



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

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

**TEMA: INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
Y ADMISIÓN DE AIRE DEL MOTOR CONTINENTAL O200-M
DEL AERONAVE CESSNA 150M CON MATRICULA N2919V
PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS-ESPE**

AUTOR: SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL

DIRECTOR: TLGO. CRISTIAN EDWAR DÍAZ

LATACUNGA

2018



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE DEL MOTOR CONTINENTAL O200-M DEL AERONAVE CESSNA 150M CON MATRICULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”*** realizado por el señor ***SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL***, 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 ***SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL*** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 31 Julio del 2018

Tlgo. Cristian Díaz

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL** con cédula de identidad N° 050372660-6 declaro que este trabajo de titulación **“INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE DEL MOTOR CONTINENTAL O200-M DEL AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”**, 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, 31 Julio del 2018

SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL

C.I: 171811936-3



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

Yo, **SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación ***“INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE DEL MOTOR CONTINENTAL O200-M DEL AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”*** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 31 Julio del 2018

SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL

C.I.: 171811936-3

DEDICATORIA

En este humilde proyecto de graduación, le agradezco con todo mi corazón a mis padres, por a verme guiado y formado como una persona de bien siendo perseverante con mis objetivos en mi vida.

A mi madre por a ver estado en cada momento conmigo tras las duras noches de trabajo y deberes que tenía por realizar, a pesar de la distancia que nos separaban, ella siempre estuvo atenta conmigo con sanos consejos y fuertes ánimos mientras realizábamos videochats.

A mi padre por ayudarme a seguir a delante con mis duros objetivos y mostrándome que siempre la valentía, perseverancia, y astucia, es todo lo que una persona debe tener para realizar o conseguir cualquier meta en la vida.

Finalmente quiero dedicar mi proyecto de graduación a mis abuelitos y a mi tía porque ellos han estado apoyándome con sanos consejos y bríndame una mano en mi vida, y a todas las personas que han formado parte de este proyecto.

SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios por haberme brindado toda su bendición y colocado en el camino correcto con los seres queridos en mi vida donde tengo muchos momentos de alegría y otros de tristezas, pero ante todo muchos buenos recuerdos en el desarrollo de mi carrera hasta este punto de mi vida.

Ante todo, agradezco a mis padres por ser los principales promotores y guías de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida y a mi hermanita que siempre está a mi lado aunque nos molestemos siempre, le agradezco porque sin ella no sería un mejor humano y ejemplo para ella.

Como no agradecer a mis profesores, que, durante toda mi trayectoria universitaria, y sin contar cada día en las aulas aprendía nuevos conocimientos y experiencias que me brindaban cada uno de ellos, especialmente a mi director de proyecto Cristian Díaz, quien se ha convertido un amigo en el cual puedo confiar en el transcurso del proyecto.

Finalmente quiero agradecer de todo corazón a mis abuelitos y mi tía que han sido como mis segundos padres en mi vida por todo su apoyo incondicional y su cariño, como también a todos mis amigos y compañeros que obtener realizado en el transcurso de mi vida y especialmente de las empresas donde realice mis pasantías por haberme brindado su amistad y ayudándome formar profesionalmente con la ayuda de sus conocimientos de esta hermosa carrera.

SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación e Importancia.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Avión CESSNA 150M con matrícula N2919V.....	5
2.2 Información general del Avión CESSNA 150M N2919V	5
2.2.1 Desarrollo del CESNNA 150M.	6
2.2.2 Especificaciones del Cessna 150M	7
2.3 Motor Recíproco.....	8

2.3.1 Historia del motor recíproco (alternativo).....	8
2.3.2 Funcionamiento del motor recíproco (alternativo)	9
2.3.2.1 Motores recíproco de cilindros opuestos	9
2.3.3 Composición de los motores recíprocos.....	10
2.3.4 Ventajas y desventajas del motor reciproco de cilindros opuestos.....	11
2.4 Sistema de enfriamiento del motor	11
2.4.1 Refrigeración de un motor recíproco (alternativo).....	12
2.4.2 Importancia de una buena refrigeración	13
2.4.2.1 Regulador del flujo de aire de refrigeración	15
2.4.2.2 Circulación del aire dentro del carenado	18
2.4.2.3 Aletas de refrigeración	19
2.4.2.4 Los deflectores del motor	19
2.4.3 Mantenimiento del sistema de refrigeración	20
2.4.3.1 Mantenimiento de los cowling del motor	22
2.4.4 Sistemas de indicación de temperatura del cilindro.....	24
2.5 Motor del avión CESSNA 150M.....	26
2.5.1 Sistema de refrigeración Continental O200-M de la aeronave CESSNA 150M.....	26

CAPITULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares	28
3.2 Inspección del sistema de refrigeración del motor CESSNA 150M.....	28
3.2.1 Inspecciones por horas referente al sistema de refrigeración del motor del CESSNA 150M.....	28
3.2.2 Cuadros de inspección.....	28
3.2.3 Inspecciones aplicables referente al servicio manual.	29
3.3 Inspección de los Cowling del motor de la aeronave CESSNA 150M.....	29

3.3.1 Remoción e instalación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M	30
3.3.2 Limpieza e inspección de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M	30
3.3.3 Reparación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M	31
3.3.4 Instalación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M	31
3.4 Inspección de las aletas de enfriamiento del cilindro del motor del CESSNA 150M	32
3.4.1 Daños permisibles de las aletas de refrigeración	32
3.4.2 Daños no permisibles de las aletas de refrigeración (Cambio de cilindros).....	33
3.5 Deflectores y sellos deflectores de goma.....	34
3.5.1 Inspección de los deflectores y sellos deflectores de goma	35
3.5.2 Limpieza de los deflectores y sellos deflectores de goma	36
3.5.3 Remoción e instalación de los deflectores y sellos deflectores de goma	36
3.5.4 Reparación de los deflectores y sellos deflectores de goma	36
3.6 Procedimientos para la elaboración de los deflectores y baffles	37
3.6.1 Medidas de seguridad	37
3.6.2 Herramientas y equipos utilizados para la elaboración de los deflectores y baffles	37
3.6.3 Elaboración de los deflectores	37
3.6.4 Montaje de los deflectores y baffles	41
3.6.5 Remachado de los baffles	47
3.7 Simbología en diagramas de flujo de análisis.....	49
3.8 Diagrama de flujo de análisis de tema	50

CAPITULO IV

4.1 Conclusiones	51
4.2 Recomendaciones	51

GLOSARIO	52
ABREVIATURA.....	53
BIBLIOGRAFÍA	54
Bibliografía	54
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Avión CESSNA 150M N2919V inoperativo	5
Figura 2.- Avión CESSNA 150	6
Figura 3.- Dimensiones del avión CESSNA 150M	8
Figura 4.- Motor recíproco de cilindros opuestos.....	10
Figura 5.- Motor recíproco.....	10
Figura 6.- Motor enfriado por líquido	11
Figura 7.- Refrigeración por agua (Ya no se utiliza hoy en día)	12
Figura 8.- Refrigeración por aire.....	13
Figura 9.- Síntomas de un motor gripado	14
Figura 10.- Regulación del flujo de aire de refrigeración	15
Figura 11.- Augmentor.....	16
Figura 12.- Sistema de refrigeración y escape del motor.....	17
Figura 13.- Refrigeración adecuada	18
Figura 14.- Aletas de refrigeración	19
Figura 15.- Sistema deflector y deflector del cilindro.....	19
Figura 16.- Desviador y deflector de la cabeza del cilindro	20
Figura 17.- Faldones de capucha de aviones pequeños	21
Figura 18.- Enfriamiento de aire diferencial.....	23
Figura 19.- Sonda tipo bayoneta CHT.....	24
Figura 20.- Tipo de junta sonda CHT.....	25
Figura 21.- Motor Continental O200-M del CESSNA 150M.....	26
Figura 22.- Aletas de refrigeración de los cilindros izquierdos (1y 3).....	27
Figura 23.- Aletas de refrigeración de los cilindros derechos (2 y 4).....	27

Figura 24.- Carenado del motor inferior removido.....	30
Figura 25.- Carenados del motor	31
Figura 26.- Aletas de refrigeración del cilindro	32
Figura 27.- Daños permisibles de las aletas de refrigeración	32
Figura 28.- Cuadro de inspección-Motor y bafles	34
Figura 29.- Deflector deteriorado.....	35
Figura 30.- Remoción de los deflectores deteriorados.....	36
Figura 31.- Reparación del deflector posterior superior del motor .	36
Figura 32.- Catálogo Ilustrado de Partes, AVIÓN CESSNA 150M - Baffles.....	38
Figura 33.- Trazado de los deflectores en los moldes	38
Figura 34.- Cortes de las hojas de aluminio	39
Figura 35.- Limado de los bordes del deflector central	39
Figura 36.- Limado del borde del deflector lateral	40
Figura 37.- Deflector de soporte en la prensa	40
Figura 38.- Deflector de soporte en la presa-doblado	40
Figura 39.- Doblado del deflector central.....	41
Figura 40.- Orificios del deflector posterior superior del motor	41
Figura 41.- Deflectores del cilindro interior	42
Figura 42.- Deflectores centrales.....	42
Figura 43.- Deflectores laterales.....	43
Figura 44.- Deflectores centrales colocados	43
Figura 45.- Deflectores internos instalados.....	44
Figura 46.- Deflectores laterales instalados con sus bafles	44
Figura 47.- Deflector posterior superior del motor	45
Figura 48.- Deflector delantero derecho	45
Figura 49.- Deflector delantero izquierdo	46

Figura 50.- Deflectores de apoyo trasero del deflector posterior superior del motor	46
Figura 51.- Distancia entre remaches.....	47
Figura 52.- Distancia del deflector al capó	48
Figura 53.- Instalación del capó inferior	48
Figura 54.- Instalación del capó superior	49
Figura 55.- Símbolos en diagramas de flujo	49

RESUMEN

El presente proyecto de graduación detalla los procesos necesarios y específicos para la inspección del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor continental O200-M de la aeronave CESSNA 150M con matrícula N2919V perteneciente a la “Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE”.

Como primer lugar, se detalla y se indica el tema del proyecto de graduación con los respectivos objetivos para obtener los resultados deseados.

Dentro del marco teórico está previsto informar sobre los detalles general e historia del avión CESSNA 150M con matrícula N2919V, especialmente detalla la información de los sistemas de refrigeración del motor de la aeronave.

Posteriormente, en el desarrollo del tema se detalla todos los procesos realizados para la inspección del sistema de refrigeración de un motor recíproco y la elaboración de los deflectores, guiándonos en la información de manuales y siguiendo todos procesos técnicos estipulados de dichos manuales, con la ayuda de herramientas y equipos específicos para lograr satisfactoriamente el desarrollo de este proyecto de graduación.

Finalmente, con aporte de este avión, la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE contará con un nuevo material de aprendizaje para los docentes y estudiantes, con la finalidad de incrementar sus conocimientos en el campo de la aviación.

