



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

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

**“REHABILITACIÓN DEL MOTOR O-200-A DE UNA AERONA-
VE PEQUEÑA CESSNA A-150-L; PARA LA ESCUELA DE
AVIACIÓN PASTAZA S.A. UBICADA EN LA PARROQUIA
SHELL, PROVINCIA DE PASTAZA CON FINES DIDÁCTICOS.”**

AUTOR: MICHAEL XAVIER LLAULLI TAPIA

DIRECTOR: ING. RODRIGO BAUTISTA

LATACUNGA

2017



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

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“REHABILITACIÓN DEL MOTOR O-200-A DE UNA AERONAVE PEQUEÑA CESSNA A-150-L; PARA LA ESCUELA DE AVIACIÓN PASTAZA S.A. UBICADA EN LA PARROQUIA SHELL, PROVINCIA DE PASTAZA CON FINES DIDÁCTICOS.”*** realizado por el señor ***LLAULLI TAPIA MICHAEL XAVIER***, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor ***LLAULLI TAPIA MICHAEL XAVIER*** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 24 de febrero del 2017

Atentamente,

ING. RODRIGO BAUTISTA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN



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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **MICHAEL XAVIER LLAULLI TAPIA**, con cédula de identidad N°: 050324159-8, declaro que este trabajo de titulación “**REHABILITACIÓN DEL MOTOR O-200-A DE UNA AERONAVE PEQUEÑA CESSNA A-150-L; PARA LA ESCUELA DE AVIACIÓN PASTAZA S.A. UBICADA EN LA PARROQUIA SHELL, PROVINCIA DE PASTAZA CON FINES DIDÁCTICOS.**”, 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, 24 de febrero del 2017

MICHAEL XAVIER LLAULLI TAPIA

C.C: 050324159-8



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

AUTORIZACIÓN

Yo, **MICHAEL XAVIER LLAULLI TAPIA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la Institución el presente trabajo de titulación “**REHABILITACIÓN DEL MOTOR O-200-A DE UNA AERONAVE PEQUEÑA CESSNA A-150-L; PARA LA ESCUELA DE AVIACIÓN PASTAZA S.A. UBICADA EN LA PARROQUIA SHELL, PROVINCIA DE PASTAZA CON FINES DIDÁCTICOS.**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 24 de febrero del 2017

MICHAEL XAVIER LLAULLI TAPIA

C.C: 050324159-8

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

DEDICATORIA

El presente proyecto dedico primeramente al creador de todo, al ser que me llena de vida, a Dios quien me da la fuerza y la fe necesaria para continuar luchando cada día por mí y quienes me rodean.

Dedico con mucha devoción y orgullo a la persona que ha sido mi motor durante todas las etapas de mi vida, a mi Padre, quien con su sabiduría, experiencia, sacrificio y amor ha hecho de mí una persona de bien, quien me ha enseñado que nada es fácil ni imposible, y que hay que luchar hasta el final sin importar los golpes que nos ha dado la vida. Para ti papito que siempre confiaste en mí y eres el mejor ejemplo a seguir.

De la misma manera dedico este proyecto a mis hermanos, quienes han sido un gran apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, que me han apoyado en todas las decisiones que he tomado, sin los cuales no habría podido llegar hasta aquí. A Natalia Viera quien ha sido más que una amiga, una madre para mí, quien me ha enseñado que no es necesario llevar la misma sangre para que nazca un sentimiento familiar. A David y Karina por formar parte y ser el complemento de amor, cariño y unión en mi hogar. A Estefanía Vargas a quien le debo muchos momentos especiales a su lado y por ser la razón para continuar luchando en mi profesión.

Dedico también la realización de este proyecto a mi tutor quien me ha guiado en la realización del mismo, brindándome su tiempo libre y enseñándome las pautas principales en la mecánica de aviación.

Michael Llaulli

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios quien me ha brindado la sabiduría para continuar con el camino correcto, y darme las fuerzas necesarias para olvidar aquellas cosas que me han hecho mal y recobrar la senda de la espiritualidad.

Un inmenso agradecimiento a mi Padre por su inmenso corazón y la confianza que me ha brindado para culminar mi carrera profesional, gracias papito por todo el apoyo que me has dado durante toda mi vida me llena de gozo el saber que te tengo a mi lado y que siempre serás la persona más importante para mí. Te agradezco por el apoyo económico, sentimental y en todo sentido, que me ha llevado a tener una buena vida laboral y estable.

Gracias a mis hermanos quienes siempre han estado a mi lado en las situaciones buenas y malas de mi vida, quienes me han aconsejado para continuar por el camino del bien y jamás olvidar la persona que soy y de dónde vengo. Agradezco de igual manera a Natalia Viera quien me apoyado como una madre y que siempre ha estado conmigo para brindarme su ayuda y amor. A Estefanía Vargas quien me ha apoyado con todo su cariño a concluir mi proyecto le agradezco porque a su lado soy una mejor persona.

Un agradecimiento especial a mi tutor del proyecto Ing. Rodrigo Bautista quien me ha empujado a continuar con mi carrera, y no rendirme hasta obtener lo que más anhelo.

Michael Llaulli

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi

CAPÍTULO I

EL TEMA.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.6 ALCANCE.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Banco de pruebas.....	5
2.2 Motores Recíprocos.....	5
2.3 Motor Continental O-200-A	6
2.4 Componentes del motor O-200.....	8

2.4.1	Caja del cigüeñal	9
2.4.2	Cigüeñal.....	9
2.4.3	Árbol de levas.....	10
2.4.4	Biela.....	11
2.4.5	Propulsores hidráulicos de válvulas.....	11
2.4.6	Varillas de empuje y carcasas.....	12
2.4.7	Pistón.....	12
2.4.8	Cilindro.....	13
2.4.9	Válvulas.....	14
2.4.10	Resortes de válvulas.....	14
2.4.11	Balancines y ejes.....	15
2.4.12	Cubierta de la caja del cigüeñal	16
2.4.13	Secuencia de engranajes.....	16
2.5	Sistema de lubricación.....	17
2.6	Refrigeración.....	18
2.7	Sistema de alimentación de combustible.....	18
2.8	Sistema de inducción.....	19
2.9	Sistema de ignición.....	20
2.9.1	Magneto.....	21
2.9.2	Bujías.....	21
2.9.3	Interruptor de ignición.....	22
2.10	Sistema eléctrico.....	23
2.10.1	Batería.....	23
2.10.2	Alternador.....	23
2.10.3	Motor de arranque.....	24
2.10.4	Interruptor maestro.....	24
2.10.5	Interruptores de circuito.....	25
2.11	Hélice.....	25
2.12	Controles del motor.....	26
2.12.1	Control de mezcla.....	26
2.12.2	Control de potencia.....	26
2.12.3	Calentador del carburador.....	26
2.13	Indicadores del motor.....	27
2.13.1	Tacómetro.....	27

2.13.2 Indicador de presión de aceite.....	27
2.13.3 Indicador de temperatura de aceite.....	28

CAPÍTULO III

3.1 Condicion del motor Continental O-200-A.....	29
3.2 Recopilación de la información técnica para la rehabilitación del motor	30
3.3 Desensamblaje del motor O-200-A.....	31
3.3.1 Remoción de la hélice.....	31
3.3.2 Remoción de los accesorios de la cubierta de la caja del cigüeñal	32
3.3.3 Remoción del sumidero de aceite y el tubo de succión.....	33
3.3.4 Remoción de los cilindros.....	33
3.3.5 Remocion de los pistones.....	34
3.3.6 Remoción de la cubierta de la caja del cigüeñal.....	35
3.3.7 Desarmado de la caja del cigüeñal.....	35
3.3.8 Remoción de las bielas.....	36
3.3.9 Remoción de la bomba de aceite.....	37
3.3.10 Desarmado de los cilindros.....	37
3.4 Limpieza e inspección de las partes del motor.....	39
3.4.1 Limpieza e inspección de la caja del cigüeñal.....	39
3.4.2 Limpieza e inspección del cigüeñal y árbol de levas.....	39
3.4.3 Limpieza e inspección de las bielas.....	40
3.4.4 Limpieza e inspección de las varillas de empuje y cubiertas.....	41
3.4.5 Limpieza e inspección de los cilindros y sus componentes.....	41
3.4.6 Limpieza e inspección de los propulsores hidráulicos de válvulas....	42
3.4.7 Limpieza e inspección de la bomba de aceite.....	42
3.5 Ensamblaje del motor.....	43
3.5.1 Ensamblaje de los componentes de la cubierta de la caja de cigüeñal.....	43
3.5.2 Armado de los componentes de la caja del cigüeñal.....	44
3.5.3 Ensamblaje de las bielas del cigüeñal.....	45
3.5.4 Ensamblaje de los componentes de los cilindros.....	45
3.5.5 Ensamblaje de la caja del cigüeñal.....	46
3.5.6 Ensamblaje de la cubierta de la caja del cigüeñal.....	48
3.5.7 Ensamblaje del tubo de sección y sumidero de aceite.....	49

3.5.8 Instalación del motor en la estructura del banco de pruebas.....	49
3.5.9 Ensamblaje de los pistones y cilindros.....	51
3.6 Instalación del sistema de inducción.....	53
3.7 Instalación del sistema de ignición.....	55
3.8 Sistema de alimentación de combustible.....	58
3.9 Sistema de escape.....	59
3.10 Instalación de los controles del motor.....	59
3.11 Instalación de los indicadores del motor.....	60
3.12 Instalación de la hélice.....	62
3.13 Instalación del sistema eléctrico.....	64
3.14 Sistema de lubricación.....	65
3.15 Pruebas de operación.....	65
3.16 Análisis económico.....	68

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
4.1 Conclusiones	70
4.2 Recomendaciones	70
GLOSARIO	72
BIBLIOGRAFÍA.....	78
NETGRAFÍA	79
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Especificaciones técnicas del motor.....	7
TABLA 2 Accesorios del motor continental O-200-A.....	7
TABLA 3 Pruebas de operación 1.....	68
TABLA 4 Pruebas de operación 2.....	69
TABLA 5 Pruebas de operación 3.....	70
TABLA 6 Gastos primarios.....	71
TABLA 7 Gastos secundarios.....	71
TABLA 8 Gastos totales.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Motor recíproco horizontal opuesto de cuatro cilindros.	6
Figura 2 Motor recíproco O-200.	8
Figura 3 Caja del cigüeñal.....	9
Figura 4 Cigüeñal.....	10
Figura 5 Árbol de levas.....	10
Figura 6 Biela.....	11
Figura 7 Propulsor hidráulico de válvula.....	12
Figura 8 Varilla de empuje y carcasa.....	12
Figura 9 Pistón y sus segmentos.....	13
Figura 10 Cilindro.....	14
Figura 11 Válvulas de admisión y escape.....	14
Figura 12 Resorte de válvulas.....	15
Figura 13 Balancines y ejes.....	15
Figura 14 Cubierta de la caja del cigüeñal.....	16
Figura 15 Secuencia de engranajes.....	17
Figura 16 Aceites mineral 100 y semisintético w100.....	18
Figura 17 Refrigeración por aire.....	18
Figura 18 Sistema de combustible.....	19
Figura 19 Sistema de inducción.....	20
Figura 20 Sistema de ignición.....	20
Figura 21 Carburador marvel schebler aircraft.....	21
Figura 22 Bujía.....	22
Figura 23 Interruptor de ignición.....	22
Figura 24 Batería.....	23
Figura 25 Alternador.....	24
Figura 26 Motor de arranque.....	24
Figura 27 Hélice sensenich.....	25
Figura 28 Controles del motor.....	26
Figura 29 Tacómetro C-150.....	27
Figura 30 Indicador de presión de aceite C-150.....	28
Figura 31 Indicador de temperatura de aceite C-150.....	28

Figura 32 Vista lateral del motor O-200-A, en la E.A.P.....	30
Figura 33 Manuales.....	31
Figura 34 Remoción de la hélice.....	31
Figura 35 Remoción de accesorios.....	32
Figura 36 Sumidero de aceite.....	33
Figura 37 Remoción del Cilindro N° 1.....	34
Figura 38 Remoción del pistón.....	34
Figura 39 Remoción de la cubierta de la caja del cigüeñal.....	35
Figura 40 Árbol de levas, cigüeñal y caja del cigüeñal.....	36
Figura 41 Remoción de las bielas.....	36
Figura 42 Remoción de la bomba de aceite.....	37
Figura 43 Desarmado de los cilindros.....	38
Figura 44 Motor desensamblado.....	38
Figura 45 Limpieza e inspección de la caja del cigüeñal.....	39
Figura 46 Cigüeñal y árbol de levas.....	40
Figura 47 Inspección y limpieza de las bielas.....	40
Figura 48 Varillas de empuje.....	41
Figura 49 Limpieza de los componentes del cilindro.....	41
Figura 50 Inspección de los propulsores hidráulicos.....	42
Figura 51 Impulsor de la bomba de aceite.....	42
Figura 52 Ensamblaje del impulsor de la bomba de aceite.....	43
Figura 53 Instalación de la valvula de alivio de presión de aceite.....	44
Figura 54 Instalación del filtro de malla y su cubierta.....	44
Figura 55 Caja del cigüeñal con sus cojinetes.....	45
Figura 56 Ensamblaje de las bielas en el cigüeñal.....	45
Figura 57 Ensamblaje de los componentes del cilindro.....	46
Figura 58 Ubicación de los cojinetes en la caja del cigüeñal.....	46
Figura 59 Propulsores hidráulicos de válvulas.....	47
Figura 60 Empaquetado de la caja del cigüeñal.....	47
Figura 61 Tiempo interno del motor.....	48
Figura 62 Sellado de la caja del cigüeñal.....	48
Figura 63 Montado de la cubierta de la caja del cigüeñal.....	49
Figura 64 Montado del tubo de succión y sumidero de aceite.....	49

