



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

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

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

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

**TEMA: “REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR
CONTINENTAL CON NÚMERO DE PARTE O-470-R (15) Y
NÚMERO DE SERIE 1007942 DE LA AERONAVE CESSNA 182
CON MATRÍCULA HC-CDL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
UN BANCO PRÁCTICO DE ARRANQUE EN LA EMPRESA
AEROKASHURCO EN LA CUIDAD DE LA SHELL –
PASTAZA”.**

AUTOR: CRISTIAN DAVID JIMÉNEZ PUJOS

DIRECTOR: TLGO. ALEJANDRO PROAÑO

LATACUNGA

2016



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR CONTINENTAL CON NÚMERO DE PARTE O-470-R (15) Y NÚMERO DE SERIE 1007942 DE LA AERONAVE CESSNA 182 CON MATRÍCULA HC-CDL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO PRÁCTICO DE ARRANQUE EN LA EMPRESA AEROKASHURCO EN LA CIUDAD DE LA SHELL – PASTAZA”** realizado por el señor **JIMENEZ PUJOS CRISTIAN DAVID**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **JIMENEZ PUJOS CRISTIAN DAVID** para que lo sustente públicamente.

Atentamente,

Latacunga, 19 de agosto del 2016

TLGO. ALEJANDRO PROAÑO

Director



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JIMENEZ PUJOS CRISTIAN DAVID**, con cédula de identidad N° 1804556106, declaro que este trabajo de titulación **“REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR CONTINENTAL CON NÚMERO DE PARTE O-470-R (15) Y NÚMERO DE SERIE 1007942 DE LA AERONAVE CESSNA 182 CON MATRÍCULA HC-CDL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO PRÁCTICO DE ARRANQUE EN LA EMPRESA AEROKASHURCO EN LA CIUDAD DE LA SHELL – PASTAZA”** 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, 19 de Agosto del 2016

JIMENEZ PUJOS CRISTIAN DAVID

C.C. 1804556106



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **JIMENEZ PUJOS CRISTIAN DAVID**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución la presente trabajo de titulación, **“REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR CONTINENTAL CON NÚMERO DE PARTE O-470-R (15) Y NÚMERO DE SERIE 1007942 DE LA AERONAVE CESSNA 182 CON MATRÍCULA HC-CDL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO PRÁCTICO DE ARRANQUE EN LA EMPRESA AEROKASHURCO EN LA CIUDAD DE LA SHELL – PASTAZA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 19 de agosto del 2016

JIMENEZ PUJOS CRISTIAN DAVID

C.C. 1804556106

DEDICATORIA

Dedico esta tesis A DIOS, a mi abuelito Sixto Pujos, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis de grado, en Mecánica aeronáutica. A mis padres quienes me dieron la vida, educación, apoyo y consejos sin descuidar ni un solo día de mi bienestar y del cumplimiento de mis objetivos y metas. A mis abuelitos, hermanos, a mis tíos quienes fueron muy gratos conmigo en apoyarme en todos los sentidos para la realización de la tesis.

A mi novia Sonia que siempre me apoya y alienta para continuar en todos los objetivos que me propongo y nunca reniega de ellos.

A mi tutor de tesis quien me enseñó muchas cualidades importantes para la realización de la tesis, utilizando las horas libres que él tenía para descansar.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento infinito a Dios por darme la seguridad de poder realizar mi tesis de grado y siempre estar conmigo en cada etapa de mi vida.

A mis padres que siempre encuentro en ellos la ayuda tanto moral como económicamente y es por ello que siempre me inspirado en convertirme en un profesional que ayude a la sociedad.

A mi tutor de tesis, persona que es muy profesión en la realización de su trabajo sin descuidar nunca de los avances de la realización del proyecto.

A la empresa Aerokashurco que me permitió realizar la culminación y practica de mis estudios de tecnología brindando la oportunidad de ser auspiciados por la empresa para la realización de la tesis práctica.

A todos ellos los agradezco de todo corazón. Un Dios le pague cada uno de ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5 ALCANCE.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Banco de Pruebas	5
2.2 El Motor	5
2.3 Motores Recíprocos.....	6
2.4 Motores Continental O-470-R	7

2.5 Principales Componentes de un Motor	8
2.5.1 Cáster del Cigüeñal	8
2.5.2 Cigüeñal.....	9
2.5.3 Embolo o Pistón.....	10
2.5.4 Cilindro.....	10
2.5.5 Biela	11
2.5.6 Válvulas	12
2.6 Sistema de Lubricación.....	12
2.7 Refrigeración.....	13
2.7.1 Oil Cooler	14
2.8 Sistema de Combustible del Motor	15
2.9 Sistema de Inducción.....	15
2.9.1 Toma de Aire	15
2.9.2 Filtro de la Toma de Aire.....	15
2.9.3 Carburador.....	16
2.10 Sistema de Encendido	16
2.10.1 Magnetos	17
2.10.2 Bujía.....	18
2.10.3 Interruptor de Encendido.....	18
2.11 Sistema Eléctrico del Motor	19
2.11.1 Batería	19
2.11.2 Alternador	20
2.11.3 Motor de Arranque	20
2.11.4 Interruptor Principal.....	21
2.11.5 Interruptores de Circuito.....	21
2.12 Hélices	21
2.12.1 Hélices de Velocidad Constante	22
2.12.2 El Gobernador.....	22
2.14 Control de la Propulsión del Motor.....	23
2.15 Instrumentos de Control del Motor.....	24
2.15.1 Tacómetro.....	24
2.15.2 Manifold Pressure	24
2.15.3 Amperímetro	24

2.15.4 Temperatura de la Cabeza de Cilindro	25
2.15.5 Presión de Aceite	25
2.15.6 Temperatura de Aceite.....	25
CAPÍTULO III	27
DESARROLLO DEL TEMA.....	27
3.1 Condición del Motor Continental	27
3.2 Información Técnica para el Procedimiento de Rehabilitación del Motor	27
3.3 Inspeccionar Anomalías del Motor y sus Principales Componentes	28
3.4 Instalación del Motor	29
3.4.1 Inspección y Preparación del Engine Mount	29
3.4.2 Instalación del Motor Continental O-470-R en el Banco de Prueba	32
3.4.3 Instalación del Sistema de Combustible del Motor	33
3.4.4 Instalacion del Sistema de Arranque del Motor.....	36
3.4.5 Instalación de los Magnetos.....	37
3.4.6 Conexión de los Arnés Eléctricos de los Magnetos	38
3.4.7 Sincronización de Tiempos en los Magnetos	39
3.4.8 Instalación del Sistema Eléctrico del Motor.....	40
3.4.9 Instalación y Rehabilitación de los Instrumentos del Motor.....	43
3.5 Instalación de la Hélice	47
3.5.1 Condición de la Hélice	47
3.5.2 Inspección del Cubo de la Hélice	48
3.5.3 Mantenimiento del Cubo de la Hélice	48
3.5.4 Desmontaje de las Palas del Cubo de la Hélice	50
3.5.5 Segmentación de las Palas de la Hélice	51
3.5.6 Ensamblaje de la Hélice.....	52
3.5.7 Montaje de la Hélice en el Motor.....	54
3.5.8 Pintado de las Palas de Hélice	55
3.6 Instalación del Gobernador	56
3.7 Lubricación del Motor	57
3.8 Pruebas Operaciones	58
3.9 Análisis Económico.....	62

CAPÍTULO IV.....	63
4.1 CONCLUSIONES	63
4.2 RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
GLOSARIO	66
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones técnicas del motor	7
Tabla 2 Accesorios del motor continental o-470-r.....	8
Tabla 3 Especificaciones cilindros del motor continental O-470-R	10
Tabla 5 Descripción de la batería para Cessna 182	20
Tabla 6: Prueba de Operación 1	59
Tabla 7: Prueba operacional 2.....	60
Tabla 8: Prueba operacional 3.....	61
Tabla 9: Análisis económico	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Motor Reciproco	7
Figura 2 Cárter Del Cigüeñal	9
Figura 3 Cigüeñal De Un Motor Reciproco	9
Figura 4 Pistón.....	10
Figura 5 Diagrama De Disposición De Cilindros	11
Figura 6 Bielas 470	11
Figura 7 Válvulas De Admisión y Escape	12
Figura 8 Aceite Aeroshell W 100.....	13
Figura 9 Refrigeración Por Aire De Impacto	14
Figura 10 Oil Cooler	14
Figura 11 Carburador Marvel-Scheble MA-4-5	16
Figura 12 Sistema De Doble Encendido	17
Figura 13 Magneto Bendix S6RN-25	18
Figura 14 Bujía.....	18
Figura 15 Interruptor De Encendido.....	19
Figura 16 Alternador Hartzell de 12 voltios	20
Figura 17 Continental Energizer Arrancador de 12 voltios.....	21
Figura 18 Hélice de Paso Constante	22
Figura 19 Gobernador McCauley.....	23
Figura 20 Mandos De Propulsión.....	23
Figura 21 Indicadores De RPM e Indicador De Presión	24
Figura 22 Instrumentos Del Motor.....	26
Figura 23 Estado inicial del motor.....	28
Figura 24 Limpieza Del Motor	29
Figura 25 Estructura Del Banco De Prueba Sin Engine Mount.....	30
Figura 26 Engine Mount Instalado	30
Figura 27 Kit De Suspensión Del Motor	31
Figura 28 Instalación Del Kit De Suspensión	31
Figura 29 Grúa Móvil De Sujeción	32
Figura 30 Instalación Del Motor	32
Figura 31 Instalación Del Motor Sobre El Kit De Amortiguación	33

Figura 32 Ajuste De Las Tuercas De Sujeción Del Motor	33
Figura 33 Cañería Hidráulica	34
Figura 34 Mantenimiento E Instacion Del Filtro De Combustible	34
Figura 35 Instalacion Del Carburador	35
Figura 36 Conexiones Principales De Potencia Del Carburador.....	35
Figura 37 Limpieza y Test De Bujías	36
Figura 38 Instalación De Las Bujías	37
Figura 39 Inspección Visual De Magnetos.....	37
Figura 40 Instalación Y Conexión De Las Magnetos En El Motor.....	38
Figura 41 Verificación De Chispa De Los Cables De Ignición	38
Figura 42 Diagrama De Conexión De Los Magnetos.....	39
Figura 43 Verificación De Magnetos	40
Figura 44 Instalación Del Regulador De Voltaje Y Solenoide De Arranque	41
Figura 45 Instalación Eléctrica De Solenoide De Arranque	41
Figura 46 Instalación de la fuente externa el motor	42
Figura 47 Instalación Del Alternador	42
Figura 48 Batería Bosch	43
Figura 49 Instrumentos Del Motor.....	44
Figura 50 Manifold Pressure	44
Figura 51 Conexión De Tacómetro Y El Amperímetro.....	45
Figura 52 Conexión Del Sensor De Temperatura De Cabeza De Cilindro .	46
Figura 53 Conexión De Temperatura Y Presión De Aceite.....	47
Figura 54 Hélice Con Torcedura En La Pala Número 2.....	48
Figura 55 Desarmado De La Hélice.....	48
Figura 56 Desmontaje Del Cilindro De La Hélice.....	49
Figura 57 Pin Antiguo Roto Y Fragmento De Grilon	49
Figura 58 Colocaciones De Los Pines	50
Figura 59 Instalación Del Resorte Y De Los Seguros Del Resorte	50
Figura 60 Desmontaje De Las Palas Del Cubo.....	51
Figura 61 Segmentación De Las Palas.....	52
Figura 62 Palas Segmentadas Comprobación Del Peso	52
Figura 63 Ensamblaje De Las Palas En El Cubo.....	53

Figura 64 Frenado De Los Actuadores De La Hélice E Instalación Del Pistón	53
Figura 65 Elaboración Del Empaque Y Colocación	54
Figura 66 Lubricación Y Sellado Del Cubo De La Hélice	54
Figura 67 Montaje De La Hélice Y Comprobación De Giro.....	55
Figura 68 Pintado De Las Palas De La Hélice	55
Figura 69 Frenado Del Cilindro De La Hélice	56
Figura 70 Ubicación Y Lubricación Del Gobernador	57
Figura 71 Montaje Del Gobernador.....	57
Figura 72 Colocación De Aceite En El Motor	58
Figura 73 Banco Conectado A La Planta Externa.....	59

RESUMEN

El presente trabajo de titulación comprende la adecuación de la aeronave Cessna 182 de matrícula HC-CDL, de la empresa Aerokashurco localizado en la parroquia Shell de la provincia de Pastaza, con el objetivo de **rehabilitar** todos los sistemas que permita la operación de un **motor siniestrado** que pertenece a mencionada empresa, así como las indicaciones que requieren visualizarse en cabina. La primera fase del proyecto investiga lo referente a información técnica para la manipulación de los componentes de la aeronave, misma que se extrajo del Service Manual, Overhaul Engine Manual, Propellers Owners Information e Illustrated Parts Catalog. La inspección del motor fue el primer paso debido a los 2 años que pasó almacenado. Posteriormente se efectuó el reemplazo de los elementos del motor deteriorados ya sean rotos o en mal estado. Para continuar con el montaje del motor en la estructura del banco de pruebas e instalación de sus accesorios exceptuando uno de los dos conjuntos de escape y el silenciador. Como la **hélice** es de paso variable es un elemento fundamental pues sin ella no existe refrigeración y la comprobación del rendimiento del motor es incompleta, al estar accidentada requería un **seccionamiento** de las palas para evitar desbalanceo de la hélice pues estaban torcidas; así como la fabricación de los Link Blades ya que al desmantelar la hélice se encontró que estos estaban destruidos. Por ultimo mediante pruebas operaciones se determinó que el proyecto de grado práctico cumple con las especificaciones de arranque del motor según el Service Manual.