PALABRAS CLAVES:

- MOTOR
- REFRIGERACIÓN
- INSPECCIÓN
- DEFLECTORES
- MANUAL TÉCNICO

ABSTRACT

The present graduation project details the necessary and specific processes for the inspection of the cooling system and air intake of the continental engine O200-M of the CESSNA 150M aircraft with license plate N2919V belonging to the "Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE".

First of all, the theme of the working degree is detailed and indicated with the respective objectives to obtain the desired results.

The theoretical framework is focused on the general details and history of the CESSNA 150M aircraft with license plate N2919V, especially detailing the information on the engine cooling systems.

After that, in the development of the topic is detailed all the processes carried out for the inspection of the cooling system of a reciprocating engine and the working of the deflectors, guiding us in the information of manuals and following all technical processes stipulated, with the help of specific tools and equipment to achieve the development of this graduation project, successfully.

Finally, with contribution of this aircraft, la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE will have a new learning material for teachers and students, in order to increase their knowledge in the aviation field.

KEYWORDS:

- ENGINE
- COOLING
- INSPECTION
- BAFFLES
- TECHNICAL MANUAL

**CHECKED BY:
LIC. YOLANDA SANTOS
DOCENTE UGT**

CAPITULO I

TEMA

“INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE DEL MOTOR CONTINENTAL O200-M DEL AERONAVE CESSNA 150M CON MATRICULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”

1.1 Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas–ESPE, aprueba la creación de la Unidad de Gestión de Tecnologías–UGT, donde se gradúan estudiantes civiles y militares profesionales, como los de la carrera de mecánica aeronáutica, que se basan netamente en el mundo de la aviación.

La Unidad de Gestión de Tecnologías–ESPE cuenta con diversos laboratorios bien equipados para el desarrollo profesional de los estudiantes donde cuentan varios motores de aviación mayor y menor, más equipos de reparaciones estructurales y de pintura, demás la UGT-ESPE consta con dos aviones escuelas con la finalidad de adquirir mayores conocimientos con el fin de una familiarización con la vida cotidiana en un taller de mantenimiento aparte de los conocimientos teóricos que se reciben en las aulas.

Aprovechando la oportunidad de la adquisición del avión CESSNA 150M con matrícula N2919V que se encuentra inoperativo por diversos motivos y haber perdido su aeronavegabilidad, para la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, se aprovechará todos los sistemas de la aeronave para su rehabilitación e inspección de cada una de ellas.

1.2 Planteamiento del problema

El avión CESSNA 150M con matrícula N2919V se ha encontrado inoperativo por un buen tiempo a causa de que su ciclo de vida expiro, dicho avión se ha encontrado en la plataforma de Amazonas Air ubicada dentro del Aeropuerto Rio Amazonas. La aeronave se encontraba desmantelada y por el tiempo de que estuvo inoperativa de forma descuidada, sufrió demasiado deterioramiento y una gran pérdida de varios componentes, tanto internos como externos de la aeronave.

Mediante la reconstrucción del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor, para realizar prácticas de mantenimiento para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica como una ayuda didáctica que prestarán los docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE ubicado en la ciudad de Latacunga.

La Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE consta de dos aviones escuela, pero ninguno de ellos es de un motor recíproco, en la cual, la donación del Avión Cessna 150M de matrícula N2919V ayudará a los estudiantes adquirir nuevos conocimientos sobre este tipo de aeronave y los sistemas por los que está conformada.

1.3 Justificación e Importancia

Teniendo en cuenta que La Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE consta de aviones escuelas para la formación de estudiantes profesionales, es necesario proporcionar nuevas fuentes de enseñanza didáctica, en el presente trabajo contribuirá a la comprensión del proceso de una inspección del sistema de aire y admisión del motor Continental O200-M de un avión Cessna modelo 150M; y servirá como elemento fundamental de enseñanza para institución.

El proceso de mantenimiento de este proyecto ayudará a conocer los pasos descritos en el ATA 72 conforme al motor Continental O200-M de la aeronave, tanto a docentes como alumnos, este proyecto brindara mucho para el desenvolvimiento en la vida diaria dentro del campo de la aviación debido que es una tarea regular dentro de los hangares para el mantenimiento de la aeronave.

Por medio de este proyecto los estudiantes podrán realizar prácticas en la aeronave, basados al sistema de refrigeración de un motor reciproco y poner en práctica en los talleres donde cada estudiante podrá ejercer en su futuro como profesional y la universidad adquirir nuevos métodos de enseñanza didáctica para cada una de las futuras generaciones que se presenten.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Inspeccionar del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor continental O200-M de la aeronave Cessna 150-M con matrícula N2919V mediante manuales e información técnica para la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Adquirir toda la información y herramientas necesarias para la inspección del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor continental O200-M de la aeronave Cessna 150M.
- Identificar los procesos técnicos adecuados para la inspección de los bafles y accesorios del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor.
- Implementar los bafles y accesorios para el funcionamiento adecuado del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor continental O200-M de la aeronave Cessna 150M.

1.5 Alcance

En el presente proyecto tiene como finalidad fundamental de brindar conocimientos a los estudiantes, como a también a los docentes de la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías– ESPE con la tarea de mantenimiento de una inspección del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor continental O200-M de la aeronave CESSNA 150M, mediante los condimentos adquiridos en clases podremos adquirir la proeficiencia necesaria para obtener la pericia necesaria para los estudiantes y la familiarización con un motor recíproco y su sistemas de refrigeración para un desarrollo aceptable para la aeronavegabilidad de la aeronave.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Avión CESSNA 150M con matrícula N2919V

El avión CESSNA 150M con matrícula N2919V se ha encontrado inoperativo por un buen tiempo a causa de que su ciclo de vida expiro, dicho avión se ha encontrado en la plataforma de Amazonas Air ubicada dentro del Aeropuerto Rio Amazonas. La aeronave se encontraba desmantelada y por el tiempo de que estuvo inoperativa de forma descuidada, sufrió demasiado deterioramiento y una gran pérdida de varios componentes como el motor de arranque, líneas de combustibles destrozados, los deflectores deteriorados, los controles de vuelos averiados, etc. Todos los sistemas de la aeronave fueron rehabilitados por los estudiantes de la UGT-ESPE, con el fin de obtener un material didáctico para los estudiantes de la institución de la Unidad de Gestión de Tecnologías–ESPE.



Figura 1.- Avión CESSNA 150M N2919V inoperativo

2.2 Información general del Avión CESSNA 150M N2919V

El Cessna 150, es un avión biplaza de propósito general equipado con tren de aterrizaje fijo en triciclo y ala alta, diseñado originalmente para labores de entrenamiento, turismo y uso personal, siendo muy económicos para la adquisición de cada persona en diferentes continentes (Göde, 2016)

2.2.1 Desarrollo del CESSNA 150.

El desarrollo del Cessna 150 original comenzaría a mediados de los años 50, con la decisión de Cessna Aircraft de fabricar un sucesor de los populares modelos Cessna 120 y Cessna 140, cuya producción había concluido en 1951. El prototipo voló por primera vez en septiembre de 1957, comenzado su producción justo un año después en las instalaciones de Cessna en Wichita, Kansas.

El nuevo modelo era un monoplano metálico de ala alta arriostrada y configuración similar a la del Model 140, difería ante todo de éste en la introducción de un tren de aterrizaje triciclo fijo, y la instalación opcional del doble mando. Los Cessna 150 fabricados en los Estados Unidos montaban un motor Continental O200-M que entregaba una potencia de 75 kW (100 hp), mientras que aquellos que eran producidos bajo licencia por la constructora aeronáutica francesa Reims Aviation estaban propulsados por motores Rolls Royce O-240-A de 97 kW (130 hp).

El Cessna 150 es una de las aeronaves más populares para vuelos de entrenamiento. Muchas escuelas de vuelo poseen al menos un aparato disponible para instrucción o alquiler. Además, los Cessna 150 usados son aviones privados bastante asequibles. Este avión está muy bien considerado entre los pilotos por su facilidad para volar con él sin tener que afrontar dificultades especiales. Todos los Cessna 150 cuentan con unos flaps muy seguros que se despliegan hasta 40 grados, haciendo del aterrizaje con éstos totalmente desplegados un agradable desafío tanto para los novatos como para los pilotos más experimentados. (Göde, 2016)



Figura 2.- Avión CESSNA 150

FUENTE: (Göde, 2016)

2.2.2 Especificaciones del Cessna 150m

- **Fabricante:** Cessna
- **Modelo:** Cessna 150M
- **Año de construcción:** 1977
- **Tipo de aeronave:** Utilitario de ala fija
- **Número de motores:** 1
- **Tipo de motor:** Reciproco
- **Planta motriz:** 1× motor de cuatro cilindros opuestos refrigerado por aire Continental O200-M.
- **Dimensiones:** Envergadura 10,16 m (33 ft 33 in), longitud 7,54 m (24 ft 73 in), altura 2,6 m (8 ft 53 in).
- **Rendimiento:**
 - Velocidad Crucero (Vc): 152 km/h (94 MPH; 82 kt),
 - Velocidad Pérdida (Vs): 78 km/h (48 MPH; 42 kt),
 - Velocidad Máx. (Vno): 261 kilómetro por hora (141 kt).
- **Peso:**
 - Peso Vacío: 1111 lb (504 kg),
 - Peso Máx. Despegue: 1600 lb (730 kg).
- **Capacidad:** 2 personas como tripulación de vuelo.
- **Producción:** En los Estados Unidos se construyeron 22138 unidades del Cessna 150 (21404 del Commuter y 734 del Aerobat).

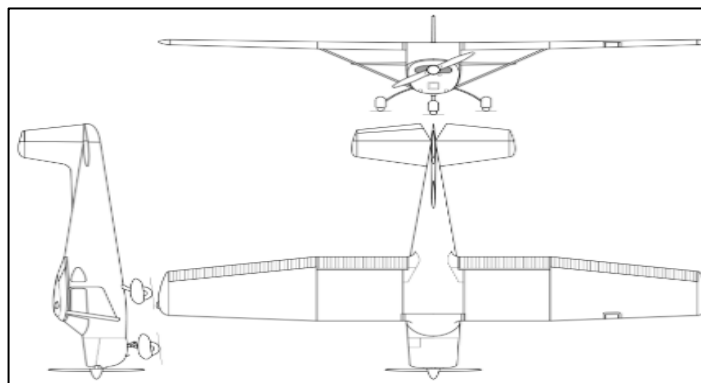


Figura 3.- Dimensiones del avión CESSNA 150M

Fuente: (Göde, 2016)

2.3 Motor Recíproco.

2.3.1 Historia del motor recíproco (alternativo).

Se invento el motor a combustión interna gracias al ciclo Otto, en la cual forma gran parte de su historia a finales del siglo XIX hasta en la actualidad un componente indispensable dentro de la aviación. Estos motores, fueron enfriados por agua generados por la potencia de la hélice. La hélice, debido a sus palas alabeadas, propulsan la masa de aire que circulan, arrastrando a la aeronave hacia adelante, proporcionado el empuje de la aeronave hacia adelante para el vuelo. En el año de 1903, lograron realizar el sueño casi imposible los hermanos Wright de poder volar un prototipo más denso que el aire en 1903.