Figura 65 Instalación del motor en la estructura.....	50
Figura 66 Instalación del kit Shock Mounts.....	51
Figura 67 Ubicación de los segmentos en el pistón.....	51
Figura 68 Ubicación de pistón y cilindro.....	52
Figura 69 Revisión del libre movimiento de válvulas.....	52
Figura 70 Tapas de balancines.....	53
Figura 71 Ensamblaje del sistema de inducción de aire.....	54
Figura 72 Montaje del carburador.....	54
Figura 73 Montaje del filtro de aire.....	55
Figura 74 Servicio a las magnetos.....	56
Figura 75 Comprobación del tiempo interno de la magneto.....	56
Figura 76 Montaje de las magnetos.....	57
Figura 77 Ubicación de bujías y cables de ignición.....	57
Figura 78 Pintado del tanque de combustible.....	58
Figura 79 Instalación del sistema de combustible.....	59
Figura 80 Montaje del sistema de escape.....	59
Figura 81 Instalación de los controles del motor.....	60
Figura 82 Tacómetro.....	60
Figura 83 Indicador de presión de aceite.....	61
Figura 84 Indicador de temperatura de aceite.....	61
Figura 85 Amperímetro.....	61
Figura 86 Pintado de la hélice.....	62
Figura 87 Pintado del cono y mamparo.....	62
Figura 88 Preparación para instalar la hélice.....	63
Figura 89 Montaje del conjunto de la hélice.....	63
Figura 90 Ubicación del cono de la hélice.....	64
Figura 91 Instalación del sistema eléctrico.....	64
Figura 92 Montaje del alternador.....	65
Figura 93 Primer intento de arranque del motor.....	66

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se basa en **rehabilitar** un **motor** O-200-A el cual pertenecía a una aeronave pequeña C-150 la cual se encapotó en la pista de Shell-Mera provincia de Pastaza, dicho motor se encuentra **inoperativo** por lo que es utilizado por la Escuela de Aviación Pastaza para impartir las clases de Mecánica Aeronáutica a pilotos y mecánicos. En el capítulo I se define todo lo referente al tema y principalmente al problema que causa el no poseer un adecuado sistema para el aprendizaje de mecánica aeronáutica. En el capítulo II se conceptualiza todos los componentes y sistemas del banco de pruebas del motor, para el desarrollo profesional del desmontaje y montaje de los mismos. El capítulo III se lo dividió en tres fases las cuales fueron ejecutadas de acuerdo a la información técnica que brindan los siguientes manuales: Continental Overhaul Engine Manual, Illustrated Parts Catalog. El desarmado del motor fue el primer paso para asegurar el correcto funcionamiento y verificar su tiempo interno. Posteriormente se procedió a la inspección y limpieza de sus componentes, para continuar con el **ensamblaje** de la planta motriz. A continuación se efectuó el montaje en la estructura del banco de pruebas e instalación de sus sistemas. Como la hélice fue afectada por el acontecimiento se procedió a recortarla pues una de las paletas estaba doblada, teniendo en cuenta que debe generar el suficiente flujo de aire para su refrigeración. Por último mediante pruebas operacionales se determinó que el proyecto de grado práctico cumple con las especificaciones de arranque del motor según el Service Manual. El capítulo IV se refiere a las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

PALABRAS CLAVE:

- **REHABILITAR**
- **MOTOR**
- **INOPERATIVO**
- **ENSAMBLAJE**
- **HÉLICE**

ABSTRACT

The present titling work is based on the **rehabilitation** of an O-200-A **engine** which belonged to a small aircraft C-150 which was toppled on the Shell-Mera runway of Pastaza province; which engine is **inoperative** due to which is used by the Pastaza Aviation School to teach Aeronautical Mechanics to pilots and mechanics. Chapter I defines everything related to the subject and mainly to the problem caused by not having an adequate system for learning aeronautical mechanics. In Chapter II all the components and systems of the engine test bench are conceptualized for the professional development of the disassembly and mountaineering of them. Chapter III was divided into three phases which were executed according to the technical information provided by the following manuals: Continental Overhaul Engine Manual, Illustrated Parts Catalog Overhaul Manual. Disassembly of the engine was the first step to ensure proper operation and check internal time. Afterwards, the components were inspected and cleaned to continue the **assembly** of the power plant. Subsequently, the assembly was carried out in the structure of the test bench and installation of its systems. As the **propeller** was affected by the event, it proceeded to cut it as one of the blades was bent, bearing in mind that it must generate sufficient airflow for its cooling. Finally, through operational tests, it was determined that the practical grade project complies with the engine start specifications according to the Service Manual. Chapter IV refers to the conclusions and recommendations of the project.

KEYWORDS:

- **REHABILITATION**
- **ENGINE**
- **INOPERATIVE**
- **ASSEMBLY**
- **PROPELLER**

Lcdo. Wilson Villavicencio Msc.

DOCENTE UGT

CAPÍTULO I

EL TEMA

“REHABILITACIÓN DEL MOTOR O-200-A DE UNA AERONAVE PEQUEÑA CESSNA C-150; PARA LA ESCUELA DE AVIACIÓN PASTAZA S.A. UBICADA EN LA PARROQUIA SHELL, PROVINCIA DE PASTAZA CON FINES DIDÁCTICOS.”

1.1 ANTECEDENTES

La Escuela de Aviación Pastaza S.A., es una empresa que tiene su sede de operaciones en el aeropuerto Río Amazonas en la provincia de Pastaza en la parroquia Shell, es una empresa aérea que está encaminada a realizar cursos para pilotos privados y pilotos comerciales con habilitación instrumental y multimotor regidos a la RDAC parte 141, ejecutando vuelos locales y además a los diferentes sectores que existen en la Región Amazónica del Ecuador en calidad de vuelos didácticos y de experiencia para sus estudiantes.

La empresa, posee todo tipo de material didáctico para el aprendizaje de sus estudiantes de manera teórica y práctica además de una flota de aeronaves modelo Cessna y una aeronave modelo PIPER PA-30 en sus instalaciones, la cuales son utilizadas para realizar sus operaciones diarias, llegando así a satisfacer la alta demanda que exigen los usuarios de este servicio.

Actualmente poseen un motor O-200-A de una aeronave pequeña Cessna C-150 el mismo que se encuentra fuera de servicio debido a un accidente que sufrió dicha aeronave; motivo por el cual la compañía ha optado por utilizarlo como material didáctico para las clases de mecánica de aviación para los cursos de piloto y para la práctica de mantenimiento en motores destinada a técnicos de aviación, pero dicho motor se encuentra inoperativo, evi-

tando el correcto funcionamiento del mismo y al mismo tiempo dificultando las clases prácticas de la mencionada asignatura.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Escuela de Aviación Pastaza S.A., cuenta con cursos para pilotos privados y comerciales los cuales incluyen cursos teóricos de diferentes asignaturas, una de ellas es la mecánica de aviación. Por ser una institución que forma pilotos se requiere de la máxima calidad, eficacia y eficiencia en el talento humano para la reparación y mantenimiento de aeronaves, para que de este modo se asegure las operaciones aéreas. Hoy en día la empresa tiene en sus instalaciones un motor que se encuentra inoperativo, ya que por su condición fue dado de baja y utilizado para impartir las clases de mecánica de aviación en el curso de pilotos, principalmente para facilitar la práctica de mantenimiento en motores recíprocos para los mecánicos de aviación. Dicho motor necesita en su totalidad de rehabilitaciones y reparaciones mayores, para un mejor desenvolvimiento tanto del piloto como de los técnicos de aviación en las operaciones de vuelo, de esta manera verificar el funcionamiento de los controles e indicadores del motor y, reduciendo la probabilidad de que exista un accidente y a su vez ayudarlo en caso de una emergencia y aterrizajes forzosos.

El no poseer un motor operativo, dificulta la práctica de los alumnos y mecánicos de aviación en los procedimientos de encendido y comprobación de limitaciones del motor, así como de su funcionamiento técnico.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto trata sobre la rehabilitación de los sistemas del motor "Continental" para el correcto funcionamiento del banco de pruebas de encendido del motor en la Escuela de Aviación Pastaza para brindar una adecuada capacitación y práctica a los aspirantes a pilotos y principalmente a futuros técnicos de aviación, facilitando una herramienta didáctica referen-

te a la reparación, mantenimiento y encendido de un motor recíproco. De esta manera la Escuela de Aviación Pastaza se verá favorecida, ya que el implementar este proyecto ayudará a la correcta operación aérea y disminuirá el riesgo de que exista un accidente o incidente pudiendo terminar en pérdidas humanas.

Es así que con la elaboración de un equipo de banco de pruebas de encendido del motor continental se lograra optimizar aspectos como: facilitar de manera practica la explicación de la materia de mecánica aeronáutica para los aspirantes a pilotos, además de obtener una herramienta adecuada para realizar una corrida de motores que están almacenados, pues los técnicos necesitan desmontar primero otro motor de aeronaves operativas y realizar este mantenimiento, dando como consecuencias pérdidas operacionales a la empresa, como también ayudará a la mejora de la pericia y conocimiento de los profesionales de la aviación de la institución, principalmente sería de gran utilidad para posteriores estudiantes que tengan la oportunidad de realizar prácticas Pre-profesionales teniendo la oportunidad de conocer prácticamente su funcionalidad.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Rehabilitar el motor O-200-A de una aeronave pequeña Cessna A-150-L; mediante los procesos detallados en los manuales de overhaul, para la compañía Escuela de aviación Pastaza S.A., ubicada en la parroquia Shell provincia de Pastaza.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y clasificar la información necesaria tales como AMM, IPC, Manual de Overhual para el motor O-200-A para efectuar el trabajo.
- Adquirir, instalar y calibrar los componentes restantes del motor.
- Realizar las pruebas de funcionamiento de operación de la planta motriz.

1.6 ALCANCE

La rehabilitación del motor continental está dirigida a innovar las necesidades del banco de pruebas para la Escuela de Aviación Pastaza mejorando así el desempeño de los alumnos aspirantes a piloto en el conocimiento general de los motores recíprocos y su funcionamiento además de facilitar las labores de instrucción en el mismo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Banco de Pruebas

Un banco de pruebas es una plataforma para la comprobación de un proyecto el cual brinda una manera transparente y repetible de una teoría científica. En este caso evalúa el comportamiento de un motor, sus condiciones y funcionamiento. Los análisis incluyen, presión de aceite, temperatura del aceite, carga de la batería, y su integridad en general. Realizado estos chequeos, los datos de los parámetros leídos se corrigen a condiciones atmosféricas estándar, con lo que se elaboran el test de desempeño del motor, que después se comparan con las entregadas por el fabricante. Un banco de pruebas de motores se compone básicamente de los siguientes elementos:

- Sistema de suministro de combustible al motor
- Sistema de suministro y refrigeración del aceite de lubricación del motor.
- Sistema eléctrico
- Sistema arranque
- Instrumentación del motor y controles de potencia

2.2 Motores Recíprocos

Un motor recíproco es el conjunto de partes móviles y fijas que transforman la energía química en energía térmica, la cual es aprovechada por el cigüeñal para generar un movimiento rotativo y proveer de una fuerza de empuje para diferentes finalidades.

La fabricación de motores aeronáuticos alternativos permitió una propulsión de trabajo constante, operados principalmente por gasolina. Existen las siguientes configuraciones para este tipo de motores que son los motores en

línea, rotativos, radiales, en V y cilindros opuestos. Estos motores son llamados de combustión interna ya que el fluido del motor antes de iniciar la combustión es una mezcla de un comburente (como el aire) y un combustible, como los derivados del petróleo y gasolina, los del gas natural o los bio-combustibles. <https://prezi.com/9crotvpk-3qi/motores-reciprosos/> : [Citado el 20/10/2016]

En la actualidad los más utilizados en aviación menor son los motores con cilindros opuestos horizontalmente.



Figura 1 Motor reciproco horizontal opuesto de cuatro cilindros.

Fuente: (https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_aeron%C3%A1utico, 2010)

2.3 Motor Continental O-200-A

Construido por Continental Motors estos motores se utilizan en muchos diseños de aviones ligeros. Están normalmente equipados con un carburador de corriente ascendente. Utilizan un sistema de encendido que no requiere alimentación externa, donde dos magnetos conducen corriente de alta tensión a las bujías provocando la inflamación de la mezcla en el cilindro. Cada cilindro tiene una válvula de admisión y una de escape. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

El TBO(Time Between Overhaul) recomendado por Continental para estos motores es de 2000 horas de funcionamiento o 12 años de servicio, lo que ocurra primero. Las especificaciones técnicas de este motor son:

Tabla 1
Especificaciones técnicas del motor

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR	
Fabricado	Teledyne Continental Motors
Modelo	O-200-A
Peso seco	200.00 Lbs (incluyendo accesorios)
Cilindros	4 horizontalmente opuestos
Combustible	80/87 Grado de octanaje mínimo de gasolina
Relación compresión	7:0:1
Orden de encendido	1-3-2-4
Sistema enfriamiento	Enfriado por aire
Capacidad de aceite	6 Cuartos
Desplazamiento pistón	201 cubic in.
Potencia nominal	100 HP a 2750 RPM
Tiempo ignición BTC	24°

Fuente: (Motors, 1984)

Tabla 2
Accesorios del motor continental O-200-A

ACCESORIOS	CANTIDAD
Carburador MA-3-SPA	1
Magnetos Slick N°4001	2
Motor de arranque (12Volt)	1
Alternador 14 Volt – 60 Amp	1
Tacómetro mecánico	1
Bujías	8
Indicador presión de aceite	1
Indicador temperatura de aceite	1

Fuente: (Motors, 1984)

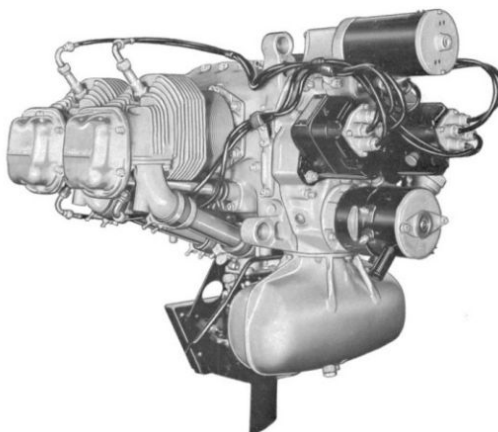


Figura 2 Motor recíproco O-200.

Fuente: (Overhaul Manual, 1984, pág. 8.)

2.4 Componentes del motor O-200

El motor está compuesto por diferentes partes los cuales hacen posible su funcionalidad, es por ello que un profesional de la aviación debe conocer los componentes de un motor y comprender sus principios de funcionamiento.