PALABRAS CLAVES:

- Rehabilitar
- Motor
- Siniestrado
- Hélice
- Seccionamiento

ABSTRACT

This present work of degree comprises adequacy of Cessna 182 aircraft registration HC-CDL, the company Aerokashurco located in the Shell parish of the province of Pastaza, with the aim **rehabilitate** all systems, that allow the operation of a **damaged engine** belonging to that company, as well as indications requiring displayed in the cabin. The first phase project research regarding technical information for handling the components of the aircraft, the same is extracted from Service Manual, Overhaul Engine Manual, Propellers Owners Information and Illustrated Parts Catalog. Engine inspection was the first step because the 2 years it spent in storage. Posteriormente se efectuó el reemplazo de los elementos del motor deteriorados ya sean rotos o en mal estado. To continue the engine installation on the structure of the test and installation of accessories except one of the two sets of exhaust and muffler. Since the **propeller** is the variable pitch is a fundamental element because without it there is not cooling and engine performance testing is incomplete, being rugged required a **sectioning** of the blades to prevent unbalance of the propeller because they were crooked, and the manufacture of Link-Blades because to dismantle the propeller was found that these were destroyed. Finally, operations by testing it was determined that the extent practical project meets the specifications of engine start according to the Service Manual.

KEYWORDS:

- **Rehabilitate**
- **Engine**
- **damaged**
- **Propeller**
- **Sectioning**

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 ANTECEDENTES

El sistema globalizado obedece a cambios dentro de la economía de cada país, uno de ellos es la industria aeronáutica, donde se desarrollan diversos productos tanto en diseño, fabricación, mantenimiento y la realización de aparatos mecánicos para verificación de componentes de la aeronave antes de ser instaladas. En el transcurso educativo de un Tecnólogo Aeronáutico, es importante destacar el conocimiento adquirido en las aulas de la institución referente a los sistemas del motor, y el efecto que este produce en toda la aeronave, el cual es primordial para la energización y vuelo del avión.

La empresa de transporte aéreo “Aerokashurco” en los dos años anteriores ha presenciado tres accidentes aéreos en sus aeronaves, en los cuales lamentablemente se perdieron vidas humanas, por tanto la empresa, con uno de sus aviones accidentados toma la decisión de reconstruirlo para que tenga la función de un banco de pruebas de arranque de motores el cual permita verificar la funcionalidad de sus motores “Continental”, pues al no cumplir con las normativas del fabricante en relación a su encendido estos tienden a deteriorarse.

El motor y los instrumentos a utilizar en el banco de pruebas provienen de la misma aeronave accidentada, las condiciones actuales del motor y de los instrumentos del motor se encuentran relativamente funcionales puesto que el accidente perjudicó algunos componentes al impactarse durante el siniestro evidenciándose en primera instancia un daño mayor en la pala de la hélice la cual se mostraba torcida, generando dudas con respecto a la operación de todo el motor ya que la hélice viene acoplada al eje cigüeñal. Los instrumentos que no estén en condiciones de funcionamiento óptimo se

adecuarán en función de que pasaron almacenados un tiempo prolongado y se desconoce su correcta operación.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del campo aeronáutico se requiere la máxima calidad, eficacia y eficiencia en el talento humano para una reparación o instalación de componentes de una aeronave, para que de este modo se asegure el transporte aéreo. La empresa “AEROKASHURCO” actualmente posee una aeronave parcialmente estropeada por un accidente aéreo ocurrido hacia alrededor de dos años atrás dicha aeronave cayó en un río y se la rescató para obtener posibles partes para otras aeronaves, y a su vez a la empresa le hace falta un banco de pruebas de motor para optimizar tiempos de trabajo en la realización de corrida de motores, con proyección a convertirse en una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA).

Con el propósito de satisfacer las peticiones de la empresa se pretende implementar un banco de prueba de arranque del motor para empresa de transporte aéreo “Aerokashurco” la cual servirá para verificar la funcionalidad del motor de la aeronave Cessna 182 con la matrícula HC – CDL.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene el objetivo la rehabilitación de los sistemas del motor “Continental” para brindar una correcta ejecución al banco de pruebas de arranque del motor en la empresa “Aerokashurco” para una adecuada capacitación y práctica de futuros trabajadores de aviación facilitando conocimientos referentes al sistema de arranque de un motor. Es así que, al implementar este proyecto, será de gran utilidad para la empresa aérea “Aerokashurco”, puesto que la empresa ha sufrido accidentes aéreos en los dos años anteriores los cuales lamentablemente se ha involucrado pérdidas humanas.

Es por ello que al desarrollar un equipo de banco de pruebas de arranque del motor continental se optimizara el tiempo que se realiza

normalmente en 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 empresa "Aerokashurco", como también que sería de gran utilidad para posteriores estudiantes que tengan la oportunidad de realizar prácticas Pre-profesionales teniendo la oportunidad de conocer prácticamente su funcionalidad.

Unos de los impactos a corto plazo y mediano plazo será reducir el costo de verificación de la funcionalidad de los motores y no depender de enviar al extranjero para solo realizar esta verificación, como también aportar con el equipo necesario a la empresa para la realización de esta clase de trabajos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Rehabilitar el motor continental con número de parte O-470-R (15) y número de serie 1007942 de la aeronave Cessna 182 con matrícula HC-CDL a través de la utilización del manual de mantenimiento y de operación para la implementación de un banco de prueba del motor en la empresa "AEROKASHURCO".

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la información técnica de los manuales del motor para la ejecución del trabajo.
- Inspeccionar los componentes del motor a fin de corregir hallazgos que afecten la funcionalidad del mismo acorde a las recomendaciones del fabricante.

- Instalar el motor continental de la aeronave Cessna 182 con matrícula HC-CDL en la estructura previamente preparada.
- Comprobar el funcionamiento del motor en el equipo implementado.

1.5 ALCANCE

La rehabilitación de los sistemas del motor continental está proyectada para cumplir con el apropiado funcionamiento del banco de pruebas del arranque para la empresa “Aerokashurco”, mejorando su tecnificación, además se elaborará su respectiva guía de funcionamiento del sistema de encendido del motor.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Banco de Pruebas

Para evaluar el comportamiento de un motor es necesario instalar una plataforma de ensayos o banco de prueba que brinde una forma de comprobación rigurosa y transparente de sus condiciones y funcionamiento. Los análisis se realizan después de una serie de chequeos de fugas QEC (quick engine component), presión de aceite, indicación de flujo de combustible, 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:

- Una cimentación que absorba las vibraciones producidas por la fuerza del motor.
- Sistema de suministro de combustible al motor con sus correspondientes instrumentos de medición de consumo.
- Sistema de suministro y refrigeración del aceite de lubricación del motor.
- Sistema eléctrico
- Sistema arranque
- Instrumentación del motor y controles de potencia

2.2 El Motor

Se ha propiciado en nombre genérico de motores a toda máquina caspas de transformar energía de cualquier tipo sea esta química, neumática, hidráulica, eléctrica o térmica en trabajo mecánico. Los motores recíprocos son motores térmicos que basándose en la liberación de energía mediante la combustión de un combustible sea líquido, sólido o gaseoso transforma

mecánicamente esta energía en trabajo. Esta combustión puede ser dentro o fuera del cilindro de trabajo, lo que los divide en motores de combustión externa y motores de combustión interna. Siendo el último el que más se emplean en la impulsión del transporte humano, sea este terrestre, marítimo o aéreo.

2.3 Motores Recíprocos

La ingeniería de fabricación de motores de aviación ha fijado el uso de metales ligeros como aleación de aluminio y titanio. En la actualidad el motor de combustión interna tipo cilindros opuestos son los más usados en aviación menor. Un motor recíproco de cilindros opuestos puede producir hasta una potencia de 400 caballos de fuerza (Hp). En esta clase de motores siempre posee un número par de cilindros, ubicando un cilindro a un lado del cárter, y a otro al lado opuesto, el sistema de enfriamiento es por aire.

Se puede argumentar que el principio de funcionamiento de un motor de aviación es similar a la automotriz, aunque el aéreo difiere ampliamente en muchos aspectos del automóvil. Esta es por su construcción y diseño de los motores de aviación considerando básicamente las siguientes características:

- Mayor potencia por menor peso.
- Mayor rendimiento por consumo de combustible.
- Reducción de área frontal.
- Mayor duración útil del motor.
- Seguridad de operación



Figura 1 Motor Recíproco

2.4 Motores Continental O-470-R

Continental Motors, Inc. Es una empresa estadounidense ubicada en el estado de Alabama dedicada a la fabricación de motores aeronáuticos de aviación menor de cilindros opuestos desde 1929. Actualmente continental Motors es parte de Aviation Industry Corporation of China., estos motores fueron diseñados especialmente para aviones de livianos. Las especificaciones técnicas de este motor son:

Tabla 1

Especificaciones técnicas del motor

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR	
Fabricado	Teledyne Continental Motors
Modelo	O-470-R
Peso	401.00 Lbs
Cilindros	6 horizontalmente opuestos
Combustible	80/85 Grado de octanaje mínimo de gasolina
Radio de compresión	7:1
Orden de encendido	1-6-3-2-5-4
MAX CHT	460° F
Capacidad de aceite	12 Cuartos (6 cuartos utilizable)

Fuente: (CESSNA AIRCRAFT COMPANY, 1969)

Tabla 2**Accesorios del motor continental O-470-R**

ACCESORIOS	CANTIDAD
Carburador	1
Magnetos	2
Motor de arranque	1
Alternador	1
Enfriador de aceite	1
Bujías	12

Fuente: (CESSNA AIRCRAFT COMPANY, 1969)

2.5 Principales Componentes de un Motor

El motor está compuesto por diferentes partes que 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 de un motor recíproco de aviación se componen:

1. Cáster del cigüeñal
2. Cigüeñal
3. Árbol de levas
4. Embolo o pistón
5. Cilindros
6. Biela
7. Válvulas
8. Engrane de árbol de levas

2.5.1 Cáster del Cigüeñal

El cáster o sumidero del motor de cilindros opuestos consta de dos partes cuyos materiales de fabricación es aleación de aluminio. El cáster del cigüeñal es parte integral del sistema de lubricación, 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 desequilibrante por la hélice. La capacidad del Carter en este tipo de motores es de 12 U.S qts.

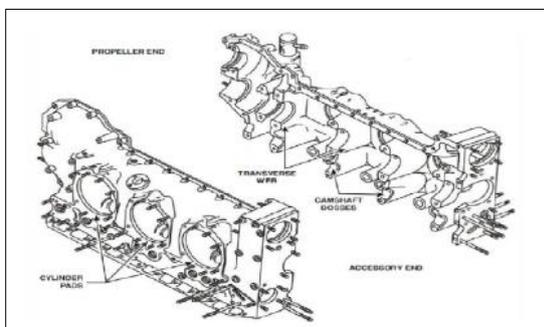


Figura 2 Cárter del Cigüeñal

Fuente: (TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS, 1976, págs. A-7-3)

2.5.2 Cigüeñal

El cigüeñal es el eje de un motor recíproco. Su función primordial es convertir los movimientos rectilíneos de los pistones y las bielas en movimientos giratorios para rotar la hélice. Un cigüeñal normalmente tiene uno o más manivelas, situados en puntos específicos lo largo de su longitud. El cigüeñal 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.



