



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

**TEMA: MONTAJE DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A EN
LA AERONAVE CESSNA T20608071 DE MATRÍCULA HC-CPS
DE LA COMPAÑÍA AEROSARAYAKU TAYJASARUTA S.A.
EN LA PARROQUIA SHELL-MERA**

AUTOR: TIPANTUÑA PALACIOS, ANGEL JOEL

DIRECTOR: VALECIA, JOHNATAN

LATACUNGA

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“MONTAJE DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A EN LA AERONAVE CESSNA T20608071 DE MATRÍCULA HC-CPS DE LA COMPAÑÍA AEROSARAYAKU TAYJASARUTA S.A. EN LA PARROQUIA SHELL-MERA”*** realizado por el señor ***ANGEL JOEL TIPANTUÑA PALACIOS***, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor ***ANGEL JOEL TIPANTUÑA PALACIOS*** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 10 de octubre 2016

TLGO. JOHNATAN VALENCIA
DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ANGEL JOEL TIPANTUÑA PALACIOS**, con cédula de identidad N° 1722681556, declaro que este trabajo de titulación **“MONTAJE DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A EN LA AERONAVE CESSNA T20608071 DE MATRÍCULA HC-CPS DE LA COMPAÑÍA AEROSARAYAKU TAYJASARUTA S.A. EN LA PARROQUIA SHELL-MERA”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 10 de octubre 2016

ANGEL JOEL TIPANTUÑA PALACIOS

C.C: 172268155-6



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

Yo, **ANGEL JOEL TIPANTUÑA PALACIOS**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**MONTAJE DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A EN LA AERONAVE CESSNA T20608071 DE MATRÍCULA HC-CPS DE LA COMPAÑÍA AEROSARAYAKU TAYJASARUTA S.A. EN LA PARROQUIA SHELL-MERA**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 10 de octubre 2016

ANGEL JOEL TIPANTUÑA PALACIOS

C.C: 172268155-6

DEDICATORIA

A mis padres Manuel Tipantuña y Emilia Palacios por luchar y perseverar cada día por ver nuestro sueño cumplido. Por su lucha diaria para ayudarme emocionalmente y no decaer ante las adversidades que se pudieron haber suscitado.

Angel Joel Tipantuña Palacios

AGRADECIMIENTO

A Dios.

A mi madre Emilia Palacios que a la distancia me supo dar fuerza y confianza para seguir adelante y no desmayar.

A mi padre Manuel Tipantuña por sus tantos sacrificios y su gran ejemplo de superación.

A mis compañeros de Universidad por su apoyo cuando más lo necesité.

A la familia de Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. por abrir sus brazos y dejar que culmine mi proceso profesional y hacerme sentir un miembro más de la compañía.

Al resto de mi familia que de una manera u otra estuvo a mi lado en este proceso.

Angel Joel Tipantuña Palacios

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA

| | |
|---|-------|
| CERTIFICADO | ii |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD | iii |
| AUTORIZACIÓN (PUBLICACIÓN BIBLIOTECA VIRTUAL) | iv |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xv |
| RESUMEN | xviii |
| ABSTRACT | xix |

CAPÍTULO I

TEMA

| | |
|--------------------------------------|---|
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Planteamiento Del Problema | 2 |
| 1.3 Justificación | 2 |
| 1.4 Objetivos | 3 |
| 1.4.1 General | 3 |
| 1.4.2 Específicos..... | 3 |
| 1.5 Alcance. | 4 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--------------------------------|---|
| 2.1 AERONAVE CESSNA T206H..... | 5 |
|--------------------------------|---|

| | |
|--|----|
| 2.2 MOTORES RECÍPROCOS..... | 7 |
| 2.2.1 Admisión..... | 7 |
| 2.2.2 Compresión..... | 8 |
| 2.2.3 Explosión..... | 8 |
| 2.2.4 Escape..... | 8 |
| 2.3 TIPOS DE MOTORES RECÍPROCOS..... | 9 |
| 2.3.1 Motores radiales o estrella..... | 9 |
| 2.3.2 Motores de cilindros en línea..... | 9 |
| 2.3.3 Motores de cilindros horizontalmente opuestos..... | 10 |
| 2.3.4 Motores de cilindros en V..... | 10 |
| 2.4 MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A..... | 11 |
| 2.4.1 Descripción..... | 11 |
| 2.5 PARTES DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A..... | 12 |
| 2.5.1 Cilindros..... | 12 |
| 2.5.2 Émbolo..... | 13 |
| 2.5.2.1 Cabeza del émbolo..... | 13 |
| 2.5.2.2 Falda..... | 13 |
| 2.5.2.3 Bulón..... | 13 |
| 2.5.3 Segmentos..... | 14 |
| 2.5.3.1 Segmento de compresión..... | 14 |
| 2.5.3.2 Segmento de engrase..... | 14 |
| 2.5.3.3 Segmento recogedor de aceite..... | 14 |
| 2.5.4 Biela..... | 15 |
| 2.5.5 Cigüeñal..... | 15 |
| 2.5.5.1 Muñón..... | 16 |

| | |
|---|----|
| 2.5.5.2 Muñequilla..... | 16 |
| 2.5.5.3 Brazo..... | 16 |
| 2.5.6 Válvulas | 16 |
| 2.5.6.1 Válvula de admisión..... | 17 |
| 2.5.6.2 Válvula de escape..... | 17 |
| 2.5.7 Árbol de levas | 17 |
| 2.5.8 Cáster | 18 |
| 2.6 SISTEMAS DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A..... | 19 |
| 2.6.1 Sistema de combustible | 19 |
| 2.6.1.1 Descripción | 19 |
| 2.6.1.2 Combustible | 19 |
| 2.6.1.3 Sistema a inyección de combustible | 20 |
| 2.6.1.4 Unidad de control de aire/combustible | 20 |
| 2.6.1.5 Válvula distribidora de combustible..... | 21 |
| 2.6.1.6 Inyectores de combustible | 22 |
| 2.6.1.7 Operación del sistema | 22 |
| 2.6.1.8 Sistema sensor de flujo de aire..... | 23 |
| 2.6.1.9 Fuerza de medición de combustible | 24 |
| 2.6.1.10 Sección medidora de combustible | 24 |
| 2.6.1.11 Ralentí..... | 25 |
| 2.6.1.12 Mezcla..... | 25 |
| 2.6.2 Sistema eléctrico..... | 25 |
| 2.6.2.1 Descripción | 25 |
| 2.6.2.2 Batería | 25 |
| 2.6.2.3 Motor de arranque | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.6.2.4 Alternador | 26 |
| 2.6.3 Sistema de Encendido | 27 |
| 2.6.3.1 Descripción | 27 |
| 2.6.3.2 Magnetos Slick..... | 27 |
| 2.6.3.3 Arnés de ignición | 28 |
| 2.6.3.4 Bujías | 28 |
| 2.6.4 Sistema de lubricación | 29 |
| 2.6.4.1 Descripción | 29 |
| 2.6.4.2 Bomba de aceite | 29 |
| 2.6.4.3 Filtro de aceite | 30 |
| 2.6.4.4 Radiador | 30 |
| 2.6.4.5 Varilla medidora de aceite..... | 31 |
| 2.6.4.6 Indicadores | 31 |
| 2.6.5 Sistema de refrigeración | 32 |
| 2.6.5.1 Descripción | 32 |
| 2.6.5.2 Aletas de refrigeración | 32 |
| 2.6.5.3 Baffles | 33 |
| 2.7 CONTROLES DEL MOTOR | 33 |
| 2.7.1 Control del acelerador..... | 33 |
| 2.7.2 Control de mezcla de combustible | 34 |
| 2.8 MOTORES SOBREALIMENTADOS..... | 34 |
| 2.8.1 Descripción | 34 |
| 2.8.2 Clasificación de motores sobrealimentados..... | 35 |
| 2.8.2.1 Sobre alimentadores | 35 |
| 2.8.2.2 Turbo alimentador | 35 |

| | |
|--|----|
| 2.9 HÉLICE | 36 |
| 2.9.1 Descripción | 36 |
| 2.9.2 Hélice Mc Cauley paso variable | 36 |
| 2.9.2 Componentes de la hélice..... | 37 |
| 2.9.3 Funcionamiento de la hélice | 38 |
| 2.9.4 Gobernador de la hélice..... | 38 |
| 2.10 MONTANTE DEL MOTOR..... | 39 |
| 2.10.1 Descripción | 39 |

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

| | |
|---|----|
| 3.1 PRELIMINARES | 40 |
| 3.2 MONTAJE E INSTALACIÓN DEL MOTOR | 40 |
| 3.2.1 Levantamiento del motor en posición y asegurar el tecla | 40 |
| 3.2.2 Ajuste de las tuercas de la bancada | 41 |
| 3.2.3 Remoción del soporte debajo de la cola del avión..... | 42 |
| 3.2.4 Conexión del sensor de temperatura de aceite..... | 43 |
| 3.2.5 Conexión del transductor de presión de aceite | 43 |
| 3.2.6 Conexión del interruptor de baja presión de aceite | 43 |
| 3.2.7 Conexión terminal eléctrico al transductor de flujo de combustible..... | 44 |
| 3.2.8 Conexión del motor a tierra..... | 44 |
| 3.2.9 Sujeción de los cables del motor de arranque y del alternador..... | 45 |
| 3.2.10 Instalación del alternador | 45 |
| 3.2.11 Instalación del motor de arranque..... | 45 |
| 3.2.12 Sujeción de los diferentes conjuntos de cables al motor | 46 |

| | |
|--|----|
| 3.2.13 Conexión del cable de indicación de tacómetro de RPM..... | 46 |
| 3.2.14 Conexión de los terminales a los interruptores de vacío..... | 47 |
| 3.2.15 Conexión de líneas de vacío a la conexión de la pared de fuego | 47 |
| 3.2.16 Conexión de líneas de presión del múltiple a la pared de fuego..... | 47 |
| 3.2.17 Conexión de línea de presión del múltiple del turbo cargador | 48 |
| 3.2.18 Conexión de los cables de control de mezcla y potencia..... | 48 |
| 3.2.19 Conexión cables de control mezcla y potencia a unidad de control.. | 48 |
| 3.2.20 Conexión líneas de salida de combustible al filtro de combustible ... | 49 |
| 3.2.21 Conexión de los sensores de EGT y de TIT | 49 |
| 3.2.22 Conexión del sensor de CHT | 50 |
| 3.2.23 Instalación del gobernador de la hélice..... | 51 |
| 3.2.24 Reconectar líneas de magnetos y los arneses a las bujías | 52 |
| 3.2.25 Conexión del ducto flexible a la válvula calentamiento | 52 |
| 3.2.26 Conexión del ducto flexible a la cubierta delantera..... | 52 |
| 3.2.27 Instalación de abrazadera en el ducto del turbo cargador | 53 |
| 3.2.28 Inspección de líneas y controles por seguridad y movimiento | 53 |
| 3.2.29 Conexión del cable positivo y negativo a la batería | 54 |
| 3.2.30 Instalación de las capotas del motor | 54 |
| 3.3 INSTALACIÓN DE LA HÉLICE..... | 55 |
| 3.3.1 Limpieza de la superficie del conjunto de la hélice | 55 |
| 3.3.2 Instalación y aplicación del nuevo O-ring..... | 55 |
| 3.3.3 Montaje de la hélice | 56 |
| 3.3.4 Instalación de las tuercas de sujeción | 56 |
| 3.3.5 Instalación de la tapa cubo | 56 |
| 3.4 SERVICIO DE ACEITE EN EL MOTOR | 57 |