Las partes y sistemas de un motor recíproco de aviación se componen:

1. Crankcase (Caja del cigüeñal)
2. Crankshaft (Cigüeñal)
3. Camshaft (Árbol de levas)
4. Connecting rods (Bielas)
5. Hydraulic valve lifters (Propulsores hidráulicos de válvulas)
6. Pushrods and housings (Varillas de empuje)
7. Piston (Pistón)
8. Cylinders (Cilindros)
9. Valves (Válvulas)
10. Valve Springs (Resortes de válvulas)
11. Rocker arms and shaft (Balancines y ejes)
12. Crankcase cover (Cubierta de la caja del cigüeñal)
13. Gear train (Secuencia de engranajes)

2.4.1 Caja del cigüeñal

La caja del cigüeñal se forma de dos piezas izquierda y derecha de aleación de aluminio, es el lugar donde se aloja el cigüeñal y el árbol de levas, este tipo de motores se encuentran integrados de cuatro bloques de cilindros, debe ser extremadamente rígido y fuerte debido a las fuerzas internas y externas a las que estará sometido, por ejemplo: la combustión, altas temperaturas, fuerzas centrífugas y de inercia desequilibrada por la hélice. (Motors, Overhaul Manual, 1984)

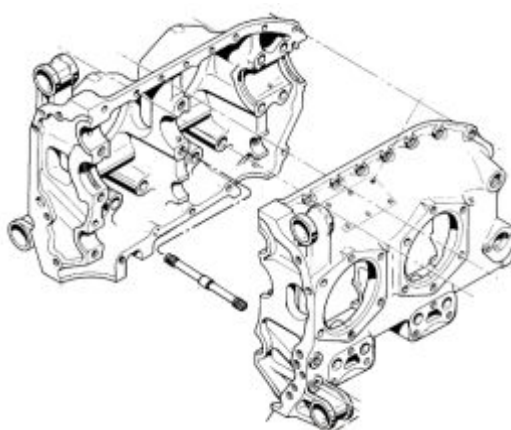


Figura 3 Caja del cigüeñal.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-4.)

2.4.2 Cigüeñal

El cigüeñal es una pieza mecánica que en motores recíprocos es capaz de convertir el movimiento alternativo del pistón en movimiento de rotación que da paso al giro de la hélice se puede decir que es el eje de un motor recíproco. Normalmente en el tipo O-200 el cigüeñal es nitratado en los muñones principales. Debe soportar esfuerzos de compresión, tracción, flexión y torsiones es por eso que se forjan a partir de una aleación fuerte como el cromo níquel molibdeno acero. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

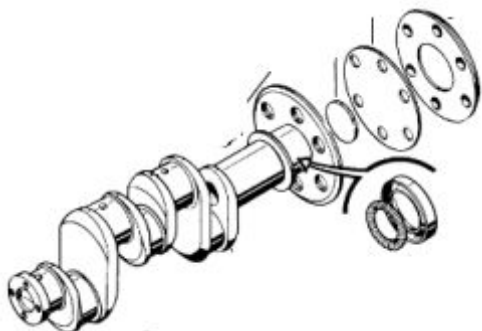


Figura 4 Cigüeñal.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-9.)

2.4.3 Árbol de levas

El árbol de levas es construido con una aleación de acero forjado. El trabajo que realiza esta pieza está dirigida a los propulsores hidráulicos que se configura; tres lóbulos de levas operan a válvulas propulsoras entre cada dos muñones para dos cilindros. En cada grupo, cada lóbulo exterior opera una válvula propulsora de escape, y el lóbulo central opera dos válvulas propulsoras de admisión. Posee además en la parte frontal un engranaje para la bomba de vacío que se acopla directamente en el mismo. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

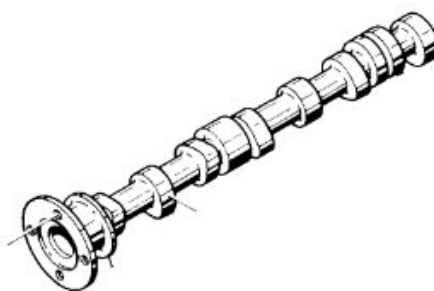


Figura 5 Árbol de levas.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-11)

2.4.4 Biela

La biela del motor se conforma de cabeza de biela, pie de biela y vástago de biela. La cabeza de biela se encuentra segmentado por la barra y la tapa del cojinete que son de una aleación de acero forjado donde se alojan los semicojinetes que reducen la fricción entre metales ayudando en el movimiento circular de la biela con el cigüeñal. La tapa de cojinete se une a la barra por dos tornillos especiales y tuercas hexagonales. El vástago de biela tiene una forma cónica en "I" y termina en el pie de biela donde se inserta el bulón. El número de cilindro que corresponde a cada biela se encuentra marcada en la cabeza de biela. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

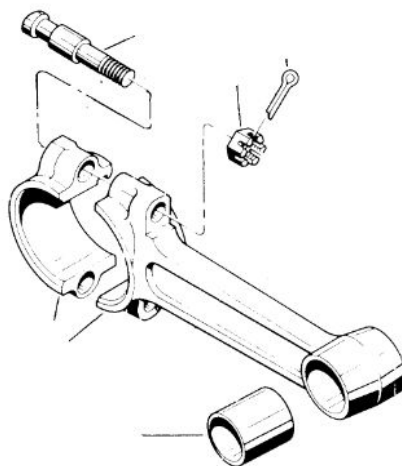


Figura 6 Biela.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-10)

2.4.5 Propulsores hidráulicos de válvulas

El propulsor hidráulico de válvula se compone de un cuerpo exterior, una unidad hidráulica y una toma para la varilla de empuje. El vástago del propulsor está rodeado por dos ranuras de aceite que están conectadas por una zona plana. Es requerida la disimilitud de materiales en la zona de contacto con el árbol de levas por lo que esta cara del propulsor es de hierro fundido. La función principal es de convertir el movimiento giratorio del árbol de levas en movimiento rectilíneo a la varilla de balancín por medio de un mecanismo hidráulico. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

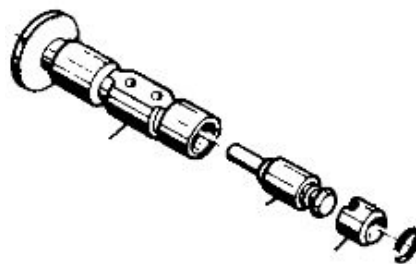


Figura 7 Propulsor hidráulico de válvula.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-11)

2.4.6 Varillas de empuje y carcasas

La varilla de empuje está fabricada por un tubo de acero y en sus extremos de un acero endurecido, a lo largo de su eje es perforado para el paso de aceite. Cada varilla de empuje está cubierta de una delgada y tubular carcasa de acero. Son los encargados de comunicar el movimiento rectilíneo desde los propulsores hidráulicos de válvula hasta los balancines. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

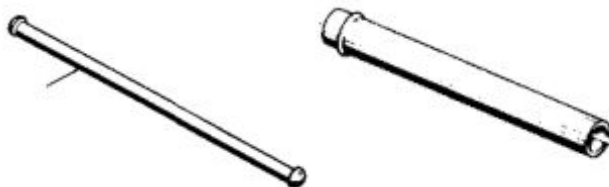


Figura 8 Varilla de empuje y carcasa.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-11)

2.4.7 Pistón

El Pistón de cabeza plana es una pieza mecanizada de aleación de aluminio. La parte superior es de cromo duro para soportar el calor. El modelo O-200 tiene cuatro ranuras para los segmentos, tres de los cuales están por encima del bulón y otro por debajo. Los que están por encima son llamados de compresión y el que está por debajo se denomina segmento de lubricación. Tiene un agujero en el medio por el cual se asegura el pistón con la biela mediante un bulón construido de acero sin costura y equipado con ta-

pones de aluminio a sus extremos estos no son extraíbles. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

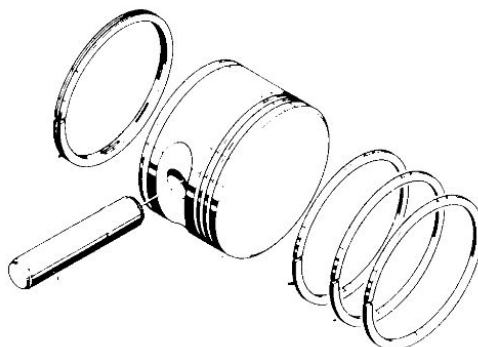


Figura 9 Pistón y sus segmentos.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-10.)

2.4.8 Cilindro

El cilindro se aloja directamente en la caja del cigüeñal, está compuesta por aletas de refrigeración de aleación de aluminio que ayudan a la disipación de calor y en la sección que sucede la inflamación de la mezcla está hecha de acero. Los balancines se alojan en el extremo exterior del cilindro. La tapa es de acero prensado que sella con la ayuda de un empaque y retenido por seis tornillos de cabeza redonda. Es mecanizado en el exterior de manera que se aloje el eje de los balancines en tres agujeros alineados. Cada balancín trabaja con una válvula de admisión y otro con una válvula de escape. Dos guías de bronce alojan el vástago de la válvula que va desde la caja del balancín hasta el asiento de válvula. La cámara de combustión es de acero y es el lugar donde acontecen los cuatro tiempos del motor. Posee dos agujeros en la parte superior e inferior para colocar las bujías. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

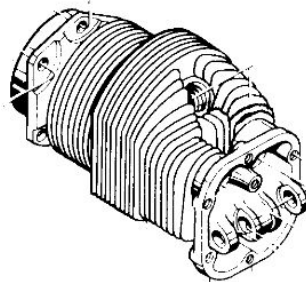


Figura 10 Cilindro.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-12.)

2.4.9 Válvulas

Las válvulas de admisión y escape son de un diseño modificado de tulipán. La cabeza de la válvula de admisión tiene un diámetro mayor que la de escape y se diferencian con marcas en la misma "IN" en admisión y "EX" en la de escape. La punta del vástago tiene una ranura donde ingresa las pestañas de bloqueo. La cabeza de la válvula de escape es soldada de manera que soporte el calor de los gases de salida. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)



Figura 11 Válvulas de admisión y escape.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-13.)

2.4.10 Resortes de la válvula

El resorte de la valvula se asienta sobre un muelle de retención interna de acero prensado sentado en la caja de balancines para evitar el desgaste en la superficie de la cabeza de aluminio. Un ajuste exterior se logra con un dispositivo de retención que rodea el vástago de la valvula cuya forma es

cónica para ajustar la válvula en el muelle. Cada válvula posee tres resortes. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

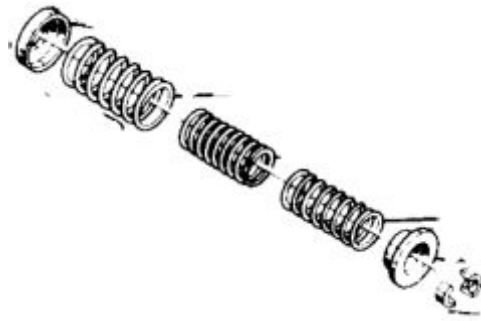


Figura 12 Resortes de la válvula.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-12.)

2.4.11 Balancines y ejes

Cada cilindro posee dos conjuntos de balancines los cuales están articulados en un eje de acero de forja tubular con un casquillo de bronce. El socket de la varilla de empuje esta mecanizado en el extremo inferior del balancín y en la parte superior se endurece y tiende a un arco para la superficie de contacto con la válvula. A lo largo del eje del balancín es perforado con fines de lubricación en el eje. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

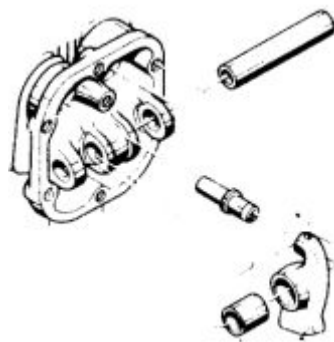


Figura 13 Balancines y ejes.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-12.)

2.4.12 Cubierta de la caja del cigüeñal

La cubierta de la caja del cigüeñal es una pieza mecanizada de magnesio. Es el lugar donde se alojan los engranajes de los componentes del motor y en la parte inferior posee un roscado donde ingresa el tubo de succión de aceite. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)



Figura 14 Cubierta de la caja del cigüeñal.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-14.)

2.4.13 Secuencia de engranajes

La secuencia de engranajes se refiere al sentido en el que giran los engranajes del motor, en el caso del modelo O-200 el engranaje del cigüeñal gira en sentido horario. La velocidad de giro con respecto al árbol de levas se reduce a la mitad. Los engranajes de la magneto, bomba de aceite y alternador son accionados por el engranaje del cigüeñal. El eje del tacómetro recibe el movimiento circular desde el impulsor de la bomba de aceite. El engranaje del motor de arranque dirige su movimiento al engranaje del cigüeñal. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

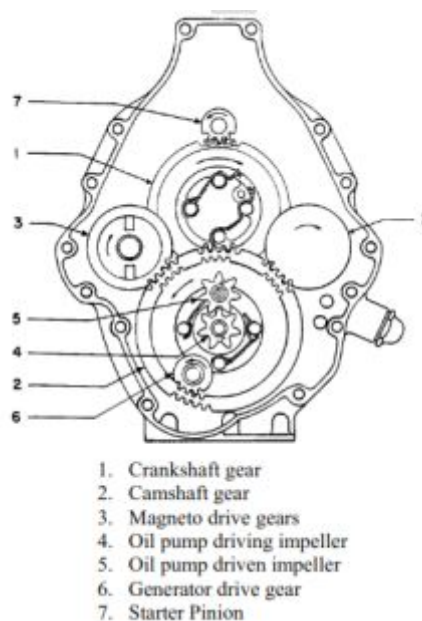


Figura 15 Secuencia de engranajes.

Fuente: (Overhaul Manual, 1984, pág. 24.)

