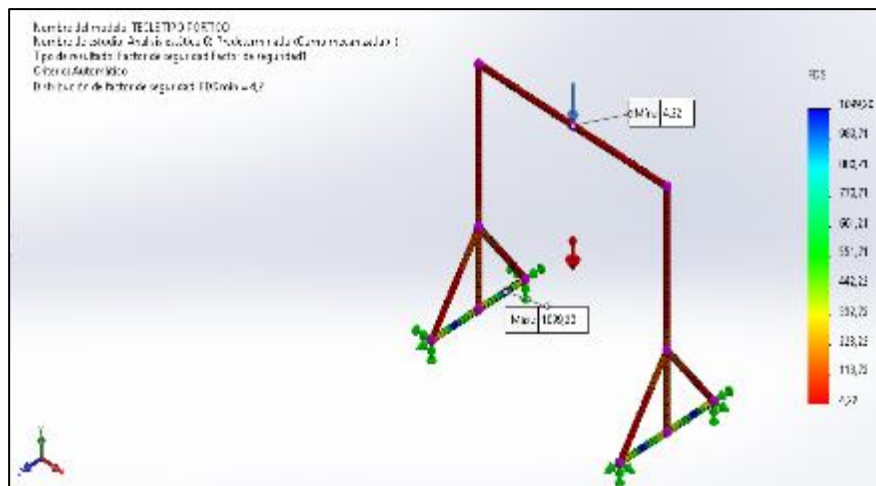
Proceso de construcción del tecele tipo pórtico

Simulación de la herramienta en el software de simulación SolidWorks

El diseño fue realizado en el software de simulación SolidWorks, dado que permite calcular la tensión, desplazamientos y factor de seguridad, datos fundamentales para la construcción de la estructura. Entonces, en primera instancia se hizo un croquis 3D (Anexo B); posteriormente, se asignó la medida de la herramienta, el tipo y calidad del material: tubo cuadrado de 75x75x4 cm SAE J403 Grade 1008. Para la simulación fue aplicada una carga de 2353.10 N (239.95 kg), con la que pudo lograrse un factor de seguridad de 4.22 (Anexo C), cifra que determina que el tecele pórtico es capaz de soportar el peso del motor de la aeronave (Figura 34).

Figura 34

Análisis de la herramienta según el factor de seguridad



Materiales y herramientas utilizadas

Para la construcción del teclado tipo pórtico fue necesario utilizar el material y herramientas detallados en la Tabla 1 y Tabla 2. La calidad del material que se utilizó es SAE J 403 1008 (Anexo D).

Tabla 1

Descripción de materiales utilizados

Tipo	Descripción	Cantidad
Tubo cuadrado	Perfil Tubo Industrial cuadrado 75x75x4.0 x 6m	3
Electrodos	Varilla metálica para proceso de soldadura	8 kg
Base anticorrosivo	Sustancia utilizada que impide la oxidación	2 L
Pintura	Sustancia utilizada que da color al material	2 L
Lija	Papel lija material utilizado para retirar restos de metal u oxido	1 m
Disco de corte	Disco utilizado para realizar cortes de metal	1

Tabla 2*Descripción de herramientas utilizadas*

Tipo	Descripción	Cantidad
Software de simulación	Software asistido por computadora	N/A
Flexómetro	Herramienta de medición	1
Marcador	Instrumento de escritura	2
Martillo	Herramienta de golpe	1
Escuadra	Herramienta de medición	1
Amoladora	Herramienta eléctrica	1
Soldadura	Herramienta eléctrica	1
Taladro	Herramienta eléctrica	1
Brocas	Herramienta metálica de corte	2
Cinzel	Herramienta manual	1

Por otro lado, el equipo de protección personal (EPP) utilizado está detallado en la Tabla 3.

Tabla 3

Equipo de protección personal

Tipo	Descripción	Cantidad
Overol	Ropa de protección	1
Zapatos punta de acero	Equipo de protección del pie ante accidentes	1
Gafas protectoras	Equipo de protección para evitar el ingreso de limallas a los ojos	2
Mascara de soldar	Equipo de protección de cara y ojos en soldadura	1
Guantes	Equipo de protección entre la mano y agentes externos	1
Protectores auditivos	Equipo de reducción de ruido	1
Mascara con filtro	Equipo de protección que evita respirar partículas de pintura	1

Corte y unión del material

El corte del material fue realizado en función de las medidas establecidas.

Posteriormente, se procedió a unir cada elemento mediante la suelda por arco, con electrodos 6011 y 7018, debido a su rápida fusión y gran resistencia (Figura 35 y 36).