| | |
|---|----|
| 3.5 COMPLIMIENTO AD 2013-11-11 | 58 |
| 3.6 REEMPLAZO DE PROBETA DE EGT | 58 |
| 3.7 PRUEBA OPERACIONAL DEL MOTOR | 58 |
| 3.7.1 Pre vuelo..... | 58 |
| 3.7.2 Encendido del motor | 58 |
| 3.7.3 Verificación parámetros del motor | 59 |
| CAPÍTULO IV | |
| 4.1 CONCLUSIONES | 61 |
| 4.2 RECOMENDACIONES | 62 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 63 |
| GLOSARIO | 65 |
| ANEXOS..... | 68 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1 Características generales | 7 |
| TABLA 2 Descripción técnica motor Lycoming TIO-540-AJ1A | 11 |
| TABLA 3 Especificaciones gasolina para aviación | 19 |
| TABLA 4 Descripción de la hélice..... | 38 |
| TABLA 5 Marcaciones instrumentos del motor..... | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 Aeronave Cessna T206H | 5 |
| FIGURA 2 Dimensiones Aeronave Cessna T206H..... | 6 |
| FIGURA 3 Ciclos de un motor recíproco..... | 8 |
| FIGURA 4 Motor Radial Jacobs R755 | 9 |
| FIGURA 5 Motor de cilindros en línea | 9 |
| FIGURA 6 Motor de cilindros horizontalmente opuestos | 10 |
| FIGURA 7 Motor de cilindros en V..... | 10 |
| FIGURA 8 Motor Lycoming TIO-540-AJ1A | 11 |
| FIGURA 9 Cilindro | 12 |
| FIGURA 10 Partes del émbolo..... | 14 |
| FIGURA 11 Segmentos | 14 |
| FIGURA 12 Conjunto de biela..... | 15 |
| FIGURA 13 Cigüeñal | 16 |
| FIGURA 14 Válvula y resorte..... | 17 |
| FIGURA 15 Árbol de levas..... | 18 |
| FIGURA 16 Esquema sistema a inyección | 20 |
| FIGURA 17 Unidad de Control..... | 21 |
| FIGURA 18 Válvula distribuidora de combustible | 21 |
| FIGURA 19 Inyector de combustible..... | 22 |
| FIGURA 20 Esquema operación del sistema de combustible | 23 |
| FIGURA 21 Sensor de flujo de combustible | 24 |
| FIGURA 22 Batería..... | 25 |
| FIGURA 23 Motor de arranque | 26 |
| FIGURA 24 Alternador | 26 |
| FIGURA 25 Magneto Slick..... | 27 |
| FIGURA 26 Arnés de ignición | 28 |
| FIGURA 27 Bujías | 28 |
| FIGURA 28 Bomba tipo engranaje | 29 |
| FIGURA 29 Filtro de aceite | 30 |
| FIGURA 30 Radiador..... | 30 |
| FIGURA 31 Varilla medidora de aceite | 31 |
| FIGURA 32 Indicador de presión y temperatura de aceite | 31 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 33 Aletas de refrigeración..... | 32 |
| FIGURA 34 Baffles | 33 |
| FIGURA 35 Control del acelerador | 33 |
| FIGURA 36 Control de mezcla de combustible..... | 34 |
| FIGURA 37 Motor sobre alimentado..... | 35 |
| FIGURA 38 Motor turbo alimentado..... | 36 |
| FIGURA 39 Hélice | 36 |
| FIGURA 40 Hélice de paso variable | 37 |
| FIGURA 41 Componentes de la hélice | 37 |
| FIGURA 42 Gobernador de la hélice | 38 |
| FIGURA 43 Bancada del motor | 39 |
| FIGURA 44 Colocación de faja en puntos de levantamiento | 41 |
| FIGURA 45 Levantamiento del motor | 41 |
| FIGURA 46 Montante del motor tipo sándwich | 42 |
| FIGURA 47 Montaje del motor..... | 42 |
| FIGURA 48 Soporte debajo del avión..... | 42 |
| FIGURA 49 Sensor de temperatura de aceite | 43 |
| FIGURA 50 Transductor de presión de aceite | 43 |
| FIGURA 51 Ubicación interruptor de baja presión de aceite | 44 |
| FIGURA 52 Transductor de flujo de combustible..... | 44 |
| FIGURA 53 Conexión a tierra del motor | 44 |
| FIGURA 54 Cables del alternador y motor de arranque | 45 |
| FIGURA 55 Instalación del alternador | 45 |
| FIGURA 56 Motor de arranque | 46 |
| FIGURA 57 Conjuntos de cables asegurados | 46 |
| FIGURA 58 Ubicación del cable de tacómetro | 46 |
| FIGURA 59 Bomba de vacío y sus conexiones | 47 |
| FIGURA 60 Presión del múltiple | 47 |
| FIGURA 61 Presión del múltiple del turbo cargador | 48 |
| FIGURA 62 Cable de control de mezcla | 48 |
| FIGURA 63 Cable de control de potencia..... | 49 |
| FIGURA 64 Filtro de combustible | 49 |
| FIGURA 65 Sensor de EGT..... | 50 |
| FIGURA 66 Sensor de TIT..... | 50 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 67 Sensor de CHT..... | 50 |
| FIGURA 68 Ubicación del sensor de CHT tipo bulbo | 51 |
| FIGURA 69 Gobernador de la hélice | 51 |
| FIGURA 70 Conexión arnés y bujías | 52 |
| FIGURA 71 Conexión ducto flexible a la pared de fuego..... | 52 |
| FIGURA 72 Conexión ducto flexible a la cubierta delantera | 53 |
| FIGURA 73 Conexión del ducto a la entrada del turbo cargador | 53 |
| FIGURA 74 Verificación de conexión en línea de combustible | 54 |
| FIGURA 75 Conexión cable a batería..... | 54 |
| FIGURA 76 Colocación de capotas del motor | 54 |
| FIGURA 77 Base del eje del motor..... | 55 |
| FIGURA 78 O-ring en la base del eje | 55 |
| FIGURA 79 Unión hélice y motor..... | 56 |
| FIGURA 80 Frenado de tuercas de sujeción | 56 |
| FIGURA 81 Tapa cubo de la hélice | 57 |
| FIGURA 82 Llenado de aceite en el motor | 57 |
| FIGURA 83 Encendido del motor en tierra | 59 |

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, el montaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A, que se llevó a cabo en la aeronave Cessna T206H con matrícula HC-CPS, se realizó con la necesidad existente de la compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. ubicada en la parroquia Shell-Mera, de contar con dos aeronaves para incrementar ganancias económicas en sus operaciones aéreas. Una de ellas, la aeronave Cessna T206H, estuvo inoperativa por circunstancias de overhaul del motor y se desmontó el mismo, en tal virtud es de vital importancia tener la aeronave en óptimas condiciones de aeronavegabilidad para el montaje del motor Lycoming Turbo cargado. Para el proceso del montaje se recopiló la información técnica necesaria como manuales de servicio, catálogo de partes y directivas de aeronavegabilidad. Al igual de contar con las herramientas calibradas y en óptimas condiciones. Se contó con todos los equipos necesarios para finalizar el montaje y la instalación en las secciones de tracción o hélice, potencia, accesorios y turbo cargador. Para la finalización del trabajo de graduación se realizó una prueba operacional del motor, tanto en tierra como en vuelo, revisando los parámetros del motor instalado. Todas las tareas realizadas fueron supervisadas por personal con licencia calificadas, certificadas y habilitadas en el campo de la aviación.

PALABRAS CLAVE:

- **MONTAJE**
- **MOTOR**
- **TURBO CARGADO**
- **MANUAL**
- **AERONAVEGABILIDAD**

ABSTRACT

This research project is about the Lycoming TIO-540-AJ1A engine mounting that was made in the Cessna T206H airplane with registration HC-CPS. This project was performed with the existing requirement at Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. Company, located in Shell-Mera, to have two aircrafts in order to increase profitability on its air operation. One of them, the Cessna T206H aircraft, was inoperative for engine overhaul reasons and it was disassembly, consequently is vital to keep the aircraft airworthy to assembly the turbo charged Lycoming engine. For mounting process was necessary to gather all technical information such as service manuals, parts catalog and airworthiness directives. Also, having the necessary calibrated tools in condition, and all the equipment needed to complete the mounting and installation of the traction or propeller section, power, accessories and turbo charged sections. For the completion of the graduation project an engine operational test was performed, both on land and in flight checking all the parameters of the engine installed. All tasks performed were supervised by qualified licensed personnel, certified and qualified in the field of aviation.

KEYWORDS:

- **MOUNTING**
- **ENGINE**
- **TURBO Charged**
- **MANUAL**
- **AIRWORTHINESS**

CAPÍTULO I

“MONTAJE DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A EN LA AERONAVE CESSNA T20608071 DE MATRÍCULA HC-CPS DE LA COMPAÑÍA AEROSARAYAKU TAYJASARUTA S.A. EN LA PARROQUIA SHELL-MERA”

1.1 Antecedentes

En el año 2015 nace el deseo de la Compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. de liberar sus alas y realizar un proyecto con grandes miras a futuro. Esta empresa de aviación realiza sus operaciones en el Aeropuerto Río Amazonas en la provincia de Pastaza dando la opción de transportar personas, víveres o combustible hacia las diferentes comunidades. La base de la compañía pasa por las manos de la comunidad de Sarayaku tanto así que su gerente es el señor José Gualinga quién fue líder de dicha comunidad.

La Compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. cuenta con dos aeronaves en sus instalaciones, la aeronave Cessna 182P con capacidad de tres pasajeros y/o 800 libras carga total, y la aeronave Cessna T206H con capacidad de 5 pasajeros y/o 1000 libras de carga total, ambas aeronaves con sistemas de aterrizaje y despegue para pistas cortas. Dichas aeronaves fueron adquiridas gracias al análisis económico, técnico y legal por parte del subgerente actual.

En la actualidad la aeronave Cessna T206H con matrícula HC-CPS está en proceso de mantenimiento programado ya que su motor ha cumplido con su ciclo de horas de funcionamiento (T.B.O), debido a la demanda de vuelos es necesario realizar el montaje del motor Lycoming en la aeronave para su pronto retorno a servicio en condiciones de aeronavegabilidad.

1.2 Planteamiento Del Problema

La compañía está incrementando sus servicios y es de vital importancia que se rehabilite a la aeronave Cessna T206H de vuelta a servicio, es así que la aeronave 182P realiza los vuelos determinados pero no abastece a todos los pasajeros y tampoco cubre las necesidades totales de la compañía, además la compañía quiere seguir con la visión de ser una de las empresas aéreas líder en la Región Amazónica enlazando comunidades y vinculando cultura con los mayores estándares de seguridad y servicio.

Cumplidos los ciclos de horas de funcionamiento (T.B.O.) se desmonta el motor de la aeronave para su envío a la casa fabricante como parte de pago para el motor reconstruido. Una vez lo legal se haya concretado, la casa fabricante envía el motor y toda su documentación para su montaje en la respectiva aeronave. El montaje del motor es de gran importancia para finalizar con el mantenimiento de la aeronave en condiciones de aeronavegabilidad.

Para realizar el montaje del motor se debe presidir con lo descrito en el manual de mantenimiento de la aeronave, así también ser supervisados por personal de mantenimiento y de seguridad operacional de la empresa para que la aeronave se encuentre lista para su certificación y cumplir con los cronogramas de vuelos.

1.3 Justificación

Ya no solo con una aeronave sino con dos en total funcionamiento Aerosarayaku incrementará sus vuelos comunitarios y completará con la demanda de servicios solicitados, a su vez la posibilidad de realizar viajes de larga distancia por las características de la aeronave rehabilitada lo que permitirá a la empresa abrir una guía de recorrido más extensa y ser reconocidos en todo el país y no solamente en la región amazónica por lo que incrementará su renombre a nivel nacional.

Los principales beneficiarios serán las personas que contraten los vuelos porque podrán ocupar de manera completa a la aeronave con capacidad de 5 pasajeros y/o 1000 libras de carga total lo que incrementará el viaje de familias numerosas o la combinación de vuelos hacia diferentes comunidades, a su vez el peso de carga beneficia el transporte tanto de entrada y salida en las comunidades amazónicas.

Con este proyecto se pretende contribuir a la Compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. porque es un proyecto factible con investigaciones realizadas tanto en el campo laboral y económico, a la vez que permite demostrar al técnico en aviación lo estudiado en el proceso de su instrucción. La ayuda que se prestará es factible de forma legal y organizacional tanto del técnico hacia la empresa y de empresa hacia el técnico.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Realizar el montaje del motor Lycoming TIO-540-AJ1A en la aeronave Cessna T20608071 de matrícula HC-CPS de la Compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. en la parroquia de Shell-Mera, utilizando toda la documentación técnica como guía de desarrollo.

1.4.2 Específicos

- Reunir la información técnica necesaria del manual de mantenimiento para realizar el montaje del motor.
- Ejecutar los procedimientos pre escritos para el montaje del motor en la aeronave.
- Realizar las pruebas de funcionamiento y operación del motor.
- Verificar que los parámetros del motor sean los establecidos en el manual del motor.

1.5 Alcance.

Este proyecto está dirigido para el montaje del motor TIO-540-AJ1A en la aeronave Cessna T20608071 para su operación en la Compañía Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. con alcance para pilotos, técnicos en mantenimiento y personal de la compañía como herramienta para sus operaciones. Este proyecto asiste a las personas que soliciten el servicio de transporte en la empresa.

Se deberá cumplir con los requerimientos pre establecidos por el fabricante en el manual de servicio y el manual del motor para garantizar a los pilotos y personas comunes una operación y servicio de calidad bajo estándares de seguridad previamente establecidos por los mismos.

El motor TIO-540-AJ1A con su número de serie RL-4575-61A se desmontó de la aeronave Cessna T20608071 por haber cumplido su T.B.O. (2.000 horas) y se lo envió a un taller de mantenimiento autorizado para su overhaul, y el motor Lycoming de serie RL-10018-61E se montará en la aeronave para su retorno a servicio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 AERONAVE CESSNA T206H

La aeronave Cessna T206H Turbo Stationair pertenece a las terceras producciones monomotor de la estadounidense Cessna Aircraft Company. Realizó su primer vuelo el 6 de agosto de 1996 con un motor Lycoming TIO-580 pero por una decisión de confiabilidad del motor se optó por utilizar el motor Lycoming TIO-540. El Cessna T206H fue certificado el 1 de octubre de 1998.



FIGURA 1 Aeronave Cessna T206H

Fuente: (Montalvo, 2015)

La aeronave está equipada con ala alta sujeta por pernos de fijación que une las alas con el fuselaje. Cuenta con una estructura semi monocasco como fuselaje aligerando el peso del conjunto por su material de aluminio y sus aleaciones, con trenes de aterrizaje de configuración triciclo fijo convencional con rueda en proa. Con una gran puerta al costado derecho del fuselaje capaz de ingresar una carga abundante y a los pasajeros, y una puerta al costado izquierdo para el piloto, además cuenta con zona de equipaje y cargo pack en la parte inferior del fuselaje.