La mayoría de las aeronaves están propulsadas por motores recíprocos (de pistón), usualmente refrigerados por aire, este motor hace girar una hélice la cual proporciona la sustentación de determinada aeronave.

Los motores radiales y otros tipos de motores fueron los primeros diseños que se utilizaron para la aviación. Aunque el primer motor radial fue desarrollado dos años antes que el motor alternativo, éste último fue el primero que logró propulsar una aeronave en vuelo. Los motores alternativos tienen muchas aplicaciones. Los motores de encendido por chispas son menos pesados y tienen costes más bajos y por eso se utilizan para automóviles, motocicletas o aviones. (Raul, 2014)

Mientras tanto y de forma menos exclusiva, los motores de cilindros horizontalmente opuestos se han usado desde finales de los años treinta en miles de aeronaves pequeñas, y han sufrido ligeras mejoras al igual que todos los motores a pistón, tales como el sistema de inyección o los cada vez más eficientes sistemas de sobrealimentación, sin embargo son motores que presentan una configuración de válvulas en la culata (OHV) y una relativa baja compresión (usualmente 6.6:1) en comparación con motores de automoción modernos, ya que son usados bajo otro tipo de condiciones.

Hoy en día se encuentran con una gran demanda de uso por escuelas de pilotos debido a su bajo costo y peso, también cabe recalcar su gran ventaja de tener un bajo índice de vibración por su posición de los cilindros.

2.3.2 Funcionamiento del motor recíproco (alternativo)

Se sabe que la aviación comenzó por medio de los motores de cilindros y pistones, también conocidos como motores alternativos o motores recíprocos. Sabiendo que existen diversos métodos de propulsión hasta hoy en día, los motores de combustión interna (motores alternativos) permitieron el desarrollo de una propulsión constante y son operados principalmente por el combustible 100LL (bajo en plomo) que es teñido de azul.

2.3.2.1 Motores recíproco de cilindros opuestos

Los motores de cilindros opuestos tienen 2 bancadas para los cilindros que están ubicados en los lados del cárter. Estos motores pueden ser refrigerados por líquido o por aire, pero hoy en día son refrigerados por medio de aire debido a que no implica mayor peso por líquidos, afectando su peso y balance. Este tipo de motor es montado con el cigüeñal en posición horizontal en aviones. Debido a la disposición de los cilindros, tienen un buen funcionamiento del motor en una geometría relativamente compacta. Comparando con el motor radial, no se encuentra ningún problema de bloqueo hidrostático.



Figura 4.- Motor recíproco de cilindros opuestos
Fuente: (Wikipedia, 2018)

2.3.3 Composición de los motores recíprocos

1. **Culata (Cylinder head):** La culata es la parte superior del motor, donde se encuentran las aletas de refrigeración y en la cual van roscadas las bujías y van acopladas las válvulas.
2. **Bujía (Spark plug):** Es la encargada de generar la chispa para incendiar la mezcla. En los motores de aviación hay 2 bujías por cada cilindro.
3. **Pistón (Piston):** El émbolo o pistón tiene forma de vaso invertido y se mueve por dentro del cilindro. El pistón se une al cigüeñal mediante la biela. La cabeza del pistón o émbolo tiene unos segmentos que se encargan de dar estanqueidad e impedir que escapen los gases de la parte superior del cilindro.
4. **Cuerpo (Crankcase):** Es el soporte del conjunto de cilindros y del cigüeñal. En algunos motores se utiliza como sumidero del aceite, dependiendo si es de cárter húmedo o cárter seco.
5. **Cigüeñal (Crankshaft):** El cigüeñal es el responsable de transformar el movimiento alternativo de los pistones en movimiento rotativo.



Figura 5.- Motor recíproco
Fuente: (Baylon, 2012)

2.3.4 Ventajas y desventajas del motor recíproco de cilindros opuestos

La ventaja de estos tipos de motores con cilindros en oposición es que tienen una altura menor y el centro de gravedad más bajo que el de sus pares en línea y en "V", tiene una disposición más compacta, y sus elementos al ser de menor longitud garantizan mayor estabilidad. La principal desventaja de los motores de cilindros en oposición es su mayor costo de desarrollo y fabricación porque necesita mayor cantidad de piezas. Los motores de cilindros en oposición presentan vibraciones mucho menores a los motores en línea, ya que el centro de masa permanece invariable a través de una revolución del motor.

2.4 Sistema de enfriamiento del motor

El calor excesivo es siempre indeseable tanto en los motores de recíprocos como en los de turbina. Si los medios no estuvieran disponibles para su control o eliminación, se produciría un daño importante o una falla completa del motor. Aunque la gran mayoría de los motores recíprocos se enfrían por aire, algunos motores diésel refrigerados por líquido se están poniendo a disposición para aviones ligeros.



Figura 6.- Motor enfriado por líquido
Fuente: (Administration, 2012)

En un motor enfriado por líquido, alrededor del cilindro hay camisas de agua, en las que circula líquido refrigerante y el refrigerante elimina el exceso de calor. El exceso de calor se disipa luego mediante un intercambiador de calor o radiador que utiliza un flujo de aire.

Los motores de turbina utilizan un flujo de aire secundario para enfriar los componentes internos y muchos de los componentes exteriores.

2.4.1 Refrigeración de un motor recíproco (alternativo)

Un motor de combustión interna es una máquina térmica que convierte la energía química en el combustible en energía mecánica en el cigüeñal. Sin embargo, no hace esto sin una pérdida de energía, e incluso los motores de aviación más eficientes pueden desperdiciar del 60 al 70 por ciento de la energía original en el combustible. A menos que la mayor parte de este calor residual se elimine rápidamente, los cilindros pueden calentarse lo suficiente como para causar una falla completa del motor.

Para estos tipos de motores existen dos maneras de refrigeración:

- **Refrigeración por agua:** La refrigeración por agua se utilizó mucho en la II guerra mundial, pero hoy en día apenas se utiliza.

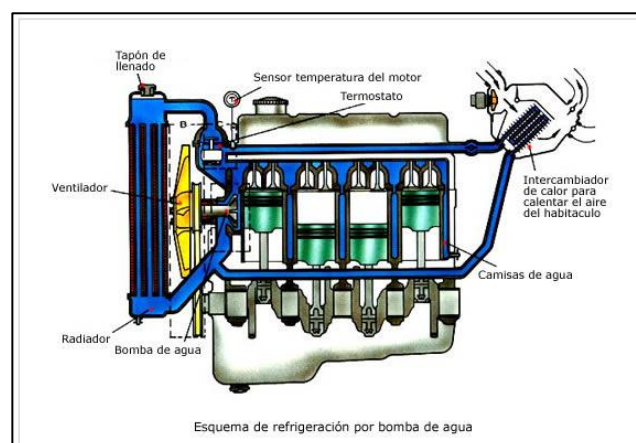


Figura 7.- Refrigeración por agua (Ya no se utiliza hoy en día)
Fuente: (Jairo, 2013)

- **Refrigeración por aire:** La mayoría de los motores alternativos utilizados en aviación están refrigerados por aire.

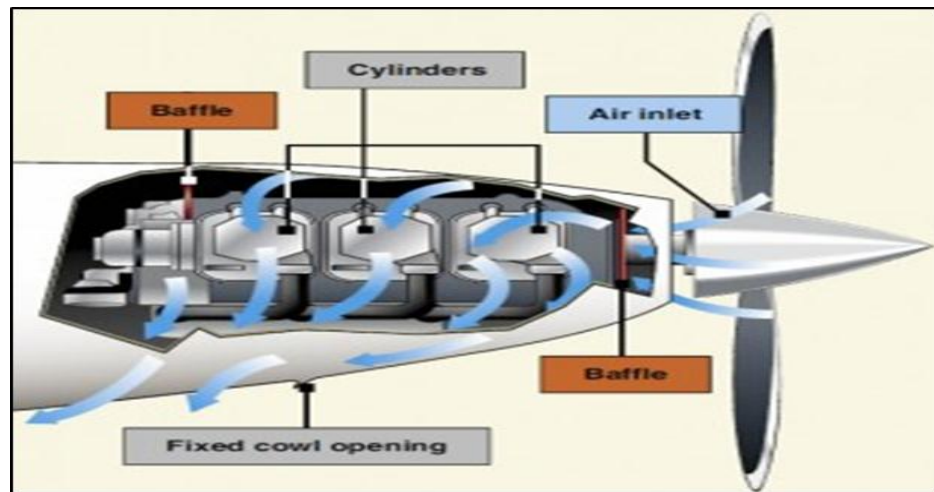


Figura 8.- Refrigeración por aire
Fuente: (Jairo, 2013)

2.4.2 Importancia de una buena refrigeración

Es fundamental la correcta refrigeración del motor. Si no se refrigera adecuadamente la temperatura del motor aumentará y como consecuencia, podemos tener:

- Pérdida de potencia.
- Consumo excesivo de aceite.
- Se debilita y acorta la vida útil de las piezas del motor.
- Problemas de detonación.
- Daños en el cilindro, pistón y válvulas.
- Gripado del motor.
- Afecta el comportamiento de la combustión de la carga de combustible / aire.

NOTA: El gripado del motor se refiere al bloqueo o agarrotamiento de ciertos componentes metálicos del motor a causa de un sobrecalentamiento agudo.



Figura 9.- Síntomas de un motor gripado

Fuente: (Jairo, 2013)

Si la temperatura dentro del cilindro del motor es demasiado grande, la mezcla de combustible y aire se precalienta y la combustión se produce antes del tiempo deseado. Como la combustión prematura provoca detonación, golpes y otras condiciones indeseables, debe haber una forma de eliminar el calor antes de que cause daños.

Un galón de combustible de aviación tiene suficiente valor de calor para hervir 75 galones de agua; por lo tanto, es fácil ver que un motor que quema 4 galones de combustible por minuto libera una gran cantidad de calor. Aproximadamente un cuarto del calor liberado se transforma en energía útil. El resto del calor debe disiparse para que no sea destructivo para el motor. En una típica planta motriz de un avión, la mitad del calor se apaga con el escape y el otro es absorbido por el motor. El aceite circulante recoge parte de este calor impregnado y lo transfiere a la corriente de aire a través del enfriador de aceite. El sistema de enfriamiento del motor se ocupa del resto. El enfriamiento es una cuestión de transferir el exceso de calor de los cilindros al aire, pero hay más en ese trabajo que simplemente colocar los cilindros en la corriente de aire.

Un cilindro en un motor grande es aproximadamente del tamaño de una jarra de un galón. Sin embargo, su superficie exterior se ve incrementada por el uso de aletas de refrigeración, de modo que presenta un exterior del tamaño del barril del aire de refrigeración.