Figura 35

Corte del material



Figura 36

Unión del material



Proceso de lijado y pintura

Para finalizar, se lijaron las superficies soldadas para lograr una textura lisa, aplicar una base anti corrosiva y pintura a fin de que el tecele no tenga un deterioro rápido (Figura 37 y 38).

Figura 37

Aplicación de protector anticorrosivo



Nota. Se aplicó una base anticorrosiva de uso industrial apta para este tipo de material para prevenir del deterioro del tubo.

Figura 38

Herramienta terminada



Al terminar la construcción se realizó la entrega a la compañía Aero Sarayaku S.A. con su ficha técnica y sus respectivos manuales (Anexo E).

Herramientas utilizadas para el desmontaje de motor

Para desmontar el motor Lycoming TIO-540-AJ1A, fue necesario utilizar herramientas de golpe, corte, eléctricas, manuales y quipo de izaje:

- Tecele manual
- Tecele tipo pórtico
- Fajas
- Soportes para el peso en cola
- Juego de llaves en milímetros y pulgadas
- Juego de destornilladores planos y estrellas
- Juego de dados en milímetros y pulgadas

- Pinzas de corte
- Playo
- Martillo de goma y metal
- Recipientes para el aceite

Desmontaje del motor

El desmontaje del motor fue ejecutado de acuerdo a los pasos establecidos en el manual de mantenimiento de la aeronave Cessna T206H (Anexo F), que determina la manera de retirar, aflojar y desconectar cada componente.

Posición de interruptores en posición de apagado

Todos los interruptores de la cabina fueron colocados en posición de apagado, incluida la válvula de cierre (Figura 39 y 40).

Figura 39

Interruptores en posición de apagado



Figura 40

Válvula de cierre en posición de apagado



Remoción de capotas

Para desmontar el motor era necesario retirar las capotas (capo del motor) para acceder a sus componentes y ejecutar los pasos estipulados en el manual (Figura 41).

Figura 41

Remoción de capotas



Desconexión de los cables de la batería

En primera instancia, se identificó el cable positivo y negativo para luego proceder a aflojar la tuerca que los sujetaba y retirarlos (Figura 42).

Figura 42

Desconexión de los cables positivo y negativo de la batería



Remoción de la abrazadera c

La abrazadera C, ubicada en el conducto flexible que va a al morro, fue removida en conjunto con la abrazadera que sujeta el conducto de inducción turbocompresor. Para este proceso se utilizó destornillador estrella y una llave mixta de 3/8 pulgadas (Figura 43).

Figura 43

Remoción de la abrazadera del conjunto de inducción



Remoción de la hélice

- **Remoción de tuercas**

En primer lugar, era necesario remover los alambres de frenado de las tuercas para tener espacio suficiente y acceder a las tuercas que sujetan la hélice al soporte de la corona de arranque al motor (Figura 44).

Figura 44

Tuercas de sujeción al soporte



- **Desmontaje de la hélice**

Al retirar las tuercas, se desmontó la hélice con pequeños movimientos aleatorios. Una vez afuera, la hélice fue colocada en un soporte (Figura 45).

Figura 45

Remoción de la hélice



Nota. Se colocó un recipiente debajo de la separación del conjunto de la hélice y del motor para evitar que el aceite se esparza por el piso y otros componentes.

Desconexión de los cables p de los magnetos

Se ubicaron los cables del magneto y fueron desconectados con la ayuda de las llaves mixtas de 7/8 y 7/16 pulgadas, como puede apreciarse en la Figura 46.

Figura 46

Desconexión de cables del magneto



Remoción del regulador de la hélice

Para quitar el regulador de la hélice era necesario remover las arandelas y tuercas que lo sujetaban, proceso que fue ejecutado con una llave mixta de 1/2 pulgada. Para retirar el cable que controla el gobernador se sacaron los tornillos, arandelas, tuercas y pin de seguridad (Figura 47).

Figura 47

Remoción del regulador de la hélice



Desconexión de la sonda EGT y TIT

Se identificaron las sondas EGT (temperatura de los gases de escape) y TIT (temperatura de la entrada de la turbina) para desconectarlas con la ayuda de un destornillador plano. El proceso merecía de bastante precaución para evitar dañarlas, como puede observarse en la Figura 48 y 49.

Figura 48

Desconexión de la sonda EGT



Nota. Se utilizó un destornillador plano para aflojar la abrazadera.