La aeronave es capaz de realizar aterrizajes y despegues en pistas cortas gracias a su sistema general vórtice y configuración stall en el borde de ataque de las alas, además cuenta con techo de 27 mil pies de altura porque está equipada con motor turbo cargado. Con sistema de oxígeno para tripulación y pasajeros. Utiliza un motor Lycoming de seis cilindros en configuración opuestamente horizontales, que utiliza combustible AV GAS 100LL. La aeronave cuenta con tanques principales integrales y con tanques auxiliares de combustible en las puntas de ala aumentando su autonomía de vuelo a aproximadamente 5,5 horas de vuelo.

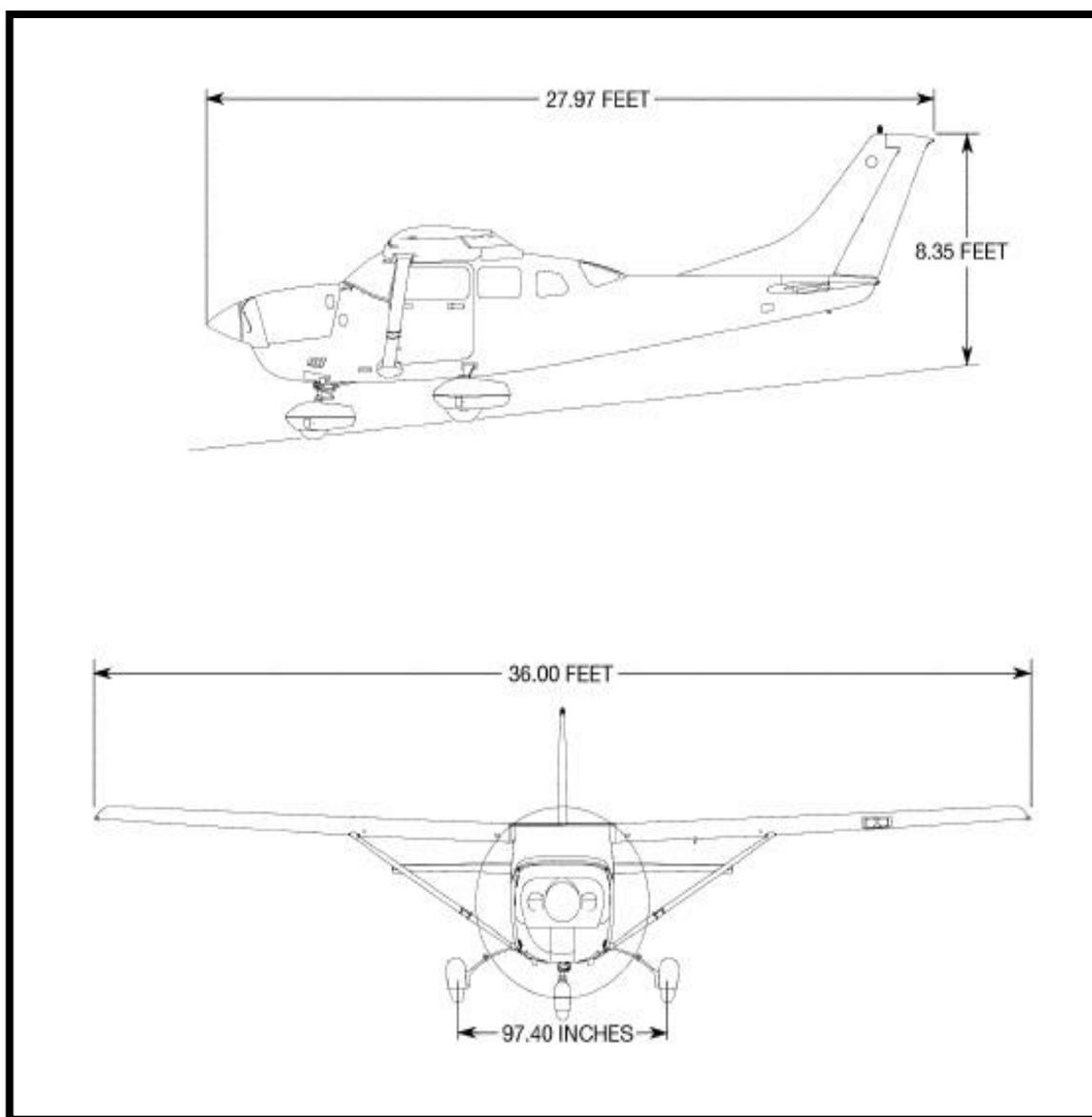


FIGURA 2 Dimensiones Aeronave Cessna T206H

Fuente: (Company, 2012)

TABLA 1

Características generales

| CARACTERÍSTICAS GENERALES | |
|--|-----------------|
| Tripulación | 1 |
| Capacidad | Cinco pasajeros |
| Longitud | 27,97 ft. |
| Altura | 7,35 ft. |
| Envergadura | 36,00 ft. |
| Lapso de cola | 13,03 ft. |
| Peso rampa | 3.617 lb. |
| Peso máximo de despegue | 3.600 lb. |
| Capacidad máxima de combustible (Tanques Principales) | 92 galones |
| Capacidad máxima de combustible (Tanques Auxiliares) | 30 galones |
| Equipaje máximo | 1. 000 lb. |

Fuente: (Cessna Aircraft Company, 2010)

2.2 MOTORES RECÍPROCOS

Son generadores convencionales que transforman la energía química, producida por la mezcla de aire combustible y chispa, en energía mecánica. Este tipo de motores están formados por cilindros alineados en donde el aire ingresado a la cámara se comprime permitiendo que el aire y el combustible se mezclen. La chispa ingresa produciendo la combustión que obliga al émbolo a deslizarse. El desplazamiento del pistón es lineal que va articulado al movimiento circular del cigüeñal lo que hace girar la hélice.

Llamados motores moto propulsor por ser la unión de un motor y una hélice. También con el nombre de motores recíprocos o motores alternativos, incluso motores de Otto llamados por su ciclo de cuatro tiempos. Todos los motores tienen el mismo objetivo de desarrollar potencia para un trabajo específico.

2.2.1 Admisión

El ciclo de admisión es la carrera descendente del émbolo donde la válvula de admisión permite la entrada de la mezcla aire-combustible. El émbolo se desplaza desde el punto muerto superior hacia el punto muerto inferior provocando que el cilindro se llene por completo.

2.2.2 Compresión

El émbolo realiza la carrera ascendente desde el punto muerto inferior hacia el punto muerto superior, las dos válvulas están completamente cerradas lo que ocasiona que la mezcla se comprima en un volumen más pequeño.

2.2.3 Explosión

Una vez el émbolo ubicado en el punto muerto superior, se introduce una o más chispas procedentes de las bujías que inflaman la mezcla donde el émbolo recibe el fuerte impacto provocando la carrera descendente del pistón y desarrollando el trabajo.

2.2.4 Escape

El émbolo parte desde el punto muerto inferior hacia arriba empujando los gases fuera del cilindro por la válvula de escape. Con el émbolo ubicado en el punto muerto superior el cilindro queda en posición para realizar un nuevo ciclo.

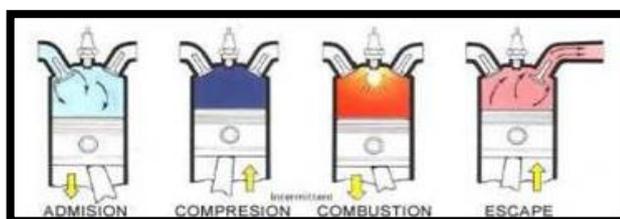


FIGURA 3 Ciclos de un motor recíproco

Fuente: (Aeroespacial, 2007)

2.3 TIPOS DE MOTORES RECÍPROCOS

2.3.1 Motores radiales o estrella

Estos motores tienen los cilindros alineados en forma de estrella ubicados alrededor del cigüeñal. La cantidad de cilindros debe ser impar para evitar los tiempos pasivos. Estos motores pueden tener más de una estrella, pero deben ser ubicados entre los espacios de la primera estrella.



FIGURA 4 Motor Radial Jacobs R755

Fuente: (Motores, 2013)

2.3.2 Motores de cilindros en línea

Los motores de cilindros en línea pueden contar con cuatro a seis cilindros alineados en forma recta. Debido a la dificultad de enfriar los cilindros más interiores se realiza hasta una línea de seis cilindros.



FIGURA 5 Motor de cilindros en línea

Fuente: (ToB, 2013)

2.3.3 Motores de cilindros horizontalmente opuestos

Es la construcción estándar actual en motores de baja potencia, elaborado de cuatro a más cilindros ubicados en posición de plano horizontal y opuesto entre sí. La disposición de los cilindros permite una fácil instalación en el avión por la longitud del motor por lo que disminuye la resistencia aerodinámica.



FIGURA 6 Motor horizontalmente opuesto

Fuente: (Museum, 2007)

2.3.4 Motores de cilindros en V

Los motores en configuración en V están ordenados en dos bancadas donde los cilindros generalmente son posicionados a 60°. La mayoría de los motores cuentan con 12 cilindros y son enfriados a través de líquido o por aire. Estos motores fueron fabricados en su mayoría en la Segunda Guerra Mundial, hoy en día lo podemos encontrar en aeronaves antiguas.



FIGURA 7 Motor de cilindros en V

Fuente: (Charette, 2011)

2.4 MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A

2.4.1 Descripción

El motor Textron Lycoming TIO-540-AJ1A es de manejo directo, de seis cilindros, combustible a inyección, opuestos horizontalmente, enfriado por impacto de aire, equipado con motor turbo cargado. Los cilindros son enumerados desde la parte frontal hacia atrás. El cilindro frontal derecho tiene numeración 1 y los otros cilindros en el lado derecho del motor son identificados por números impares tales 3 y 5. El cilindro frontal izquierdo tiene el numero 2 y los otros cilindros de este lado son identificados 4 y 6.



FIGURA 8 Motor Lycoming TIO-540-AJ1A

TABLA 2

Descripción técnica motor Lycoming TIO-540-AJ1A

| Descripción Técnica | |
|--|--|
| Potencia nominal a 2500 RPM | 310 HP |
| Cilindrada | 541.5 pulgadas cúbicas (8.87 l) |
| Diámetro interno del cilindro | 5.125 |
| Carrera | 4.375 |
| Relación de compresión | 7.3:1 |
| Orden de encendido | 1-4-5-2-3-6 |
| Magnetos | 2, Modelos Slick No. 6361 (enciende a 20 ^o BTDC) |
| Bujías | 18MM |
| Torque | 420 libras pulgadas |
| Juego de válvulas del eje de balancín (empujadores hidráulicos) | 0.028 a 0.080 pulgadas (0.7 a 2.0 mm) |
| Capacidad de aceite | 11.0 cuartos (10.41 l) |
| Presión de aceite | Mínimo 25 PSI Normal 55 a 95 PSI Máximo 115 PSI |
| Temperatura de aceite | Normal 165 a 200 °F (74 a 93.3 °C) Máximo 245°F (118.3 °C) |
| Peso en seco – con accesorios | 529 Lbs. (239.95 kg) |

Fuente: (Cessna Aircraft Company, 2010)

2.5 PARTES DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A

2.5.1 Cilindros

Se denomina cilindro a la cámara interna del motor donde se desarrolla las etapas de compresión, combustión de la mezcla de aire y combustible, y expansión de gases. Todo cilindro cuenta con las siguientes características para cumplir cada etapa:

- El cilindro tiene dos aberturas de las cuales una permite la entrada de la mezcla carburada, mientras que la segunda proporciona la salida de los gases quemados dentro del cilindro.
- El cilindro debe contar con una o dos bujías para inflamar la mezcla ingresada.
- El cilindro está diseñado con un medio de refrigeración para la disipación del calor producida por la combustión.



FIGURA 9 Cilindro

Fuente: (Handbook-Powerplant, 2012)

Un cilindro está formado por cuerpo y culata. Las dos partes se fabrican independientes y son ensambladas durante la fase de montaje del motor. El cuerpo es el cilindro mismo. Es fabricado de acero, mientras que la camisa en la parte interna es de acero al cromo níquel de alta resistencia. La culata es un elemento forjado y moldeado de aleación ligera de aluminio de gran resistencia a esfuerzos mecánicos. Cuenta con aletas de refrigeración de gran profundidad y superficie ubicadas perpendicularmente al eje del cilindro aumentando la disipación del calor.

Existen dos tipos de cilindros. Los cilindros cromados son fabricados bajo un tratamiento electroquímico que cubre una capa de cromo sobre la pared interna del cilindro. Los cilindros nitrados son sometidos al tratamiento de nitruración. La nitruración consiste en cubrir con un elemento químico endurecedor en la pared interna del cilindro, pero no son tan resistentes a la corrosión en comparación con los cilindros cromados.

2.5.2 Émbolo

El émbolo o pistón es un cuerpo cilíndrico fabricado de aleación de aluminio de alta resistencia que tiene una forma de vaso invertido. El desplazamiento lo realiza alternativamente por el interior del cilindro, se desliza por la presión de los gases quemados en la cámara de combustión en la etapa de expansión, mientras que en las otras etapas es arrastrado por la inercia del movimiento giratorio del cigüeñal. Los gases que recibe el émbolo lo convierten en trabajo y se lo transmite a través de la biela para llegar al cigüeñal, y está compuesto por la cabeza, falda, bulón y segmentos.