Tal disposición aumenta la transferencia de calor por radiación. Si se rompe demasiado el área de la aleta de enfriamiento, el cilindro no se puede enfriar adecuadamente y se desarrolla un punto caliente. Por lo tanto, los cilindros normalmente se reemplazan si falta un número especificado de pulgadas cuadradas de aletas. Un motor puede tener una temperatura de funcionamiento demasiado baja.

2.4.2.1 Regulador del flujo de aire de refrigeración

Por las mismas razones que un motor se calienta antes del despegue, se mantiene caliente durante el vuelo. La evaporación y distribución del combustible y la circulación del aceite dependen de que el motor se mantenga a su temperatura de funcionamiento óptima. El motor del avión tiene controles de temperatura que regulan la circulación de aire sobre el motor. A menos que se proporcionen algunos controles, el motor podría recalentarse en el despegue y enfriarse demasiado en altitudes elevadas, bajadas de alta velocidad y baja potencia.

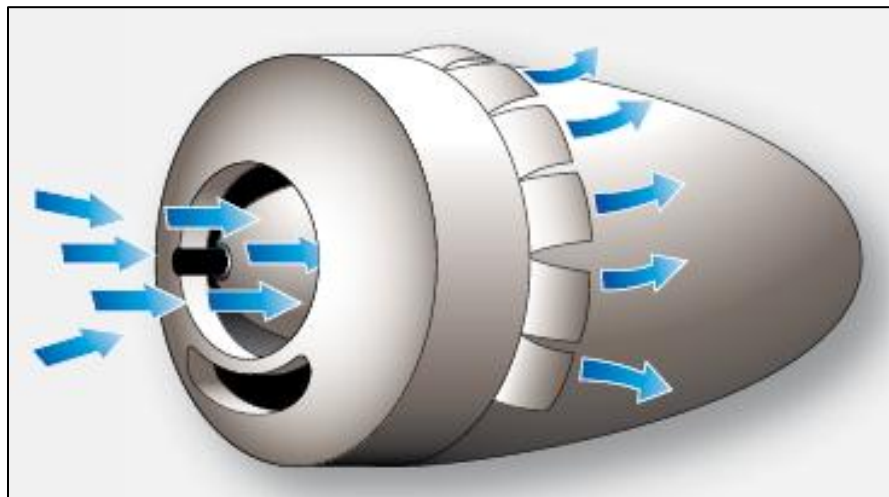


Figura 10.- Regulación del flujo de aire de refrigeración
Fuente: (Administration, 2012)

El medio más común para controlar el enfriamiento es el uso de aletas en el carenado. Estas aletas se abren y cierran mediante tornillos de gato accionados por motor eléctrico, por actuadores hidráulicos o manualmente en algunos aviones ligeros. En el despegue, las aletas de la cubierta se abren solo lo suficiente para mantener el motor por debajo de la temperatura de la línea roja. Se permite calentar por encima del rango normal para que el arrastre sea lo más bajo posible. Durante las operaciones en tierra, las aletas de la cubierta deben estar abiertas de par en par ya que la resistencia no es importante y la refrigeración debe ajustarse al máximo. Las aletas de la capucha se usan principalmente con instalaciones de motores radiales y aviones más antiguos.

Algunas aeronaves usan aumentadores para proporcionar un flujo de aire de refrigeración adicional. [Figura 6-52] Cada carenado tiene dos pares de tubos que van desde el compartimiento del motor hasta la parte posterior del carenado. Los colectores de escape alimentan el gas de escape en los tubos del interior del aumentador. El gas de escape se mezcla con el aire que ha pasado por encima del motor y lo calienta para formar un escape a alta temperatura, a baja presión y similar a un chorro. Esta área de baja presión en los aumentadores atrae aire de enfriamiento adicional sobre el motor. El aire que ingresa a los caparazones exteriores de los aumentadores se calienta mediante el contacto con los tubos del aumentador, pero no está contaminado con gases de escape. El aire caliente de la carcasa va al sistema de calefacción, descongelación y antihielo de la cabina.

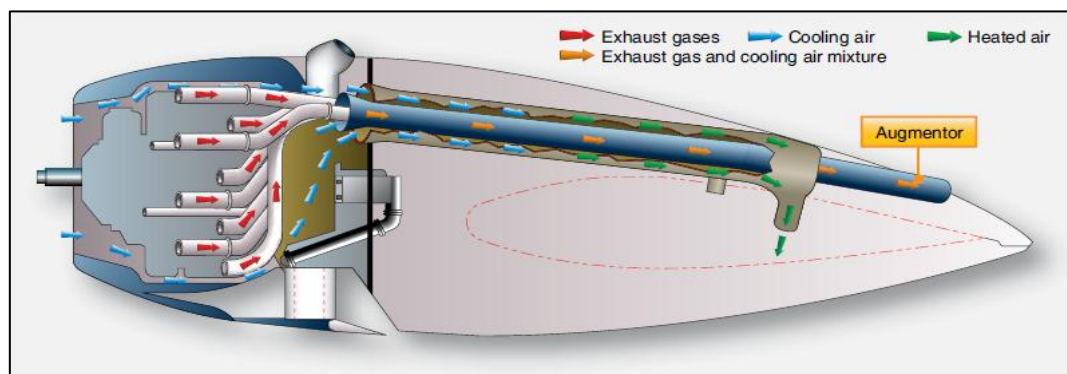


Figura 11.- Augmentor
Fuente: (Administration, 2012)

Los aumentadores utilizan la velocidad del gas de escape para provocar un flujo de aire sobre el motor. Las paletas instaladas en los aumentadores controlan el volumen de aire. Estas paletas generalmente se dejan en la posición de camino para permitir el flujo máximo. Pueden cerrarse para aumentar el calor en el uso de la cabina o antihielo o para evitar que el motor se enfríe demasiado durante el descenso desde la altura. Además de los aumentadores, algunos aviones tienen puertas térmicas residuales o aletas del carenado que se usan principalmente para permitir que escape el calor retenido después del apagado del motor. Las aletas del carenado se pueden abrir para obtener más refrigeración que la proporcionada por los aumentadores. En algunas aeronaves ligeras, se utiliza una forma modificada del sistema de enfriamiento de aumento descrito anteriormente.

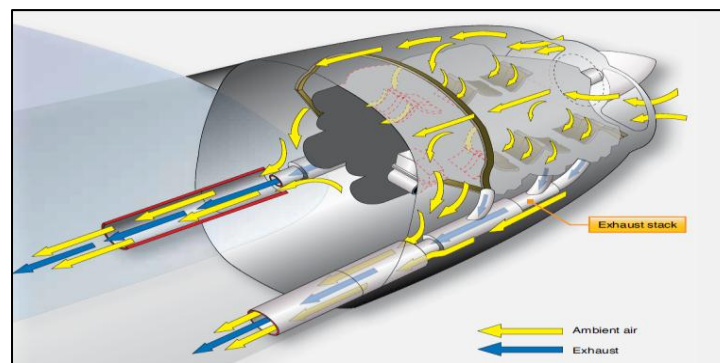


Figura 12.- Sistema de refrigeración y escape del motor.

Fuente: (Administration, 2012)

Como se muestra en la Figura 6-53, el motor es enfriado a presión por aire atravesado a través de dos aberturas en el carenado de la nariz, una a cada lado de la hélice de la hélice. Una cámara de presión está sellada en el lado superior del motor con deflectores dirigiendo adecuadamente el flujo de aire de refrigeración a todas las partes del compartimento del motor. El aire caliente se extrae de la parte inferior del compartimento del motor por la acción de bombeo de los gases de escape a través de los eyectores de escape. Este tipo de sistema de enfriamiento elimina el uso de alerones controlables y garantiza una refrigeración adecuada del motor a todas las velocidades de operación.

2.4.2.2 Circulación del aire dentro del carenado

También es muy importante la circulación del aire dentro del carenado y para que esto sea posible se necesita la adecuada utilización de unos “tabiques” o baffles, para forzar al aire a pasar por los cilindros. Estos Baffles pueden ser de chapa o de goma. Los deflectores no solo bloquean las brechas, sino que obligan al aire a circular alrededor de todo el barril de aletas y maximizar el efecto de enfriamiento.

Es importante chequearlos en la revisión pre-vuelo, para asegurarnos que no están doblados o rotos. También es importante verificar en la revisión pre-vuelo, que las entradas de aire del carenaje, que no les ha entrado nada y que no hay “cuerpos” extraños dentro. Se han dado casos de encontrar nidos de pájaros dentro del carenado del motor. (Jairo, 2013)

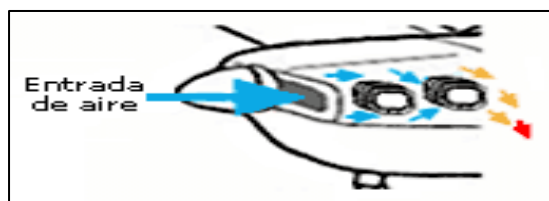


Figura 13.- Refrigeración adecuada

Fuente: (Administration, 2012)

Como se muestra en la figura 12, el flujo de aire se acerca a la góndola y se acumula en la parte superior del motor, creando una alta presión en la parte superior de los cilindros. Esta acumulación de aire reduce la velocidad del aire. La salida en la parte inferior trasera del carenado produce un área de baja presión. A medida que el aire se acerca a la salida de la capucha, se acelera de nuevo y se funde suavemente con la corriente de aire. La diferencia de presión entre la parte superior e inferior del motor fuerza al aire a pasar los cilindros a través de los pasos formados por los deflectores.

Siempre es importante ir chequeando los parámetros de motor, tanto RPM, temperatura de los cilindros (CHT), temperatura del aceite, presión del aceite etc. Ya que son el indicador los que utilizamos para la visualización de los parámetros para controlar su operación.

2.4.2.3 Aletas de refrigeración

Las aletas de refrigeración son de suma importancia para el sistema de refrigeración, ya que proporcionan un medio para transferir el calor del cilindro al aire. Su condición puede significar la diferencia entre un enfriamiento adecuado o inadecuado del cilindro.

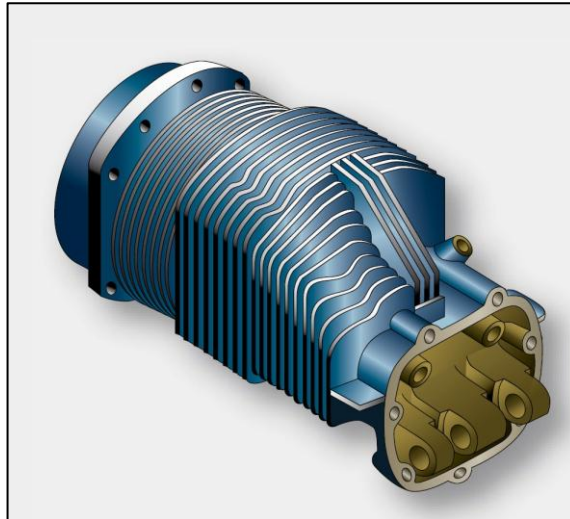


Figura 14.- Aletas de refrigeración
Fuente: (Administration, 2012)

2.4.2.4 Los deflectores del motor

Los motores recíprocos utilizan algún tipo de intercilio y deflectores de culata para forzar el aire de refrigeración a un contacto cercano con todas las partes de los cilindros. Los deflectores del motor son fundamentales para el funcionamiento correcto del motor. Los deflectores de aire bloquean el flujo de aire y lo obligan a circular entre el cilindro y los deflectores.