Figura 49

Desconexión de la sonda TIT



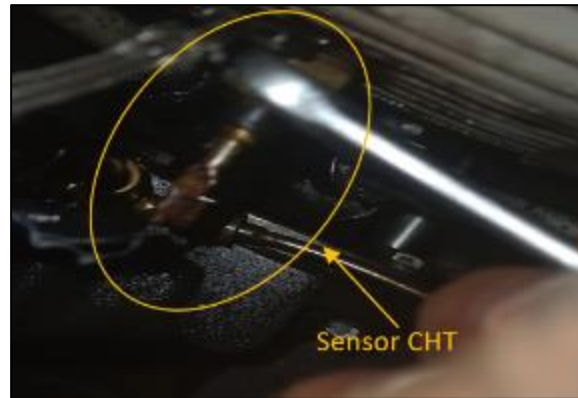
Nota. Se utilizó un destornillador plano para aflojar la abrazadera.

Desconexión de la sonda CHT

Posteriormente, la sonda de CHT (temperatura de la cabeza de los cilindros) fue retirada con el apoyo de una llave mixta de 1/2 pulgada (Figura 50).

Figura 50

Desconexión de la sonda CHT



Nota. El motor cuenta con 5 sensores digitales y un sensor analógico ubicado en el cilindro 3.

Desconexión de la línea de salida de combustible en el filtro de combustible

Para desconectar la línea de salida de combustible, ubicada en el filtro de combustible, se utilizó una llave mixta de 1/2 pulgada. Este proceso requirió de mucho cuidado para evitar ejercer una fuerza excesiva en la línea que podría ocasionar su rompimiento, tal como muestra la Figura 51.

Figura 51

Desconexión de la línea de combustible

***Desconexión los cables del acelerador y de la mezcla***

Una vez ubicados los cables del acelerador, fueron desconectados de los soportes de fijación, para lo cual se retiraron tornillos, arandelas y tuercas, como puede visualizarse en la Figura 52 y 53.

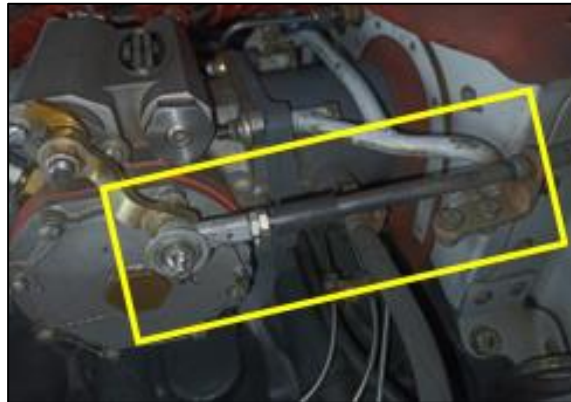
Figura 52

Desconexión del cable de la mezcla



Figura 53

Cable de control de potencia

***Desconexión de los conductos de aceite***

Debido a que la aeronave tiene un turbocompresor, se desconectó los conductos de aceite del conjunto del regulador con una llave mixta de 7/8 pulgadas. Cabe indicar que los conductos fueron tapados con tapones plásticos (Figura 54).

Figura 54

Conductos de aceite



Desconexión de las líneas de drenaje y los tubos de ventilación

Una vez identificada la línea de drenaje de combustible se procedió a desconectarla con una llave mixta de 7/8 pulgadas, tal como lo expone la Figura 55.

Figura 55

Desconexión de las líneas de drenaje



- **Desconexión del conducto de ventilación**

Las abrazaderas que sujetaban el conducto de ventilación fueron retiradas con la ayuda de un destornillado plano, como puede verse en la Figura 56.

Figura 56

Línea de drenaje



Desconexión de las líneas de vacío de la pared de fuego

Las líneas estaban ubicadas en la pared de fuego. Para retirarlas, primero debía aflojarse la abrazadera con un destornillado plano, como lo muestra la Figura 57.

Figura 57

Desconexión de la línea de vacío



Desconexión de la línea de presión del múltiple

La línea estaba ubicada en la pared de fuego y, en este caso, fue necesario utilizar una llave mixta de 1/2 pulgada para poder desconectarla (Figura 58).

Figura 58

Ubicación de la presión del múltiple



Desconexión de la línea de presión del múltiple

Como siguiente paso, era necesario retirar la línea de presión del múltiple, ubicada en el turbocompresor, con el apoyo de una llave mixta de 1/2 pulgada (Figura 59).

Figura 59

Línea de presión del múltiple



Remoción de las abrazaderas del accionamiento tacómetro

En vista de que la aeronave es con aviónica estándar, se retiró la abrazadera del cable de accionamiento del tacómetro ubicada en la zona del motor. Además, tuvo que desconectarse el cable del tacómetro que está en la parte trasera de la caja de accesorios (Figura 60).