2.5.2.1 Cabeza del émbolo

Es la parte superior del émbolo donde se recibe directamente la presión de los gases. El diseño varía de acuerdo a la necesidad del fabricante y pueden ser planas, cóncavas o convexas.

2.5.2.2 Falda

Es la parte lateral del émbolo donde se encuentran ranuras circulares que alojarán a los segmentos metálicos. Los segmentos impiden que exista fuga de gases de la combustión al interior del motor.

2.5.2.3 Bulón

El bulón es un pasador cilíndrico que conecta al émbolo y a la biela, donde recibe el movimiento alternativo de arriba y abajo. Está fabricado de acero cementado, muy duro, durante su montaje es muy ajustado. Como el émbolo es de aleación de aluminio y el bulón de acero, cuando se alcanza la temperatura normal de trabajo, la holgura es la adecuada a la condición flotante del montaje.

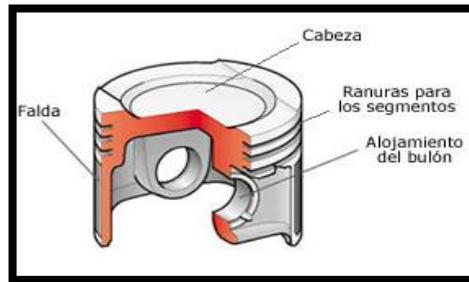


FIGURA 10 Partes del émbolo

Fuente: (Meganeboy, 2014)

2.5.3 Segmentos

Los segmentos o rines son aros metálicos que se alojan en la parte superior de la falda del émbolo. Los segmentos pueden ser de diferente tipo de acuerdo a su función.

2.5.3.1 Segmento de compresión

Son los primeros en la parte superior del émbolo. Realizan la función de estanqueidad, impedir la fuga de gases de la cámara de combustión.

2.5.3.2 Segmento de engrase

Van debajo del segmento de compresión, pero por arriba del bulón. Su función es la de controlar el espesor de la película de aceite lubricante formada por la pared interior en el cilindro.

2.5.3.3 Segmento recogedor de aceite

Está situado en la parte interior de la falda del émbolo. Estos segmentos también son muy conocidos como el barredor y que realiza la función de barrer el aceite lubricante remanente en la pared interna del cilindro y lo devuelve al cárter.

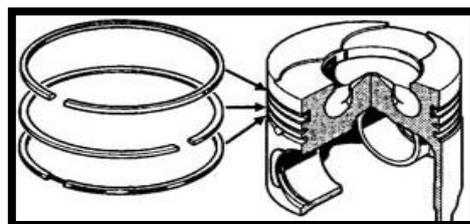


FIGURA 11 Segmentos

Fuente: (Meganeboy, 2014)

2.5.4 Biela

La biela es una barra articulada que une el émbolo con el eje del motor. Es el componente que transforma el movimiento circular del eje del motor en el movimiento lineal del émbolo. La biela es fabricada de aleación de aluminio de alta resistencia o de acero forjado. Estos materiales son de gran resistencia mecánica ya que el movimiento de la biela está sometido a grandes esfuerzos. La biela se compone de pie de biela la cual se acopla al bulón del émbolo, el cuerpo es la barra de la biela, y el extremo que se une al eje del motor se lo llama cabeza de biela.

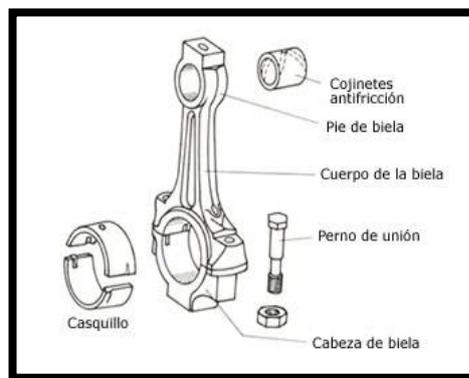


FIGURA 12 Conjunto de biela

Fuente: (Meganeboy, 2014)

Las bielas de los motores de cilindros horizontales y opuestos se los conocen como biela simple. La biela simple cuenta con un cojinete de apoyo en cada extremo. La cabeza de la biela está dividida para permitir el montaje, a la otra mitad se la llama sombrerete. Estas dos mitades cuentan cada una con su propio cojinete. El cojinete es un casquillo de acero que contiene elementos antifricción. El pie de biela también cuenta con cojinete el cual se lubrica gracias a un orificio en el cuerpo de la biela.

2.5.5 Cigüeñal

El movimiento lineal del émbolo es transformado a movimiento circulatorio por el cigüeñal. El cigüeñal cuenta con tres elementos: muñón, muñequilla y brazo.

2.5.5.1 Muñón

Los muñones son los puntos de apoyo del cigüeñal en la bancada o soporte del eje.

2.5.5.2 Muñequilla

La muñequilla es el codo donde se ajusta la cabeza de la biela.

2.5.5.3 Brazo

Los brazos del cigüeñal son las superficies rectas que unen la muñequilla con los muñones. El conjunto formado por dos brazos y una muñequilla se lo llama codo o manivela.

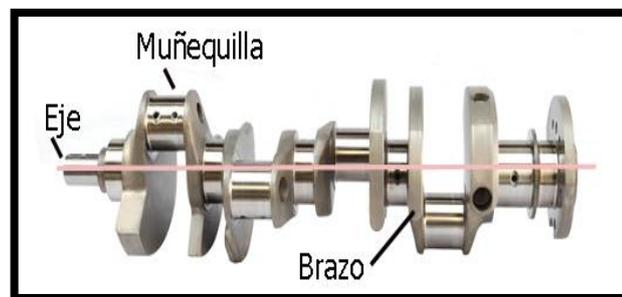


FIGURA 13 Cigüeñal

Fuente: (Meganeboy, 2014)

2.5.6 Válvulas

Las válvulas son componentes que regulan tanto la entrada y salida del aire y de los gases de combustión en el cilindro. Existen dos tipos de válvulas: válvula de admisión y válvula de escape. Las válvulas están ubicadas en la culata del cilindro. En la culata se rosca o ajusta las guías de válvulas las cuales permiten que las válvulas se deslicen realizando así sus movimientos de apertura y cierre. Para que las válvulas se mantengan contra el asiento del cilindro se los comprime con resortes concéntricos que pueden llegar a ser hasta tres resortes. Los resortes le permiten seguir en funcionamiento a las válvulas en caso de rompimiento donde entran a actuar los otros resortes restantes.

2.5.6.1 Válvula de admisión

Es la que regula el ingreso de la mezcla fresca de aire y combustible hacia el cilindro.

2.5.6.2 Válvula de escape

Es la que permite la expulsión o salida de los gases quemados del cilindro.



FIGURA 14 Válvula y resorte

Fuente: (Meganeboy, 2014)

Las válvulas se las fabrica preferentemente de una pieza de acero especial, cada válvula tiene diámetro diferente, la válvula de admisión es de mayor diámetro que la válvula de escape. La válvula de escape se la fabrica en súper aleaciones que soportan altas temperaturas de trabajo.

2.5.7 Árbol de levas

El árbol de levas es el mecanismo que desplaza las válvulas del motor. Es un eje que tiene integradas las levas que transmite en el taqué el movimiento de cierre y apertura de las válvulas. Una vuelta del cigüeñal equivale a media vuelta del árbol de levas.

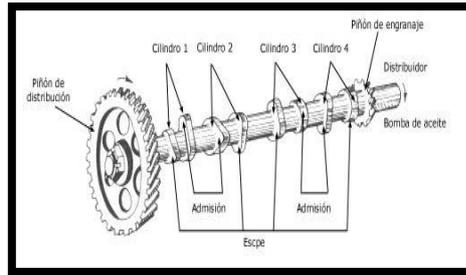


FIGURA 15 Árbol de levas

Fuente: (Meganeboy, 2014)

Los taqués de los motores horizontales y opuestos pueden ser mecánicos e hidráulicos. Los taqués mecánicos consisten en una varilla de gran dureza y resistencia mecánica de acero, que se deslizan en el cárter. El extremo mayor del taqué sigue el recorrido a la leva el cual empuja al taqué transmitiendo el movimiento al empujador. Este movimiento es el que cambia de la circular de la leva al alternativo del taqué. Los taqués hidráulicos son los más empleados en la actualidad. Se caracterizan por eliminar la holgura que está entre la roldana del balancín y el extremo final del vástago de la válvula.

2.5.8 Cárter

El cárter es el depósito o sumidero donde se almacena el aceite lubricante. Existen dos tipos de cárter, el cárter húmedo contiene el aceite lubricante al fondo del mismo, mientras que el cárter seco contiene el aceite lubricante fuera del motor. En el primer caso el aceite es aspirado por una bomba circulando por los agujeros hacia los componentes internos del motor, también se ayuda por el movimiento del cigüeñal ya que a modo de salpicadura llega a los componentes del motor. El cárter seco se difiere por la actuación de una bomba externa que envía el líquido lubricante por los diferentes puntos de lubricación, al fondo del motor existe una bomba de recuperación la cual envía de retorno el aceite hacia el cárter.

2.6 SISTEMAS DEL MOTOR LYCOMING TIO-540-AJ1A

2.6.1 Sistema de combustible

2.6.1.1 Descripción

El sistema de combustible está encargado de almacenar y suministrar la cantidad y flujo necesario de combustible hacia los diferentes dispositivos para su ingreso al cilindro de forma adecuada. El sistema de combustible cuenta con depósitos, sistema de inyección, unidad de control aire/combustible, válvula distribuidora, inyectores de combustible entre otros.

2.6.1.2 Combustible

Toda aeronave convierte la energía química del combustible a energía mecánica producida por la combustión. Las aeronaves de baja potencia generalmente utilizan combustible de características de volátil e inflamable. La diferencia con el resto de combustibles es el poder antidetonante del carburante término conocido también como octanaje. El combustible más utilizado para este tipo de motores es el AV GAS 100LL de coloración azul.

TABLA 3

Especificaciones gasolina para aviación

| Especificaciones gasolinas para aviación | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Grado | | 80/87 | AVGas 92 | 100/130 | 100LL |
| Color | | Rojo | Púrpura | Verde | Azul |
| Composición | Azufre, % máx. | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,05 |
| | Aromáticos, % min | | | 5 | 5 |
| Volatilidad | 10% | 75 | 70 | 75 | 75 |
| | 40% | 75 | | 75 | 75 |
| | 50% | 105 | 66-120 | 105 | 105 |
| | 90% | 135 | 190 | 135 | 135 |
| | Punto final | 170 | 225 | 170 | 170 |
| | Presión Reid, psi | 5,5 - 7,0 | 5,5 – 9,0 | 5,5 – 7,0 | 5,5 – 7,0 |
| Fluidez | Punto de congelación | -60° C | -58° C | -58° C | -58° C |
| Índice Octano | Mezcla pobre | 80 | | 100 | 100 |
| | Mezcla rica | 87 | | 130 | 130 |
| Aditivos | Tetra etilo de plomo, ml/l, máx., | 0,14 | | 1,12 | 0,56 |
| Densidad, kg/l | | 0,75 | | 0,75 | 0,75 |

Fuente: (Oñate, 2007)

2.6.1.3 Sistema a inyección de combustible

El sistema a inyección de combustible es un sistema de flujo constante, de tobera múltiple a baja presión la cual inyecta combustible hacia la cabeza del cilindro del motor. El sistema a inyección está basado en el principio de medir el consumo de aire del motor para controlar el flujo de combustible. Mayor flujo de combustible a través del Venturi resultará en mayor combustible abastecido al motor, y menor flujo de aire resultará en decrecer el flujo de combustible al motor.

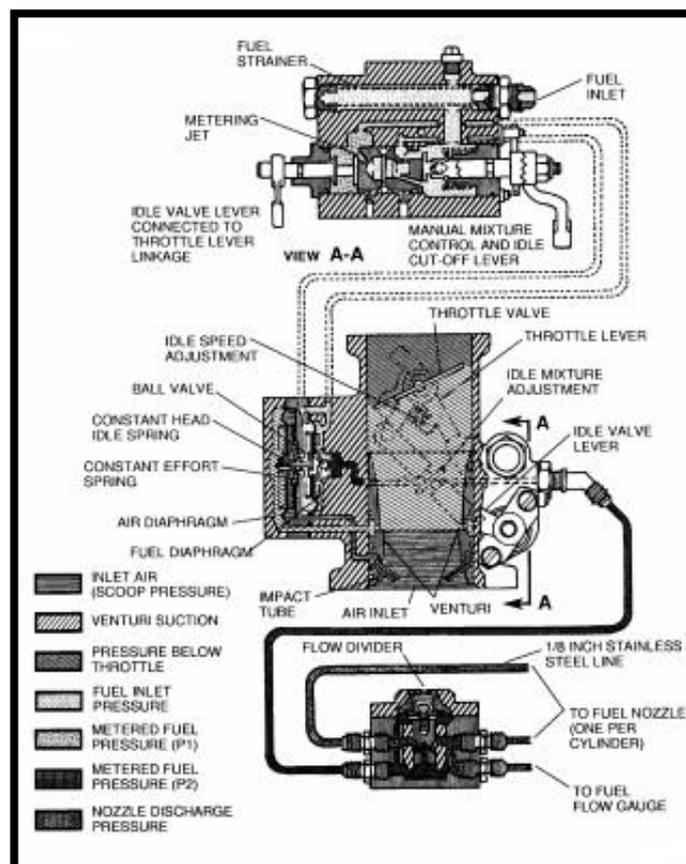


FIGURA 16 Esquema sistema a inyección

Fuente: (Company, 2012)

2.6.1.4 Unidad de control de aire/combustible

La unidad de control de aire y combustible, también conocida como regulador servo, está localizada en la parte superior del motor y realiza las funciones de medir el flujo de aire y controlar el flujo de combustible. La unidad de control consiste de un sistema sensor de flujo de aire, una sección reguladora y una sección medidora de combustible.