Figura 3 Cigüeñal de un Motor Recíproco

Fuente: (UNAD, 2010)

2.5.3 Embolo o Pistón

Los pistones utilizados en el motor de 470 pulgadas cúbicas son piezas de aleación de aluminio, mecanizado en todas las superficies exteriores. Aunque es similar en apariencia, los pistones de fundición se pueden identificar por el número (539614) estampada en el bulón en el interior de la falda del pistón. La mayor parte de los modelos 470 utilizan un pistón de tres anillos ubicados por encima del agujero del pasador.



Figura 4 Pistón

2.5.4 Cilindro

En el motor continental O-470-R, numerados de atrás hacia delante y se encuentran escalonados por una banda separada en el cigüeñal para cada biela. Los cilindros en el lado derecho se identifican por números impares 1, 3 y 5 y los cilindros en el lado izquierdo se identifican como números 2, 4 y 6.

Tabla 3

Especificaciones de cilindros del motor continental O-470-R

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CILINDROS	
Numero de cilindros	6 horizontalmente opuestos
Desplazamiento	470 Pulgadas cubicas
Estallo	5 Pulgadas
Carrera	4 Pulgadas
Orden de encendido	1,6,3,2,5,4
Índice de compresión	7.00:1
Bujías	18 MM
Torque bujías	330 ± 30 Lb – IN

Fuente: (CESSNA AIRCRAFT COMPANY, 1969)

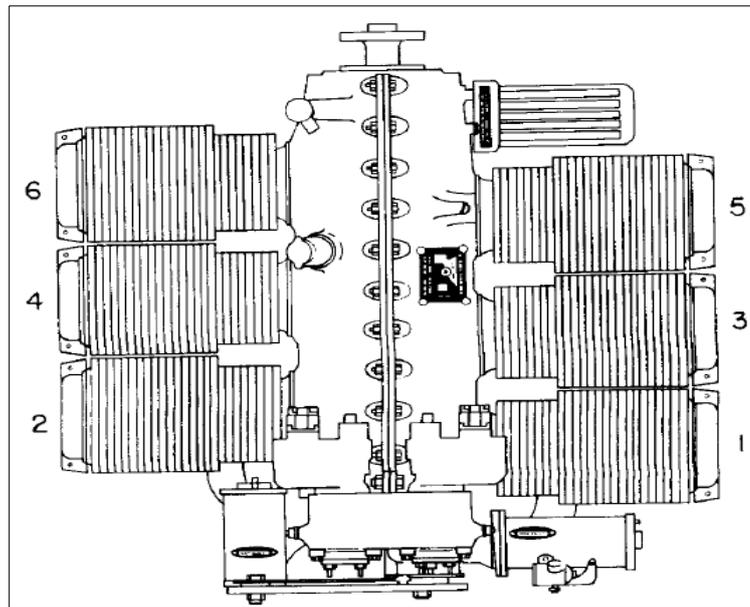


Figura 5 Diagrama de Disposición de Cilindros

Fuente: (TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS, 1976)

2.5.5 Biela

Están construidas en aleación de aluminio de alta resistencia debido a que está sometida a grandes esfuerzos. Es una pieza que se encuentra sujeta por uno de sus extremos a un pistón que realiza un movimiento lineal, y por el otro lado a un cigüeñal, siendo capaz, de esta manera transformar un movimiento lineal alternativo en un movimiento de rotación del eje del motor. Está conformado por: pie de biela, cuerpo de la biela, cabeza de biela y perno de unión.



Figura 6 Bielas 470

Fuente: (CMRUGGLES, 2016)

2.5.6 Válvulas

Las válvulas de los cilindros de un motor de avión están sometidas a temperaturas altas, corrosión, y esfuerzos operacionales, es por ello que las aleaciones metálicas en las válvulas deben poder resistir a todos estos factores. Estas pueden ser de aleación de cromo-níquel. Las válvulas se clasifican en válvulas de admisión y de escape.



Figura 7 Válvulas de Admisión y Escape

2.6 Sistema de Lubricación

El propósito de cualquier motor es producir movimiento a expensas de una fuente de energía externa. Un motor en funcionamiento implica una gran cantidad de fricción entre sus componentes móviles y una elevada temperatura debida a la combustión y la fricción. El sistema de lubricación de un motor continental O-470-R posee varios componentes para su óptimo funcionamiento como el recogedor de aceite del sumidero, bomba de aceite, filtros, válvula by-pass, válvula de alivio de presión de aceite, válvula de control de temperatura de aceite y un enfriador de aceite. El aceite que es succionado entra a todos los engranajes, pistones y a las paredes de los cilindros, una vez utilizado el aceite este se dirige hacia el enfriador de aceite para poder retornar a sumidero a través de un sistema de tubos de transferencia y orificios de drenaje. El aceite a utilizar en el motor viene de acuerdo a las especificaciones del fabricante y consideración de lugar de operación del motor. Aero Shell Oil W100, W100 Plus, W120 es un lubricante más viscoso, y se utiliza en climas cálidos ya que la alta

temperatura hace que los aceites poco viscosos sean demasiado fluidos para lubricar bien el motor durante su funcionamiento normal.



Figura 8 Aceite Aeroshell W 100

2.7 Refrigeración

Debido a que no existe un motor ideal, se presencia una gran cantidad de calor residual liberada producto de la combustión. El procedimiento de refrigeración por aire, se encuentra en el compartimiento de motor a través de aberturas en la parte delantera del avión. El aire no recorre de forma aleatoria, sino que, por la disposición del compartimiento, es forzado a fluir rápidamente, sobre todos los cilindros debido a unas finas aletas de metal que tienen los cilindros, estos provocan que aumente la tasa de transferencia de calor, cumplida su función el aire caliente sale de nuevo a la atmósfera.

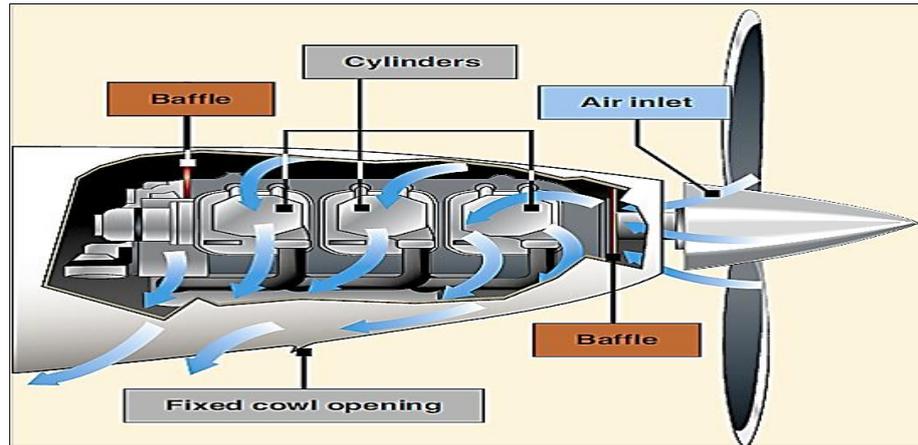


Figura 9 Refrigeración Por Aire de Impacto

Fuente: (FAA, 2012)

2.7.1 Oil Cooler

El motor continental de serie O470-R por el simple hecho de ser un recíproco tiene la necesidad de utilizar un Oil Cooler que es un accesorio que ayuda a enfriar el aceite del motor para conservar la temperatura adecuada y tener un funcionamiento óptimo del motor su ubicación es en parte frontal del motor para recibir la mayor cantidad de flujo de aire proporcionado por las hélices dando como resultado aceite más frío para el retorno hacia el motor. El Oil Cooler utilizado en este tipo de motores es de marca NIAGARA THERMAL con número de serie 639151.



Figura 10 Oil Cooler

2.8 Sistema de Combustible del Motor

El combustible que se utiliza en este tipo de motores debe tener ciertas características tales como la homogeneidad, valor antidetonante, volatilidad, resistencia a la oxidación y pureza. La cualidad antidetonante del combustible se reconoce por el número de octanos que tiene el más común usado en las series O-470-R son como Avgas 80, 100 y 100LL, la "LL" indica que tiene contenido de plomo inferior al original. En los motores de serie O-470-R son equipados con carburadores tipo chorro como el Marvel Schebier o el Bendix Stromberg. El Marvel Schebier utilizado en este motor no requiere bomba de combustible, porque es combustible es alimentado por efecto gravedad de 0.5 a 6.0 P.S.I a la entrada del carburador.

2.9 Sistema de Inducción

El sistema de inducción instalado en el modelo O-470-R se compone de una toma de aire, filtro de la toma de aire, y un carburador. El carburador Stromberg con tipo de presión de corriente ascendente está ubicado la parte inferior trasera del Carter interconectado con la toma de aire.

2.9.1 Toma de Aire

Su función primordial es recoger y conducir el aire de impacto hacia el carburador. Su fabricación por lo general es de aleación de aluminio.

2.9.2 Filtro de la Toma de Aire

El propósito del filtro de aire es impedir el paso de impurezas a la toma de aire y posterior al carburador. Está construida en una malla metálica y una espuma especial rodeada de un marco de lámina de aluminio aleado.

2.9.3 Carburador

En los motores de serie O-470 se utiliza carburadores de marca Marvel-Scheble MA-4-5. Destinado a medir la cantidad de combustible necesaria para proporcionar la mezcla estequiométrica en el motor, sin importar las condiciones de altitud o de potencia. También este permite que el piloto pueda seleccionar la potencia necesaria para las diferentes operaciones, como igualmente incrementar la riqueza de la mezcla en circunstancias especiales, como son potencia máxima, ascensos y descensos.



Figura 11 Carburador Marvel-Scheble MA-4-5

2.10 Sistema de Encendido

Para en encendido de estos motores es necesario que se genere corriente de alta tensión y se distribuya las bujías de los cilindros, siendo completamente diferente del sistema eléctrico. Para el encendido de bujía se produce corriente el desde dos magnetos ubicados en la parte posterior superior del motor, controlables desde la cabina, de manera que si falla un magneto permita todavía la operación en emergencia de cada motor.

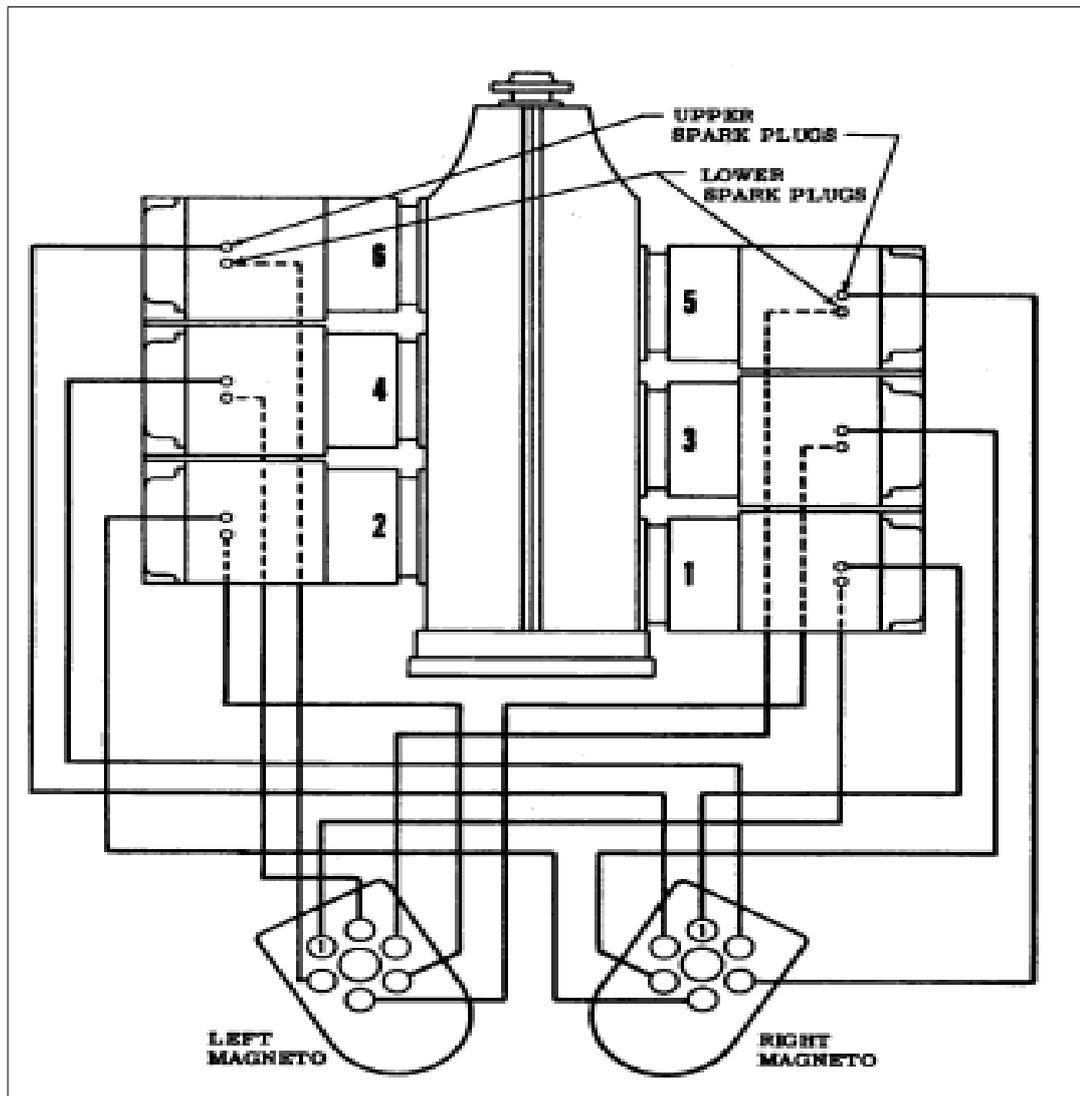


Figura 12 Sistema de Doble Encendido

Fuente: (CESSNA AIRCRAFT COMPANY, 1969)

2.10.1 Magnetos

Una magneto es un generador de corriente diseñado para generar un voltaje suficiente para hacer saltar una chispa en las bujías, y así incitar la ignición de los gases comprimidos en un motor de combustión interna. Continental Motors fabrica magnetos específicos para este tipo de motores. Existen varios modelos como Bendix S6RN-25 él tiene una buena obsolescencia programada.