Figura 60

Ubicación del cable de tacómetro

***Desconexión de los cables del motor***

Los cables del motor estaban asegurados con bridas de plástico y abrazaderas. Entonces, para retirar las bridas fue utilizada una pinza de corte y para las abrazaderas un destornillador estrella (Figura 61).

Figura 61

Cables eléctricos



Desconexión de los cables del motor de arranque y del alternador

Para desmontar el motor de arranque y alternador tuvo que desconectarse los cables que iban sujetos a los componentes y los respectivos pernos, tuercas y arandelas. Este proceso requirió una llave mixta de 1/2 pulgada y una pinza para cortar el alambre de frenado del alternador (Figura 62 y 63).

Figura 62

Motor de arranque



Figura 63

Cables de conexión al alternador

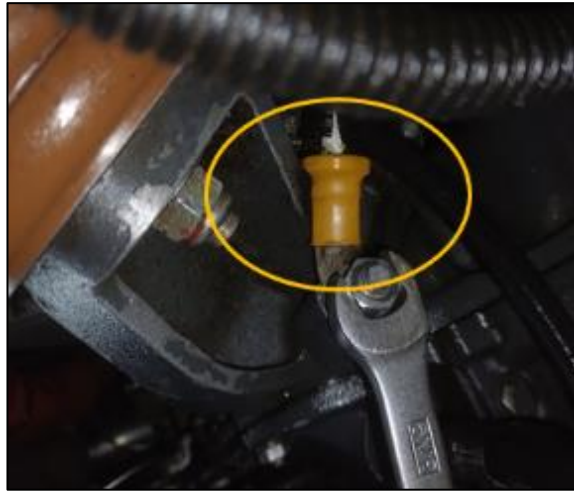


Desconexión del cable a tierra del motor

Con una llave mixta de 9/16 se aflojó la tuerca que sujeta el cable al cárter del motor, el cual era ubicado en la pared de fuego (Figura 64)

Figura 64

Cable a tierra del motor

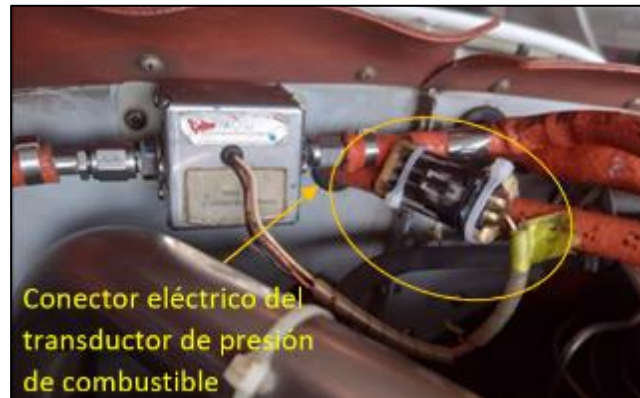


Desconexión del transductor de presión de combustible

El conector eléctrico fue desconectado del transductor de presión de combustible, para lo cual fue necesario utilizar una pinza de corte para retirar las bridas plásticas, tal como está expuesto en la Figura 65.

Figura 65

Conector eléctrico del transductor de presión de combustible



Desconexión del interruptor de baja presión de aceite

Una vez ubicado el conector del interruptor de baja presión de aceite que salía de la pared de fuego, fue retirado con la mano al aplicar un poco de fuerza. Además, con una pinza pudo quitarse una brida de plástico que sujetaba los cables (Figura 66)

Figura 66

Interruptor de baja de presión de aceite



Desconexión del transductor de presión de aceite

Se desconectó el transductor de presión de aceite que estaba localizado en la pared de fuego. También, tuvo que retirarse una brida que sujetaba el cable (Figura 67)

Figura 67

Transductor de presión de aceite



Desconexión del terminal eléctrico del sensor de temperatura de aceite

Como siguiente paso, fue necesario desconectar el terminal eléctrico del sensor de temperatura de aceite, para lo cual se utilizó una llave mixta de 3/8 pulgadas. Este procedimiento se hizo con precaución para evitar aplicar demasiada fuerza y dañarlo (Figura 68).

Figura 68

Terminal eléctrica del sensor de temperatura de aceite



Colocación del soporte para evitar el peso en cola

Al desmontar el motor, el peso de la cola es superior y la aeronave tiende a inclinarse para atrás. Para evitar esta situación se colocó un soporte debajo de la cola para mantener la estructura en posición horizontal, como es posible visualizar en la Figura 69.