También unida a la unidad de control aire combustible está un transductor de presión de combustible. Este transductor mide la presión de combustible y convierte esta lectura en indicación de flujo de combustible en cabina. En aeronaves turbo cargadas, un transductor es unido al deflector posterior derecho y conectado a la línea de entrada de combustible para medir el flujo.



FIGURA 17 Unidad de Control

2.6.1.5 Válvula distribuidora de combustible

La válvula distribuidora de combustible, también conocida como araña o divisor de flujo, está localizada en la parte superior del motor y sirve para distribuir combustible equitativamente a los cilindros una vez que haya sido regulada por la unidad de control aire combustible.



FIGURA 18 Válvula distribuidora de combustible

Fuente: (Handbook-Powerplant, 2012)

2.6.1.6 Inyectores de combustible

Cada cilindro contiene una boquilla de inyección, esta boquilla incorpora un surtidor calibrado que determina el flujo de combustible que ingresa a cada cilindro. El combustible que ingresa a la boquilla es descargado a través del surtidor hacia una cámara de presión a aire ambiente dentro del conjunto de la boquilla. El conjunto de la boquilla también contiene una abertura calibrada que está ventilada hacia la atmósfera, y permite al combustible dispersarse hacia la entrada del cilindro de una forma atomizada en forma de cono.



FIGURA 19 Inyector de combustible

Fuente: (LLC, 2014)

2.6.1.7 Operación del sistema

El combustible es almacenado en los tanques localizados en las alas y lo envía al sistema de inyección de combustible por una serie de líneas, válvulas y bombas. Desde la bomba de combustible, el combustible ingresa a la unidad de control aire combustible, pasa a través de la válvula distribuidora de combustible, y es guiada hacia las boquillas de inyección individual de cada cilindro.

El componente principal del sistema es la unidad de control aire combustible. La unidad de control se comprende de un sistema sensor integrado de flujo de aire, una sección reguladora y una sección de medición de combustible. La operación del sistema a inyección de combustible se basa en el principio de medir el flujo de aire y utiliza esa señal para operar una válvula tipo servo.

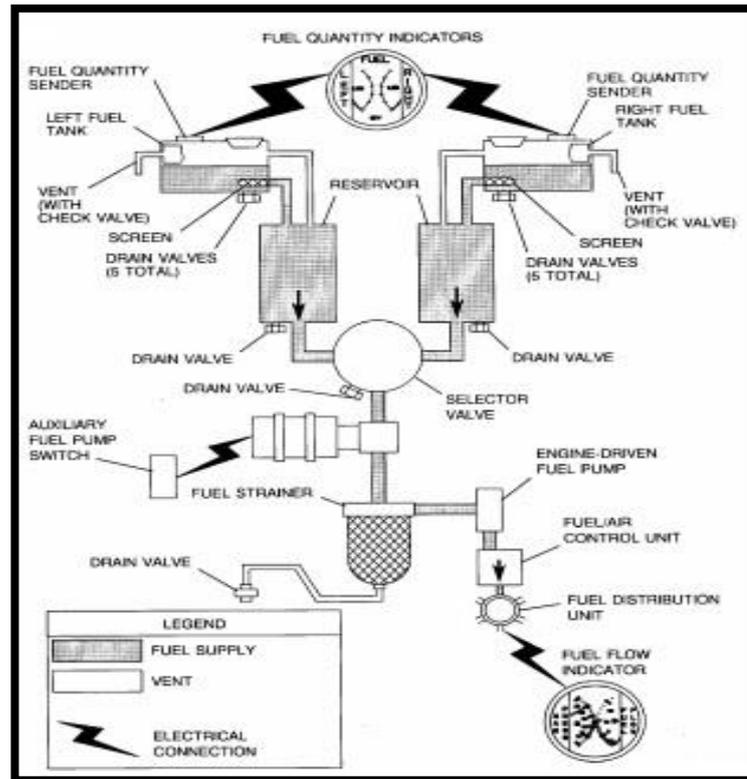


FIGURA 20 Esquema operación del sistema de combustible

Fuente: (Company, 2012)

2.6.1.8 Sistema sensor de flujo de aire

Este sistema consiste de un cuerpo acelerador el cual aloja a la válvula aceleradora, el Venturi, la válvula tipo servo y la unidad de control de combustible. La presión diferencial entre el aire de impacto y el orificio de presión del Venturi es una medición de la velocidad del aire que ingresa al motor. Estas presiones son ventiladas a través de agujeros en el cuerpo acelerador hacia ambos lados de una membrana y crea una fuerza a través de la membrana. Un cambio en la posición del aire acelerador o un cambio en la velocidad del motor cambiarán la velocidad del aire, que a su vez cambia la fuerza a través de la membrana de aire.

La sección reguladora contiene la membrana de aire y una membrana de combustible. La presión de entrada de combustible se aplica a un lado de la membrana de combustible. El otro lado de la membrana se expone al combustible que ha pasado a través de la presión de combustible dosificada. La presión diferencial a través de la membrana de combustible hace referencia a la fuerza de medición de combustible.

2.6.1.9 Fuerza de medición de combustible

La fuerza de medición de combustible aplicada en la membrana de aire es transmitida a través del vástago regulador y tiende a mover la válvula de bola en dirección de apertura. La fuerza de medición de combustible a través de la membrana de combustible actúa para oponer la fuerza de medición de combustible y tiende a cerrar la válvula de bola. Porque la fuerza de aire es demasiado baja en ralentí, un resorte de carga constante de ralentí está provisto para mantener una adecuada fuerza de medición de combustible en bajas revoluciones por minuto.



FIGURA 21 Sensor de flujo de combustible

Mientras la fuerza de medición de combustible se incrementa, el resorte se comprime hasta que el retenedor del resorte toca la membrana de aire y actúa como un miembro sólido. El resorte de esfuerzo constante produce una fuerza que provee una transferencia suave desde ralentí a operación de crucero de bajo poder.

2.6.1.10 Sección medidora de combustible

La sección medidora de combustible es contenida dentro de la carcasa del cuerpo acelerador y consiste de una pantalla de entrada de combustible, válvula rotatoria de ralentí y una válvula rotatoria de mezcla. Ambas ralentí y mezcla deben ser ajustadas externamente por requerimiento del controlador del motor.

2.6.1.11 Ralentí

La válvula de ralentí está conectada a la válvula de potencia por medio de una conexión ajustable externa. El control de ralentí controla el flujo de combustible a través del rango de bajas velocidades de operación y es ajustable para obtener buenas características de ralentí sin afectar la medición de combustible en rango de velocidades altas.

2.6.1.12 Mezcla

La válvula de control de mezcla da mezcla rica en una parada y en la otra una mezcla pobre moviéndola hacia el corte de potencia.

2.6.2 Sistema eléctrico

2.6.2.1 Descripción

Algunos componentes de la aeronave necesitan energía eléctrica para su funcionamiento, el motor de arranque, instrumentos en cabina, radios, luces, controles de flaps, calentador del pitot, sirena de pérdida de sustentación son algunos componentes que necesitan de este sistema. Para el encendido del motor se utiliza un sistema de magnetos independiente sin necesidad del sistema eléctrico.

2.6.2.2 Batería

La batería es de tipo plomo-ácido, de 24 voltios con 12.75 amperios-hora. Está ubicada en la pared de fuego en la parte superior derecha. La energía almacenada se transforma en energía química utilizada para el motor de arranque y también es fuente de reserva en caso de falla del alternador.



FIGURA 22 Batería

Fuente: (Muñoz, 2010)

2.6.2.3 Motor de arranque

El motor de arranque es un motor auxiliar tipo eléctrico que se alimenta por la batería para su arranque. Es el dispositivo que deslinda al motor en reposo quitándolo de la inercia, actúa por una rueda dentada que conecta con la hélice. Cuando el motor de arranque es accionado y logra mantener encendido al motor, regresa a su posición inicial.



FIGURA 23 Motor de arranque

Fuente: (Dah Kee Co., 2015)

2.6.2.4 Alternador

El alternador es movido por el motor y proporciona la corriente eléctrica al sistema que lo necesite y de igual manera mantiene cargada la batería. El alternador funciona después que la batería haya actuado para arrancar el motor. El alternador siempre tiene mayor voltaje que la batería para mantenerla en el mismo régimen de capacidad. Así si la batería fuera de 12 voltios el alternador es de 14 voltios.



FIGURA 24 Alternador

Fuente: (Hartzell Engine, 2013)

2.6.3 Sistema de Encendido

2.6.3.1 Descripción

El motor TIO-540-AJ1A utiliza dos magnetos Slick 6361 presurizados, ambos envían corriente hacia los cilindros a través de los arneses hasta llegar a las bujías donde se creará la chispa.

2.6.3.2 Magnetos Slick

Una magneto es un generador de corriente autónoma que genera un voltaje de entre 10 000 a 15 000 para producir la chispa en las bujías donde la ignición es provocada a los gases comprimidos. Una magneto está compuesta por un rotor imantado, bobinado primario de hilo de cobre grueso y bobinado secundario con mayor cantidad de vueltas que el primero y de hilo fino, un ruptor de circuito y un capacitor.

El rotor magnético es accionado y gira, induciendo que el bobinado primario cargue al capacitor. Cuando el ruptor irrumpe el circuito es porque alcanzó su máximo valor. El capacitor descarga la corriente almacenada produciendo una corriente de alto voltaje al bobinado secundario que distribuye hacia las bujías.



FIGURA 25 Magneto Slick

Fuente: (Champion Aerospace , 2016)

2.6.3.3 Arnés de ignición

Los arneses de ignición son capaces de soportar y transportar la gran cantidad de energía producida por las magnetos. Los arneses utilizan resortes de contacto duros para tener una mayor área de contacto dentro de las bujías. Están cubiertos de aislantes para prevenir la interferencia con la recepción de radio por la cantidad de corriente que transporta.



FIGURA 26 Arnés de ignición

Fuente: (Champion Aerospace , 2016)

2.6.3.4 Bujías

Las bujías cuentan con un cuerpo que separan los electrodos positivos de los electrodos a masa. Soportan una gran cantidad de temperatura en su punta que llega a 800°C. Las bujías se ubican en la parte superior e inferior de los cilindros, en total dos por cilindros para proporcionar un encendido de mejor potencia y más eficiente.



FIGURA 27 Bujías

Fuente: (Champion Aerospace , 2016)

2.6.4 Sistema de lubricación

2.6.4.1 Descripción

El sistema de lubricación es muy importante en todo el interior del motor gracias a su característica de reducir la fricción entre componentes, evita la corrosión por la humedad. La función del sistema es almacenar y suministrar la cantidad necesaria de lubricante para reducir la temperatura de los componentes por la fricción. El fabricante determina el aceite que debe ser suministrado al motor.

El aceite está sumergido en el depósito en la parte inferior del motor. Una bomba accionada por el motor, sumergida en el depósito, toma el aceite y lo envía a presión pasando por un filtro hacia los componentes que deben ser lubricados. Los componentes a su vez cuentan con aberturas internas para su lubricación total. El lubricante llega al cigüeñal, árbol de levas, biela, cojinetes y otros elementos, finalizada su función por acción de gravedad y peso vuelven al depósito.

2.6.4.2 Bomba de aceite

La bomba de aceite utilizada en este sistema es de tipo engranaje. Tiene desplazamiento constante por lo que la presión de impulsión varía de la velocidad de rotación de la bomba. La bomba tiene un sistema de regulación de presión con una válvula de alivio para que retorne el aceite al depósito.



FIGURA 28 Bomba tipo engranaje

Fuente: (Ortiz, 2010)

2.6.4.3 Filtro de aceite

El filtro de aceite se encuentra en la parte superior derecha de la pared de fuego por encima de la batería. El filtro tiene la función de impedir el paso de impurezas o contaminantes que obstruyan las líneas que pasa el lubricante.



FIGURA 29 Filtro de aceite

Fuente: (Champion Aerospace , 2016)

2.6.4.4 Radiador

El radiador de aceite o mejor conocido como oil cooler es un intercambiador de calor tipo aire-líquido. Utiliza el aire de impacto para reducir la temperatura del aceite que ingresa al radiador. Por el interior del radiador se encuentra una válvula termostática la cual abre y cierra el paso de aceite de acuerdo a la temperatura del aceite.