Figura 13 Magneto Bendix S6RN-25

2.10.2 Bujía

La bujía es el componente que produce el encendido de la mezcla aire combustible en los cilindros, mediante una chispa, en un motor de combustión interna de encendido tanto en el ciclo de Otto como Wankel. Su correcto funcionamiento es clave para un correcto funcionamiento en un motor de cuatro tiempos (4T). Las bujías deben poseer buenas características de resistencia térmica y mecánica por la grande cantidad de temperatura y presión a las que están sometidas. Las bujías en aviación es altamente recomendable dar un mantenimiento preventivo después de cada 50 horas de operación.



Figura 14 Bujía

2.10.3 Interruptor de Encendido

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 starter que arranca el motor.



Figura 15 Interruptor de Encendido

2.11 Sistema Eléctrico del Motor

El sistema eléctrico del motor O-470-R está equipado con un sistema de corriente continua de 12 voltios porque el motor no es de grandes dimensiones en comparación con otras aeronaves que tiene que mover motores más grandes. El sistema eléctrico consta fundamentalmente de los siguientes componentes:

2.11.1 Batería

Dispositivo que transforma y almacena la energía eléctrica en forma química. La energía almacenada se utiliza para arrancar el motor, y fuente de reserva en caso de reserva limita para uso en caso de fallo del alternador. La carga de la batería es proporcionada por el alternador de la aeronave con la finalidad de completar carga para su funcionamiento.

Tabla 4**Descripción de la batería para Cessna 182**

Características de la batería	
Modelo	G35
Peso	4.5kgs
Fabricado por	Teledyne – Gill
Cantidad de ácido	3 cuartos de galón

Fuente: (CESSNA AIRCRAFT COMPANY, 1969)

2.11.2 Alternador

Proporciona corriente eléctrica al sistema y mantiene cargada la batería todo esto producido por el movimiento de del motor que está conectado al alternador. El sistema eléctrico de la aeronave se alimenta de dos fuentes de energía: la batería y el alternador. La batería se utiliza solamente para que arranque el motor, una vez ejecutado el motor, es el alternador el que pasa a mantener el sistema eléctrico de toda la aeronave.

**Figura 16 Alternador Hartzell de 12 voltios****2.11.3 Motor de Arranque**

Antiguamente no se utilizaba motores de arranque en la industria aeronáutica lo más común era encontrar un sistema de arranque por magnetos obligando a los técnicos a girar las palas de las hélices para producir una chispa e iniciar la combustión en el motor. Hoy en día se utiliza los motores de arranque convierten 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.



Figura 17 Continental Energizer Arrancador de 12 voltios

2.11.4 Interruptor Principal

Con el interruptor principal, el piloto tiene el control de encender o apagar el sistema eléctrico, con excepción del arranque del motor por los magnetos que es independiente. 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.

2.11.5 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.

2.12 Hélices

La hélice consta de dos palas, y un núcleo central por medio del cual se fijan las palas al eje del motor. El objetivo de la hélice es impulsar a la aeronave a través del aire. Esto lo realiza por medio del empuje obtenido por

la acción de las palas que giran en el aire. Cada pala está formada por un conjunto de perfiles aerodinámicos que van cambiando progresivamente su ángulo de incidencia desde la parte frontal hasta la parte posterior.

2.12.1 Hélices de Velocidad Constante

La hélice de velocidad constante tiene gran ventaja de poder variar el ángulo de las palas, durante el vuelo, por medio de mandos desde la cabina. Lo que hace posible obtener mayor eficiencia del motor, durante el despegue, cuando sea necesario más potencia se coloque las palas en paso bajo y mientras que en vuelo crucero se las ubique en paso alto, la hélice logra de esta forma ser más eficiente teniendo un avance rápido en el aire.

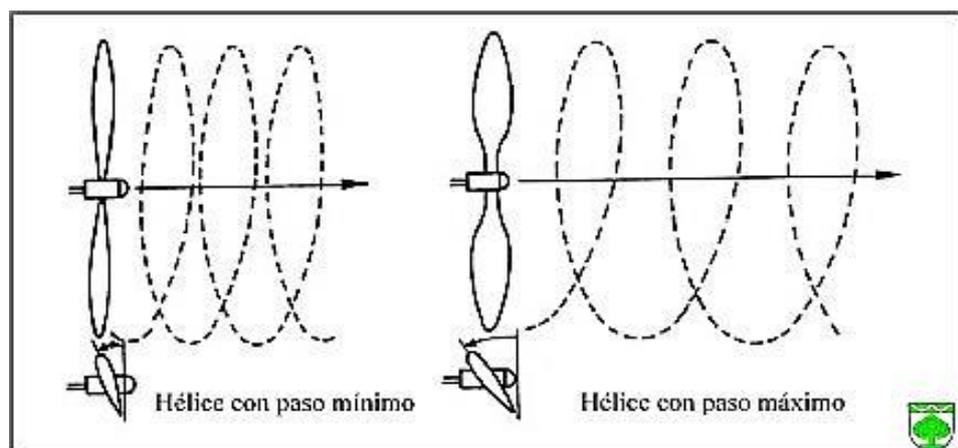


Figura 18 Hélice de Paso Constante

Fuente: (Wikia, 2015)

2.12.2 El Gobernador

Es la unidad que controla las revoluciones de la hélice por medio de presión de aceite, que actúa haciendo cambiar el ángulo de las palas. Este consiste en una bomba de aceite instalada en el gobernador mismo además de una válvula guía que controla la dirección de flujo del aceite y un sistema de brazo o polea que opera contra un sistema de contrapesos dentro del gobernador que, operando la válvula guía, permite la entrada de aceite bajo

presión a la hélice en la parte en la parte trasera del pistón haciendo que la hélice vaya a paso bajo.

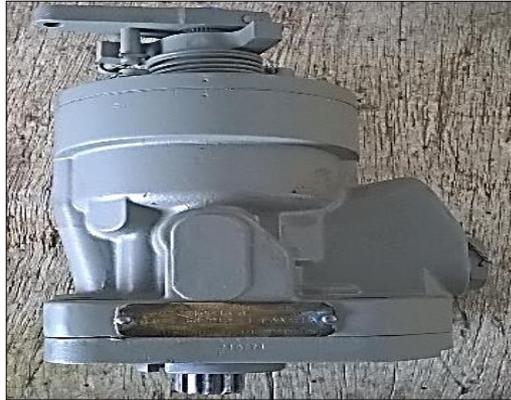


Figura 19 Gobernador McCauley

2.14 Control de la Propulsión del Motor

Mandos de gases. - Es la que actúa sobre el carburador y la presión en el colector de admisión, a mayor apertura mayor potencia y a menor apertura menor potencia.

Mandos de paso de hélice. - Proporciona el ángulo a las hélices, mientras más retrasada este la palanca corresponde a un paso largo (mayor ángulo de las palas), si la posición es más adelantada corresponde a un paso corto (menor ángulo en las palas).



Figura 20 Mandos de Propulsión

2.15 Instrumentos de Control del Motor

2.15.1 Tacómetro

Mide las revoluciones por minuto (R.P.M) las cuales se representan en un dial, calibrado de 100 en 100 r.p.m. Los tacómetros utilizados en aeronaves Cessna de un solo motor son indicadores mecánicos que funcionan a la velocidad media del cigüeñal por ejes flexibles. La mayoría de las dificultades tacómetro se encuentran en el eje de transmisión. Para funcionar correctamente, el alojamiento del eje debe estar libre de torceduras, golpes y curvas cerradas.

2.15.2 Manifold Pressure

El manifold es un instrumento barométrico que indica la presión dentro del sistema de inducción del motor y esta mide en pulgadas de mercurio, el instrumento está ubicado en la cabina de la aeronave.



Figura 21 Indicadores de RPM e Indicador de Presión

2.15.3 Amperímetro

Es un instrumento eléctrico de medición que no indica si el alternador está proporcionando una cantidad intensidad de corriente adecuada que fluye desde o hacia la batería esto indica que mide ya sea corriente directa o

corriente alterna, en este tipo de aeronaves Cessna 182 se utiliza amperímetros analógicos.

2.15.4 Temperatura de la Cabeza de Cilindro

El CHT (Cylinder Head Temperature) indica la temperatura y se mide habitualmente en los cilindros más calientes del motor (es el que está más alejado de la toma de refrigeración) en este tipo de motores son los cilindros 1 y 2. Adicionalmente en este tipo de aeronaves es único instrumento que indica la temperatura del motor puesto que no posee un indicador de temperatura general del motor.

2.15.5 Presión de Aceite

El instrumento de medición de aceite indica si fluye aceite a través del motor, en el instrumento de cabina se muestra un intervalo marcado con una línea verde que muestra si el aceite tiene la presión adecuada para el motor, si existe una sobre presión de aceite es recomendable aterrizar lo más pronto posible para evitar fugas en el sistema de lubricación del motor.

2.15.6 Temperatura de Aceite

Este instrumento indica la temperatura del aceite de lubricación interna del motor que a diferencia de los demás este no es eléctrico si no que opera por un sistema llamado tipo Bourdon que “consiste en tres componentes principales que son el sensor de temperatura, un tubo capilar y el resorte Bourdon, este sistema está completamente lleno de líquido que al presenciar una subida de temperatura se expande y provocando una subida de presión dicha subida será transferida por medio del tubo copilar hasta el resorte de Bourdon” (Reinhausen, 2014) . Este tipo de sistemas no requiere mantenimiento porque mantiene y conserva sus características mecánicas toda la vida.



Figura 22 Instrumentos del Motor

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Condición del Motor Continental

El motor continental O-470-R propiedad de la empresa Aerokashurco se encuentra en estado de almacenamiento temporal en la misma empresa, por el accidente que esta sufrió en el año 2014 la aeronave Cessna 182 con la matrícula HC-CDL, por causas aún desconocidas. El motor sufrió un daño estructural en la hélice la cual se encuentra torcida a unos 70 grados de la estructura original aproximadamente en la sección 14 de la hélice.

El lugar donde se encontró el motor fue en el hangar principal de la empresa cubierto con en cajas de protección, originarias de los motores nuevos, los técnicos siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento colocaron un aceite de minerales puros sin dispersantes, que son usados normalmente para un periodo de asentamiento del motor evitando si deterioro interno manteniéndolo en condiciones aptas para su nueva verificación funcional.

Los accesorios del motor que se encuentran: el motor de arranque y el enfriador de aceite el resto de los componentes como el carburador, el colector de aire, alternador, los instrumentos del motor, y los magnetos se encuentran en almacenamiento en la bodega principal de la empresa Aerokashurco. La hélice se encuentra parcialmente en buenas condiciones de igual manera ubicada en la bodega principal.

3.2 Información Técnica para el Procedimiento de Rehabilitación del Motor

La información a la que se rige para la habilitación del motor en la aeronave Cessna 182 está ubicada en el Service Manual serie 100-182 en la sección 12 (Power Plant), sección 14 (Propellers), sección 16 (Instrument

System), sección 17 (Electrical System) del manual de servicio proporcionado por la casa fabricante de la aeronave.