Figura 69

Soporte para evitar peso en la cola



Sujeción y elevación del motor

Se colocó el teclé a la estructura y la eslinga que sujeta al motor fue puesta en el gancho. Después, se retiraron los pernos de los soportes de amortiguación del motor y empezó el proceso de desmontaje (Figura 70-72).

Figura 70

Sujeción de la eslinga al motor

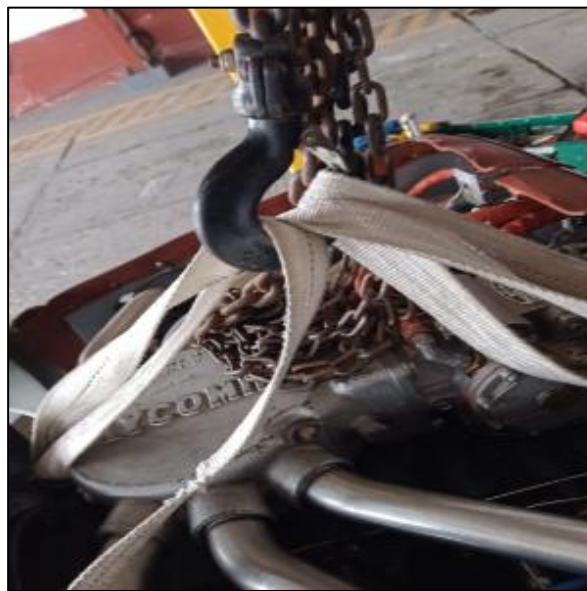


Figura 71

Soportes de amortiguación



Nota. los pernos de sujeción de los soportes de amortiguación del motor fueron retirados con una llave mixta de 5/8 pulgadas.

Figura 72

Inicio de elevación del motor



Para el desmontaje del motor se recopiló información del manual de mantenimiento y del IPC (catálogo de partes ilustradas). El proceso fue realizado de acuerdo a los pasos estipulados en el ATA 71 (Power Plant), sección A, parte 1 y 2, de prácticas de mantenimiento del motor del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna T206H (Textron Aviation, 2020). Se utilizaron diferentes herramientas manuales, por ejemplo el tecele tipo pórtico que agilizó la elevación y movimiento del motor.

Evaluación del proceso de desmontaje

Para evaluar el proceso de desmontaje del motor se aplicó una encuesta de seis preguntas (Tabla 4) a los técnicos y personal de la compañía que fueron parte del proceso, lo que permitió corroborar que el desmontaje cumplió con los parámetros establecidos y que la herramienta implementada agilizó de manera contundente la tarea de mantenimiento.

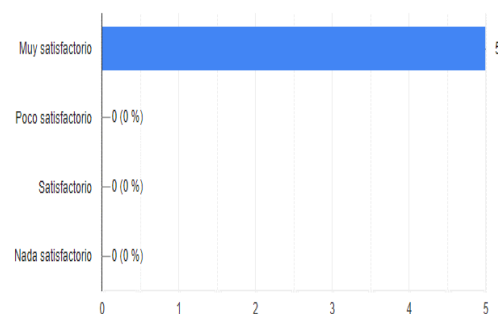
Tabla 4

Encuesta

Pregunta	Respuesta	Análisis
¿La herramienta implementada para el proceso de desmontaje del motor presenta facilidad de manipulación?	Muy satisfactorio: 5 (80%) Poco satisfactorio: 1 (20%) Satisfactorio: 0 Nada satisfactorio: 0	<p>A horizontal bar chart with a white background and light gray grid lines. The x-axis is labeled from 0 to 4. The y-axis lists four categories: 'Muy satisfactorio', 'Poco satisfactorio', 'Satisfactorio', and 'Nada satisfactorio'. The bars are blue. The 'Muy satisfactorio' bar extends to 4 and is labeled '4 (80%)'. The 'Poco satisfactorio' bar extends to 1 and is labeled '1 (20%)'. The 'Satisfactorio' and 'Nada satisfactorio' bars are at 0 and labeled '0 (0%)'.</p>

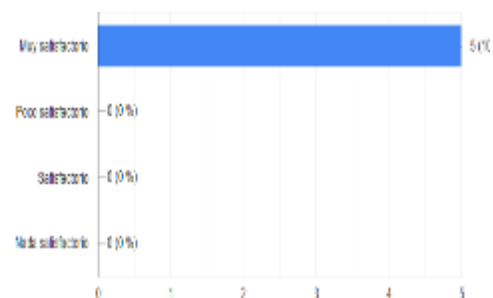
¿La implementación del tecla tipo pórtico para el desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A facilito la tarea de mantenimiento?