2.5 Sistema de lubricación

El Sistema de lubricación es el encargado de limpiar, lubricar y enfriar a todas las partes móviles y que tienen fricción entre sí en el motor. El motor O-200 tiene una capacidad de 6 cuartos de aceite el cual es almacenado en el sumidero de aceite, desde aquí el aceite es impulsado por una bomba mecánica hacia el filtro de malla donde retiene cualquier impureza en el sistema, además de que en este componente se encuentra alojado el sensor de temperatura de aceite, el cual envía una señal eléctrica al indicador de temperatura en la cabina, a continuación pasa por una válvula de alivio de presión, posteriormente se encuentra un orificio en la caja del cigüeñal donde ingresa el tubo bourdon del indicador de presión y finalmente a todos los componentes del motor móviles y fijos, engranajes, y orificios de lubricación. (Cessna, 1976)



Figura 16 Aceites mineral 100 y semisintético W100.

Fuente: (<http://www.groundforcevzla.com/lubricantes/>, 2003)

2.6 Refrigeración

El motor de combustión interna genera una gran cantidad de calor residual debido al producto de la combustión, es por esto que es necesario un procedimiento de refrigeración. Esto se logra gracias al compartimiento del motor que posee aberturas en la parte delantera. El aire pasa a través de esta toma, y es forzado a fluir rápidamente por las aletas finas de metal de enfriamiento que poseen los cilindros, estas provocan la transferencia de calor, y el aire cumple su función. El gas caliente sale de nuevo a la atmósfera.

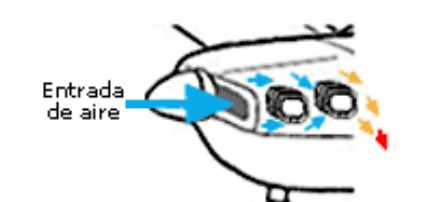


Figura 17 Refrigeración por aire

Fuente: (<http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF38.html>, 2011)

2.7 Sistema de alimentación de combustible

El sistema de alimentación de combustible utilizado en este tipo de motores, necesita de un comburente que debe tener ciertas características tales como la homogeneidad, valor antidetonante, volatilidad, resistencia a la oxi-

dación y pureza. La cualidad antidetonante del combustible se reconoce por el número de octanos que tiene el más común usado en aviación menor y en este tipo de aeronaves son Avgas 100 y 100LL, la “LL” indica que tiene contenido de plomo inferior al original. Los motores O-200 son equipados con carburadores de succión como el Marvel Schebier M2A, que no requieren bomba de combustible, ya que el combustible es alimentado por el efecto de gravedad. (Cessna, 1976)

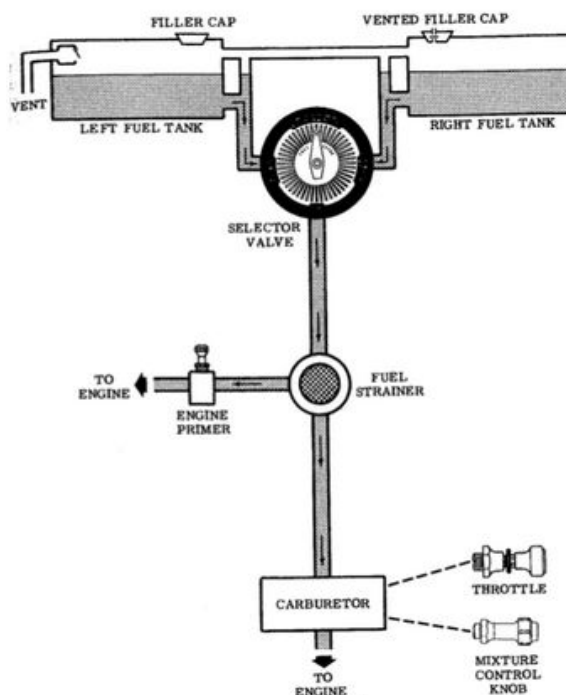


Figura 18 Sistema de combustible C-150.

Fuente: (Pilot's Operating Handbook, 1976, pág. 7-21.)

2.8 Sistema de inducción

El sistema de inducción está conformado por un colector de admisión que está unido a la parte inferior de la caja del cigüeñal y dirige la mezcla de aire-combustible en sentido horizontal a cada tubo de admisión en cuatro direcciones, mediante conectores de goma y abrazaderas se aseguran a un codo de aluminio que a su vez está ligado al puerto de admisión de cada cilindro. En el modelo O-200 el carburador de tipo flotador cumple un proceso de

mezcla aire-combustible que alimenta al motor, además mantiene de forma correcta la mezcla, tiene un circuito secundario de ralentí, posee un sistema de enriquecimiento de la mezcla. El alojamiento de admisión de aire se anexa en la parte inferior del carburador y posee dos entradas, una para aire frío donde está ubicado el filtro en la parte delantera y una en la parte posterior lateral para aire caliente que evita que se forme hielo en el carburador en descensos. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

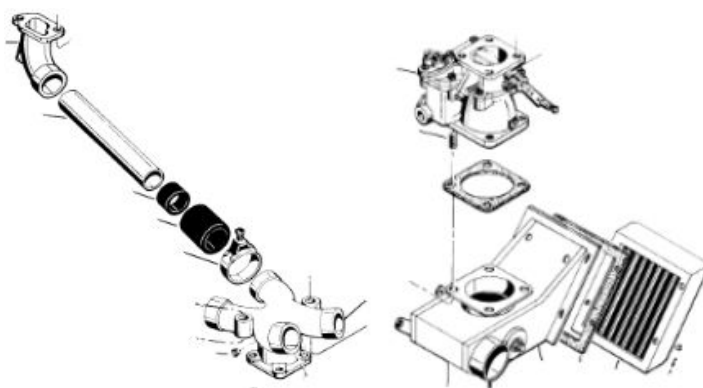


Figura 19 Sistema de inducción.

Fuente: (IPC Overhaul Manual, 2011, pág. 2-18.)

2.9 Sistema de ignición

El sistema de ignición aprobado para el motor O-200 es un sistema blindado con magnetos Slick series 4000. Los cables de encendido son blindados y dirigen el alto voltaje a las bujías en el orden que muestra la figura 20.

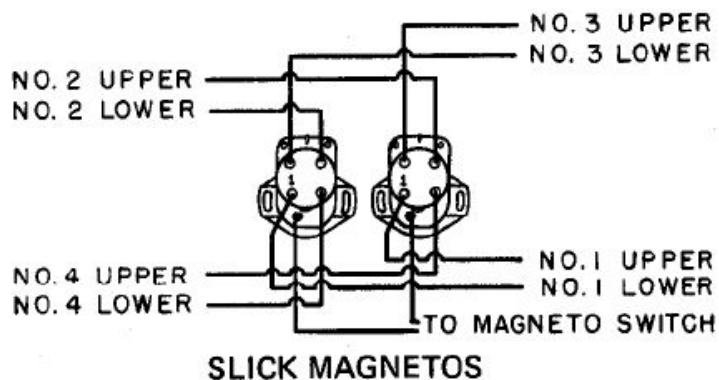


Figura 20 Sistema de ignición.

Fuente: (Overhaul Manual, 1984, pág. 57.)

Cada magneto tiene un tiempo interno que debe ser clareado con el tiempo del motor en el T.D.C. para que el orden de encendido en los cilindros sea el adecuado. Los cables poseen un terminal tipo espiral y se enroscan a las bujías por una tuerca hexagonal. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)

2.9.1 Magneto

Es un generador de alta tensión, que puede provocar el encendido independientemente de la instalación eléctrica con batería; convierte la energía mecánica, suministrada por el motor, en energía eléctrica de baja tensión que, posteriormente, es transformada en corriente de alta tensión y distribuida a las bujías en el instante y en el orden de sucesión requeridos. <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/magneto-definicion-significado/gmx-niv15-con194721.htm> [Citado el 20/10/2016]



Figura 21 Carburador marvel schebler aircraft.

Fuente: (Investigador.)

2.9.2 Bujías

La bujía es el órgano que produce las chispas eléctricas en el interior de la cámara de combustión del cilindro. La conexión magneto-bujía se efectúa con los cables de encendido. Las chispas saltan entre dos terminales eléctricos de la bujía, que están separados por una distancia pequeña y precisa. Los terminales de la bujía se denominan electrodos.

<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/bujia-definicion-significado/gmx-niv15-con193289.htm> [Citado el 20/10/2016]



Figura 22 Bujía.

Fuente: (<http://vueleseguro.blogspot.com/>, 2013)

2.9.3 Interruptor de ignición

En el panel de instrumentos al lado izquierdo del piloto existe un interruptor de encendido o accionado por llave, mostrando cinco posiciones.

OFF (Apagado)

R (Right = Derecha) el cual solo un magneto suministra corriente a su juego de bujías.

L (Left = Izquierda) el cual solo un magneto suministra corriente a su juego de bujías.

BOTH (Ambos), los dos magnetos suministran corriente a cada uno de su juego de bujías.

START (Arranque) que acciona el motor de arranque.



Figura 23 Interruptor de ignición.

Fuente: (Investigador.)

2.10 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico del motor O-200 está equipado con un sistema de corriente continua de 14 voltios, que reciba una carga constante del alternador. Para el almacenamiento de energía utiliza una batería de 12 voltios. El interruptor maestro controla todo el sistema eléctrico excepto el sistema de ignición del motor. (Cessna, 1976)

2.10.1 Batería

Para el funcionamiento del Sistema eléctrico en este tipo de aeronaves se utiliza una batería de 12 voltios, 25 amperios. La cual envía la energía almacenada a un contactor de batería y este a su vez a un BUS BAR para la propia distribución a los diferentes componentes eléctricos de la aeronave. El paso de corriente es activado por un interruptor maestro en el panel de la cabina del piloto. (Cessna, 1976)



Figura 24 Batería.

Fuente: (<http://www.morandiniaviacion.com.ar/Baterias/12V.htm>, 2009)

2.10.2 Alternador

El alternador es el encargado de cargar a la batería con una corriente de 14 voltios. 50 amperios., mediante un engranaje que se acopla en el engranaje del cigüeñal. Dirige la corriente a un regulador de voltaje que sensa el

paso de la misma, enviando la corriente necesaria a la batería para que no se sobrecargue ni se descargue durante su uso. (Cessna, 1976)



Figura 25 Alternador.

Fuente: (<http://www.zeppy.io/discover/us/continental-o-200>, 2008)

2.10.3 Motor de arranque

El Motor de arranque es utilizado en los motores para iniciar el movimiento mecánico en los engranajes y así empezar con las etapas de encendido del motor. Son motores eléctricos y se encargan de convertir la energía eléctrica en energía mecánica según el principio de reacción electromagnética que es la corriente inducida a bobinados internos que son el rotor y el estator, girando el rotor a grandes velocidades y produciendo energía mecánica. (Motors, Continental Overhaul Manual, 1984)



Figura 26 Motor de arranque.

Fuente: (<http://www.sabelotodo.org/automovil/arranque.html>, 2011)

2.10.4 Interruptor maestro

El interruptor maestro se encuentra en la cabina de la aeronave desde el cual el piloto tiene el control de encender o apagar el sistema eléctrico, con excepción del arranque del motor ya que las magnetos son independientes y la señal eléctrica enviada a este dispositivo es controlada por un contactor de arranque. Esta aeronave tiene un interruptor doble: BAT y ALT, el primero corresponde a la batería y el segundo al alternador, que al encenderlo el sistema empieza a nutrirse de este dispositivo. Este interruptor tiene un mecanismo interno de bloqueo de manera que normalmente, el interruptor ALT solo puede activarse con el BAT también activado.

2.10.5 Interruptores de circuito

Son fusibles que permiten proteger de las sobrecargas eléctricas, diferencia de los fusibles que pueden ser restaurados manualmente, estos tienen forma de botón, que salta hacia afuera cuando existe una sobrecarga, con la facilidad de restaurarlo solo pulsando el botón nuevamente.

2.11 Hélice

La hélice es un dispositivo mecánico que transforma la energía mecánica del motor en una fuerza de empuje gracias a que se encuentra montada de forma concéntrica y sobre un eje que, al girar, las palas trazan un movimiento rotativo en un plano. Tienen una forma curva obteniendo así en cada lado una diferencia de presiones y por lo tanto aparece una fuerza perpendicular al plano de rotación de las palas hacia la zona de menos presión. En el caso de la cessna 150, la hélice es de paso fijo marca sensenich lo que quiere decir que el ángulo de ataque de la pala se encuentra fija y no tiene variación ninguna. [https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9lice_\(dispositivo\)](https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9lice_(dispositivo)) : [Citado el 20/10/2016]



Figura 27 Hélice sensenich.

Fuente: (<http://www.sensenich.com/products/item/39>, 2001)

2.12 Controles del motor

2.12.1 Control de mezcla

El control de mezcla regula el paso de combustible hacia el carburador. Este cambio es necesario para las diferentes alturas a las que opera la aeronave y controla la mezcla de aire-combustible que va a ser inyectada hacia el colector de admisión.

2.12.2 Control de potencia

El control de potencia, regula la apertura de aire al carburador, al mismo tiempo inyecta la cantidad de combustible que ha sido configurada en la mezcla. A mayor apertura mayor potencia.

2.12.3 Calentador del carburador

El calentador del carburador permite el paso de aire caliente dirigido desde una toma del escape del motor, directo a la toma de aire, aumentando su potencia e impide que se forme hielo en el carburador en climas fríos.



Figura 28 Controles del motor.

Fuente: (<http://www.dday.com.ar/escuela/matvuelo/matvuelo.php>, 2007)

2.13 Indicadores del motor

2.13.1 Tacómetro

El Tacómetro es un dispositivo diseñado para medir las revoluciones por minuto del cigüeñal de un motor. Las revoluciones son representadas en una caratula e indicada por un dial, una aguja que indica la lectura actual y las marcas que indican los niveles seguros y peligrosos. (Cessna, 1976)



Figura 29 Tacómetro C-150.

Fuente: http://blogs.fsmex.com/es-importante-volar-solo/tach_meter/, 2011)

2.13.2 Indicador de presión de aceite

El indicador de presión de aceite es un dispositivo que mide la presión interna ejercida del aceite dentro del motor. Pueden ser de tipo tubo bourbon o eléctrico. El tubo bourbon consiste de un tubo aplanado de bronce o acero curvado en arco, a medida que se aplica presión al interior del tubo, éste

tiende a enderezarse, y éste movimiento se transmite a un cuadrante por intermedio de un mecanismo amplificador adecuado. La caratula indica los niveles normales y peligrosos de presión del aceite por medio de una aguja. <http://elvueloporinstrumentos.blogspot.com/2015/06/instrumentos-de-motor-de-un-avion.html> : [Citado el 20/10/2016].