Se debe utilizar también el IPC (illustrated part catalog) ahí especifica los números de parte de los componentes a cambiar en el motor, este manual también es proporcionado por la casa fabricante al momento de la compra de las aeronaves. Finalmente, el manual de información y operación de la hélice McCauley. Los mencionados manuales tienen la empresa Aerokashurco en forma digital y física, para la rehabilitación del motor.

3.3 Inspeccionar Anomalías del Motor y sus Principales Componentes

Como primera instancia se debe realizar un previo conocimiento de los componentes del motor que se identifica en el Service manual de la aeronave en la sección 12 una vez comprendido los principales componentes, se realiza una limpieza para eliminar partículas de polvo e impurezas que lleguen afecta la funcionalidad del motor, finalmente se realiza una inspección visual en el motor y sus componentes en busca de posibles rajaduras o hundimientos de la estructura.



Figura 23 Estado inicial del motor



Figura 24 Limpieza del Motor

Para la correcta funcionalidad del motor se debe instalar los componentes faltantes como el carburador, filtro de combustible, la todera de admisión de aire, las bujías, magnetos, batería, alternador, regulador de voltaje, sensor de temperatura de aceite, sensor de temperatura de cabeza de cilindro, sensor de presión de aceite, interruptores de encendido, y Master Switch.

3.4 Instalación del Motor

3.4.1 Inspección y Preparación del Engine Mount

Una parte principal es el Engine Mount que tiene para poder colocar el motor en la estructura de la aeronave, procediendo como primer punto a verificar si tiene alguna rajadura que impida la instalación en el banco de prueba del motor para continuar con la limpieza y posterior pintado del Engine Mount. La utilización de la información técnica es fundamental tanto para técnicos con o sin mucha pericia con el objetivo de verificar la calidad del trabajo ejecutado. Para la instalación del Engine Mount se necesitó un dado de 9/16", una llave de 9/16", una racha, un dedo magnético. Los

materiales a utilizar es dos pernos AN6-25A, dos AN6-34A, cuatro tuercas MS 20365-624C. Con la ayuda del dedo magnético se sujeta el perno y se lo encaja en el orificio que pasa hacia el Engine Mount, procurando que la tuerca quede en el exterior, hay que fijar muy bien las cuatro esquinas de la estructura. Y proporcionando un torque de 900 libras por pulgada.



Figura 25 Estructura del Banco de Prueba sin Engine Mount



Figura 26 Engine Mount Instalado

Después de instalar el Engine Mount se procede dar mantenimiento al kit de suspensión del motor, que previamente fue seleccionado de una caja de

almacenamiento donde se encontraban varias de estas partes pero no todos poseían las condiciones adecuadas para su utilización en el banco de prueba así que se utilizaron las de mejores condiciones, posteriormente se realizó la limpieza procurando no estropear el laminado de cadmio que ayuda a resistir la corrosión de todos los componentes a utilizar, se procede a instalar el kit de suspensión del motor que en total son ocho acompañados por cuatro pernos de sujeción, cuatro bocines, cuatro tuercas y cuatro pines de seguridad para la instalación de los amortiguadores. Y el torque necesario en estas turecas es de 1200 libras por pulgada.



Figura 27 Kit de Suspensión del Motor

La correcta instalación de los pernos se encuentra en el IPC de la aeronave, este manual también indica la numeración correspondiente de las partes para posibles cambios.

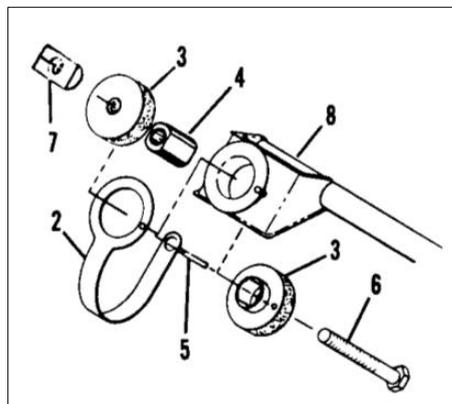


Figura 28 Instalación del Kit de Suspensión

Fuente: (Cessna , 1974, pág. 169)

Una vez instalado el kit de suspensión del motor que son fundamentales para la absorción de las vibraciones. Se puede continuar con el siguiente enunciado.

3.4.2 Instalación del Motor Continental O-470-R en el Banco de Prueba

Lo más indispensable para la instalación del motor es una grúa móvil de sujeción, un tecele de cadena de ½ tonelada de capacidad y una escalera.



Figura 29 Grúa Móvil de Sujeción

En primer lugar, se procede 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 esté debidamente instalado se trasladada hacia el motor procurando que quede esté en forma vertical, colocar en el orificio del motor que está diseñado para ejecutar el levantamiento continuamente se prosigue a levantar al motor, por la acción de la cadena manual hasta aproximadamente 10 centímetros más de la altura del Engine Mount.



Figura 30 Instalación del Motor

Continuamente, se lo ubica en la parte superior del Engine Mount intentando que las bases del motor encajen en los orificios de la suspensión del motor que previamente ya fueron instalados.

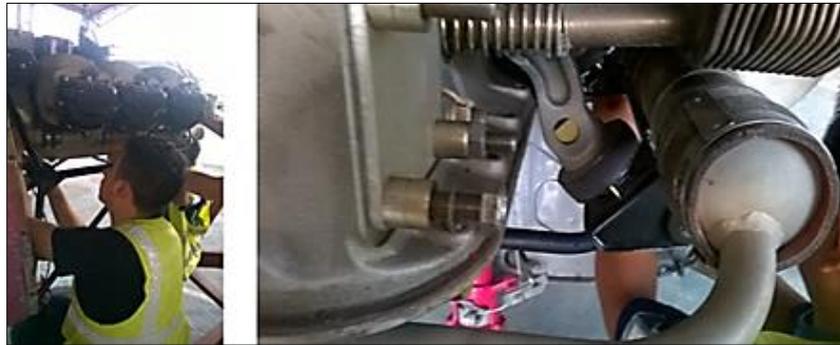


Figura 31 Instalación del Motor Sobre el Kit de Amortiguación

Finalmente, se procede a colocar los pernos de sujeción que atraviesan al Engine Mount hasta las bases del motor, con la utilización de una racha y una copa de 5/8" para el ajuste de las tuercas. Se retira el gancho de levantamiento del tecla. Obteniendo como resultado final la instalación de motor sobre la estructura del banco de prueba.



Figura 32 Ajuste de las Tuercas de Sujeción del Motor

3.4.3 Instalación del Sistema de Combustible del Motor

El sistema de combustible del motor claramente se podía identificar que necesita mantenimiento correctivo y preventivo, varios componentes del sistema se encontraban también en almacenamiento y una parte del ducto de combustible totalmente destruido por el impacto de la aeronave en el

accidente. Comenzando en primera instancia con la solución del ducto destruido, sin la posibilidad de poder colocar los componentes originales se opta por instalar cañería hidráulica flexible, por sus características resistentes a presiones altas, y buenas características de sellado de fluidos.



Figura 33 Cañería Hidráulica

Una vez instalada la cañería se procede a realizar una prueba de posibles filtraciones en todo el sistema de combustible desde el tanque hasta el filtro, suministrando de combustible a los ductos. Seguido se realizó inspección visual y mantenimiento del filtro de combustible, eliminando posibles partículas que puedan obstruir el paso limpio de combustible hacia el carburador.

Para la instalación del filtro de combustible que se ubica en la parte inferior izquierda de la pared de fuego del motor, se necesitó de una llave de 3/8", 15/16", un entorchador, alambre de frenado de 0.32 mm y sus respectivos fittings de conexión de ductos de combustible.

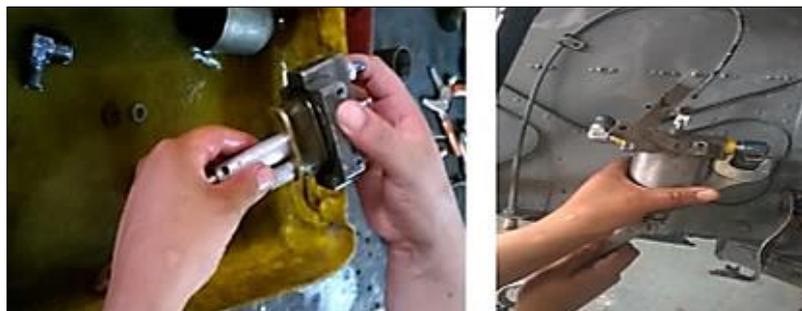


Figura 34 Mantenimiento e Instacion del Filtro de Combustible

Posteriormente se instalo el carburador Marvel-Scheble MA-4-5 originario de la aeronave y la toma de aire del carburador, proporcionando una limpieza antes de su instalación, además de verificar el correcto funcionamiento aspersion de combustible y realizar los empaques para evitar posibles filtros de combustible.



Figura 35 Instalacion del Carburador

Instalado el carburador y la toma de aire de combustible se procedio a instalar la ultima seccion de cañeria desde el filtro de combustible hacia el carburador, al igual se realizo la conexión de la palanca del acelerador con el conector de potencia, mezcla rica, y el ductor de aire hacia el carburador que esta ubicado en la cabina de la aeronave.



Figura 36 Conexiones Principales de Potencia del Carburador

3.4.4 Instalación del Sistema de Arranque del Motor

El sistema de arranque del motor solo se encontraba instalado el arranque por lo que no fue necesario darle mantenimiento alguno, dado que la funcionalidad de este accesorio está dentro de los límites de horas de operación. En primera instancia se realizó el mantenimiento de las bujías que se encontraban en almacenamiento con la utilización de un equipo de limpieza y prueba de bujías (Spark Plug Cleaner and Tester), este equipo facilita la limpieza de los electrodos de las bujías, colocándolas en la ranura de ubicación de las bujías donde se suministra arena a presión, ahí limpiara cualquier evidencia de posible corrosión en los electrodos. Para verificar su funcionamiento se la coloca en la ranura de prueba de bujías, después se presiona el botón Tester que manda un impulso eléctrico al electrodo y esta debe crear una chispa que se visualiza en un espejo del Tester para comprobar que está en correcta funcionalidad.



Figura 37 Limpieza y Test de Bujías

Realizado el mantenimiento de las doce bujías que necesita el motor se prosigue a retirar las bujías de conservación del motor e instalar las dos bujías por cada cilindro.

Las herramientas necesarias para la instalación de las bujías son:

- 1 Racha
- 1 Barra de extensión
- 1 colector para bujías
- 1 copa de 1" de diámetro



Figura 38 Instalación de las Bujías

3.4.5 Instalación de los Magnetos

Las magnetos se encontraban en condiciones normales, pero se procedió a inspeccionar la parte interna de las magnetos verificando cualquier anomalía de estos, y el buen estado del rotor, ruptor, el condensador, y el rotor de distribución sin olvidar que los bobinados de las magnetos no deben ser visibles y finalmente proceder instalarlos en el motor correctamente.



Figura 39 Inspección Visual de Magnetos

Una vez verificado que las magnetos se encuentran en condiciones operativas se procede a sincronizar las guías o líneas de referencia de las magnetos para que estén sincronizados, verificando la línea roja de los engranajes quede perfectamente alineada con la línea de referencia del rotor. Las herramientas que se utilizó para la instalación de los magnetos es solamente una llave de 3/8" y un destornillador plano. Las conexiones de los magnetos vienen desde la cabina especificaste del switch de arranque donde se ubica en (L, R o BOTH), los cables blancos de conexión

pertenecen a la activación del switch de arranque del motor que está en la cabina del piloto para poderlos activarlos o desactivarlos.



Figura 40 Instalación y Conexión de las Magnetos en el Motor

3.4.6 Conexión de los Arnés Eléctricos de los Magnetos

Previamente, a la instalación del arnés eléctrico de las magnetos se debe verificar si este produce chispa. Esto se lo realiza colocando el resorte que tiene en el punto del arnés cerca de la tapa del cilindro y al momento de efectuar un giro completo produce una chispa indicando el correcto funcionamiento de los magnetos y del arnés eléctrico.



Figura 41 Verificación de Chispa de los Cables de Ignición

La disposición de los cables de los magnetos se la obtiene en el manual de servicio de la aeronave, pero también posee un sistema de prevención de mala conexión debido a que los cables poseen una longitud adecuada para cada uno de los cilindros a conectar, evitando así posibles errores de conexión.