Muy satisfactorio: 5
(100%)
Poco satisfactorio: 0
(0%)
Satisfactorio: 0
Nada satisfactorio: 0



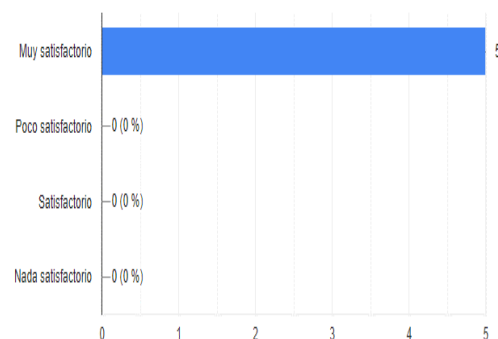
¿La herramienta implantada permitió realizar con seguridad el desmontaje mejorando los procedimientos dentro del área de mantenimiento?

Muy satisfactorio: 5
(100%)
Poco satisfactorio: 0
(0%)
Satisfactorio: 0
Nada satisfactorio: 0



¿Para proceder con el izaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A se verifico que líneas de combustible, cables eléctricos y líneas de aceite hayan sido correctamente retirados con el fin de evitar algún accidente ?

Muy satisfactorio: 5
(100%)
Poco satisfactorio: 0
(0%)
Satisfactorio: 0
Nada satisfactorio: 0



¿Durante el proceso de desmontaje del motor se aseguró de utilizar herramientas apropiadas y en buen estado con la finalidad de no dañar pernos o componentes?

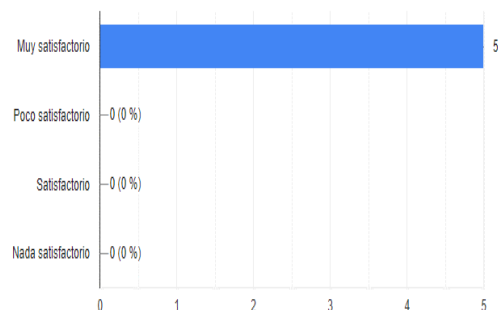
Muy satisfactorio: 5
(100%)

Poco satisfactorio: 0

(0%)

Satisfactorio:0

Nada satisfactorio



El motor Lycoming TIO-540-AJ1A al ser un componente de gran tamaño y peso hace que sea difícil de manipular. ¿Usted cree que al implementar esta herramienta el trabajo será más seguro, fácil de manipular y trasladar?

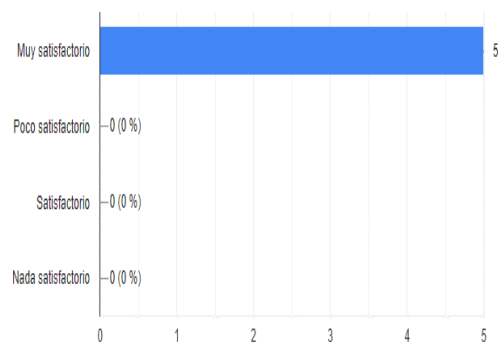
Muy satisfactorio: 5
(100%)

Poco satisfactorio: 0

(0%)

Satisfactorio:0

Nada satisfactorio: 0



Capítulo IV:

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se recopiló la información técnica del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna T206H, emitido por el fabricante, en el que están establecidos los pasos que deben ejecutarse para el desmontaje del motor Lycoming TIO540-AJ1A.
- El desmontaje del motor de la aeronave Cessna T206H, perteneciente a la compañía Aero Sarayaku S.A., fue realizado de acuerdo a los pasos estipulados en el manual ATA 71 (Power Plant), sección 1 y 2, parte A.
- Dentro del proceso se construyó un teclé tipo pórtico de accionamiento manual para facilitar la elevación y movimiento del motor, reducir el tiempo de ejecución y tener mayor seguridad para los operarios.
- Al terminar el mantenimiento se aplicó una encuesta a los técnicos y personal de la compañía con la finalidad de evaluar el proceso de desmontaje del motor y la implementación de la herramienta. Así, pudo corroborarse que el procedimiento fue realizado adecuadamente y la implementación de la herramienta facilitó y disminuyó el tiempo de la tarea de mantenimiento.