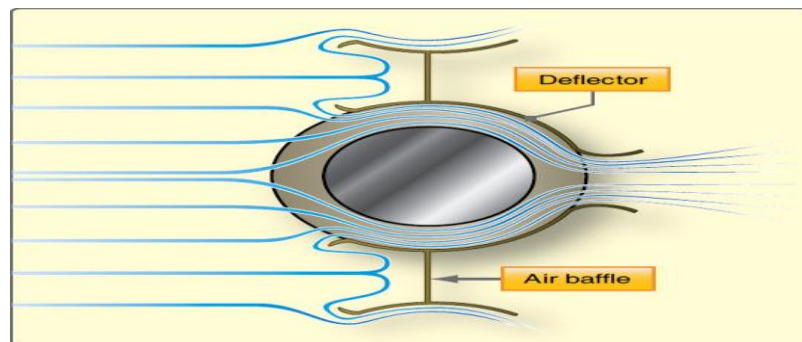


Figura 15.- Sistema deflector y deflector del cilindro.
Fuente: (Administration, 2012)

El deflector de aire evita que el aire se salga de la culata y lo obliga a pasar entre la cabeza y el deflector. Aunque la resistencia ofrecida por los deflectores al paso del aire de refrigeración exige que se mantenga una diferencia de presión apreciable en todo el motor para obtener el flujo de aire necesario, el volumen de aire de refrigeración requerido se reduce enormemente empleando deflectores de cilindro localizados y diseñados adecuadamente.

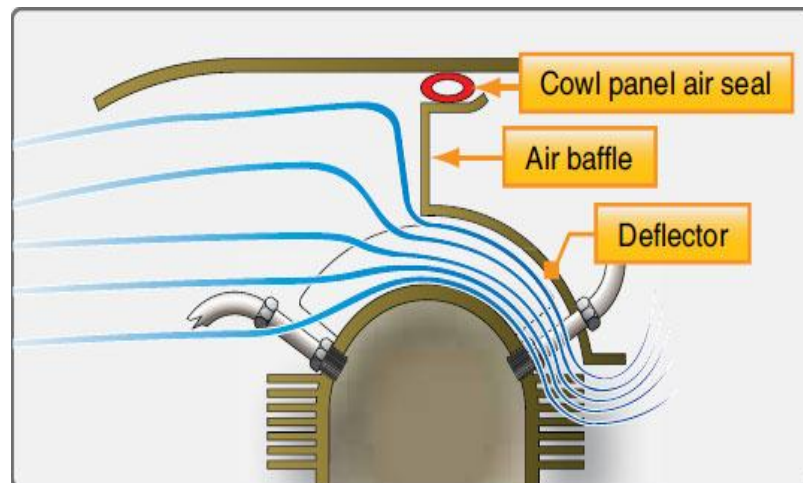


Figura 16.- Desviador y deflector de la cabeza del cilindro
Fuente: (Administration, 2012)

2.4.3 Mantenimiento del sistema de refrigeración

El sistema de enfriamiento del motor de la mayoría de los motores alternativos generalmente consiste en el carenado del motor, deflectores de cilindro, aletas de cilindro, y algunos utilizan un tipo de aletas de capota. Además de estas unidades principales, también hay algunos sistemas que indican la temperatura, como la temperatura de la culata, la temperatura del aceite y la temperatura del gas de escape.

El carenado realiza dos funciones:

1. Agiliza el motor voluminoso para reducir la resistencia.
2. Forma una envolvente alrededor del motor que hace que el aire pase alrededor y entre los cilindros, absorbiendo el calor disipado por las aletas del cilindro.

Las bases del cilindro son protectores de metal, diseñados y dispuestos para dirigir el flujo de aire de manera uniforme alrededor de todos los cilindros. Esta distribución uniforme del aire ayuda a evitar que uno o más cilindros sean excesivamente más calientes que los otros. Las aletas del cilindro irradian calor de las paredes y las cabezas del cilindro. A medida que el aire pasa sobre las aletas, absorbe este calor, lo aleja del cilindro y se expulsa por la borda por la parte inferior trasera de la cubierta.

Las aletas controlables de la cubierta proporcionan un medio para disminuir o aumentar el área de salida en la parte posterior de la cubierta del motor.

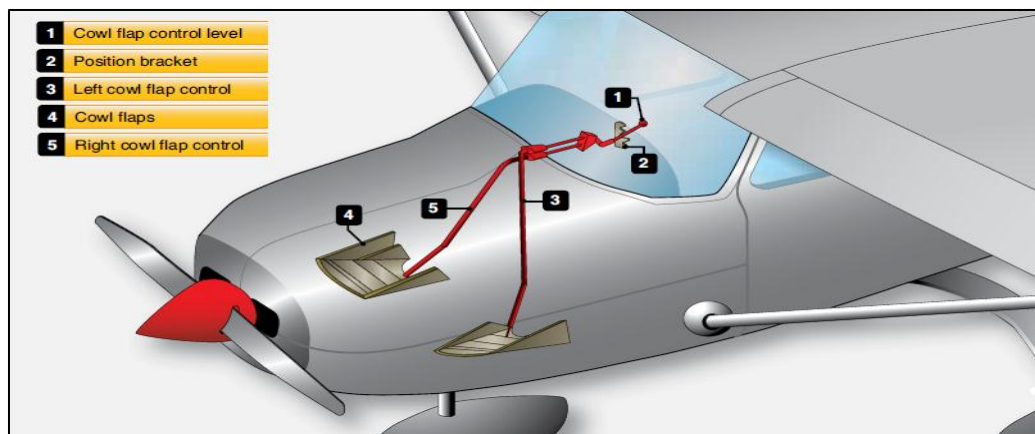


Figura 17.- Faldones de capucha de aviones pequeños

Fuente: (Administration, 2012)

Al cerrar las aletas de la cubierta disminuye el área de salida, lo que efectivamente disminuye la cantidad de aire que puede circular sobre las aletas del cilindro. La disminución del flujo de aire no puede llevar tanto calor; por lo tanto, hay una tendencia a que la temperatura del motor tienda a aumentar. Al abrir las aletas de la capucha, aumenta el área de salida. El flujo de aire de refrigeración sobre los cilindros aumenta, absorbiendo más calor y la temperatura del motor tiende a disminuir. Una buena inspección y mantenimiento en el cuidado del sistema de enfriamiento del motor ayuda a un funcionamiento general y económico del motor.

2.4.3.1 Mantenimiento de los cowling del motor

Del flujo de aire dinámico total que se aproxima a la góndola del motor en el aire, solo alrededor del 15 al 30 por ciento ingresa al carenado para proporcionar refrigeración al motor. El aire restante fluye por el exterior del carenado. Por lo tanto, la forma externa de la cubierta debe estar orientada de manera que permita que el aire fluya suavemente sobre la cubierta con una pérdida mínima de energía.

La cubierta del motor discutida en esta sección es típica de la que se usa en muchos motores radiales u horizontales opuestos.

Todos los sistemas de refrigeración funcionan de la misma manera, con pequeños cambios de ingeniería diseñados para instalaciones específicas.

La capucha está fabricada en secciones extraíbles, el número varía según la marca y modelo del avión. La instalación que se muestra en la Figura 18 contiene dos secciones que están bloqueadas cuando se instalan.

Los paneles de la capota, hechos de chapa de aluminio o material compuesto, tienen una superficie externa lisa para permitir el flujo de aire sin perturbaciones sobre la capota. La construcción interna está diseñada para dar resistencia al panel y, además, para proporcionar receptáculos para los pestillos de palanca, el soporte de la cubierta y el sello de aire del motor.

Un sello de aire está construido de material de caucho, atornillado a una costilla metálica remachada en el panel de la capota. Este sello, como su nombre lo indica, sella el aire en la sección del motor, evitando que el aire se escape a lo largo de la superficie interna del panel sin circular alrededor de los cilindros. El sello de aire del motor debe usarse en motores que tengan un sistema completo de desconexión del cilindro que cubra las culatas. Su propósito es obligar al aire a circular alrededor y a través del sistema deflector. Inspeccione los paneles de la capucha durante cada inspección regular del motor y del avión. La extracción de la cubierta para el mantenimiento proporciona una oportunidad para una inspección más frecuente de la cubierta.

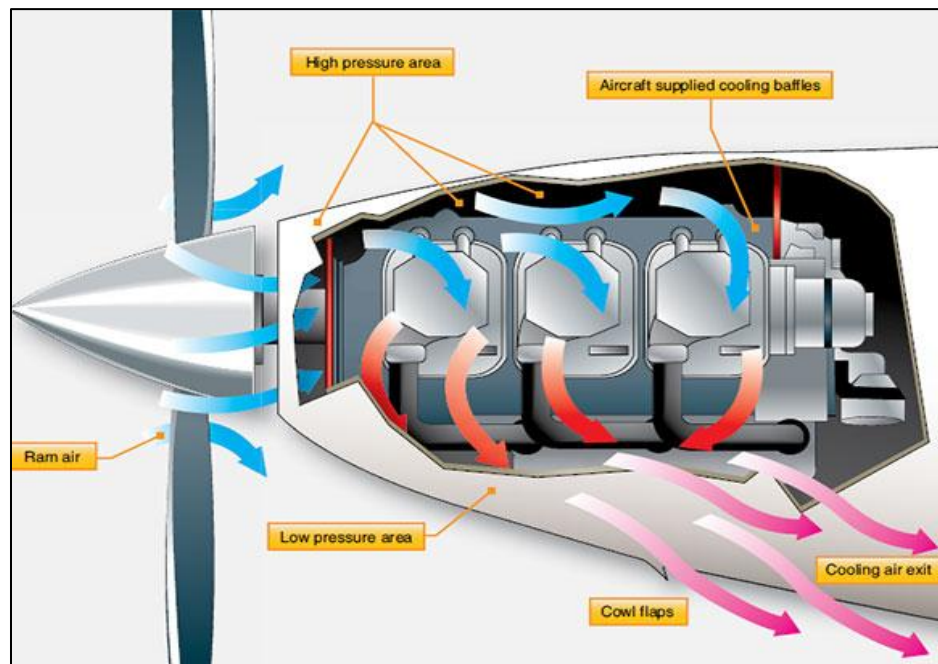


Figura 18.- Enfriamiento de aire diferencial

Fuente: (Administration, 2012)

Inspeccione los paneles de la cubierta para detectar rasguños, abolladuras y rasgaduras en los paneles. Este tipo de daño causa debilidad en la estructura del panel, aumenta el arrastre al interrumpir el flujo de aire y contribuye al inicio de la corrosión. Los pestillos del panel de la capota se deben inspeccionar en busca de remaches rotos y mangos sueltos o dañados. La construcción interna del panel debe examinarse para ver que las costillas de refuerzo no estén rajadas y que el sello de aire no esté dañado. Las bisagras de la aleta de la capucha, si están equipadas, y las uniones de la bisagra de la aleta de la capucha deben verificarse para garantizar la seguridad del montaje y de las roturas o grietas, estas inspecciones son comprobaciones visuales y deben realizarse con frecuencia para garantizar que el carenado se pueda reparar y contribuya a una refrigeración eficiente del motor.