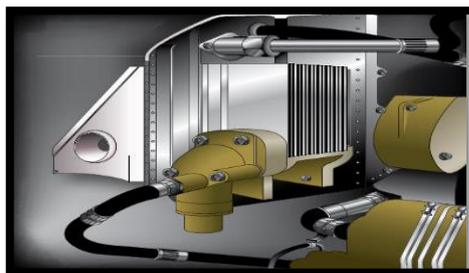


FIGURA 30 Radiador

Fuente: (Handbook-Powerplant, 2012)

2.6.4.5 Varilla medidora de aceite

La varilla medidora de aceite se encuentra en el costado derecho del motor. El motor TIO-540-AJ1A tiene una capacidad de aceite de 11 cuartos. Tiene un tapón de llenado y una varilla para medir la cantidad de aceite lubricante tiene el motor.



FIGURA 31 Varilla medidora de aceite

Fuente: (Handbook-Powerplant, 2012)

2.6.4.6 Indicadores

La presión es de vital importancia porque si hubiera exceso de presión podría haber fuga de aceite, mientras una baja presión significa que no llegará a todos los componentes. La temperatura de igual manera, si es baja su indicación el aceite no tendrá fluidez y no llegará con facilidad a los componentes, pero si la temperatura es alta el aceite se vuelve demasiado fluido perdiendo su capacidad de lubricación.



FIGURA 32 Indicador de presión y temperatura de aceite

2.6.5 Sistema de refrigeración

2.6.5.1 Descripción

El sistema de refrigeración disipa el calor producido por la energía liberada por la combustión en el motor. Tanto el lubricante como los gases de escape ayudan a reducir la temperatura quedando una parte de calor a disipar que se encarga el sistema de refrigeración. El aire de impacto que recibe el motor permite que el aire circule por las aberturas frontales del avión alrededor del motor en especial a las aletas de los cilindros donde la transferencia de calor es mayor. El aire circula rápidamente reduciendo la temperatura del motor y regresa nuevamente a la atmosfera.

2.6.5.2 Aletas de refrigeración

Las aletas de refrigeración son dispositivos ubicados por lo general en la zona inferior del carenado frontal del avión, mediante los cuales el piloto controla de forma manual la temperatura del motor en las distintas fases de vuelo.



FIGURA 33 Aletas de refrigeración

En las operaciones de baja velocidad y alta potencia como despegues y ascensos las aletas se mantienen abiertas, mientras que en velocidades altas y baja potencia como crucero o descenso las aletas se mantienen cerradas. El piloto puede actuar las aletas si la temperatura del motor es alta o baja al cerrarlas o abrirlas dependiendo su necesidad.

2.6.5.3 Baffles

Los baffles o deflectores son dispositivos que permiten la circulación ordenada de aire dentro del carenado forzando al aire pasar por toda la superficie externa de los cilindros. Los baffles generalmente son de goma, pero puede haber de chapado según la construcción del fabricante. Los baffles pueden sufrir daños ocasionados por la vibración, es de vital importancia mantenerlos limpios y asegurados a la carcasa del motor.



FIGURA 34 Baffles

2.7 CONTROLES DEL MOTOR

2.7.1 Control del acelerador

El control del acelerador es de tipo halar y empujar que incorpora una perilla de fricción estriada, la cual previene vibración evitando el arrastre del control. El cojinete al otro extremo del control está asegurado por un perno de acero, una tuerca tipo castillo y un pasador.



FIGURA 35 Control del acelerador

Fuente: (AVSIM Online, 2012)

Al ajustar el control del acelerador se debe tomar en cuenta que el control se deslice de una manera suave y que no tenga ningún bloqueo en todo su recorrido y que realice el correcto movimiento del brazo acelerador.

2.7.2 Control de mezcla de combustible

El control de mezcla de combustible es de tipo halar y empujar que incorpora una perilla de fricción estriada, la cual previene vibración evitando el arrastre del control. El cojinete al otro extremo del control está asegurado por un perno de acero, una tuerca tipo castillo y un pasador.



FIGURA 36 Control de mezcla de combustible

Fuente: (AVSIM Online, 2012)

Al ajustar el control de mezcla de combustible se debe tomar en cuenta que el control se deslice de una manera suave y que no tenga ningún bloqueo en todo su recorrido y que realice el correcto movimiento del brazo de mezcla.

2.8 MOTORES SOBREALIMENTADOS

2.8.1 Descripción

Un motor pierde potencia al ritmo del 3% cada 1000 pies de altura. Para solucionar este inconveniente se debe comprimir el aire de admisión, para ello se necesita de un compresor que aspira y centrifuga el aire a gran velocidad y lo envía por ductos hacia los cilindros. Los motores sin compresor se los denomina motor de aspiración normal o motor atmosférico. Es así que en los indicadores de presión de admisión el valor es de 30 pulgadas de mercurio al nivel del mar. Mientras que en los aviones que emplean compresor la indicación oscila de 40 a 44 pulgadas de mercurio lo que la hace eficaz para despegues en pistas cortas, esta característica es de los motores sobrealimentados.

2.8.2 Clasificación de motores sobrealimentados

El sistema de sobrealimentación permite comprimir tanto el aire como la mezcla ya formada que se introduce en los cilindros del motor. Existen dos grandes grupos en los motores sobrealimentados, el primero los que se mueven por medios internos denominados sobre alimentadores, mientras que el segundo es accionado por medios externos y son nombrados turbo alimentador.

2.8.2.1 Sobre alimentadores

Los sobre alimentadores accionados por mecanismos internos del propio motor comprimen en el compresor la mezcla ya formada, de aire-combustible, en el carburador cuando se la envía al sistema sobre alimentador. Los sobre alimentadores se clasifican según el número de velocidades de giro posibles del compresor. Las etapas de compresión coinciden con el número de ruedas de compresores y son alineados en serie.

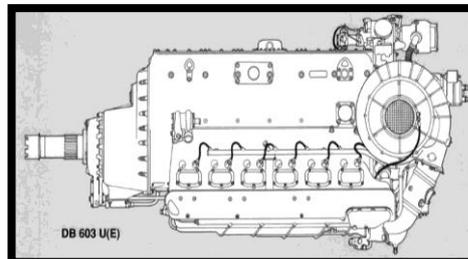


FIGURA 37 Motor sobre alimentado

Fuente: (Blohm & Voss, 2008)

2.8.2.2 Turbo alimentador

El mecanismo que mueve el compresor es una pequeña turbina. La turbina se mueve por el flujo de los gases de escape. El compresor y la turbina están acoplados por un eje. Primero se comprime el aire en el compresor y luego se forma la mezcla. Por lo tanto, el compresor recibe de la turbina el movimiento de giro necesario para comprimir el aire. El aire remanente o en el caso de existir una sobre presión es enviado a una válvula de alivio, un desfogue para evitar contra explosiones enviado al ambiente.



FIGURA 38 Motor turbo alimentado

2.9 HÉLICE

2.9.1 Descripción

La hélice en una aeronave es el mecanismo que transforma el par motor aplicada en su eje en fuerza longitudinal de avance. La hélice desarrolla fuerza aerodinámica en su movimiento de giro lo que resulta en la tracción de la hélice. Las hélices están fabricadas con torsión, cambiando el ángulo de incidencia de forma decreciente desde el eje hasta la punta de la pala. Esta configuración permite compensar la fuerza producida del centro con el extremo de la pala. El ángulo cambia desde el centro hacia los extremos igualando la menor velocidad con mayor ángulo en el centro de la hélice, con menor ángulo y mayor velocidad en el extremo.

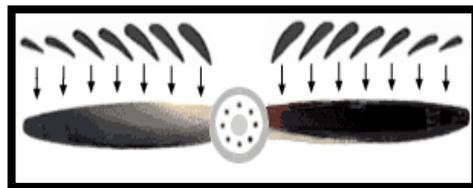


FIGURA 39 Hélice

Fuente: (Muñoz, 2010)

2.9.2 Hélice McCauley paso variable

Las hélices de paso variable permiten al piloto ajustar el paso en las diferentes fases de vuelo. Los ajustes son accionados por la palanca de paso de la hélice, por lo general de coloración azul, donde el paso corto disminuye el ángulo de las palas, y el paso largo las aumenta. El paso corto es utilizado en despegue y ascenso donde el desarrollo de la potencia del motor debe ser más efectivo.

El paso de la hélice disminuye su ángulo permitiendo una menor resistencia haciendo girar a la hélice más libre y rápidamente. El paso largo es utilizado en régimen de crucero disminuyendo su ángulo permitiendo mayor resistencia lo que lleva a disminuir las revoluciones y bajo desarrollo potencial del motor, pero aumentando la cantidad de aire produciendo una gran fuerza propulsora.

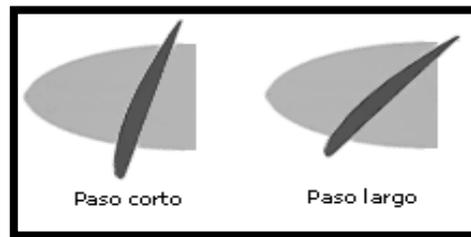


FIGURA 40 Hélice de paso variable

Fuente: (Muñoz, 2010)

2.9.2 Componentes de la hélice

La hélice está conformada de dos elementos principales buje y palas. El buje o también conocido como cubo es la parte central de la hélice, es el soporte de la raíz de la pala. El buje es cubierto por una tapa cubo o caperuza y adquiere así su forma aerodinámica.

La pala de la hélice está formada por secciones las cuales son perfiles aerodinámicos similares a las alas, lo que la diferencia son su forma geométrica, el espesor, longitud, etc., variando así el ángulo de la pala.

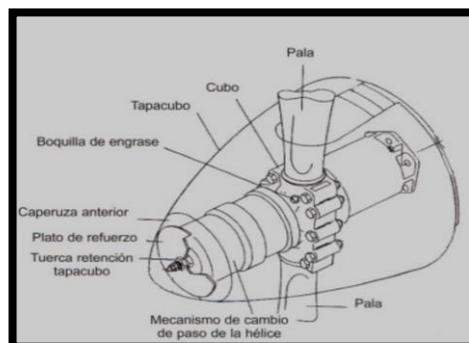


FIGURA 41 Componentes de la hélice

Fuente: (Oñate, 2007)

2.9.3 Funcionamiento de la hélice

La hélice posee un movimiento de rotación que al transformarse a velocidad de traslación o avance corresponde con la velocidad de vuelo. Este proceso es logrado por el perfil aerodinámico de las palas acelerando el flujo de aire hacia el borde de salida de cada perfil, generando una gran masa de aire que provoca una fuerza de reacción que propulsa el avión hacia adelante.

TABLA 4

Descripción de la hélice

| Hélice | |
|---|-------------------------------------|
| Tipo | McCauley B3D36C432/80VSA-1, 3 palas |
| Diámetro (Máximo a mínimo) | 79.0 a 77.5 pulgadas |
| Extensión del paso (Alto a bajo) | 33.8 a 16.9 grados |

Fuente:(Cessna Aircraft Company, 2010)

2.9.4 Gobernador de la hélice

El gobernador de la hélice es de actuación simple, tipo centrífugo, que envía aceite a presión desde el motor y lo dirige hacia la hélice donde el aceite aumenta el paso de las palas. El gobernador es accionado por la palanca azul en cabina y su objetivo es el de mantener constantes las RPM de la hélice.



FIGURA 42 Gobernador de la hélice

Fuente: (MT-Propeller, 2012)

2.10 MONTANTE DEL MOTOR

2.10.1 Descripción

El conjunto del montaje del motor utiliza cuatro montantes de caucho para aislar el ruido del motor y la vibración del conjunto montante del motor. Los montajes amortiguadores, que conectan el motor al conjunto montante del motor, son construidos de caucho y metal y son ensamblados en un sándwich para aislar el ruido y vibración del área de cabina. Los pernos deben tener un torque de 450 a 500 pulgadas-libras después de la instalación.

Los montantes amortiguadores no deben ser limpiados con ningún tipo de solvente. Si los montantes amortiguadores necesitan limpieza, utilizar un paño limpio y seco. Los montantes amortiguadores deben ser inspeccionados cuando se hayan removido. La parte metálica debe ser inspeccionada por posibles grietas y por el uso excesivo por tiempo y deterioración. La parte de caucho debe ser inspeccionada por posible separación, grito o rajadura. Los montantes amortiguadores que tengan alguna de esta anomalía deben ser reemplazados.



FIGURA 43 Bancada del motor

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 PRELIMINARES

El montaje del motor debe ser supervisado por personal capacitado y de experiencia, además contar con su licencia vigente como mecánico. Los manuales a ser utilizados deben estar actualizados a la última revisión, el uso de herramientas debe ser el apropiado para la instalación. Las medidas de seguridad tanto material y humana serán prioridad para la elaboración del montaje del motor.

3.2 MONTAJE E INSTALACIÓN DEL MOTOR

Para el montaje del motor se utilizó el manual de servicio y el catálogo de partes de la aeronave. **Anexo B.**

3.2.1 Levantamiento del motor en posición y asegurar el tecele

- La aeronave debe estar en una superficie plana y estar asegurada con tacos en los trenes tanto principal y secundarios para evitar cualquier movimiento.
- Se utilizó un tecele de tonelada y media de capacidad de carga para elevar al motor, se colocó una faja entre los puntos de levantamiento del motor, tres en total.
- Se verificó el ajuste y se aseguró la faja que elevaría al motor de 529 libras en peso.