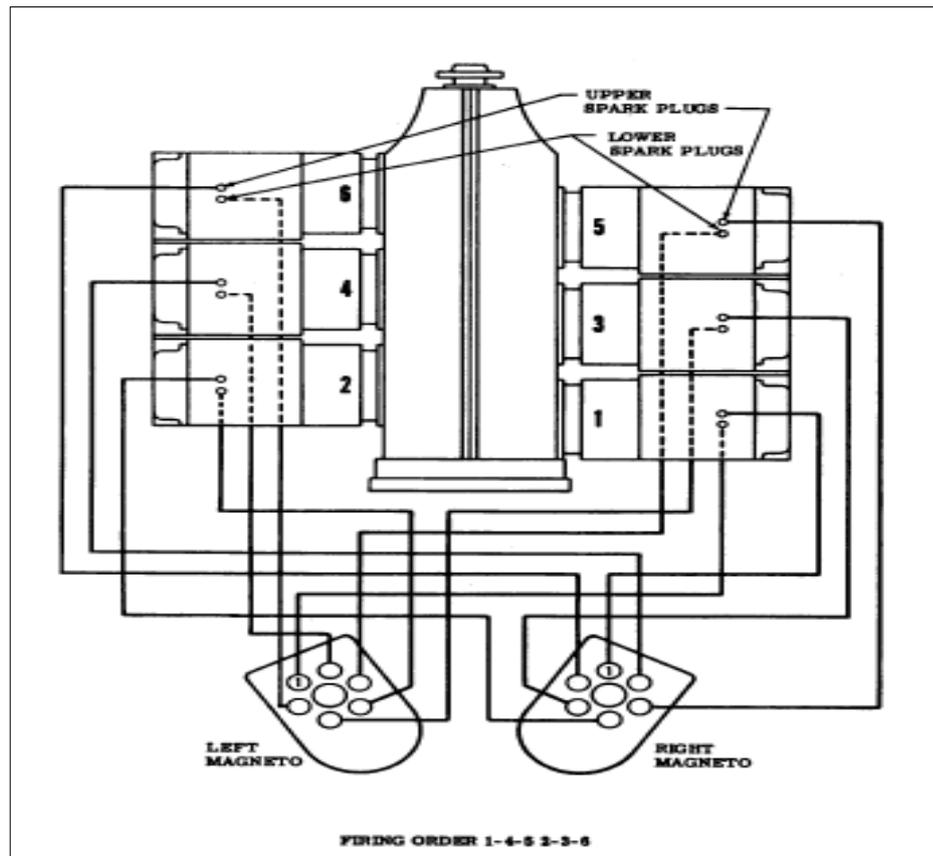


Figura 42 Diagrama de Conexión de los Magnetos

Fuente: (CESSNA AIRCRAFT COMPANY, 1969, pág. 222)

3.4.7 Sincronización de Tiempos en los Magnetos

Para la sincronización de tiempos de las magnetos con la carrera del pistón se procedió a realizar lo siguiente:

1. Se verifico si están desconectados todos los acoples de los magnetos hacia las bujías
2. Posteriormente se coloca el punto muerto superior del cilindro N° 1
3. Se coloca el graduador en la hélice
4. Se mueve la hélice hasta al final del pistón en sentido de rotación (horario)
5. Seguido se pone en T.C al graduador.
6. Luego se mueve la hélice lentamente en sentido contrario al giro hasta el tope del pistón.

7. Se identifica cuantos grados indica de tope a tope y esta medida dividir para dos (en este caso indicó 91 esto dividido par 2 dando como resultado 45.5)
8. Seguido se coloca el graduador en los 45.5
9. Posteriormente se regresa la hélice en el sentido de rotación normal hasta el tope y se verifica en el graduador si da 45.5
10. Se remueve el pistón de la posición y se gira en sentido de rotación hasta pasar por el T.C o el CLIP DE LOS MAGNETOS
11. Se regresa la hélice a 22° y se procede a remover las magnetos.

Una vez concluido el proceso anterior se inicia la inspección de los magnetos utilizado es un comprobador múltiple de voltaje y amperaje que ayuda a comprobar la continuidad de los circuitos tanto en baja como en alta tensión. Si solo una luz está encendida indica que solo un magneto esta sincronizado y el otro aún está en una posición errónea hay que moverlo hasta que as dos luces se enciendan indicando que están sincronizados, pero solo con el motor.



Figura 43 Verificación de Magnetos

3.4.8 Instalación del Sistema Eléctrico del Motor

Como primer punto se procede con la instalación de los componentes principales y cableado del motor entre ellos son el regulador de voltaje, la toma de la planta externa, solenoide de arranque, alternador y la batería. Para la instalación del regulador de voltaje y el solenoide de arranque se necesitó dos llaves de 3/8, tuercas de 3/8, arandelas y pernos de la misma medida con vástago de 5/16.

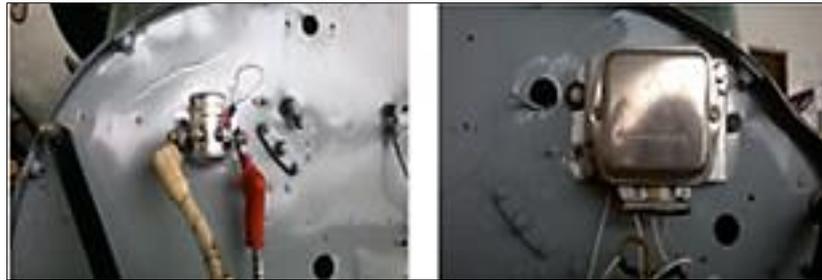


Figura 44 Instalación del Regulador de Voltaje y Solenoide de Arranque

El de la izquierda el solenoide de arranque, el cable rojo es la conexión que viene desde la fuente externa. El cable blanco es la conexión al motor de arranque, los terminales que están en medio, el rosado va conectado al switch de arranque y que va directamente a la batería. Por otro lado, el conector rojo va a tierra para cerrar el circuito y pueda cumplir su función que es hacer una conexión de alto amperaje desde la batería al arranque controlado por una señal de bajo amperaje a través del conector que es el switch de arranque.



Figura 45 Instalación Eléctrica de Solenoide de Arranque

En este tipo de aeronaves Cessna 182 no es muy común una conexión de planta externa pero esta aeronave la poseía por un certificado tipo (TC) anteriormente realizado por la empresa. Seguidamente se realizó la conexión de la fuente externa de alimentación del motor que posee la conexión directa desde la batería que ahí mismo parte hacia el solenoide que activa al motor de arranque y una conexión a tierra para poder cerrar el circuito.



Figura 46 Instalación de la fuente externa el motor

La base del alternador originalmente en motores de serie O-470-R es independiente de las bases del motor, pero por la ausencia de esta parte del motor, se utilizó una base de alternador de la aeronave Cessna 206 que posee las mismas dimensiones necesarias para instalar en la aeronave 182 sobre el Engine Mount, con la característica que esta parte tiene las dos bases conjuntas la de sujetar al motor al Engine Mount y la de sujetar al alternador. Adicionalmente el alternador posee un brazo de sujeción hacia el motor para asegurar su estabilidad y la banda del alternador que conecta con el motor para la generación de corriente necesaria para el resto componentes de la aeronave. La conexión del cableado del alternador es un positivo que va hacia la batería y un negativo que está conectado directamente a la carcasa del alternador pero que se lo conecta a la tierra ubicada en la planta externa del avión.



Figura 47 Instalación del Alternador

A continuación, se instaló la batería que se ubica en la parte posterior de la aeronave atrás de la puerta de acceso a la bodega, no fue posible conseguir la batería original de la aeronave, por eso se utilizó una batería de

automóvil marca Bosch de las mismas características de voltaje y proporción de energía para los componentes cuando la aeronave está apagada, se puede utilizar este tipo de baterías solo para pruebas operaciones en el banco de prueba.



Figura 48 Batería Bosch

La conexión de la batería va al solenoide de la misma, de ahí al master switch que este emite un impulso eléctrico al solenoide de arranque, para dar el impulso necesario para que arranque del motor, también posee conexión al alternador, para que pueda cargar la batería se está lo requiere.

3.4.9 Instalación y Rehabilitación de los Instrumentos del Motor

Los instrumentos que se utilizaron en este proyecto son originales de la aeronave accidentada, pero están dentro de los límites permisibles para su utilización según los estándares de Service Manual. La instalación de los instrumentos del motor se establece en un solo panel donde se encuentra los siguientes componentes:

- Manifold Pressure Gage
- Tacómetro
- Amperímetro
- Temperatura de cabeza de cilindro
- Presión de aceite
- Temperatura de aceite



Figura 49 Instrumentos del Motor

Manifold

Tiene dos componentes principales que es el instrumento que está ubicado en la cabina y el sensor de presión que está conectado en el motor en los ductos de admisión de aire, en la parte interior cerca de la pared de fuego para realizar la instalación se necesitó una llave de 5/8". En la fig. 50 Se muestra el instrumento a la izquierda y el sensor a la derecha.



Figura 50 Manifold Pressure

Tacómetro

El tacómetro posee el instrumento en el panel de la cabina y su conexión está en la caja de accesorios del motor. Directamente conectada a los engranajes del cigüeñal que manda la indicación al instrumento del tacómetro. Este 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. Se indica en la Fig. (51)

Amperímetro

El amperímetro está ubicado en el conjunto de instrumentos de motor que posee la aeronave Cessna 182, su conexión es de vital importancia para verificar si se está cargando o descargando la batería de la aeronave al momento de encenderla, los cables que miden esta energía son de alta intensidad por ende son muy gruesos, uno de ellos va conectado al switch del alternador que, barra de buses y de ahí parte hacia el alternador, que verifica si está funcionando o no el alternador.

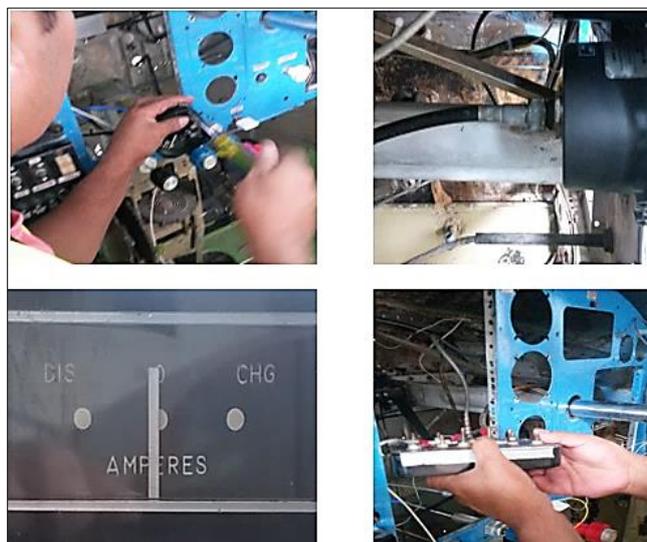


Figura 51 Conexión de Tacómetro y el Amperímetro

Temperatura Cabeza del Cilindro

La importancia de conocer la temperatura de la cabeza del cilindro es para verificar posibles anomalías dentro del motor, su conexión parte del conjunto de instrumentos del motor, su intensidad de corriente es muy baja por lo que no necesita cables muy gruesos, uno de ellos va conectado al sensor que funciona con impulsos eléctricos y este se ubica en el cilindro número 1 o 2, por motivo que son los más calientes del motor. Se utilizó una llave de 5/16" y una de 1/4" la más grande para ajustar el sensor en el cilindro y la pequeña para ajustar el cable del sensor.



Figura 52 Conexión del Sensor de Temperatura de Cabeza de Cilindro

Presión de Aceite

La presión de aceite del mismo modo se encuentra en el conjunto de los instrumentos del motor, y su conexión está ubicada, en la zona del sumidero del aceite al lado izquierdo del motor, su principio de funcionamiento es por tubo de Bourdon, para la instalación de este sensor de presión se necesitó una llave de 5/8" proporcionándole un torque de 720 libras por pulgada que está estipulado en el Service Manual propio de la aeronave, la peculiaridad de este instrumento su indicación permanece en la zona verde del indicador cuando recién es encendido el motor, porque el aceite esta se encuentra viscoso. Con el transcurso del tiempo que el motor siga encendido el instrumento sigue subiendo hasta alcanzar la presión real dentro del motor.