Recomendaciones

- Es importante contar con documentación técnica actualizada: manuales, fichas técnicas y otros, a fin de que el mantenimiento sea siempre realizado en función de lo que establece el fabricante.
- Es necesario que el desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A se apegue estrictamente a los pasos y recomendaciones del fabricante para no poner en riesgo la integridad de los componentes del motor.
- Al manipular el tecele tipo pórtico es importante que esté en un terreno plano, libre de sustancias que puedan causar movimiento, que las garruchas estén correctamente bloqueadas y no superar la carga máxima de elevación.
- Al culminar el desmontaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A es necesario realizar una inspección visual en busca de herramientas u otros posibles elementos que se hayan quedado en el motor, antes que sea almacenado y enviado a overhaul.

Bibliografía

Aero Expo. (s.f.). *Motor de arranque para avión de línea.*

<https://www.aeroexpo.online/es/prod/sky-sky-tec/product-186528-41329.html>

Aero Force. (s.f.). *Turbochargers.* Recuperado el 27 de abril de 2022 de

<https://aeroforce.aero/wp-content/uploads/2017/06/products-turbocharger.png>

Aeronautics Guide. (s.f.). *Aircraft Reciprocating Engine Induction Systems.*

<https://www.aircraftsystemstech.com/2017/04/aircraft-engine-induction-and-exhaust.html>

Aeronautics Guide. (s.f.). *Aircraft Reciprocating Engine.*

<https://www.aircraftsystemstech.com/p/reciprocating-engines-designand.html>

Aircraft Maintenance. (s.f.) *Lycoming Overhaul Manual 60298-3 O-360 & O-540 Series.*

Recuperado el 1 de junio de 2022 de

<https://aircraftmaintenancemanuals.com/product/lycoming-overhaul-manual-60298-3-o-360-o-540-series/>

Aircraft Spruce. (s.f.-a). *Acs keyed ignition switch and lock sets.*

<https://www.aircraftspruce.com/catalog/elpages/igswitches2.php>

Aircraft Spruce. (s.f.-b). *Champion new 6300 series slick magnetos*

<https://www.aircraftspruce.com/catalog/eppages/slickmag6300.php>

Aircraft Spruce. (s.f.-c). *Meggitt troy oil coolers.* Recuperado el 22 de abril de 2022 de

<https://www.aircraftspruce.com/catalog/eppages/stewarnercooler.php>

Asoc. Pasión por volar. (28 de febrero de 2021). *Sobrealimentadores y turboalimentadores en la aviación.*

<https://www.pasionporvolar.com/sobrealimentadores-y-turboalimentadores-en-la-aviacion/>

Aviation Parts (s.f.-b). CH48108-1, filtro de aceite enroscable champion AA48108-2.

<https://www.aviationpartsinc.com/wp-content/uploads/2020/05/CH48103-1.jpg>

Aviation Parts. (s.f.) *KA11878E arnés Kelly Ignition con codo.*

<https://www.aviationpartsinc.com/es/LOS-PRODUCTOS/Ka11878e-Arn%C3%A9s-de-encendido-Kelly-con-codo/>

Brucket, D. y Round, O. (2010). *Cessna 206 training manual*. Recuperado el 15 de mayo de

2022 de http://www.aeroelectric.com/Reference_Docs/Cessna/cessna-misc/Cessna_C206-Model-History_RSV-Training-Manuals_2011.pdf

E-fly academy. (s.f.). *Sistema de ignición* . <https://www.eflyacademy.com/single-post/sistema-de-ignicion>

E-fly academy. (s.f.). *Operación del encendido*. <https://www.eflyacademy.com/single-post/sistema-de-ignicion>

Flight Mechanic. (s.f.). *High-Tension Magneto System Theory of Operation-Ignition Harness*.

<https://www.flight-mechanic.com/high-tension-magneto-system-theory-of-operation-ignition-harness/>

Flight Mechanic. (s.f.). *Engine Cylinder Cooling Fin Inspection*.

<https://www.flight-mechanic.com/engine-cylinder-cooling-fin-inspection/>

Flight Mechanic. (s.f.). *Cylinder Temperature Indicating Systems*.

<https://www.flight-mechanic.com/cylinder-temperature-indicating-systems/>

Compression. (s.f.). *Hello Auto*.

<https://helloauto.com/glosario/compresion#:~:text=En%20un%20motor%20de%20cuatro,su%20temperatura%20y%20su%20presión.>

International Virtual Aviation Organisation. (2021). *Propeller Pitch Angle-FAA Airplane Flying*

Handbook. https://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=File:Pitch_Angle.png

Jensen,M. (2012). *The most bang for the bucks -part 1: pt6a engine tbo and hsi scheduling*.

PT6 Nation.