FIGURA 44 Colocación de faja en puntos de levantamiento

- Luego se procedió a levantar el motor y guiarlo hasta llegar a colocarlo sobre los puntos de la bancada del motor.



FIGURA 45 Levantamiento del motor

3.2.2 Ajuste de las tuercas de la bancada

- Se procedió a insertar una arandela en la cabeza del perno que va en el montante del motor atravesando un espaciador.
- Se repitió el mismo proceso a los otros tres puntos de la bancada.
- Luego se movió al motor hasta llegar a los pernos y se lo colocó en la bancada.
- Se colocó el otro conjunto montante para completar así el montante tipo sándwich con dos arandelas y la tuerca respectiva.



FIGURA 46 Montante del motor tipo sándwich

- Se repitió el mismo proceso a los otros tres puntos de la bancada.
- Utilizando un taquímetro, se aplicó un torque de 35,8 pies/libras en los cuatro pernos de la bancada del motor. **Anexo C.**



FIGURA 47 Montaje del motor

3.2.3 Remoción del soporte debajo de la cola del avión

- Para compensar el peso de la aeronave sin el motor se había colocado un soporte en la cola el cual se retiró porque el peso del motor inclina a la aeronave y permanece en equilibrio.



FIGURA 48 Soporte debajo del avión

3.2.4 Conexión del sensor de temperatura de aceite

- Se conectó el terminal eléctrico que sale de cabina hacia el motor en el sensor de temperatura de aceite tipo bulbo ajustándolo con una llave de corona de 7/8 de pulgada. **Anexo D.**



FIGURA 49 Sensor de temperatura de aceite

3.2.5 Conexión del transductor de presión de aceite

- Luego se conectó el terminal eléctrico que sale de la pared de fuego hacia el motor en el transductor de presión de aceite.
- Se lo colocó con la mano asegurando con la pestaña de seguridad.



FIGURA 50 Transductor de presión de aceite

3.2.6 Conexión del interruptor de baja presión de aceite

- El terminal eléctrico para el interruptor de aceite sale de la pared de fuego y se lo conectó al interruptor.
- Se colocó el interruptor de baja presión de aceite ajustándolo con la mano y verificando su correcta aseguración. **Anexo E.**



FIGURA 51 Ubicación interruptor de baja presión de aceite

3.2.7 Conexión terminal eléctrica al transductor de flujo de combustible

- El terminal eléctrico sale de la pared de fuego y se conectó al transductor de flujo de combustible. **Anexo F.**



FIGURA 52 Transductor de flujo de combustible

3.2.8 Conexión del motor a tierra

- Se conectó el motor a tierra por el terminal ubicado en la pared de fuego y se lo posicionó en el cárter del motor con su respectiva tuerca.



FIGURA 53 Conexión a tierra del motor

3.2.9 Sujeción de los cables del motor de arranque y del alternador

- Los cables salen de la pared de fuego lado izquierdo. Se utilizó abrazaderas plásticas para asegurar los cables y sea un solo conjunto.



FIGURA 54 Cables del alternador y motor de arranque

3.2.10 Instalación del alternador

- Con los cables ya identificados se conectaron los terminales al alternador y posterior se montó el alternador a su base en el motor.

Anexo G.



FIGURA 55 Instalación del alternador

3.2.11 Instalación del motor de arranque

- Los cables del motor de arranque se conectaron para después colocar el motor de arranque a su base en el motor.
- Se insertó los tres pernos de sujeción y una tuerca con sus respectivas arandelas de presión para la fijación del motor de arranque utilizando una llave mixta de 1/2 pulgada. **Anexo H.**



FIGURA 56 Motor de arranque

3.2.12 Sujeción de los diferentes conjuntos de cables al motor

- Los diferentes conjuntos de cables fueron asegurados a la capota del motor con abrazaderas y tornillos de media pulgada de hilos gruesos.
- Se utilizó amarras plásticas para asegurar los diferentes conjuntos de cables.



FIGURA 57 Conjuntos de cables asegurados

3.2.13 Conexión del cable de indicación de tacómetro de RPM

- Se conectó el cable de indicación de tacómetro que se encuentra en la sección de accesorios. **Anexo I.**



FIGURA 58 Ubicación del cable de tacómetro

3.2.14 Conexión de los terminales a los interruptores de vacío

- Se conectó los interruptores de vacío ubicados en la pared de fuego a las bombas de vacío.

3.2.15 Conexión de líneas de vacío a la conexión de la pared de fuego

- Las líneas de vacío salen de la pared de fuego en la parte superior y se conectó a las tomas de las bombas de vacío y se las aseguró.

Anexo J.



FIGURA 59 Bomba de vacío y sus conexiones

3.2.16 Conexión de líneas de presión del múltiple a la pared de fuego

- Se identificó las líneas de presión del múltiple según su número de parte y se las conectó a las líneas respectivas. **Anexo K.**



FIGURA 60 Presión del múltiple

3.2.17 Conexión de línea de presión del múltiple del turbo cargador

- Se identificó la línea de presión de múltiple que va conectado al turbo cargador y se lo conectó al mismo. **Anexo L.**



FIGURA 61 Presión del múltiple del turbo cargador

3.2.18 Conexión de los cables de control de mezcla y potencia

- Se identificó los cables de control tanto de mezcla como de potencia y se las conectó a las abrazaderas de sujeción.



FIGURA 62 Cable de control de mezcla

3.2.19 Conexión cables de control mezcla y potencia a unidad de control

- Con los cables de control de mezcla y de potencia en las abrazaderas de sujeción, se conectó los cables de control a la unidad de control de aire combustible con sus pernos, sus cuatro arandelas y sus tuercas respectivas. **Anexo M.**



FIGURA 63 Cable de control de potencia

3.2.20 Conexión líneas de salida de combustible al filtro de combustible

- Se reconectó la línea de salida de combustible hacia el filtro de combustible que va acoplado en la zona inferior de la proa de la aeronave y se realizó el ajuste con una llave mixta de 7/8 de pulgada.



FIGURA 64 Filtro de combustible

3.2.21 Conexión de los sensores de EGT y de TIT

- Se identificó los sensores de temperatura de salida de gases (EGT) y se los conectó a las toberas de salida de cada cilindro haciendo un total de seis sensores uno para cada cilindro asegurada con abrazaderas.
- Se verificó que las abrazaderas de seguridad estén completas y en condición.



FIGURA 65 Sensor de EGT

- Se identificó el sensor de temperatura de entrada a la turbina (TIT) y se lo colocó a la entrada de la misma asegurándola con una abrazadera.



FIGURA 66 Sensor de TIT

3.2.22 Conexión del sensor de CHT

- Se conectó los sensores de temperatura de cabeza de los cilindros (CHT) en su base pre establecido y se lo aseguró con una llave de boca de 1/2 de pulgada.
- Son cinco sensores en total uno en cada cilindro excepto en el cilindro número tres.

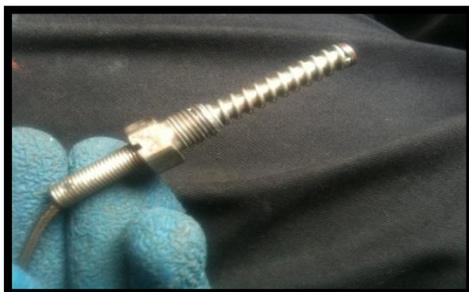


FIGURA 67 Sensor de CHT

- El sensor de CHT del cilindro número tres es de tipo bulbo conectado a un terminal eléctrico.
- Se verificó la posición del bulbo y se aseguró con una llave mixta de 1/2 pulgada, y se lo conectó al terminal eléctrico que sale de la pared de fuego. **Anexo N.**



FIGURA 68 Ubicación del sensor de CHT tipo bulbo

3.2.23 Instalación del gobernador de la hélice

- Se limpió la superficie del motor donde se va a instalar el gobernador.
- Se colocó un nuevo empaque y se posicionó el gobernador con sus arandelas y tuercas, se aseguraron las tuercas con una llave mixta de 1/2 de pulgada.
- Se posicionó el cable de control de gobernador en su abrazadera de fijación y se conectó al gobernador con sus arandelas y tuercas.
- Se aplicó un torque de 30 pulgadas-libras en la tuerca de conexión entre el cable de control y el brazo del gobernador. **Anexo O.**



FIGURA 69 Gobernador de la hélice

3.2.24 Reconectar líneas de magnetos y los arneses a las bujías

- Se conectó las líneas de magnetos que fueron identificados y colocados según su nombre.
- Se aplicó un torque de 420 pulgadas-libras a las bujías con un torquímetro y un dado de 7/8 de pulgada.
- Se conectó los arneses a las bujías y se revisó su ajuste utilizando dos llaves mixtas 7/16 y 7/8 de pulgada respectivamente.

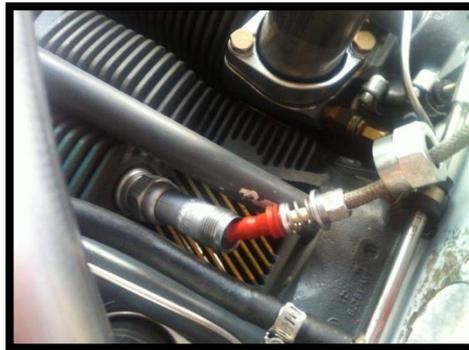


FIGURA 70 Conexión arnés y bujías

3.2.25 Conexión del ducto flexible a la válvula de calentamiento

- Se identificó la línea del ducto flexible y se la conectó a la pared de fuego para la línea de aire acondicionado en cabina, y a su vez a la línea de salida del escape para una temperatura caliente.
- Se utilizó abrazaderas para asegurar el ducto.



FIGURA 71 Conexión ducto flexible a la pared de fuego

3.2.26 Conexión del ducto flexible a la cubierta delantera

- Se identificó el ducto flexible y se lo conectó a la cubierta delantera.

- Se ajustó utilizando una abrazadera en la unión al ducto.



FIGURA 72 Conexión ducto flexible a la cubierta delantera

3.2.27 Instalación de abrazadera en el ducto del turbo cargador

- Se instaló las abrazaderas de seguridad al ducto de entrada del turbo cargador y se verificó su correcta instalación.



FIGURA 73 Conexión del ducto a la entrada del turbo cargador

3.2.28 Inspección de líneas y controles por seguridad y movimiento

- Se verificó todas las líneas de combustible asegurando su ajuste y que no exista ninguna clase de fugas.
- Se verificó las líneas de aceite y su ajuste para evitar alguna fuga del líquido.
- Se verificó los controles y sus movimientos evitando que exista alguna obstrucción que impida el libre movimiento de los controles.



FIGURA 74 Verificación de conexión en línea de combustible

3.2.29 Conexión del cable positivo y negativo a la batería

- Se identificó tanto el cable positivo y negativo y se lo instaló a la batería de la aeronave y se las ajustó con sus tuercas respectivas.

Anexo P.



FIGURA 75 Conexión cable a batería

3.2.30 Instalación de las capotas del motor

- Ya finalizando con todos los componentes del motor, se reinstaló las capotas del motor verificando que todas las tareas realizadas se hayan cumplido de la mejor manera. **Anexo Q.**



FIGURA 76 Colocación de capotas del motor

3.3 INSTALACIÓN DE LA HÉLICE

Para la instalación de la hélice se siguió los procedimientos del manual de servicio. **Anexo R.**

3.3.1 Limpieza de la superficie del conjunto de la hélice

- Se limpió tanto la base del eje del motor y el conjunto interno de la hélice con paños y solventes para evitar el contacto de impurezas entre las dos superficies.



FIGURA 77 Base del eje del motor

3.3.2 Instalación y aplicación del nuevo O-ring

- Se aplicó una película transparente de lubricante al nuevo O-ring para su fácil colocación en el eje del motor.
- Se instaló cuidadosamente el nuevo O-ring a la base del eje de la hélice.



FIGURA 78 O-ring en la base del eje

3.3.3 Montaje de la hélice

- Se elevó la hélice y cuidadosamente se la posicionó al eje del motor, verificando el acople con las tuercas.



FIGURA 79 Unión hélice y motor

3.3.4 Instalación de las tuercas de sujeción

- Se instaló las tuercas de sujeción de la hélice con el motor.
- Se colocó un torque de 60 pies-libras a las tuercas de sujeción.
- Se frenaron las tuercas en hileras de tres tuercas por cada frenado.

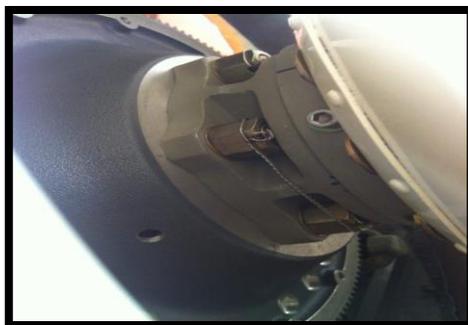


FIGURA 80 Frenado de tuercas de sujeción

3.3.5 Instalación de la tapa cubo

- Se posicionó los espaciadores, el estabilizador de la tapa cubo y la tapa cubo en el conjunto de la hélice.
- Se presionó la tapa cubo al estabilizador hasta alinear con los orificios de montaje.
- Se posicionó cuatro tornillos y sus arandelas en cruz de la tapa cubo.
- Se verificó la alineación de los orificios y se colocó los tornillos faltantes alrededor de la tapa cubo.