Figura 30 Indicador de presión de aceite C-150.

Fuente: (http://www.sky-craft.co.uk/acatalog/Skycraft_Used_Aircraft_Cluster_Instruments.html, 2011)

2.13.3 Indicador de temperatura de aceite

La capacidad del aceite de motor para realizar su trabajo de lubricación y refrigeración es función de la temperatura del aceite, así como también de la cantidad de aceite suministrado a las áreas críticas. Frecuentemente se proporciona un indicador de temperatura de aceite de entrada para mostrar la temperatura del aceite a medida que entra en los compartimentos de los cojinetes del motor.

<http://elvueloporinstrumentos.blogspot.com/2015/06/instrumentos-de-motor-de-un-avion.html> : [Citado el 20/10/2016]



Figura 31 Indicador de temperatura de aceite C-150.

Fuente:
(http://aircraftpartsandsalvage.com/advanced_search_result.php?keywords=Oil%20Temp%20Gauge&sort=2a&page=2, 2014)

CAPÍTULO III

REHABILITACIÓN DEL MOTOR O-200-A DE UNA AERONAVE PEQUEÑA CESSNA A-150-L; PARA LA ESCUELA DE AVIACIÓN PASTAZA S.A. UBICADA EN LA PARROQUIA SHELL, PROVINCIA DE PASTAZA CON FINES DIDÁCTICOS.

3.1 Condición del Motor Continental O-200-A

El motor continental O-200-A es propiedad de la Escuela de Aviación Pastaza, se encuentra en estado de almacenamiento temporal en la empresa, debido al accidente que sufrió en el año 2013, por causa de un encapotamiento en la pista 12 del cantón Shell-Mera. El motor sufrió un daño en la hélice la cual se encuentra doblada aproximadamente en la sección 14.

La planta motriz fue hallada en estado inoperativo, utilizada por alumnos y mecánicos de aviación para su análisis de manera estática. Con el fin de explicar los accesorios del motor, estos habían sido retirados con la falta de procedimientos por lo que fueron descalibrados. Asimismo con la caja del cigüeñal. Es por esto que su desarmado es importante para verificar el estado tanto interno como externo de los componentes del motor asegurando su correcto funcionamiento.

Los accesorios del motor que se encuentran instalados son: el motor de arranque y las magnetos, el resto de los componentes como el alternador, el carburador, toma de aire, los controles del motor se encuentran en almacenados en la bodega de repuestos de la Escuela de Aviación Pastaza. La hélice a pesar de su doblamiento se encuentra parcialmente en buenas condiciones por lo que se la recortara para su posterior instalación.



Figura 32 Vista lateral del motor O-200-A, en la E.A.P.

3.2 Recopilación de la información técnica para la rehabilitación del Motor

La rehabilitación del motor se rige a la recopilación de la información técnica, para el desarmado, inspección y ensamblaje del motor se utilizó lo siguiente.

Continental Motors Overhaul Manual O-200:

- Sección XI (Dissassembly)
- Sección XIII (Inspection)
- Sección XVI (Final Asembly)

Para su habilitación en el banco de pruebas se utilizó el Service Manual Model 150 Series:

- Sección 11 (Engine),
- Sección 12 (Fuel system)
- Sección 13 (Propeller)
- Sección 16 (Electrical System)

Asimismo se utilizó también los manuales:

- Overhaul manual IPC (illustrated parts catalog)
- Service Manual Model 150 Series IPC (illustrated parts catalog)



Figura 33 Manuales

3.3 Desarmado del motor O-200-A

Para la rehabilitación del motor O-200-A se procedió a su desarmado, con la finalidad de verificar el correcto funcionamiento de sus componentes internos.

3.3.1 Remoción de la hélice

En primer lugar para la remoción de la hélice, se desmontó el cono con un destornillador estrella, y a continuación se procedió a cortar el frenado de los pernos que sujetan la hélice con el cigüeñal. Con el uso de un dado 9/16" y la racha se retiraron los seis pernos y con ellos se desmontó, la hélice, el mamparo y el separador.



Figura 34 Remoción de la hélice

3.3.2 Remoción de los accesorios de la cubierta de la caja del cigüeñal.

Se removió los accesorios de la planta motriz montados en la cubierta de la caja del cigüeñal, se utilizó un dado de 1/2", un acople de 1/4" y una racha.

Se removió las tuercas del motor de arranque, y se retiró las arandelas planas y de presión. Con cuidado se lo hala y se lo coloca en la mesa de trabajo.

A continuación se procedió a desmontar las magnetos con los siguientes pasos:

- Con el cilindro número uno en carrera de compresión.
- El pistón número uno en su avance al encendido. Referirse con el grado de avance al encendido indicado en la placa del motor 25°.
- Retirar las tuercas que aseguran las magnetos.
- Halar con cuidado y ubicarlas en la mesa de trabajo.



Figura 35 Remoción de accesorios

3.3.3 Remoción del sumidero de aceite y el tubo de succión

Para el desarmado del sumidero de aceite se utilizó una llave de 7/16" y se retiró las seis tuercas planas junto con las arandelas planas y de presión. Se desmontó el sumidero cuidadosamente sin hacer contacto con el tubo de succión. A continuación se utilizó un cortador para retirar el frenado del tubo de succión y con la ayuda de una llave 11/16" se desmontó el mismo.



Figura 36 Sumidero de aceite

3.3.4 Remoción de los cilindros

No es necesario remover las varillas de empuje ni sus cubiertas antes de desmontar los cilindros. Para su remoción se utilizó una herramienta especial llamada depresor de cilindros de 1/2" y de 9/16" respectivamente, y se procedió a lo siguiente:

- Se removió las abrazaderas de las cubiertas de la varilla de empuje. Esto se hizo en todos los cilindros.
- Se giró el cigüeñal hasta que el primer cilindro a ser desmontado se encuentre en el T.D.C. en su carrera de compresión. El orden sugerido para remover los cilindros es 4, 1, 3, 2 para evitar el desbalance del motor.

- Con el uso de los depresores se removió las seis tuercas de la base. Y con cuidado se hala el cilindro, teniendo en cuenta que la biela no tenga contacto con la caja del cigüeñal, para evitar rajaduras.



Figura 37 Remoción del Cilindro N° 1

3.3.5 Remoción de los pistones

Se removió de inmediato cada pistón retirando el bulón después del desmontaje de los cilindros. Los bulones de cada pistón fueron removidos aplicando presión a uno de sus tapones. Una vez colocados en la mesa de trabajo se procedió a retirar los segmentos, aplicando presión a cada lado de la abertura del mismo evitando que tengan contacto con las paredes del pistón. Se retornó el bulón a cada pistón y se los almacenó en un lugar seguro.



Figura 38 Remoción del pistón.

3.3.6 Remoción de la cubierta de la caja del cigüeñal

Para la remoción de la cubierta se utilizó un dado de 7/16" y una racha con el acople de 1/4", pero antes de su desmontaje se procedió a lo siguiente:

- Se removió el filtro de malla de aceite con el uso de una llave inglesa de 8".
- Se desmontó la valvula de alivio de presión de aceite con una llave 13/16", y se levantó el resorte y el émbolo.
- Se removió las tres tuercas de la cubierta del filtro de malla de aceite utilizando el dado 7/16" y la racha.
- Finalmente se retiró las ocho tuercas planas con sus arandelas planas y de presión, y se lo colocó en un lugar seguro.



Figura 39 Remoción de la cubierta de la caja del cigüeñal.

3.3.7 Desarmado de la caja del cigüeñal.

Una vez aseguradas las bielas y que todos los componentes han sido removidos se procedió al desarmado de la caja del cigüeñal, las herramientas que se utilizó fueron un dado 7/16" con el acople de racha de 1/4" y una llave 7/16". Se retiró cada uno de los pernos, tuercas y arandelas que unen las dos partes de la caja del cigüeñal. A continuación se los separó cuidando

que las bielas no tengan contacto con la caja del cigüeñal y que los propulsores hidráulicos de válvulas no se caigan. Se desmontó tanto el cigüeñal como el árbol de levas y se los colocó de manera vertical para evitar que se desbalancen.



Figura 40 Árbol de levas, cigüeñal y caja del cigüeñal.

3.3.8 Remoción de las bielas

Para la remoción de las bielas se colocó al cigüeñal de manera vertical en la mesa de trabajo, y se procedió de la siguiente manera:

- Se retiró todos los “cotter pins” de las tuercas de castillo.
- Con la ayuda de un dado de 1/2” y la racha se procedió a remover las tuercas de los pernos de la biela.
- Una vez desmontados, se los coloca en forma ordenada según el número de biela, para evitar mezclarlos.



Figura 41 Remoción de las bielas.

3.3.9 Remoción de la bomba de aceite

La bomba de aceite se encuentra alojada en la cubierta de la caja del cigüeñal en la parte interna, para su desmontaje se retiró el frenado de los pernos y se removió los mismos con un destornillador plano. Finalmente se levantó los impulsores de la bomba de aceite.



Figura 42 Remoción de la bomba de aceite

3.3.10 Desarmado de los elementos del cilindro

Para el siguiente procedimiento se utilizó una herramienta especial llamada depresor de válvulas, un dedo magnético y un tornillo de banco los mismos que fueron proveídos por la compañía, y se realizó lo siguiente:

- Se removió las tapas de los cilindros con un destornillador plano.
- Se deslizó el eje para remover ambos balancines y se los colocó en orden para no mezclar los de admisión y los de escape.
- Una vez removidos los balancines se colocó nuevamente el eje para asentar el depresor de válvulas.
- Se ubicó un soporte en el tornillo de banco, para evitar la caída de válvulas.
- Se colocó el cilindro de manera que la cabeza de las válvulas se asienten sobre el soporte y se lo aseguró con una cuerda para mantenerlo fijo.

- Se asentó el depresor de válvulas en el eje de balancín y se aplicó una fuerza descendiente vertical sobre el asiento de los resortes de válvula.
- Se procedió a sustraer las cuñas de fijación con la ayuda de un dedo magnético.
- Se alivió la presión despacio para evitar que los resortes de válvula salten.
- Una vez que se retiró los resortes y sus asientos, se procedió a retirar la cuerda y levantar el cilindro, para sustraer las válvulas.
- Se colocó en orden de desmontaje para no mezclar los componentes.



Figura 43 Desarmado de los elementos del cilindro.

El propósito de desarmar íntegro el motor es verificar el correcto funcionamiento de cada uno de sus componentes internos, además de prepararlo para la inspección y limpieza. Para esto se ubicó cada segmento del motor en una mesa y se acomodó según el orden en que se ubican los elementos de cada parte, con su respectivo nombre según el O-200 AIRCRAFT ENGINE IPC.



Figura 44 Motor desarmado.

3.4 Limpieza e inspección de las partes del motor

Previo al ensamblaje del motor es de vital importancia la limpieza e inspección de cada parte de la planta motriz. Así se puede observar rajaduras, corrosión, doblamiento, rotura de los componentes del nombrado motor impidiendo su correcto funcionamiento.

3.4.1 Limpieza e inspección de la caja del cigüeñal

En primer lugar se limpió con un solvente mineral WD-40 y se realizó la inspección visual de la caja del cigüeñal en búsqueda de rajaduras, torsiones, o roturas en las partes críticas como son: los agujeros de los cilindros, asientos de cojinetes del cigüeñal, asientos del árbol de levas, guías de propulsores de válvulas, sin encontrar novedades en la estructura de la caja del cigüeñal. Se aseguró que los taladros de lubricación no se encuentren obstruidos inyectando aceite W100 y se observó que atravesase a los mismos.



Figura 45 Limpieza e inspección de la caja del cigüeñal.

3.4.2 Limpieza e inspección del cigüeñal y árbol de levas

Se realizó la limpieza con combustible AVGAS 100LL, y se inspeccionó el cigüeñal y el árbol de levas en las partes críticas como son en los muñones, de los cuales no se encontraron rajaduras o roturas, y por lo tanto se los lubrico con aceite W100, asegurándose de que los taladros de lubricación no se encuentren obstruidos y se los posiciono de manera vertical para su posterior armado.



Figura 46 Cigüeñal y árbol de levas

3.4.3 Limpieza e inspección de las bielas

Así mismo se procedió a la limpieza con un solvente mineral WD-40 y se inspeccionó de manera visual a las bielas por rajaduras o roturas, principalmente en la cabeza y cojinetes de fricción sin encontrar novedades. Se chequeo de manera visual la elongación de los pernos y la condición de la rosca. A continuación se lubricó con aceite W100 para finalmente comprobar que los taladros de lubricación no se encuentren obstruidos.



Figura 47 Inspección y limpieza de las bielas

3.4.4 Limpieza e inspección de las varillas de empuje y cubiertas

Para empezar se sustrajo las varillas de empuje de las cubiertas, se las limpió con un solvente mineral y se realizó la inspección visual, se chequea si existe un doblamiento, rajaduras o corrosión y se comprobó que el orificio de lubricación no se encuentre obstruido comunicando aceite W100 hasta que atravesase la varilla de empuje.



Figura 48 Imagen de las varillas de empuje.

3.4.5 Limpieza e inspección de los cilindros y sus componentes

Se realizó la limpieza con un combustible AVGAS 100LL y se inspeccionó por grietas, rajaduras, roturas y corrosión a los cilindros en las partes críticas como son la cámara de combustión, los asientos de válvula, las entradas de admisión y escape, se lo realizó con la ayuda de un boroscopio, sin encontrar novedades en el componente.

Asimismo se procedió a limpiar con un solvente mineral e inspeccionar los componentes del cilindro como son: los resortes de válvula, válvulas, balancines y eje de balancín. Se inspeccionó de manera visual por seguridad si existen grietas, roturas o corrosión sin encontrar ninguna novedad.



Figura 49 Imágenes de limpieza de los componentes del cilindro.

3.4.6 Limpieza e inspección de los propulsores hidráulicos de válvulas

Se limpió con WD-40 y se realizó la inspección visual en busca de desprendimiento o corrosión de los propulsores hidráulicos de válvulas. Se comprobó que los resortes de la válvula se encuentren operando de manera correcta aplicando presión en la zona de contacto con la varilla de empuje y se observó que posee movimiento lineal. Se añadió una fina capa de aceite W100 para evitar la corrosión debido al clima en el que se encuentran.