<https://www.pt6nation.com/en/community/story/the-most-bang-for-the-bucks-pa/>

León, D. (2021). *Refrigeración del motor de un avión*. Aprendamos aviación.

<https://www.aprendamos-aviacion.com/2021/09/41-refrigeracion-del-motor-de-un-avion.html>

Lextral. (s.f.). *PR500 Pórtico rodante*. <https://lextral.com/project/410-pr500-portico-rodante/>

Lycoming. (24 de Abril de 2020). *Service Instruction*.

<https://www.lycoming.com/sites/default/files/SI1009BE%20TBO%20Schedule.pdf>

Lycoming. (s.f.). [TIO-540-AJ1A]. https://www.lycoming.com/sites/default/files/series-engine-540_0.png

McCauley. (s.f.-a) *Propeller system technology guide*. <https://mccauley.txtav.com/->

[/media/mccauley/files/mccauleytechguide.ashx?la=en&hash=FCF71880DA80672E0A29939FCF2DE86897F5C3D7](https://mccauley.txtav.com/-/media/mccauley/files/mccauleytechguide.ashx?la=en&hash=FCF71880DA80672E0A29939FCF2DE86897F5C3D7)

McCauley. (s.f.-b). *Propellers*. Recuperado el 2 de mayo de 2022 de

<https://mccauley.txtav.com/en/products-overview>

Muñoz, M. (s.f.). *Sistemas funcionales. Sistema Propulsor (Hélice)*. Manual de vuelo.

Recuperado el 19 de Junio de 2022 de https://manualvuelo.es/3sifn/32_helic.html

Muñoz, M. (s.f.). *Sistema de combustible*. Manual de vuelo.

https://manualvuelo.es/3sifn/36_comb1.html

Organos de palencia. (23 de diciembre de 2021). *¿Qué ocurre en el tiempo de admisión del motor?*

<https://organosdepalencia.com/biblioteca/articulo/read/25719-que-ocurre-en-el-tiempo-de-admision-del-motor>

Pacific Parts. (s.f.). [Oil Pump, 8mm Stud, 26mm Gear, Flat]. Recuperado el 10 de abril de 2022 de

<https://img.tineye.com/result/5e913c95a88c3030bd032e18e1dfffb033d2eefdd0a50669309b18c502f15a1e1-59?size=160>

- Pilotshop. (s.f.). *Alcor-86251-cht thermocouple*. Recuperado el 10 de mayo de 2022 de <https://pilotshop.rs/alcor-86251-cht-thermocouple.html>
- Sarayaku. (s.f.). *Aero Sarayaku surcando cielos de la selva viva*. Recuperado el 12 de abril de 2022 de <https://sarayaku.org/aero-sarayaku-servicio-aereo-de-la-amazonia-ecuatoriana/>
- Senseikoche. (s.f.). [Cuatro tiempos del ciclo Otto]. <http://www.senseikoche.com/uploads/2/6/6/1/26619134/5060713.jpg>
- Simkits. (s.f.). *R22/R44 Manifold Pressure Gauge*. Recuperado el 22 de abril de 2022 de <https://www.simkits.com/product/r22r44-manifold-pressure-gauge/>
- Sportys. (s.f.). [Champion aircraft spark plugs]. Recuperado el 10 de abril de 2022 de https://www.sportys.com//media/catalog/product/cache/aa1e99c7c52b59ff91c9edb49f6532be/1/5/15732_3.jpg
- Tallman, J. (1 de noviembre de 2017). *How it works: cowl flaps keeping things cool under the hood*. Aopa. <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2017/november/flight-training-magazine/how-it-works-cowl-flaps>
- Tallman, J. (1 de julio de 2018). *How it works: engine baffles directing airflow like a pro*. Aopa. <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2018/july/flight-training-magazine/how-it-works-engine-baffles>
- Textron Aviation. (2018). *Model 206 (series 1998 and on) illustrated parts catalog Cessna*. <https://support.cessna.com/docs/custsupt/cessnasupport/IPCFiles/206HPC.pdf>
- Textron Aviation. (2020). *Maintenance Manual Model 206 Series 1998 and On*.
- Topspeed. (s.f.). [Foto Cessna]. https://pictures.topspeed.com/IMG/crop_webp/201001/1962-cessna-stationair-7_800x0.webp

Walker, J. (1 de diciembre de 2019). *How it works: magneto The source of the spark*. AOPA.

<https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2019/december/flight-training-magazine/how-it-works-magneto>

Wilson, T. (17 de Marzo de 2016). Engine Theory: Oil System Design. *Kitplanes*.

<https://www.kitplanes.com/engine-theory-7/>

Anexos