Temperatura de Aceite

Su instrumento se localiza en el mismo conjunto de los instrumentos del motor y su sensor está en el sumidero de aceite pero a diferencia del de presión de aceite este se ubica en el lado derecho, este sensor utiliza el principio de tubo de Bourdon con gas, del mismo modo este instrumento no marca al instante de encender el motor, empieza a marcar siempre y cuando el motor sobre pase los 200°F que es la marcación mínima de este instrumento hasta un máximo de 500° F, para la instalación de este sensor se necesita un fitting especial el cual estaba roto, así que la solución para esto fue mandar a torneear en bronce el fitting, utilizando la muestra original

del mismo motor que estaba roto. Una vez fabricado el fitting se procede a instalar con la ayuda de una llave 5/8", teflón para evitar fugas y la utilización del torquimetro para proporcionar su respectivo torque, que es de 720 libras por pulgada verificando la estabilidad del fitting en el motor.

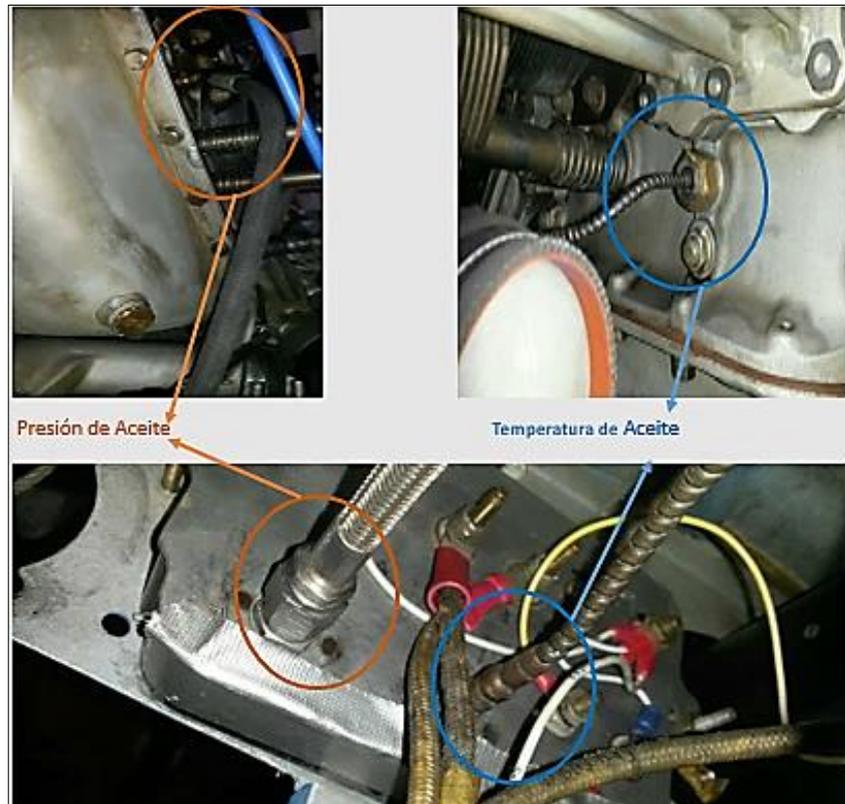


Figura 53 Conexión de Temperatura y Presión de Aceite

3.5 Instalación de la Hélice

3.5.1 Condición de la Hélice

La hélice de la aeronave es de fabricación McCauley, que al momento del accidente una de sus palas se impactó contra el suelo modificando su estado original y dando como resultado una torcedura en la pala número 2, por lo mismo se concluyó que para su funcionamiento se debe realizar una inspección interna para poder utilizarla en el banco de prueba, además presentó atascamiento en el paso de la hélice.



Figura 54 Hélice con Torcedura en la Pala Número 2

3.5.2 Inspección del Cubo de la Hélice

Como primera parte se procede a cortar el alambre de entorchado que está alrededor de todo el cilindro, con la ayuda de un diagonal, continuamente se procede aflojar los tornillos que sellan al cilindro de la hélice, una vez aflojados estos tornillos con la ayuda de un formón se procede a introducir en la ranura que existe entre el cilindro y el cubo de la hélice. Concluido este procedimiento se debe separar la cubierta o cilindro observando el pistón de la hélice, encargado de generar el paso de la misma, el resorte, los link-blades del actuador del paso de la hélice.



Figura 55 Desarmado de la Hélice

3.5.3 Mantenimiento del Cubo de la Hélice

El overhaul de la hélice se lo efectúa en centros de mantenimiento especializado, pero como el proyecto va enfocado hacia un banco de prueba se procedió a elaborarlo en la empresa misma. Como primer punto se procede a retirar el pistón, evidenciando que existen partes rotas dentro del cilindro es por ello que no funcionaba adecuadamente el paso de la hélice. Se tomó todas las medidas necesarias para evitar confusiones en la ubicación de las partes, colocando ordenadamente todas las partes que se van extrayendo para su posterior reinstalación.



Figura 56 Desmontaje del Cilindro de la Hélice

Una vez desmantelado el pistón de la hélice se produce a dar una limpieza de los componentes internos eliminando todo tipo de lubricante que se encuentra en el interior. Cuando se realizó este procedimiento se identificó que los link-blades de la hélice, que son de grilon uno de ellos está roto y el otro totalmente destruido. Por ende, se tuvo que buscar una solución, y la mejor forma fue unir las piezas del link-blade que estaba roto y fabricar unos nuevos en el mismo material original de la hélice.

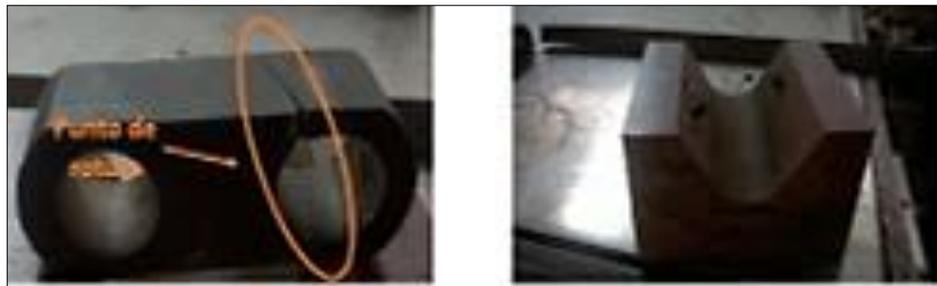


Figura 57 Pin Antiguo Roto y Fragmento de Grilon

Una vez encontrado el material original de los link-blades, se fabricó en el torno dos piezas exactas de la muestra que se reconstruyo anteriormente. Como los link-blades son estándares no hubo inconveniente en fabricar los dos link-blades. Una vez fabricado los link-blades de la hélice se procede a instalar en su lugar correspondiente que es bajo el pistón de la hélice utilizando un martillo para colocar los seguros de sujeción de los link-blade, teniendo muy en cuenta los seguros y la ubicación de los sujetadores de los pines.



Figura 58 Colocaciones de los Pines

Terminado de instalar los link-blades, se coloca los seguros que sujetan al resorte del vástago del pistón utilizando una pinza para pines, seguidamente se instaló el resorte en el vástago del pistón de la hélice utilizando una gran fuerza para su correcta posición y sujeción los seguros del resorte. Es muy fundamental revisar si los seguros que sujetan al resorte están bien colocados porque pueden ocasionar que este salga de su posición original.



Figura 59 Instalación del Resorte y de los Seguros del Resorte

3.5.4 Desmontaje de las Palas del Cubo de la Hélice

Una de las características que posee este tipo de hélices es que los rodamientos actúan como seguros de las palas esto quiere decir que si no se extrae por completo los rodamientos las palas no se podrá sacar del cubo. Para la extracción de los rodamientos su uso un dedo magnético, recalco que estos rodamientos actúan principalmente para producir el paso de la hélice, todo este procedimiento se llevó a cabo según el Service manual y la experiencia de los técnicos de la empresa. Se procede a sacar con cuidado los rodamientos utilizando un dedo magnético para que sea

más sencillo sacarlo, la particularidad de esto es que cada pala de la hélice poseía exactamente 40 rodamientos y 40 separadores de rodamientos. Terminado de sacar todos los rodamientos se empieza a extraer los seguros de las palas que se encuentran en el interior del cubo de la hélice.



Figura 60 Desmontaje de las Palas del Cubo

Una vez concluido el procedimiento de sacar las palas del cubo se procede a realizar una inspección del punto crítico de torsión que sufrió la hélice. Para iniciar con el corte de las palas debido a su torcedura en la pala número 2.

3.5.5 Segmentación de las Palas de la Hélice

Para la segmentación de las palas se hizo un análisis de acuerdo al punto de torsión, con el objetivo de que las dos palas se encuentren a la misma longitud, evitando así un posible desbalance de las hélices al momento de instalar nuevamente el cubo. Una vez analizado donde se realizará el corte de la hélice, se procede a marcar con tinta blanca donde va a ir el corte. Las medidas que se utilizaron fue según la factibilidad de la hélice que fue de 1.05 m desde la raíz de la pala hasta el punto que estaba torcido. Las herramientas utilizadas para la segmentación de la hélice fueron, un flexómetro, tinta blanca para marca el corte, una moradora, un disco de corte de metal y la protección personal adecuada como es las gafas protectoras de ojos evitando posibles daños oculares al momento de realizar el corte. Algo que hay que tener muy en cuenta es que las palas están fabricadas con aleación de aluminio al carbono por lo que lo hizo un tanto

difícil cortar, además este tipo de material expulsa limallas, que podría llegar a los ojos.



Figura 61 Segmentación de las Palas

Realizado la segmentación de las palas se procede a comprobar el peso de cada una de ellas para evitar desbalances en el funcionamiento de la hélice. Dando como resultado la pala número 1 un peso de 11 lb y la pala número 2 un peso de 10.9 libras, para igualar los pesos, a la pala número 1 se le desbaste una pequeña fracción para que las dos queden en las mismas características físicas.



Figura 62 Palas Segmentadas Comprobación del Peso

3.5.6 Ensamblaje de la Hélice

Como se terminó, la inspección y limpieza interna de la hélice y la segmentación de las palas se puede iniciar con el ensamblaje. En primera instancia se comienza a lubricar las partes móviles de las palas para continuar con la ubicaron las palas dentro del cubo de la hélice colocando sus respectivos seguros internos que posee. Ubicadas las palas en el cubo se inicia con la colocación de los rodamientos que posee las palas en el

interior del cubo, colocando considerablemente grasa (AeroShell Grasa 5) en cada uno de ellos.



Figura 63 Ensamblaje de las Palas en el Cubo

Como siguiente punto se identificó que se debe dar un freno de seguridad para evitar desajustes de los tornillos del interior de cubo, se frenó con alambre de aviación que es de acero inoxidable de diámetro 0.32 mm. Las herramientas que se utilizaron fue un entorchador y un destornillador plano para ayudar a colocar manera adecuada el freno de seguridad de esta sección. Posteriormente se realizó la instalación del pistón en el cubo de la hélice verificando su correcta pasión y espacios entre componentes dentro del cubo de la hélice.



Figura 64 Frenado de los Actuadores de la Hélice e Instalación del Pistón

Finalizado la instalación interna de la hélice, se inicia a con la fabricación del empaque que va entre el cubo y el cilindro de la hélice, con la utilización de papel corcho específico para este tipo de sellados se evita el contacto directo entre superficies y ayuda a prevenir las filtraciones de aceite en la

hélice. Una vez realizado el empaque se procede colocarlo en la parte superior del cubo utilizando silicona para una mejor sujeción del empaque.



Figura 65 Elaboración del Empaque y Colocación

Antes de colocar el cilindro que sella la hélice se debe lubricar con aceite todas las partes móviles interiores para evitar fricciones bruscas fuertes entre los componentes, realizado este paso se coloca el cilindro cobertor de la hélice para continuar con la colocación de sus tornillos que sujetan al cubo.



Figura 66 Lubricación y Sellado del Cubo de la Hélice

3.5.7 Montaje de la Hélice en el Motor

Concluido la inspección y mantenimiento de la hélice se inicia con el montaje en el motor, antes de instarle se verifico que la tobera del paso de aceite para el paso de la hélice desde el cárter del motor este limpio y no contengas impurezas, verificado esto se inicia a instalarla en los orificios que están para el montaje de la hélice. Las herramientas utilizadas para el montaje fueron una llave de 13/16" y las tuercas correspondientes de la misma medida, es incorrecto ajustar las tuercas una a continuación de otra

la forma correcta es ajustar una opuesta a la otra. Terminado de ajustar se debe realizar un torque de cada una de las tuercas con un valor de 60 lb ft.



Figura 67 Montaje de la Hélice y Comprobación de Giro

3.5.8 Pintado de las Palas de Hélice

Una vez montada la hélice en el motor se procede a cubrir el motor con un plástico para protegerlo de las partículas de pintura y a cubrir el cubo de la hélice para no mancharlo. Se utilizó pintura poliéster color negro, 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. Se inicia a pintar con un soplete uniformemente las dos palas procurando que la pintura no ensucie los demás componentes.