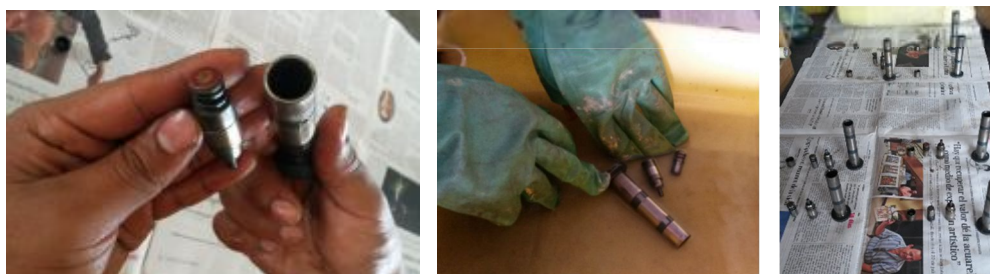


Figura 50 Inspección de los propulsores hidráulicos

3.4.7 Limpieza e inspección de la bomba de aceite

Se procedió a la limpieza con un solvente mineral de los impulsores de la bomba de aceite y a su inspección visual para verificar que no existan daños en sus engranajes sin encontrar novedades.



Figura 51 Impulsor de la bomba de aceite

3.5 Ensamblaje del motor

Una vez que se limpió e inspeccionó cada componente del motor se procede a su ensamblaje. Se debe tener en cuenta el manejo de los manuales IPC (illustrated Parts Catalog), para adquirir de la bodega de repuestos los componentes y materiales necesarios para concluir el trabajo.

3.5.1 Ensamblaje de los componentes de la cubierta de la caja del cigüeñal.

Se inició con el armado de la cubierta de la caja del cigüeñal. Se procedió a instalar los impulsores de la bomba de aceite en la cámara aplicando una fina capa de aceite W100. Se aseguró la tapa de la cámara con cuatro arandelas P/N: 20522 y cuatro pernos de cabeza redonda P/N: 22537 y se los ajusta con un destornillador plano. Por último se realizó un TEST de la bomba para asegurar que se encuentre operando de manera correcta y tenga libre movimiento.



Figura 52 Ensamblaje del impulsor de la bomba de aceite

A continuación se procedió a instalar la valvula de alivio de presión de aceite, para esto se ubicó el embolo con el resorte, seguido se colocó el tapón con un empaque nuevo de tipo asbesto-cobre P/N: AN900-14. Por último se ajustó el tapón con una llave 13/16" y se frenó con alambre N° 0.032.



Figura 53 Instalación de la válvula de alivio de presión de aceite

Se preparó para ubicar la cubierta del filtro de malla de aceite con su respectivo empaque P/N: 22350, se lo ubicó seguido de la cubierta y se lo aseguró con tres arandelas planas P/N: 20522 y tres tuercas planas P/N: 2439, con la ayuda de un dado 7/16" y la racha se los ajustó, para posteriormente proveer de un torque de 90 Inch. Lbs. Para finalizar se colocó el filtro de malla con un empaque de tipo asbestos-cobre P/N: AN900-28 y se ajusta con seguridad.



Figura 54 Instalación del filtro de malla y su cubierta.

3.5.2 Armado de los componentes de la caja del cigüeñal

Se procedió a preparar ambas partes de la caja del cigüeñal para su ensamblaje. Se lubricó los cojinetes para la ubicación de los mismos en los asientos de la caja del cigüeñal. Estos poseen un talón de posicionamiento lo que facilita ubicarlos en sus respectivos lugares.



Figura 55 Caja del cigüeñal con sus cojinetes

3.5.3 Ensamblaje de las bielas en el cigüeñal.

A continuación se preparó el cigüeñal y las bielas para su ensamblaje. Se ubicó el cigüeñal de manera vertical y se lo asentó sobre el montante de la hélice. Se lo lubricó en su totalidad, especialmente sobre los muñones de biela donde se va a trabajar. Se preparó las bielas teniendo en cuenta en el número de cilindro que pertenece cada uno, el cual se puede observar en la cabeza de biela. Se los instaló con dos tuercas de castillo P/N: 24804 y con el torque específico, ver anexo 1. En caso de que el orificio para el “cotter pin” P/N: 639292, no se alinee con la tuerca se puede desenroscar una mínima cantidad para alinearlos y lograr insertarlo.



Figura 56 Ensamblaje de las bielas en el cigüeñal.

3.5.4 Ensamblaje de los componentes de los cilindros

Se realizó el ensamblaje de las válvulas, resortes de válvulas, y cuñas de fijación en los cilindros. Se aseguró el cilindro de tal manera que las válvulas se asienten de forma segura y se procedió a ubicar los asientos, seguidos de los resortes de forma ordenada y por encima el retenedor de resortes, con la ayuda de un depresor de válvulas se presionó en sentido vertical los resortes para ubicar las cuñas de fijación y así asentar las válvulas. Se efectuó el

mismo procedimiento en los demás cilindros y se procedió a ubicar los balancines y ejes lubricando cada componente que se instala.



Figura 57 Ensamblaje de los componentes del cilindro.

3.5.5 Ensamblaje de la caja del cigüeñal.

Ya que los subconjuntos del motor se encuentran ensamblados, se continuó con el armado final.

Para esto se colocó el motor en una mesa de trabajo de tal manera que los agujeros de los cilindros 2 y 4 sean ubicados en la parte de abajo, además estos deben estar libres de obstáculos para insertar con mayor facilidad el cigüeñal con las bielas, el árbol de levas y los propulsores hidráulicos.

Se prosiguió con el sellado de la caja del cigüeñal. Se procedió a ubicar los cojinetes y el retenedor del cigüeñal en sus respectivos lugares tomando en cuenta que se deben ir lubricando con aceite W100 cada uno de ellos.

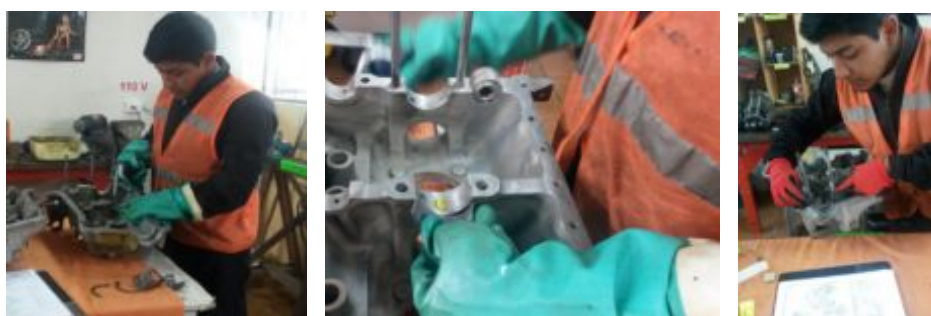


Figura 58 Ubicación de los cojinetes en la caja del cigüeñal.

Una vez que se ubicó los cojinetes en la caja del cigüeñal se procedió a lubricar los propulsores hidráulicos de válvulas los cuales a su vez se los

debe asegurar para que el momento de montar la otra mitad de la caja del cigüeñal estos no se caigan.



Figura 59 Propulsores hidráulicos de válvulas

Ya que ambas partes de la caja del cigüeñal se encuentren con sus respectivos cojinetes y propulsores hidráulicos de válvulas, se procedió a esparcir una fina capa de sellante Permatex de Aviación alrededor de la superficie de contacto entre las mitades de la caja del cigüeñal, asegurándose de que el sellante no ingrese a la cámara interna del mismo. Asimismo se ubicó un empaque de hilo N° 0.08 que ayuda al sellado de la mencionada caja de cigüeñal.



Figura 60 Empaquetado de la caja del cigüeñal.

A continuación se procedió a ubicar el cigüeñal y el árbol de levas. Se debe tener en cuenta que el segmento de la caja del cigüeñal donde van a ser montados debe estar libre por la parte de inferior para que no bloquee el paso de las bielas. Una vez que fueron ubicados en los asientos de la caja del cigüeñal se comprobó la alineación de los engranajes en el T.D.C., para esto se debe observar que las marcas de ambos coincidan.



Figura 61 Tiempo interno del motor.

Las bielas fueron aseguradas con bridas para evitar el contacto con la caja del cigüeñal. Posterior a esto se procedió a ubicar el segundo segmento, y se lo aseguró con pernos de cabeza hexagonal P/N: AN4-11, arandelas planas P/N: 20522, tuercas planas P/N: 2437, y se los ajusta con un dado 7/16" y una llave de corona 7/16" se ajustó con torque de 90 Inch. Lbs.



Figura 62 Sellado de la caja del cigüeñal.

3.5.6 Ensamblaje de la cubierta de la caja del cigüeñal.

Una vez armada la caja del cigüeñal, se instaló la cubierta de la caja del cigüeñal. Para esto se montó primero el empaque P/N: 5484, y a continuación la cubierta, guiando un leve movimiento al cigüeñal para alinear el engranaje del impulsor de la bomba de aceite. En todos los espárragos de la cubierta se procedió a colocar arandelas P/N: 2473, arandelas de presión P/N: MS35338-45, tuercas planas, P/N: 2439. Fueron ajustados con sus respectivo torque 90 Inch. Lbs.



Figura 63 Montado de la cubierta de la caja del cigüeñal.

3.5.7 Ensamblaje del tubo de succión y sumidero de aceite.

Se procedió a colocar el tubo de succión y sumidero de aceite. Para colocar el tubo de succión se adquirió un empaque tipo cobre-asbesto P/N: AN900-10 el cual se lo insertó en el tubo de succión y se lo ajustó en la parte inferior de la cubierta de la caja del cigüeñal, el mismo se debe frenar con alambre de freno 0.032. A continuación se colocó el empaque del sumidero de aceite P/N: 3577, a cada esparrago se ubicó arandelas 5/16 P/N: 20522 y tuercas P/N: 22661. Cada una se ajustó con el torque de 90 Inch. Lbs.



Figura 64 Montado del tubo de succión y sumidero de aceite.

3.5.8 Instalación del motor en la estructura del banco de pruebas.

Para mayor comodidad al momento de ensamblar los cilindros y demás componentes faltantes, se procedió a la instalación del motor en la estructura.

Para esto se utilizó una grúa móvil de sujeción, un tecele de cadena de 1/2 tonelada de capacidad y una escalera.

En primer lugar, se procedió a fijar el tecele de cadena en la grúa móvil, procurando que tenga una caída completamente vertical tanto de su cuerpo como de las cadenas de anclaje, las de mano y el gancho de carga. Una vez que el tecele fue debidamente instalado se trasladó hacia el motor procurando que quede esté en forma vertical, se colocó en el orificio del motor que está diseñado para ejecutar el levantamiento. A continuación se prosiguió a levantar al motor, por la acción de la cadena manual hasta aproximadamente 10 centímetros más de la altura del montante del motor.



Figura 65 Instalación del motor en la estructura.

Posteriormente se lo ubicó en la parte superior del montante intentando que las bases del motor encajen en los orificios de la suspensión del motor que previamente ya fueron instalados.

Finalmente, se colocó los pernos de sujeción que atraviesan a las bases del montante hasta las del motor, con la utilización de una racha y una copa de 9/16" para el ajuste de las tuercas teniendo en cuenta el torque de 180-190 Inch. Lbs. Se retiró el gancho de levantamiento del tecele. Obteniendo como resultado final la instalación de motor sobre la estructura del banco de prueba.



Figura 66 Instalación del kit Shock Mounts.

3.5.9 Ensamblaje de los pistones y cilindros

Se procedió al ensamblaje ordenado de los pistones con su respectivo cilindro en el orden de encendido 1, 3, 2, 4. Se lubricó con aceite W100 cada uno de los componentes previo a su montaje. Se ubicó los tres segmentos de compresión P/N: 638110 y el segmento de lubricación P/N: 638111 con el punto de referencia en dirección a la cabeza del pistón.



Figura 67 Ubicación de los segmentos en el pistón.

Ya que los segmentos han sido ubicados en todos los pistones, se procedió a instalarlos en el motor junto con los cilindros, para esto se utilizó el depresor de segmentos y el depresor de cilindros de 1/2" y 9/16". Se siguió el procedimiento:

- Se giró el cigüeñal hasta que la biela N° 1 se encuentre en el T.D.C.
- Se insertó el bulón con el pistón en la biela.
- Previo a la instalación del cilindro se aseguró que las aberturas de los segmentos no se encuentren alineadas unas con otras, sino con una diferencia de 90° entre ellas para evitar el paso de aceite a la cámara de combustión.

- Con la ayuda de un depresor de segmentos se los presionó para la instalación del cilindro,
- Se colocó las varillas de empuje y sus cubiertas para encajarlos en las bridas de los propulsores hidráulicos de válvulas.
- Con unos leves golpes los cilindros ingresaron y se los aseguró con seis tuercas específicas para cilindros, dos de 3/8" P/N: 531003 y cuatro de 7/16" P/N: 531001, se los ajustó con la llave de cilindros 9/16" y 1/2". Finalmente se ajusta con el torque específico ver Anexo 1.



Figura 68 Ubicación de pistón y cilindro.

Se chequeo el libre recorrido de las válvulas, haciendo girar el cigüeñal y observando que los tiempos del motor en cada cilindro se completen.



Figura 69 Revisión del libre movimiento de válvulas.

Una vez que se comprobó el recorrido de las válvulas se colocó las tapas de balancines, con seis tornillos de cabeza plana, hilo fino P/N: 535091, arandelas planas P/N: 534471, y arandelas de presión P/N: MS3533844.



Figura 70 Tapas de balancines.

3.6 Instalación del sistema de inducción

Se procedió a instalar el sistema de inducción de aire. Para esto se adquirió: los empaques, codos, tubos de admisión, mangueras conectoras, y del colector de admisión correspondientes a este motor. Con el siguiente procedimiento:

- Se instaló los codos de los cilindros 1 y 4 P/N: 40246, y de los cilindros 2 y 3 P/N: 40247 en cada brida de admisión con su respectivo empaque P/N: 22250. Fijados con una arandela plana P/N: 205222, arandela de presión P/N: MS35338-44 y tuerca plana P/N: 2437. Se los ajustó con el torque ver Anexo 1.
- A continuación se colocó el colector de admisión, el cual se lo ajustó en dos puntos de la parte inferior de la caja del cigüeñal con una tuerca P/N: 2557.
- Posteriormente, los tubos de admisión P/N: 21182, se los colocó con mangueras conectoras P/N: 21185, y abrazaderas P/N: 36151N, ajustándolas de manera que el aire no escape por ellas al momento de la admisión.