- Se verificó el ajuste de cada tornillo y el movimiento de la tapa cubo el cual no debe existir.
- Luego se colocó las capotas faltantes del motor. **Anexo R.**



FIGURA 81 Tapa cubo de la hélice

3.4 SERVICIO DE ACEITE EN EL MOTOR

- Una vez instalado todos los accesorios y conectado todas las líneas del motor se procedió al vaciado del aceite preservante que aún se encontraba en el motor.
- Se retiró el filtro tipo cartucho que está ubicado en el cárter del motor y se drenó todo el aceite preservante.
- Luego se realizó el servicio de 12 cuartos de aceite porque tiene filtro externo. **Anexo S.**



FIGURA 82 Llenado de aceite en el motor

3.5 COMPLIMIENTO AD 2013-11-11

Se cumplió con el AD 2013-11-11 que estable el cambio del interruptor de presión de aceite por uno de número de parte 83278. **Anexo T.**

3.6 REEMPLAZO DE PROBETA DE EGT

Se realizó el cambio de la probeta de EGT que se encontraba rota por una nueva de número de parte 86255. **Anexos N.**

3.7 PRUEBA OPERACIONAL DEL MOTOR

3.7.1 Pre vuelo

- Se realizó la corrida del motor en tierra en una superficie plana con la aeronave puesta tacos.
- Se realizó el pre vuelo por parte del piloto al mando.
- Se dictaron las instrucciones por parte del piloto al mando.
- Se aseguraron los cinturones de seguridad.
- El piloto verificó el funcionamiento de los frenos.
- Se verificó que los interruptores cortacircuitos estén dentro.
- Se verificó que el equipamiento electrónico este en posición de apagado.
- Se verificó que el interruptor de aviónica esté en posición de apagado.
- Se abrieron las aletas las aletas de refrigeración.
- Se verificó que la válvula selectora de combustible esté en posición de ambos. **Anexo U.**

3.7.2 Encendido del motor

- Se realizó el encendido del motor en tierra con piloto al mando.
- Se colocó el control de potencia a 1/4 de pulgada abierta.
- Se colocó el control de la hélice a altas RPM todo adentro.
- Se colocó el control de mezcla en corte de ralentí, control todo afuera.
- Se verificó que el área esté completamente libre
- Se encendió el interruptor maestro de batería.
- Se verificó la cantidad de combustible en el indicador.

- Se encendió el interruptor de la bomba auxiliar de combustible
- Se posicionó el control de mezcla en mezcla rica, todo dentro aproximadamente de 3 a 5 segundos, luego se posicionó en mezcla pobre todo afuera.
- Se apagó el interruptor de la bomba auxiliar de combustible.
- Se giró el interruptor de magnetos a posición encendido, se soltó una vez el motor esté encendido.
- Se avanzó cuidadosamente el control de mezcla a mezcla rica para mantenerlo encendido. **Anexo V.**



FIGURA 83 Encendido del motor en tierra

3.7.3 Verificación parámetros del motor

- Se verificó que los parámetros del motor se encuentren en su arco verde para su correcto funcionamiento, con la verificación de los mismos se asentando lo realizado en el record de vida del motor. **Anexos W.**
- Se finalizó con el proyecto del montaje del motor haciendo constancia de la aeronavegabilidad de la aeronave. **Anexo X.**

TABLA 5

Marcaciones instrumentos del motor

| Instrumento | Arco rojo (Mínimo) | Arco verde (Normal) | Arco rojo (Máximo) |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|
| Tacómetro (RPM) | -- | 2000 a 2400 | 2500 |
| Presión del Múltiple (in. Hg) | -- | 15 a 30 | 39 |
| Temperatura cabeza de cilindros (°F) | -- | 200 a 480 | 480 |
| Temperatura de aceite (°F) | -- | 100 s 245 | 245 |
| Presión de aceite (PSI) | 20 | 50 a 90 | 115 |
| Flujo de combustible (GPH) | -- | 5 a 20 | 34 |
| Vacío (in. Hg) | -- | 4.5 a 5.5 | -- |
| Temperatura entrada de turbina (T.I.T.) (°F) | -- | 1350 a 1675 | 1675 |

Capítulo IV

4.1 CONCLUSIONES

- Luego de obtener los manuales actualizados necesarios para realizar el montaje del motor se pudo realizar el trabajo de acuerdo a lo establecido en los mismos.
- Con los accesorios necesarios del motor ya comprados se realizó el montaje del motor.
- Con las herramientas de trabajo en buena condición y calibradas se realizó el trabajo.
- Se realizó el montaje de acuerdo a lo pre establecido en los manuales.
- Luego del montaje del motor se realizó una operación en tierra y en vuelo verificando su correcto funcionamiento.
- De acuerdo a los parámetros del motor se determinó el correcto funcionamiento del mismo, satisfaciendo los requerimientos operacionales.

4.2 RECOMENDACIONES

- Es importante contar con todos los manuales para seguir un orden claro.
- Siempre se debe utilizar las herramientas correctas revisando su calibración y su buen estado.
- Siempre se debe limpiar el lugar de trabajo para mantener en condición los componentes a ser trabajados.
- Se puede cerrar las aletas de refrigeración para calentar al motor más rápido.
- Para disminuir la temperatura del motor se puede variar la mezcla de combustible en rica.
- Para aumentar la temperatura del motor se puede variar la mezcla de combustible en pobre.
- La debida precaución para el manejo de herramientas a más de contar con equipo de protección.
- Realizar una inspección visual luego de cada trabajo para preservar la operación del motor.

BIBLIOGRAFÍA

- Aeroespacial, L. I. (2007). *Motores*. Obtenido de <https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/Informe%202007/menu.html>
- AVSIM Online. (2012). *AVSIM*. Obtenido de <http://www.avsim.com/index.php/>
- Blohm & Voss. (2008). *Photo Bucket*. Obtenido de <http://s286.photobucket.com/user/jg54Grunherz/media/Blohm%20und%20Voss%20BV%20155/DB603U.jpg.html>
- Cessna Aircraft Company. (2010). *SERVICE MANUAL MODEL 206/T206 SERIES 1998 AND ON*. WICHITA, Kansas, U.S.A: CESSNA AIRCRAFT COMPANY.
- Champion Aerospace . (2016). *Champion Aerospace* . Obtenido de <http://www.championaerospace.com/products/slick-magnetos>
- Charette, M. (2011). *Passion Aviation* . Obtenido de <http://www.passion-aviation.qc.ca/images/camarillo/v1710.jpg>
- Company, C. A. (2012). *Maintenance Manual*. Wichita: Cessna Aircraft Company.
- Dah Kee Co. (2015). *Dah Kee Co*. Obtenido de <http://dkk.com.tw/index.php?option=product&lang=en&task=showlist&id=2&index=2>
- Handbook-Powerplant. (2012). Engines. En U. D. Transportation, *Aviation Maintenance Technician Handbook-Powerplant Vol. 2*. Flight Standards Service.
- Hartzell Engine. (2013). *Hartzell Engine Technologies*. Obtenido de <http://hartzell.aero/product/asg-series/>
- LLC, P. A. (2014). *Victor Aviation* . Obtenido de <http://www.precisionairmotive.com/EagleEMScomponents.htm>
- Meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la mecanica* . Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.com/category/mecanica/>
- Montalvo, D. (13 de Febrero de 2015). Los tres ocupantes de la avioneta accidentada en Pastaza presentaron heridas leves. *El Comercio*, pág. 15.
- Motores, M. y. (2013). *Mecanica y Motores* . Obtenido de <http://www.mecanicaymotores.com/imagenes/galerias/motor-radial-Jacobs-R755.jpg>

MT-Propeller. (2012). *MT-Propeller*. Obtenido de http://www.mt-propeller.com/imgs/photos/pages/gov_gesamt.gif

Muñoz, M. Á. (2010). *Pasion por volar*. Obtenido de <http://www.pasionporvolar.com/>

Museum, A. V. (2007). *Air Victory Museum*. Obtenido de http://airvictorymuseum.com/images/cont_th.jpg

Oñate, A. E. (2007). *Conocimientos del avion* (5ta Edición ed.). Thomson Paraninfo.

Ortiz, N. (2010). *Bombas Hidraulicas*. Obtenido de <http://neyva9223.blogspot.com/>

ToB. (2013). *Take Off Briefing*. Obtenido de http://www.takeoffbriefing.com/wp-content/uploads/2012/12/6cilindros_linea-300x242.jpg

GLOSARIO

A

Aditivo. - Compuestos químicos destinados a mejorar las propiedades de los líquidos limitando su deterioro.

Aerodinámica. - Movimiento del aire, en un cuerpo tiene la forma adecuada para disminuir la resistencia del aire.

Aeronave. - Vehículo empleado para el transporte y navegación aérea que puede sustentarse en la atmosfera por reacciones del aire.

Atomizar. - Proceso de dividir el combustible en partes sumamente pequeñas.

B

Bancada. - Soporte de fijación para el alojamiento del motor.

Bomba. - Generador que impulsa líquidos según la necesidad.

Bujía. - Pieza que produce la chispa eléctrica para inflamar la mezcla de los gases.

C

Carburador. - Dispositivo donde se mezcla el aire de impacto con el combustible

C.H.T. - Cylinder head temperature. Temperatura de cabeza de los cilindros.

Cigüeñal. - Eje con codos que aloja a las bielas. Transforma el movimiento circular en movimiento rectilíneo.

Cilindrada. - Capacidad del cilindro de un motor que corresponde al volumen que se desplaza el pistón.

Cilindro. - Cuerpo geométrico donde ocurre la explosión de los gases.

Combustible. - Elemento sólido, líquido o gaseoso empleado para desarrollar trabajo en los motores.

Conexión. - Unión de dos o más elementos formando un solo cuerpo.

Culata. - Pieza metálica que se ajusta al bloque de los motores cerrando el cuerpo de los cilindros.

E

E.G.T. - Engine gas temperature. Temperatura de gases de escape.

Envergadura. - Distancia entre los extremos de las alas de una aeronave

Estructura. - Base de soporte para componentes.

F

Filtro. - Dispositivo que evita el paso de contaminantes alojándolos en su interior.

Fluidez. - Calidad de un fluido.

Fricción. - El movimiento entre dos placas unidas.

G

General Vórtice. - Sistema de aterrizaje y despegue para pistas cortas.

H

Hélice. - Dispositivo impulsor de una aeronave que posee palas sobre un eje impulsado por un motor.

I

Interruptor. - Mecanismo destinado a interrumpir o establecer un circuito eléctrico.

Inyección. - Proceso de introducir combustible a la cámara de combustión

L

Lubricante. - Toda sustancia animal, vegetal y mineral o sintética que posee la propiedad de reducir la fricción entre dos partes de un mecanismo sujetas a movimiento relativo.

M

Magneto. - Generador de electricidad de alta potencia.

Montaje. - Proceso de colocar un equipo en una base para su utilización.

Motor. - Generador de potencia.

P

P.M.I. – Punto muerto inferior, parte más baja en la carrera del émbolo en el cilindro.

P.M.S. - Punto muerto superior, parte más alta en la carrera del émbolo en el cilindro.

R

Ralentí. - La marcha lento de un motor.

Reciproco. - Motor de baja potencia de cuatro tiempos.

S

Semi monocasco. - Fuselaje de revestimiento de gran resistencia.

T

T.I.T. - Turbine inlet temperature. Temperatura de entrada de la turbina.

Torque. - Cantidad de presión al ajustar.

Transductor. - Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.

Turbo cargado. - Dispositivo que mantiene el mismo régimen de potencia a distintas alturas.

V

Viscosidad. - Propiedad del lubricante que mide la resistencia al deslizamiento de las distintas laminas del fluido.

Volatilidad. - Transformación espontanea de líquido en vapor.

ANEXOS

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

| | |
|-----------------------|-------------------------------|
| NOMBRES: | ANGEL JOEL |
| APELLIDOS: | TIPANTUÑA PALACIOS |
| CÉDULA DE CIUDADANÍA: | 172268155-6 |
| NACIONALIDAD: | ECUATORIANA |
| FECHA DE NACIMIENTO: | 20-ENERO-1995 |
| TELÉFONOS: | 0999002666 / 022787590 |
| CORREO ELECTRÓNICO: | joweldsc@hotmail.com |
| DIRECCIÓN: | ALANGASÍ BARRIO SAN JUAN LOMA |



ESTUDIOS REALIZADOS

| | |
|-------------|---|
| Primaria: | Escuela María Edgeworth |
| Secundaria: | Montebello Academy |
| Superior: | Unidad de Gestión de Tecnologías de las Universidad de las Fuerzas Armadas |

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Ciencias Generales

Experiencia profesional o prácticas pre profesionales

Brigada de Aviación del Ejército "Paquisha" 15 BAE. 320 horas pre profesionales.

Aerosarayaku Tayjasaruta S.A. 400 horas pre profesionales.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

Tipantuña Palacios Angel Joel

C.C. 172268155-6

Director de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

Ing. Rodrigo Bautista

C.C. 172024099-1