2.4.4 Sistemas de indicación de temperatura del cilindro

Este sistema generalmente consiste en un indicador, cableado eléctrico y un termopar. El cableado se encuentra entre el instrumento y el cortafuegos de la góndola. En el firewall, un extremo de los cables del termopar se conecta al cableado eléctrico, y el otro extremo de los cables del termopar se conecta al cilindro.

El termopar consta de dos metales diferentes, generalmente una aleación de Constantán y Hierro (Tipo J), En este tipo de junta el Hierro es electropositivo y el Constantino electronegativo y mide temperaturas de 700°C ya que el hierro empieza a oxidarse a partir de los 700°C. Si la temperatura de la unión es diferente de la temperatura en la que los metales diferentes están conectados a los cables, se produce un voltaje. Este voltaje envía una corriente a través de los cables al indicador, un instrumento de medición de corriente graduado en grados Fahrenheiten.

El extremo del termopar que se conecta al cilindro es del tipo bayoneta o junta. Para instalar el tipo de bayoneta, la tuerca moleteada se empuja hacia abajo y se gira hacia la derecha hasta que quede ajustada.

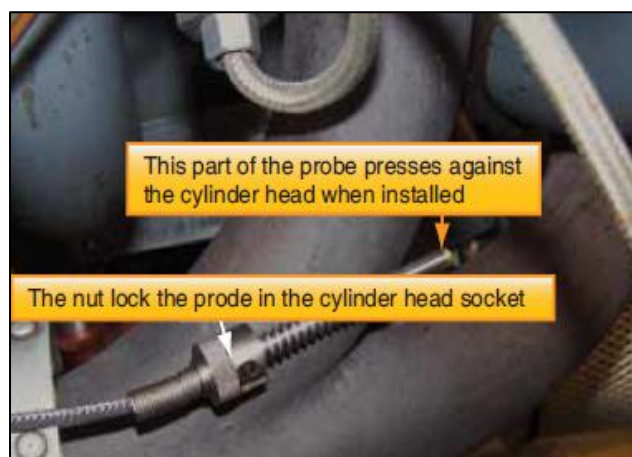


Figura 19.- Sonda tipo bayoneta CHT

Fuente: (Administration, 2012)

Al quitar este tipo, la tuerca se empuja hacia abajo y se gira hacia la izquierda hasta que se suelta. El tipo de junta encaja debajo de la bujía y reemplaza la junta de bujía normal.



Figura 20.- Tipo de junta sonda CHT

Fuente: (Administration, 2012)

Al instalar un cable de termopar, recuerde no cortar el cable porque es demasiado largo, pero enrolle y ate el exceso de longitud. El termopar está diseñado para producir una cantidad dada de resistencia. Si se reduce la longitud del cable, se produce una lectura incorrecta de la temperatura.

La bayoneta o junta del termopar se inserta o instala en el cilindro más caliente del motor, como se determina en la prueba de bloqueo. Cuando se instala el termopar y el cableado se conecta al instrumento, la lectura indicada es la temperatura del cilindro. Antes de operar el motor, siempre que esté a temperatura ambiente, el indicador de temperatura de la culata indica la temperatura del aire exterior libre; esa es una prueba para determinar que el instrumento está funcionando correctamente. El vidrio de cobertura del indicador de temperatura de la culata se debe revisar regularmente para asegurarse de que no se haya resbalado o agrietado.

El vidrio de cobertura se debe revisar para ver si hay indicaciones de faltantes o etiquetas dañadas que indiquen las limitaciones de temperatura. Si los cables de la termocupla eran de una longitud excesiva y debían enrollarse y atarse, se debería inspeccionar la atadura para comprobar que el cable no esté dañado.

2.5 Motor del avión CESSNA 150M

El avión es impulsado por un motor Continental de modelo O200-M de cuatro cilindros, que desarrolla una potencia de 100 hp con su N/S 213516-71A. El motor está unido a la montura con conjuntos de montaje amortiguador que absorben las vibraciones del motor. El soporte del motor también es compatible con el amortiguador de choque del engranaje de la nariz.



Figura 21.- Motor Continental O200-M del CESSNA 150M

2.5.1 Sistema de refrigeración Continental O200-M de la aeronave CESSNA 150M

El medio de refrigeración de motor O200-M es por medio de aire de impacto, ya que por medio de este método es fácil su inspección, reparación, construcción y mantenimiento evitando posibles fallos técnicos, también ayuda que el motor sea más ligero, ya que no necesita tener complejos circuitos de refrigeración, ni depósitos para contener los líquidos, ni radiadores.

Los motores refrigerados por el impacto de aire son caracterizados por la utilización de grandes aletas situados en los cilindros en sus culatas, ayudándoles a disipar el calor y permitiendo refrigerarlos



Figura 22.- Aletas de refrigeración de los cilindros izquierdos (1 y 3)



Figura 23.- Aletas de refrigeración de los cilindros derechos (2 y 4)

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

En este tercer capítulo, se detallan los procedimientos para realizar la inspección del sistema de refrigeración del motor O200-M, la elaboración de unos nuevos deflectores (baffles) del AVIÓN CESSNA 150M, y se mencionan todos los componentes necesarios para su realización, como también las medidas necesarias de precaución para evitar daños y/o lesiones. Se aplicó todos los conocimientos adquiridos en la Unidad de Gestión de Tecnologías. Este proyecto de graduación es con la finalidad de impartir nuevos conocimientos con el nuevo avión escuela de la institución para que sea un medio de ayuda para la formación de los estudiantes y docente como un medio didáctico.

3.2 Inspección del sistema de refrigeración del motor CESSNA 150M

3.2.1 Inspecciones por horas referente al sistema de refrigeración del motor del CESSNA 150M

En el Service Manual del Cessna 150M nos detalla el lapso por horas de vuelo que debemos inspeccionar referente al sistema de refrigeración del motor del CESSNA 150M.

3.2.2 Cuadros de inspección

De acuerdo al ATA 100 se determina el programa determinado de mantenimiento donde se indica el procedimiento a seguir según los cuadros que muestran los intervalos recomendados en los que se deben buscar los elementos. Como se muestra en los cuadros, hay elementos que deben

revisarse cada 50 horas, cada 100 horas, cada 200 horas, y también elementos de Inspección especial. **(ANEXO A).**

- A.** Al realizar una inspección a las 50 horas, todos los artículos marcados bajo CADA 50 HORAS serán inspeccionados, revisados o de otra manera realizados según sea necesario para asegurar la aeronavegabilidad continua. **(ANEXO A).**
- B.** En cada 100 horas, los artículos de 50 horas se lograrán además de los artículos marcados bajo CADA 100 HORAS, según sea necesario para asegurar la aeronavegabilidad continua. **(ANEXO A)**

NOTA: En este service manual podemos observar que estas inspecciones son aplicables a la aeronave 150M. **(ANEXO B)**

3.2.3 Inspecciones aplicables referente al service manual.

- **Inspección de cada 50Hrs:**
 - A.** Cowling del motor
 - B.** Baffles y deflectores del motor **(ANEXO A)**
- **Inspecciones de cada 100Hrs:**
 - A.** Cilindros, tapas de caja de balancines y alojamientos de varillas de empuje **(ANEXO B)**

3.3 Inspección de los Cowling del motor de la aeronave CESSNA 150M

El capó del motor se compone de un segmento de capucha superior e inferior. Una gran puerta de acceso en la cubierta superior proporciona acceso al drenaje del filtro de combustible, la tapa de llenado de aceite y la varilla de nivel de aceite. En lugar de unirse directamente al fuselaje, el carenado se adhiere a las monturas de choque que están unidas al fuselaje.

Se usan sujetadores de liberación rápida en los puntos de fijación del montaje del carenado al amortiguador para facilitar el desprendimiento del carenado en el cortafuegos.

3.3.1 Remoción e instalación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M

La extracción y la instalación del carenado del motor se logra mediante la eliminación de los tornillos de fijación en las superficies divisorias de la tapa de la nariz y la liberación de los sujetadores de liberación rápida en las superficies laterales de separación y en los montajes de descarga del cortafuegos. Desconecte el cableado eléctrico de la luz de aterrizaje en el carenado de la tapa de la nariz. Desconecte cualquier conducto de aire y enlace de control que interfiera con la extracción del carenado. **(ANEXO C)**



Figura 24.- Carenado del motor inferior removido

3.3.2 Limpieza e inspección de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M

Limpie las superficies internas de los segmentos del carenado con un paño saturado con solvente de limpieza. Si la superficie interna de la cubierta está cubierta con aceite y suciedad, permita que el solvente se remoje hasta que se elimine material extraño. Lave las superficies pintadas del carenado con una solución de jabón suave y agua y enjuague bien. Después del lavado, se recomienda aplicar una capa de cera sobre las

superficies pintadas para prolongar la vida útil de la pintura. Después de la limpieza, inspeccione la cubierta para detectar abolladuras, grietas y remaches sueltos o puntos de soldadura. Repare todos los defectos para evitar la propagación del daño. **(ANEXO C)**

3.3.3 Reparación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M

Si los revestimientos del carenado están muy dañados, se deben instalar nuevas secciones completas del carenado. Los parches estándar de tipo inserto pueden utilizarse para la reparación si las piezas de reparación se forman para ajustarse al contorno del carenado. Las pequeñas grietas se pueden taladrar y las pequeñas abolladuras se pueden enderezar si se refuerzan en la superficie interna con un doblador del mismo material. Los ángulos de refuerzo dañados deberían reemplazarse por partes nuevas. Debido a su pequeño tamaño, los nuevos ángulos de refuerzo son más fáciles de instalar que reparar la parte dañada. **(ANEXO C)**

3.3.4 Instalación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M

Al instalar el carenado, asegúrese de conectar cualquier elemento desconectado durante la extracción. Asegúrese de que los sellos del deflector estén girados en la dirección correcta para confinar y dirigir el flujo de aire alrededor del motor. Los sellos instalados verticalmente se pliegan hacia adelante y los sellos laterales se pliegan hacia arriba. **(ANEXO C)**

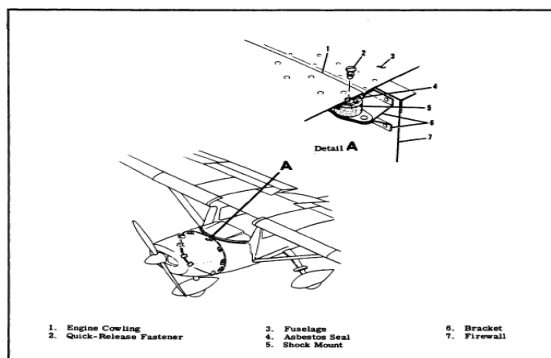


Figura 25.- Carenados del motor

3.4 Inspección de las aletas de enfriamiento del cilindro del motor del CESSNA 150M

Las aletas se inspeccionan en cada inspección regular. El área de la aleta es el área total (ambos lados de la aleta) expuesta al aire. Durante la inspección, las aletas deben examinarse en busca de grietas y roturas.