Figura 68 Pintado de las Palas de la Hélice

Una vez pintada las palas de la hélice se procede a realizar el frenado de las tuercas del cilindro, para facilitar la inspección de estas y verificar si

alguna de ellas con el tiempo se van aflojando por el movimiento giratorio y las vibraciones producidas.



Figura 69 Frenado del Cilindro de la Hélice

3.6 Instalación del Gobernador

Se debe identificar la ubicación del gobernador que en los Motores Continental se encuentra en frente del cilindro número 6. Antes de instalar el gobernador se limpió toda la superficie dónde va montado el gobernador evitando que ingrese cualquier partícula extraña al mismo. Como primer punto se debe verificar la dirección del giro de los engranajes del motor para poder hacerlo de la misma forma en la suministración de aceite lubricante dentro del gobernador. Identificado la dirección del giro se procede a colocar aceite por uno de los orificios que tiene el gobernador, que al mismo tiempo se debe girar con la mano el gobernador para que todo el sistema interno del gobernador empiece a llenarse de aceite, la verificación de que está totalmente lleno el gobernador de aceite es cuando empieza a salir por el orificio paralelo al que se introduce aceite. Verificado que está totalmente lleno de aceite se procede a colocar el empaque especial que tiene el gobernador pues este dispone de un pequeño filtro, este se lo ubica primero en el cárter y rápidamente se coloca el gobernador evitando el derrame del aceite.



Figura 70 Ubicación y Lubricación del Gobernador

Con la ayuda de una llave 7/16" se inicia a ajustar las tuercas. Cabe recalcar que antes de colocar las tuercas se debe que revisar el IPC el cual no indica la forma correcta de instalación de este tipo de componentes e incluso indica cuantas arandelas son necesarias para su instalación. Realizado el montaje del gobernador se realiza la instalación de la varilla que produce el paso de la hélice desde la cabina.



Figura 71 Montaje del Gobernador

3.7 Lubricación del Motor

Una vez culminada la instalación del motor y sus componentes más esenciales para su funcionamiento se procede a colocar el aceite necesario para su operatividad. Como fue mencionado al inicio el motor estaba con un aceite de conservación que no es apto para su funcionalidad, así que se drena todo el aceite preservante, para iniciar a colocar el aceite que cumple con las caracterizas correspondientes para su operación, el aceite utilizado fue el Aeroshell W100 la cantidad necesaria según el Service Manual es de 12 cuartos, cada recipiente contiene 1 cuarto, así que se necesitó 12

unidades de este lubricante. Se retira la tapa de la tobera de admisión de aceite y para evitar que se riegue al momento de la aplicación se coloca un embudo, y se procede a poner el aceite hasta culminar con los 12 cuartos necesarios.

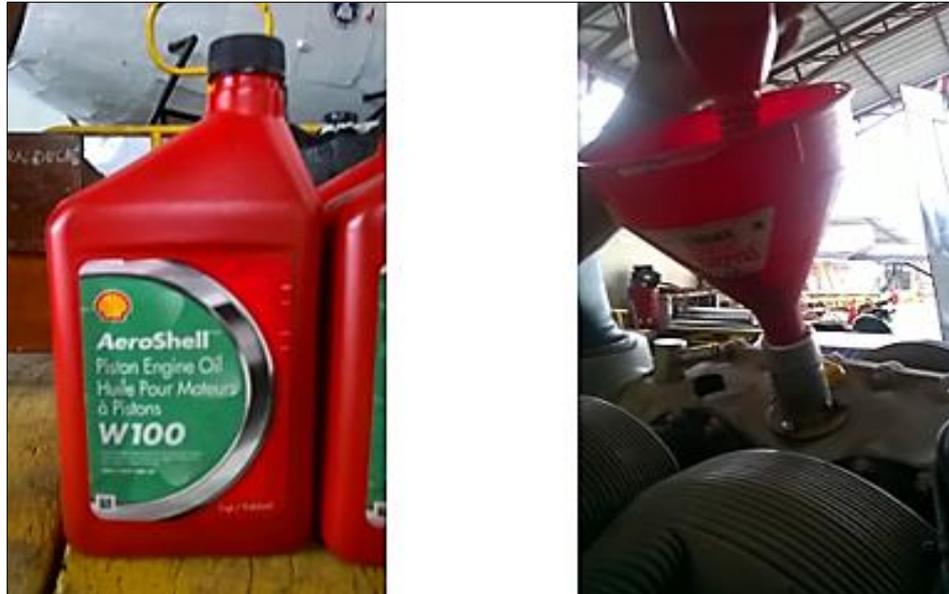


Figura 72 Colocación de Aceite en el Motor

Terminado de colocar el aceite se procede a verificar la cantidad en la varilla de nivel de aceite la cantidad de 12 cuartos comprobando el nivel necesario para su operación.

3.8 Pruebas Operaciones

La prueba fundamental de operación en este proyecto es el arranque del motor y la verificación de los instrumentos identificando cualquier tipo de filtraciones sea de combustible o de aceite. La fecha de la primera prueba operacional fue el domingo 29 de mayo del 2016.

Tabla 5

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	
2	Arranque del motor	Favorable		Utilización de planta externa

Al no poseer el amperaje suficiente por parte de la batería, se procede a utilizar una planta externa para la verificación del arranque del motor, dando como resultado el arranque del mismo, momentos después del encendido del motor se pudo presenciar de un derrame de aceite sobre la pared de fuego, de procedió a verificar cual fue la fuente que causo este tipo de fuga en el motor, encontrado que solo era una tuerca mal ajustada perteneciente al cárter de motor lugar donde alberga el aceite del motor . Como el motor permaneció estático por un periodo de tiempo prolongado este se tardó aproximadamente 7 segundos en arrancar completamente.



Figura 73 Banco Conectado a la Planta Externa

Segunda prueba operacional fue el sábado 11 de Junio de 2016

Tabla 6

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 CHT marca erróneamente	Inspección del instrumento
3	Verificación de instrumentos	Favorable		
4	Detección de drenaje de aceite	Desfavorable	La bomba de vacío expulsa aceite	Remover la bomba de vacío
5	Detección de drenaje de aceite	Favorable		

En esta segunda prueba al comprobar que la cabeza del cilindro daba una lectura de sobre temperatura apenas arrancaba el motor, la solución es verificar si el instrumento o el sensor están en buenas condiciones, pero dando como resultado final que la conexión de los cables del instrumento está en sentido opuesto, eh ahí la lectura de sobre temperatura cuando debería empezar la lectura desde cero.

Además, una vez extraída la bomba de vacío (vacuum pump) que no cumple ninguna función dentro de los instrumentos el motor se erradico el problema de drenaje de aceite. Antes de la tercera prueba operacional se instaló una batería nueva, dando como único inconveniente, la no conductividad de energía a partir del solenoide de la batería encontrando la

falla que fue, que el solenoide a causa de que la aeronave estuvo en el momento del accidente dentro del río, este estaba lleno de arena el cual no permitía la activación, por ende, no pasaba corriente hacia la Master Switch.

La solución fue desmantelarlo para buscar la causa que no permitía el paso de la corriente a través de solenoide una vez abierto este se encontró dentro arena encontrando el motivo principal que impedía el paso de la corriente, se lo proporcionó pequeños golpes para sacar toda la arena que se encontraba en su interior además de utilizar limpia contactares de secado rápido para eliminar cualquier tipo residuo de impurezas dentro del solenoide, terminado esto se inició con el ensamblaje de todas la partes dando como resultado el paso de la corriente al momento de levantar los master se escuchó claramente como el solenoide realizaba en salto en su interior.

Tercera prueba operacional fue el sábado 19 de Junio de 2016

Tabla 7

Prueba operacional 3

Número de prueba operacional	Tipo de prueba operacional	Favorable / desfavorable
1	Arranque del motor	Favorable
2	Verificación de instrumentos	Favorable
3	Detección de drenaje de aceite	Favorable
4	Verificación del sistema eléctrico	Favorable
5	Verificación de magnetos	Favorable
6	Verificación paso de la hélice	Favorable

3.9 Análisis Económico

En esta sección se dará a conocer los costos empleados para el trabajo de titulación con el objetivo de rehabilitar el motor y sus sistemas de indicación del motor localizado en la cabina de la aeronave, este tubo pequeñas modificaciones para poder alcanzar el objetivo, que funcione el motor. Cabe mencionar que gran parte del proyecto es auspicio de la empresa de aviación comercial Aerokashurco.

Tabla 8

Análisis económico

GASTOS DE ELABORACIÓN DE PROYECTO DE GRADO				
N°	Materiales	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Batería Bosh	1	120	120
2	Link-blade (fabricación)	2	10	20
3	Manguera hidráulica	15 cm	15	15
4	Fitting Sensor de T° (Fabricación)	1	5	5
5	Ferretería		15	15
6	Bornes	2	2	4
TOTAL				179

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES

- Toda la información técnica para el motor Continental O-470-R y de la aeronave Cessna 182, fue otorgado por la empresa Aereokashurco para la ejecución de trabajos que son el Service Manual serie 100-182, Illustrated Part Catalog (IPC), Manual de Overhul del motor, Manual de información de la hélice McCauley principal soporte para el mantenimiento e instalación de todos los componentes requeridos del motor.
- El tipo de inspección que primera instancia se ejecuto fue visual, verificando cualquier presencia de grietas o rajaduras en la estructura principal del motor, la verificación de los componentes del motor se lo realizo uno por uno comprobando su funcionalidad y rendimiento dentro de los estándares establecidos por el Service Manual y el Manual de Overhul del motor.
- La instalación del motor se la realizo con la ayuda de una grúa sujetadora de tecele, previamente instalados los soportes del motor que van sobre el kit de amortiguación del motor cuidando la integridad de este y de la estructura, sus componentes se instalaron posteriormente según está estipulado en el manual.
- Una vez realizado la instalación y la rehabilitación de los instrumentos del motor, se inició con la verificación de fugas, de combustible, de aceite, y arranque del motor obtenido al final de todas las pruebas excelentes resultados de funcionamiento del motor y de los instrumentos de control.

4.2 RECOMENDACIONES

- Los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica no deben estar enfocados en sistemas específicos como aviones o motores a razón que, en el campo profesional, especialmente aviación menor es indispensable poseer conocimientos en todos los campos referentes a la aviación, teniendo como resultado talento humano altamente capacitado para la demanda de este sector.
- Es aconsejable que las autoridades de la Unidad de Gestión de Tecnologías (ESPE) permitan a los estudiantes buscar proyectos de grado en empresas aeronáuticas comerciales o estatales, con la finalidad de dar a conocer el talento humano que prepara la institución, y a la vez bajar el índice de no graduados por condiciones económicas.
- En este tipo de proyecto que involucran el funcionamiento de una maquina se debe tener las precauciones adecuadas al momento de realizar el primer encendido, como la verificación de cualquier tipo de fuga de combustible, torque de los principales componentes y soportes del motor puesto que podría producir cualquier tipo de accidente a los operarios y a las personas que se encuentra a los alrededores.
- Para la realización del encendido del banco de prueba, se debe utilizar la guía de procedimiento de encendido y prueba del motor, al momento de realizar sus principales funciones como son: caída de magnetos, verificar la marcación de los instrumentos del motor y la caída del paso de la hélice. Sin olvidar que al ser un banco móvil este debe estar posicionado en la plataforma y utilizar tacos de frenado en las ruedas del banco de prueba.

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.
- http:Wikia. (2015). *Wkia*. Obtenido de Las Hélices : http://es.achs.wikia.com/wiki/9.-_Sobre_las_hélices
- 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 aricreft engine*. Mobile, Alabama , USA.
- UNAD. (2010). *Universidad Abierta y a Distancia*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201619/Maquinaria%20y%20Mecanizacion/leccin_18__principios_de_funcionamiento_del_motor_de_combustin_interna.html

GLOSARIO

A

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

C

Cabina: Cuarto o recinto pequeño y cerrado donde se encuentran los mandos de un aparato o máquina.

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

Dimensión: Tamaño de extensión de una cosa, en una o varias magnitudes por las cuales ocupa mayor o menor espacio.

E

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

Eléctrico: De la electricidad o relacionado con ella.

G

Grilon: Termoplástico que difiere de los plásticos de uso corriente por sus excelentes propiedades mecánicas, eléctricas, térmicas y químicas.

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 Cataloge

M

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

O

Octano: Medida de potencia calorífica de un combustible.

P

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

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

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.

V

Viscosidad: Medida de resistencia del aceite a fluir

ANEXOS