Figura 71 Ensamblaje del sistema de inducción de aire.

Se procedió a la instalación del carburador P/N: 627367. Se verificó que el carburador a ser instalado contenga el número de parte propicio para este tipo de motor, el cual puede ser leído en el IPC overhaul manual y en la placa del mismo. Se procedió a la limpieza con un spray Carb & Choke Cleaner, asegurando su correcto funcionamiento. A continuación se instaló con el control de potencia al lado derecho y se lo asegura con cuatro arandelas planas P/N: 20522, arandelas de presión P/N: MS35338-44 y tuercas hexagonales P/N: 2437.

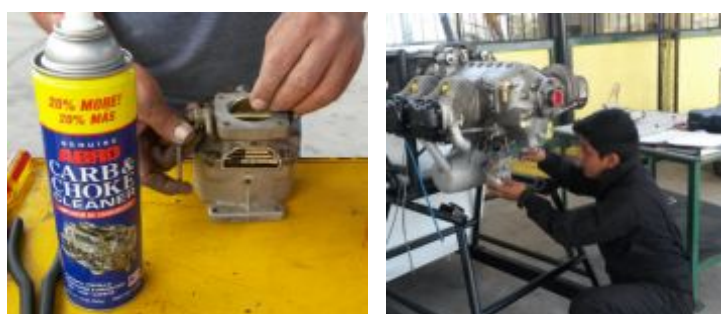


Figura 72 Montaje del carburador.

Una vez instalado el carburador, se adquirió el empaque, la toma de aire y el filtro. Para su ensamblaje se colocó el empaque P/N: 21323 en la parte inferior y a continuación la base de entrada de aire P/N: A40793, se los ajusta con cuatro arandelas de presión P/N: MS35338-44 tuercas hexagona-

les P/N: 2437 se los ajusta con una llave de 7/16". Y finalmente se coloca el filtro de aire P/N: 40599.



Figura 73 Montaje filtro de aire.

3.7 Instalación del sistema de ignición

Se procedió con el armado del sistema de ignición, para este motor se debe utilizar magnetos Slick 4001 los mismos que se les inspeccionó para comprobar su tiempo interno, para esto fue necesario contar con un Timing Light que indica que las magnetos se encuentran con el tiempo correcto de encendido. Se efectuó el desarmado de los mismos y se alineó los dos engranajes internos con la señal que indica la placa de la magneto, ambos son de rotación LH. Del mismo modo fue necesario comprobar la apertura de los platinos con un calibrador de láminas que no debe exceder de la medida 0.010. Una vez calibrado el tiempo interno del magneto se procedió al armado del mismo teniendo en cuenta que se debe colocar un pin de seguridad para que los engranajes no cambien de posición al momento de instalarlos en la cubierta de la caja del cigüeñal.



Figura 74 Servicio a las magnetos

Después de haber realizado el servicio a las magnetos, se aseguró que el pin de bloqueo se encuentre en su correcta posición, y se procede a verificar el tiempo interno de la magneto, ayudado de un Magneto Synchronizer, en él se debe conectar a tierra de la magneto y el positivo en el condensador del mismo. Con un leve movimiento del engranaje se debe observar la apertura de los platinos, en esa posición.

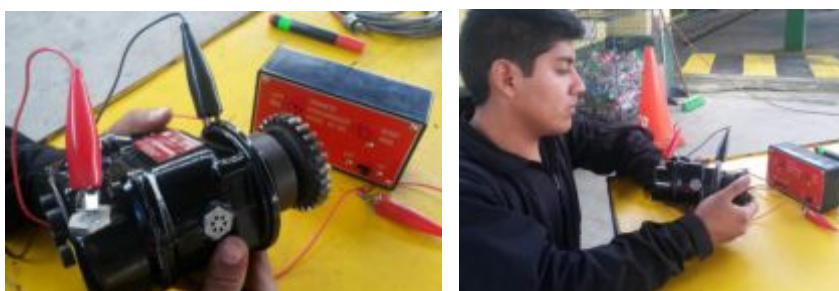


Figura 75 Comprobación del tiempo interno de la magneto.

Una vez comprobados los tiempos de ambas magnetos, se procedió al montaje de estos en la cubierta de la caja del cigüeñal del motor. Con el pin de bloqueo ubicado en su lugar se instala las magnetos LH y RH con tuercas hexagonales P/N: 2439 y se los ajusta con un dado de 1/2" y una racha con acople de 1/4". El siguiente procedimiento debe ser efectuado

- Ubicar el T.D.C. en carrera de compresión del cilindro N° 1.
- Regresar 25° en sentido horario el cual se puede observar en la parte delantera del cigüeñal.
- En ese momento se debe igualar los tiempos con ayuda del Magneto Synchronizer, con movimientos leves de las magnetos hasta que las aberturas de los platinos de ambas se igualen.

Una vez montados ambas magnetos se retiró el pin de bloqueo para igualar ambos tiempos con el del motor.



Figura 76 Montaje de las magnetos.

Asimismo se procedió a la ubicación de las bujías en cada cilindro, comprobando que todas se encuentren operables con un spark plug tester. Una vez ubicadas, se ajustó con el torque específico de 330+/-30 In.Lbs. Finalmente se ubicó las tapas de las magnetos y se conectó los cables con cada plug correspondiente según indica el Anexo 2.



Figura 77 Ubicación de bujías y cables de ignición.

3.8 Sistema de alimentación de combustible

Para la alimentación de combustible al sistema se utilizó un tanque que se encontraba almacenado en cuarentena, al cual se lo limpió y despintó con lija 800 y thinner para eliminar la corrosión, se realizó una inspección visual con el boroscopio a su interior sin encontrar novedades en la estructura y finalmente se efectuó un trabajo de pintura en dicho tanque. Para evitar que la corrosión lo afecte se dio una primera mano de primer. Se utilizó pintura poliéster color blanco, thinner, catalizador y brillo para obtener un mejor acabado. Para la mezcla adecuada de pintura se utilizó en proporciones 10% de thinner, 5% de catalizador y 5 % de brillo del total de la pintura elaborada.



Figura 78 Pintado del tanque de combustible.

Para la instalación del tanque de combustible se tomó en cuenta que el sistema de alimentación debe ser por gravedad. Es por esto que el tanque se ubicó en la parte superior del banco de pruebas. Se adecuó un sistema de mangueras flexibles de aluminio y caucho. Se adaptó un filtro en la parte media para limpiar cualquier impureza del comburente. Y finalmente se dirigió el flujo de combustible hacia el carburador de tipo flotador, donde se lo instaló con un fitting y la ayuda de una llave 11/16”.



Figura 79 Instalación del sistema de combustible.

3.9 Sistema de escape.

El sistema de escape fue instalado con empaques de metal que se alojan en las bridas de escape de los cilindros, estos empaques ayudan a que no existan fugas térmicas en los acoples o codos. Para asegurarlos se utilizan tuercas autofrenables resistentes al calor de 3/8", con la ayuda de un dado de 1/2", una racha y un acople de 1/4" se los ajusta. Asimismo se acoplan los mufflers RH y LH en las salidas de los acoples y finalmente los escapes para que los gases de salida sean dirigidos a la parte inferior del motor.



Figura 80 Montaje del sistema de escape.

3.10 Instalación de los controles del motor

Una vez instalado el sistema de inducción, se procedió a realizar la conexión de los mandos de potencia, mezcla y calentador del carburador, los cuales se encuentran ubicados en la cabina. Se los ubico tomando en cuenta los topes de cada uno, asegurando sus cortes, y la apertura total del acceso de aire caliente del calentador del carburador.



Figura 81 Instalación de los controles del motor.

3.11 Instalación de los indicadores del motor

Se prosigue con la instalación de los indicadores del motor como son el tacómetro, indicador de presión de aceite, indicador de temperatura de aceite y amperímetro. Para esto se montan los instrumentos en la cabina del banco de pruebas y se conecta cada uno de ellos.

El tacómetro es de funcionamiento mecánico es acoplado mediante un cable que dirige el movimiento circular desde la cubierta del tacómetro hacia el instrumento. Es de gran utilidad para verificar la velocidad angular del motor y el rendimiento del mismo, comprobando si este necesita algún tipo de mantenimiento, todo esto dependiendo de los chequeos operacionales al que sea sometido el motor.



Figura 82 Tacómetro.

El indicador de presión de aceite es de tipo tubo bourdon el cual es acoplado a un estriado a la parte derecha de la caja del cigüeñal a una línea de circulación del aceite, de donde toma la presión del lubricante conectado al instrumento. Su escala de medida es en PSI.

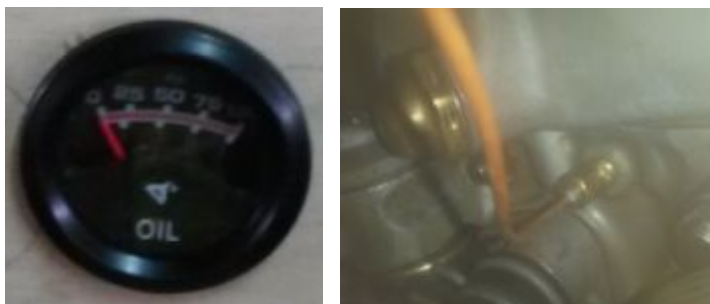


Figura 83 Indicador de presión de aceite.

El indicador de temperatura de aceite es de tipo eléctrico, el cual recibe una señal eléctrica desde el sensor de temperatura acoplado en el filtro de malla de aceite, y recibe una indicación en °F o en °C en el instrumento.



Figura 84 Indicador de temperatura de aceite.

El amperímetro se encuentra ubicado en el conjunto de instrumentos indica la carga o descarga de la batería en amperios, coge una señal el regulador de voltaje y es indicada en el instrumento. Uno de los cables va conectado al interruptor del alternador que después se dirige a la barra de buses y de ahí parte hacia el alternador, que verifica si está funcionando o no el componente.



Figura 85: Amperímetro.

3.12 Instalación de la hélice

Para la instalación de la hélice se chequeó en primer lugar su condición inicial la cual se encontraba doblada en una pala debido al accidente que sufrió, por lo que se la segmentó, a continuación con la ayuda de removedor se la despinto completamente para realizar una inspección visual por rajaduras.

Para su proceso de pintado se inició con una capa de primer. Después se efectuó un procedimiento de pintado con una mezcla adecuada de pintura negra se utilizó en proporciones 10% de thinner y 5% de catalizador.



Figura 86 Pintado de la hélice.

Asimismo se procedió con ambos mamparos anterior y posterior, también con el cono.



Figura 87: Pintado del cono y mamparo.

Ya que todo del conjunto de la hélice fue pintado se procede a su montaje en el motor. En primer lugar se provee de todos los materiales necesarios como herramientas, mesas de trabajo y manuales, se ubica el banco de pruebas en una posición cómoda y asegurada.



Figura 88 Preparación para instalar la hélice.

Para la instalación de la hélice se utilizó como guía la figura 13-2 del C-150 Service Manual ver Anexo 3:

- Se ubicó primero el T.D.C. en carrera de compresión del cilindro N° 1.
- Se regresó en sentido antihorario 30° del TC. En esta posición del cigüeñal se procedió a la instalación de la hélice.
- Se instaló el espaciador, después el mamparo posterior y a continuación la hélice con el mamparo delantero.
- Se tomó en cuenta la pala N° 1 para que se asiente la parte superior y con la ayuda de un dado 9/16" y una racha, se ubicó los pernos con P/N: 24768 con un torque de 300-360 lb-in y finalmente se los frenó con alambre de freno N°.042 en utilizando el método de frenado en "S".



Figura 89 Montaje del conjunto de la hélice.

Finalmente se ubica el cono de la hélice con tornillos de rosca hilo fino P/N:21346 y la ayuda de un destornillador estrella.



Figura 90 Ubicación del cono de la hélice.

3.13 Instalación del sistema eléctrico

Para la instalación del sistema eléctrico se tomaron en cuenta los componentes principales que son el regulador de voltaje, solenoide de arranque y solenoide de batería, alternador y batería ver Anexo 4. En primer lugar se ubicó el regulador de voltaje y los solenoides, para esto se necesitaron de dos llaves de corona 3/8", tuercas de presión de 3/8", arandelas y pernos de la misma medida, con vástago de 5/16"

Se instaló al solenoide de arranque a la izquierda para facilitar el alcance al motor de arranque. Se utilizó cable #8 para las conexiones de alto amperaje así como de la batería hacia el solenoide, desde el solenoide de arranque hasta el motor de arranque y a tierra desde la batería para cerrar el circuito. Para las conexiones restantes se ubicó cable #14.



Figura 91 Instalación del sistema eléctrico.

A continuación se procede al montaje tanto del alternador como del motor de arranque. Para esto se utilizó una llave de 1/2" para ubicar las arandelas 3/8" P/N: 20523 y tuercas 3/8" P/N: 22661.



Figura 92 Montaje del alternador.

3.14 Sistema de lubricación

Una vez que se instaló los componentes y sistemas del motor, se procedió a colocar el aceite necesario para iniciar su funcionamiento. Según las especificaciones del motor, la cantidad máxima de aceite que se debe utilizar es de 6 cuartos. Uno de los aceites aptos para un motor de aviación es el aceite comercial Aeroshell W100 el cual se procedió a ubicar 6 recipientes ya que cada uno contiene 1 cuarto. Para esto se retiró la tapa de la tobera de admisión de aceite y con la ayuda de un embudo se colocó los 6 cuartos de aceite.

3.15 Pruebas de operación

El objetivo y prueba principal de este proyecto es el funcionamiento correcto del motor, por lo tanto se debe realizar su arranque identificando cualquier tipo de filtraciones ya sea de combustible o de aceite, además de verificar las limitaciones del motor como presión, temperatura, RPM, carga de la batería en los indicadores del mismo.