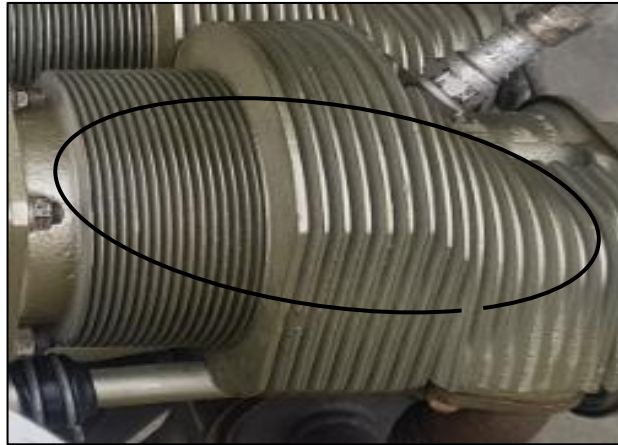


Figura 26.- Aletas de refrigeración del cilindro

3.4.1 Daños permisibles de las aletas de refrigeración

Las grietas pequeñas no son una razón para la extracción del cilindro. Estas grietas pueden llenarse o incluso detenerse para evitar grietas adicionales. Las esquinas ásperas o agudas en las aletas se pueden suavizar mediante limado, y esta acción elimina una posible fuente de nuevas grietas. Sin embargo, antes de volver a perfilar las aletas de refrigeración del cilindro, consulte el manual de servicio o revisión del fabricante para obtener los límites permitidos.

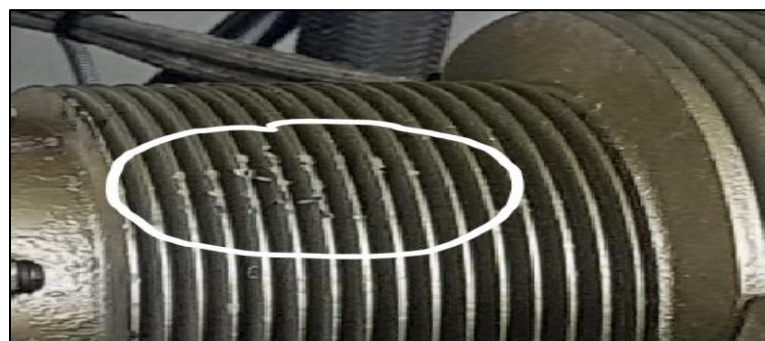


Figura 27.- Daños permisibles de las aletas de refrigeración

3.4.2 Daños no permisibles de las aletas de refrigeración (Cambio de cilindros)

La definición del área de la aleta se vuelve importante en el examen de las aletas para las áreas rotas. Es un factor determinante para la aceptación o eliminación del cilindro. En este motor, si más de 12 pulgadas de longitud de cualquier aleta, medida en su base, se rompe por completo, o si las aletas totales rotas en una culata superan las 83 pulgadas cuadradas de área, el cilindro es removido y reemplazado. El motivo de la eliminación en este caso es que un área de ese tamaño causaría un punto caliente en el cilindro; ya que muy poca transferencia de calor podría ocurrir.

Donde las aletas adyacentes se rompen en la misma área, la longitud total de rotura permisible es de seis pulgadas en dos aletas adyacentes, cuatro pulgadas en tres aletas adyacentes, dos pulgadas en cuatro aletas adyacentes y una pulgada en cinco aletas adyacentes. Si la longitud de rotura en aletas adyacentes excede esta cantidad prescrita, el cilindro debe ser removido y reemplazado. Estas especificaciones de rotura son aplicables solo al motor utilizado en esta discusión como un ejemplo típico. En cada caso específico, las instrucciones aplicables del fabricante deben ser consultadas.

NOTA: En el Trouble Shooting (cazafallas) del Service Manual, nos indica otro motivo de sobrecalentamiento del motor, y es debido a que se acumula virutas u otros tipos de suciedad entre las aletas de los cilindros, y para remediarlo, solo tenemos que retirarlos, dejándolos despejados a las aperturas entre aletas. **(ANEXO D)**

3.5 Deflectores y sellos deflectores de goma

Los deflectores de chapa instalados en el motor dirigen el flujo de aire de refrigeración alrededor de los cilindros y otros componentes del motor, para proporcionar una refrigeración óptima del motor. Estos deflectores incorporan sellos de composición de amianto de goma en los puntos de contacto con el carenado del motor para ayudar a confinar y dirigir el aire de enfriamiento a la zona deseada. Los deflectores, los tubos de aire comprimido y las boquillas de aire están posicionados con precisión para mantener la eficiencia de enfriamiento del motor y su eliminación causará una circulación de aire inadecuada y el sobrecalentamiento del motor. **(ANEXO E)**

NOTA: En el mismo manual nos recalca en el caza fayas, que uno de los motivos de sobre calentamiento de los cilindros, es debido al deterioros de los deflectores y bafles de la aeronave. **(ANEXO D)**

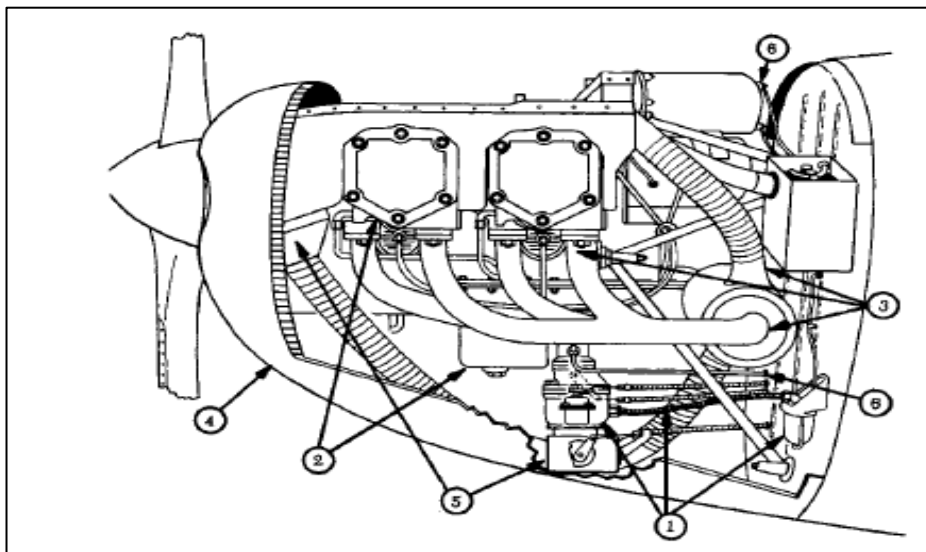


Figura 28.- Cuadro de inspección-Motor y bafles

Fuente: (CESSNA, Aircraft Inspection for the General Aviation Aircraft Owner Engines, 1975)

3.5.1 Inspección de los deflectores y sellos deflectores de goma

Los deflectores y sellos deflectores de goma normalmente se inspeccionan durante la inspección regular del motor, pero se deben revisar cada vez que se retire la cubierta para cualquier propósito. Los controles se deben hacer en busca de grietas, abolladuras o espárragos sueltos. Las grietas o abolladuras, si son lo suficientemente severas, necesitarían reparación o remoción y reemplazo de estas unidades. Sin embargo, una grieta que acaba de comenzar puede detenerse y las abolladuras pueden enderezarse, permitiendo un servicio adicional desde estos deflectores y deflectores.

Inspeccione los deflectores en busca de grietas en el metal y de juntas sueltas y / o rotas. Reemplace las partes defectuosas. **(ANEXO E)**



Figura 29.- Deflector deteriorado

3.5.2 Limpieza de los deflectores y sellos deflectores de goma

Los deflectores del motor deben limpiarse con un solvente adecuado para eliminar la suciedad y el aceite como por ejemplo el SkyKleen netamente utilizado en aviación. **(ANEXO E)**

NOTA: Las juntas de caucho y amianto son resistentes al aceite y a la grasa, pero no deben remojar en solvente por largos períodos de tiempo.

3.5.3 Remoción e instalación de los deflectores y sellos deflectores de goma

La remoción e instalación en los diversos segmentos del deflector es posible con el carenado retirado. Asegúrese de que los baffles y sellos de reemplazo estén instalados correctamente y que se sellen para dirigir el aire de enfriamiento en la dirección correcta. **(ANEXO E)**



Figura 30.- Remoción de los deflectores deteriorados

3.5.4 Reparación de los deflectores y sellos deflectores de goma

Los deflectores normalmente deberían reemplazarse si están dañados o agrietados. Sin embargo, los pequeños refuerzos de placa remachados al deflector serán satisfactorios tanto para la resistencia como para los requisitos de enfriamiento de la unidad. **(ANEXO E)**



Figura 31.- Reparación del deflector posterior superior del motor

3.6 Procedimientos para la elaboración de los deflectores y baffles

3.6.1 Medidas de seguridad

- Utilizar EPP
- Señalética de precaución e identificación
- Equipos y herramientas en buen estado

3.6.2 Herramientas y equipos utilizados para la elaboración de los deflectores y baffles

- Lamina de aluminio 2024-T3 ALCLAD
- Baffles (sellos deflectores)
- Juego de cortadores de aviación (izquierda, recto y derecho)
- Tijera rotativa
- Cleckos
- Remaches
- Plantilla (molde)
- Limas rotativas
- Taladro neumático
- Brocas
- Prensa
- Escuadra
- Regla metálica

3.6.3 Elaboración de los deflectores

1. Para la elaboración de los deflectores nos guiamos al caza fallas de la aeronave y de la mano tenemos que guiarnos con el IPC (Catálogo Ilustrado de Partes) de la aeronave donde podemos encontrar todos los componentes, un gran deflector detrás de los cilindros, uno a cada lado en las culatas, uno en frente de cada parte posterior de los cilindros y un deflector debajo del cárter, dos

deflectores frontales que están remachados a los deflectores de la culata y están atornillados al deflector trasero. **(ANEXO F)**