Tabla 3
Prueba de Operación 1

Número de prueba operacional	Tipo de prueba operacional	Favorable / desfavorable	Razón o motivo	Solución
1	Arranque del motor	Desfavorable	Amperaje insuficiente de la batería	Utilización de planta externa
2	Arranque del motor	Desfavorable	Falta de chispa en las bujías.	Limpieza e inspección de bujías
3	Arranque del motor	Desfavorable	Carburador no comunica la mezcla correcta	Calibración de la mezcla y ralentí
4	Arranque del motor	Favorable		Corrección de los ítems anteriores.



Figura 93 Primer intento de arranque del motor.

El primer intento de arranque del motor fue desfavorable debido al bajo amperaje de la batería, además de que las primeras revoluciones fueron muy lentas debido a que el starter se sobrecalentó y no fue posible intentarlo muchas veces ni por tanto tiempo. Pero se lo conecto con una fuente externa de 12 voltios y para arranque, a pesar de esto el motor no arrancó por lo

que se procedió a verificar la chispa en cada bujía, se observó que las bujías de los cilindro N° 1 y 3 estaban mojadas, se realizó la inspección y limpieza de las mismas y se las volvió a ubicar. El siguiente intento el motor se encendió pero al poco tiempo se apagó, y se procedió a calibrar la mezcla y el ralenti del carburador dando como resultado un encendido satisfactorio.

Tabla 4
Prueba operacional 2

Número de prueba operacional	Tipo de prueba operacional	Favorable / desfavorable	Razón o motivo	Solución
1	Arranque del motor	Favorable		
2	Verificación de instrumentos	Desfavorable	El indicador de presión de aceite indica baja presión.	Regulación de la valvula de alivio de presión de aceite
3	Verificación de instrumentos	Favorable		El indicador de presión de aceite se estabilizo

En esta segunda prueba operacional, el motor se encendió favorablemente y se procedió a chequear los indicadores del mismo, en el cual se observó que la presión es baja, por lo que se desmontó la valvula de alivio de presión de aceite y se añadió 3 arandelas para así aumentar la presión en el sistema de lubricación.

Tabla 5
Prueba operacional 3

Número de prueba operacional	Tipo de prueba operacional	Favorable / desfavorable
1	Arranque del motor	Favorable
2	Verificación de instrumentos	Favorable
3	Verificación del sistema eléctrico	Favorable
4	Verificación de magnetos	Favorable

3.5 Análisis Económico

En esta sección se ofrece información sobre los costos empleados para realizar el proyecto en su totalidad. Para la construcción de la estructura del banco de pruebas y los componentes restantes del motor con la finalidad de encenderlo y hacerlo funcionar de manera segura y eficaz. Cabe recalcar que el motor y la base del montante fueron auspiciados por la Compañía y Escuela de Aviación Pastaza COEAVIPA S.A.

Tabla 6
Gastos primarios

N°	Materiales	Cantidad	Valor unitario(\$)	Valor total(\$)
1	Colector de admisión	1	220	220
2	Manguera	1 m	5	5
3	Indicador de presión aceite	1	30	30
4	Indicador de temperatura de aceite	1	30	30
5	Codo de admisión	4	20	80
6	Solenoides	2	15	30
7	Ruedas frenables	4	13	52
TOTAL				447

Tabla 7
Gastos secundarios

N°	Materiales	Cantidad	Valor unitario(\$)	Valor total(\$)
1	Impresiones		20	20
2	Transporte		50	50
3	Alimentación		60	60
4	Internet		30	30
5	Otros		40	40
TOTAL				200

Tabla 8
Gastos totales

N°	Materiales	Cantidad	Valor unitario(\$)	Valor total(\$)
1	Gastos Primarios			447
2	Gastos Secundarios			200
TOTAL				647

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La información técnica para la realización de este proyecto fue otorgado por la Compañía y Escuela de Aviación Pastaza COEAVIPA S.A. así como: Overhaul Manual e IPC Overhaul Manual del motor Continental O-200, C-150 Service Manual Series 1969 thru 1976, Operators Manual Continental Motors, Magneto Maintenance and Overhaul Manual 4200/6200 Series, principales soportes para el mantenimiento e instalación de todos los componentes requeridos del motor.
- Se adquirió, instaló y calibró todos los componentes restantes del motor, y de esta manera se logró instalar los sistemas de: admisión, combustible, eléctrico, ignición.
- Ya que se realizó la instalación y rehabilitación de todos sus componentes e instrumentos, se prosiguió con la verificación del encendido del motor y de sus limitaciones, además de chequear fugas de combustible o aceite de los respectivos sistemas. Obteniendo al final de todas sus pruebas excelentes resultados de funcionamiento y de los instrumentos de control.

4.2 RECOMENDACIONES

- Los aspirantes a tecnólogos en mecánica aeronáutica deben estar familiarizados con el manejo de manuales de mantenimiento, y dominar el lenguaje inglés ya que la mayoría de estos manejan este idioma. Es de gran importancia poseer conocimientos en todos los campos referentes a la aviación ya que en el campo laboral el talento humano altamente capacitado es de alta demanda en este sector.

- Este tipo de proyecto debe ser manejado con muchas precauciones ya que incluye el funcionamiento de una máquina, y se debe tener en cuenta todos los procedimientos de acuerdo a los manuales y verificar todos los torques o fugas antes del primer encendido, puesto que podría producir cualquier tipo de accidente a los operarios y a las personas que se encuentren en los alrededores.
- El encendido de un motor después de haber pasado por un procedimiento de overhaul, debe ser de acuerdo a los procedimientos que dictan los manuales, dentro de sus principales funciones se debe comprobar: caída de magnetos, verificación de los instrumentos del motor. Se debe tomar en cuenta que el motor generara una fuerza de empuje por lo que el banco de pruebas debe ser frenado y asegurado para que no tenga movimiento alguno.

GLOSARIO

A

Acorde: (De *acordar*). Conforme, concorde y de un dictamen. || 2. Conforme, igual y correspondiente; con armonía, en consonancia.

Adecuación: Acomodo, ajuste o adaptación de una cosa a otra.

Accidente Aéreo: Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que ocurre dentro del período comprendido entre el momento en que una persona entra a bordo de la aeronave, con intención de realizar un vuelo, y el momento en que todas las personas han desembarcado dentro del cual: Cualquier persona sufre lesiones mortales o graves a consecuencia de hallarse en la aeronave, sobre la misma, o por contacto directo con ella o con cualquier cosa sujeta a ella. La aeronave sufre daños de importancia o roturas estructurales que afectan adversamente a sus características de vuelo, y que normalmente exigen una reparación importante o el cambio del componente afectado. La aeronave desaparece o es totalmente inaccesible.

Admisión: Primera etapa del ciclo de un motor de combustión interna.

Amperaje: Cantidad de corriente a través de un conductor eléctrico.

Árbol de levas: Eje que acciona las válvulas de admisión y escape.

Avgas: es una gasolina de alto octanaje diseñada específicamente para uso en motores de aviación alternativos

Aeronave pequeña: Significa una aeronave de peso de despegue máximo certificado hasta 12,500 lbs. (5,700 Kg.).

Asesoramiento: Consejo, información que se otorga sobre un material de las que se tiene conocimientos especiales.

B

Beneficios: Son pagos financieros no monetarios ofrecidos por la organización a sus empleados.

Bibliografía: Descripción, conocimiento de libros, de sus ediciones.

BTC: Before Top Center

C

Cabina: Cuarto o recinto pequeño y cerrado donde se encuentran los mandos de un aparato o máquina y tiene un espacio reservado para el conductor, el piloto u otro personal encargado de su control.

Carter: El cárter de aceite se encarga de cerrar el motor por la parte inferior y almacenar el aceite para el engrase del motor.

Corrosión: Ataque químico que experimentan los materiales.

Cigüeñal: Eje que convierte el movimiento vertical de los pistones en movimiento circular.

Cilindro: Es el recinto donde se desplaza el pistón.

Colector: Elemento distribuidor.

Combustible: Elemento que libera energía al encenderse en un motor de combustión interna.

Combustión: Etapa del ciclo de motor de combustión interna cuando se enciende la mezcla de combustible y aire

Compresión: Segunda etapa del ciclo de un motor de combustión interna.

D

DGAC: Dirección General de Aviación Civil

Dependencias: Referida a los servicios sociales, es la situación de una persona que o puede valerse por sí misma.

Docente: Persona encargada de impartir sus conocimientos.

E

Engranaje: Engranaje de dos o más ruedas dentadas entre sí.

Eléctrico: De la electricidad o relacionado con ella.

Estructura.- En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los otros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados, afianzados y sujetos por medio de montantes y cables de riostramiento, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento

F

Factibilidad.- Que se lo puede realizar, hacer.

Factible: Que se puede hacer..

G

Ground: Referente a la tierra o a que un avión está en tierra.

I

Indicador: Carátula muestra el valor de alguna variable que se esté midiendo.

Instrumentos de medición: Son dispositivos que usan transductores, para cambiar una magnitud física la temperatura, presión, flujo, fuerza, y muchas otras pueden convertirse en señales eléctricas, que pueden ser convenientemente registradas y medidas.

IPC: Illustrated Part Catalog

Implementación: Poner en funcionamiento, aplicar los métodos y medidas necesarios para llevar algo a cabo.

M

Material didáctico.- Se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes o destrezas.

Mezcla estequiométrica: Proporción exacta de aire y combustible que garantiza una combustión completa.

Montaje: es el proceso mediante el cual se coloca cada pieza en su posición de origen dentro de una estructura; piezas las cuales pueden ser de diferen-

tes materiales las cuales son de fácil adaptación a la estructura, esto se realiza con equipos y maquinarias diferentes y aptas para el montaje.

Movimiento: Cambio de posición de un cuerpo respecto de un sistema de referencia.

O

Objetivo: Relativo al objeto en sí, independientemente de juicios personales.

Octano: Medida de potencia calorífica de un combustible.

Optimización.-. Acción y efecto de optimizar, es decir; buscar la mejor manera de realizar una actividad.

P

Planificar: Trazar los planos para la ejecución de una obra. || 2. Hacer plan o proyecto de una acción. || 3. Someter a planificación.

Proyectar: Lanzar, dirigir hacia adelante o a distancia. || 2. Idear, trazar o proponer el plan y los medios para la ejecución de algo. || 3. Hacer un proyecto de arquitectura o ingeniería. || 4. Hacer visible sobre un cuerpo o una superficie la figura o la sombra de otro. U. t. c. prnl. || 5. Reflejar sobre una pantalla la imagen óptica amplificada de diapositivas, películas u objetos opacos.

Piloto: Persona que dirige un buque, un avión u otro vehículo.

Primordial: Muy importante, fundamental o necesario.

Pistón: Embolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos o anillos.

Plomo: Elemento que se añade al combustible para aumentar su potencia calorífica.

Potencia: Es la velocidad con que se efectúa un trabajo.

R

RPM: Revolutions Per Minute

Rodamientos: Es un tipo de cojinete, que es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste por medio de rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

Recíprocos: Acción o sentimiento que se da entre dos cosas y se ejerce simultáneamente de una hacia otra, y a la inversa.

S

Sensor: Detector de variable

T

Transporte aéreo.- El transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros, cargamento, etc. Mediante la utilización de aeronaves con fin lucrativo. El transporte aéreo tiene siempre fines comerciales. Si fuese con fines militares, este se incluye en las actividades de logística.

Tuerca de presión: Tuerca que al final tiene un seguro de plástico que al ajustar se auto ajusta al perno.

Tacómetro: Dispositivo que mide revoluciones por minuto.

TDC: Top Death Center

BIBLIOGRAFÍA

Cessna , A. (1974). *Illustrated Catalog Parts*. Wichita, Kansas, USA.

CESSNA. (2015). *Owner/operator information manual propeller*. WICHITA, KANSAS, USA.

CESSNA AIRCRAFT COMPANY. (1969). *Service manual 1969 thru 1976 model 182 and skylane series*. Wichita, Kansas, USA.

CMRUGGLES. (2016). *Ebay* . Obtenido de http://www.ebay.com/itm/Continental-470-520-Engine-Connecting-Rod-40742-FREE-Shipping-NO-bolts-/141929798782?_ul=AR

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, F. (2 de 11 de 2011). *FAA/Biblioteca*. Obtenido de [http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgMakeModel.nsf/0/a2ad1b69f0fa5cb986257950006dbc92/\\$FILE/3E1%20Rev%2027.pdf](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgMakeModel.nsf/0/a2ad1b69f0fa5cb986257950006dbc92/$FILE/3E1%20Rev%2027.pdf)

FAA. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook Power Plant* (Vol. 1). USA.

MANUAL, C. O. (s.f.). Kansas, USA.

Motors, C. (1984). *Continental Overhaul Manual*.

MOTORS, I. C. (s.f.). *Manual de overhaul y mantenimiento for O-470 and IO-470 series aricraft engine*. Mobile, Alabama , USA.

Reinhausen, M. (2014). *TECNOLOGÍA DE BOURDON*. Obtenido de EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO : http://www.reinhausen.com/es/desktopdefault.aspx/tabid-1421/1737_read-6681/

TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS. (1976). *Manual de overhaul y mantenimiento for O-470 and IO-470 series aricraft engine*. Mobile, Alabama , USA.

UNAD. (2010). *Universidad Abierta y a Distancia*. Obtenido de <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201619/Maquinaria%20y%20>

Mecanizacion/leccin_18__principios_de_funcionamiento_del_motor_d
e_combustin_interna.html

Wikia. (2015). *Wkia*. Obtenido de Las Hélices:
http://es.achs.wikia.com/wiki/9.-_Sobre_las_hélices

NETGRAFÍA

- <http://www.pasionporvolar.com/carburacion-en-los-motores-de-aviacion/>
- http://rob.com/matt/manuals/150_sm_69.pdf
- <http://sensoresdepresion.blogspot.com/2009/05/tubo-de-bourdon.html>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Motor>
- <https://ingaeronautica.wordpress.com/2012/05/06/431/>
- http://www.asifunciona.com/aviacion/af_avion/af_avion3.htm
- <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF31.html>
- <http://es.kompass.com/a/bancos-de-pruebas-para-motores-de-aviacion/6693024/>

ANEXOS