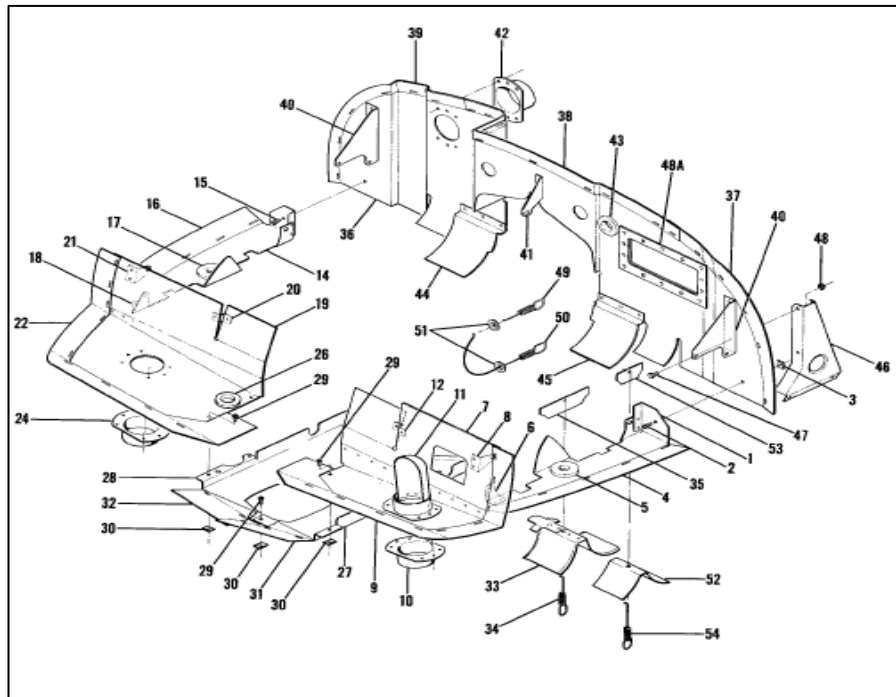


Figura 32.- Catálogo Ilustrado de Partes, AVIÓN CESSNA 150M-Baffles
Fuente: (CESSNA, Catálogo ilustrado de partes Avion Cessna 150M, 1976)

2. Lo primero que debemos hacer, son los moldes de los deflectores por medio de las plantillas o cartón de cada uno de ellos, trazando con las medidas más exactas posibles.



Figura 33.- Trazado de los deflectores en los moldes

3. Realizamos los cortes usando los cortadores de aviación, o su método de corte preferido, para cortar los deflectores y asegúrese de mantenerse fuera de las líneas del molde.



Figura 34.- Cortes de las hojas de aluminio

4. Limamos los bordes de cada uno de los deflectores para evitar cortes o fisuras en los bafles que posterior mente instalaremos.



Figura 35.- Limado de los bordes del deflector central

NOTA: Se utilizo hojas de aleación 2024-T3 ALCLAD debido que se utiliza extensamente para la fabricación de componentes aeroespaciales por ser relativamente económico, ligero, fuerte, maleable y resistente a la corrosión.



Figura 36.- Limado del borde del deflector lateral

5. Realizamos los doblados en lo cual, es necesario usar una prensa y bloques de doblado para formar con precisión cada una de las curvas, asegúrese de usar un radio de curvatura grande o de lo contrario corre el riesgo de una grieta más adelante. En cada intersección de la curva, taladre un orificio de alivio de tensión.



Figura 37.- Deflector de soporte en la prensa



Figura 38.- Deflector de soporte en la presa-doblado



Figura 39 Doblado del deflector central

6. Empezamos a realizar los orificios donde pasar el arnés que conectan los magnetos hacia las bujías mediante un talado con cortado cilíndrico.



Figura 40.- Orificios del deflector posterior superior del motor

3.6.4 Montaje de los deflectores y bafles

Superponga cada deflector con el flujo de aire entrante, de modo que el aire entre en la cámara de presión de forma aerodinámica y no turbulenta. Esto ayuda a una refrigeración adecuada de todos los cilindros.

1. Lo primero que se formó son todos los deflectores del cilindro interior, después de haberlos doblado para que quepan en los cilindros del cilindro del motor y las aletas de enfriamiento.

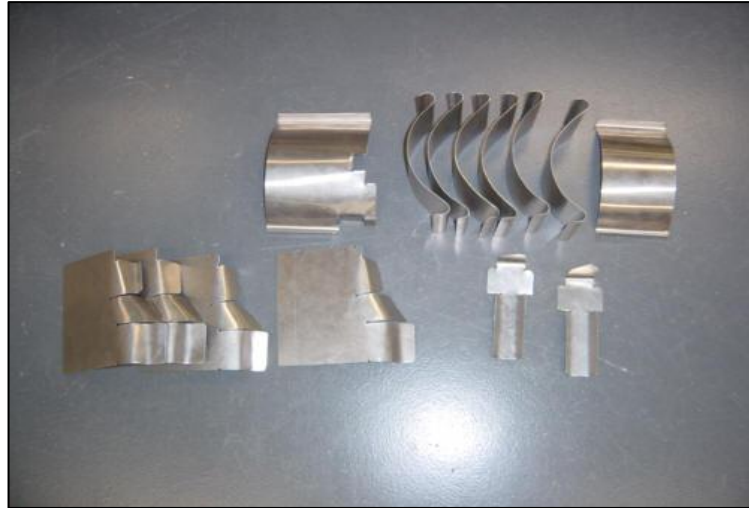


Figura 41.- Deflectores del cilindro interior

NOTA: Estos deflectores dirigen el aire de enfriamiento alrededor de las aletas exteriores internas y externas del escape de cada cilindro del motor.

NOTA: Si estos deflectores no estuvieran en su lugar, el aire que se introduce en el carenado inferior se deslizaría fácilmente alrededor de las aletas del cilindro a través de huecos y agujeros y no enfriaría las cosas de manera eficiente.



Figura 42.- Deflectores centrales

NOTA: Este deflector central está diseñado para cubrir ese espacio y ayudar a mantener los deflectores internos en su lugar.

2. A continuación, los deflectores laterales del lado de escape se adaptan a las aletas de refrigeración de los cilindros. Usé el cilindro n. ° 1 para formar todas las partes, ya que todas tienen la misma forma y el n. ° 1 es el de acceso más fácil.



Figura 43.- Deflectores laterales

3. Después de algunos ajustes de prueba, se está listo para unir los deflectores del cilindro a las aletas, simplemente coloque un poco de Silicona Clear RTV en el deflector, alisarlo en una película delgada y pegarlo en el cilindro.

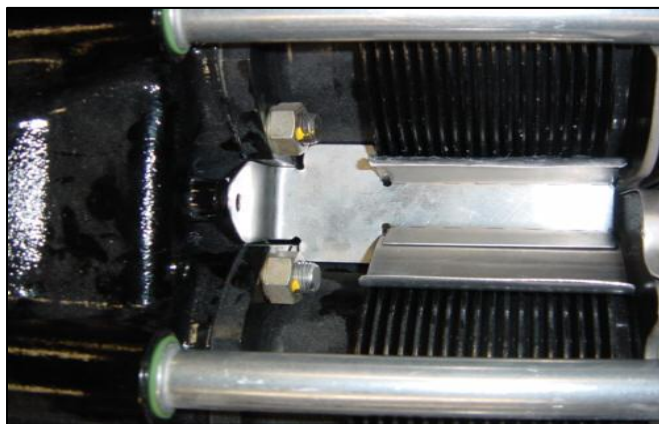


Figura 44.- Deflectores centrales colocados

NOTA: Cuando tenemos que cerrar todos los espacios restantes en los deflectores, es necesario un sellador de alta temperatura (650 F o más). En este caso utilice la Silicona Clear RTV, pero pueden utilizar otra marca adecuada que pueda encontrar.

- Mirando la parte inferior de los cilindros se pueden ver las brechas más grandes entre los deflectores internos en forma de "C" - esto está diseñado para sacar el aire desde abajo y forzarlo a abrir aberturas más pequeñas en la parte superior. Una vez que todos los tabiques interiores son siliconas, en su lugar.



Figura 45.- Deflectores internos instalados

- Por lo tanto, los primeros elementos que se instalarán exteriormente son los deflectores laterales. Estos consisten en placas de 4 separaciones que se instalan directamente en las jarras de cilindro en los lados derecho e izquierdo.



Figura 46.- Deflectores laterales instalados con sus baffles

6. Se instaló el deflector posterior superior del motor ya una vez que tenga todos sus orificios correspondientes.

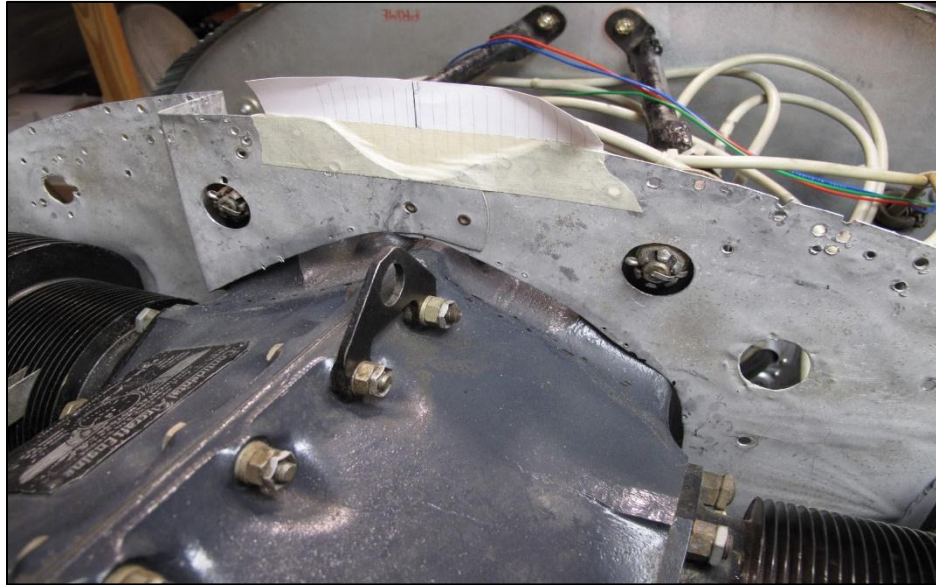


Figura 47.- Deflector posterior superior del motor

7. Se instala la placa deflectora delantera tiene forma para ajustarse a la carcasa del motor y está instalada en la parte media delantera del motor



Figura 48.- Deflector delantero derecho



Figura 49.- Deflector delantero izquierdo

8. Dos pequeños deflectores es apoyado por un refuerzo de centro que está conectado a la línea central del motor. También se conecta (y se dobla para hacer juego) las placas deflectoras del lado izquierdo y derecho también. Está todo sujeto en su posición ahora, pero se remachará permanentemente.



Figura 50.- Deflectores de apoyo trasero del deflector posterior superior del motor

3.6.5 Remachado de los bafles

Al remachar segmentos deflectores, asegúrese de pensar en el futuro, de modo que cuando necesite quitar un segmento no esté permanentemente conectado a otro deflector, lo que le permitirá eliminar más de lo que realmente se necesita, los remaches utilizados son los AN470D O MS20470D debido que son los de usa más amplio sobre aleaciones de aluminio por su resistencia a la corrosión y no ser necesario el tratamiela norma nto térmico.

1. Instale remaches cada 2 pulgadas según el AC 43.13-1B, primero haga agujeros en el sello y use una arandela grande debajo del remache para sostener el sello.

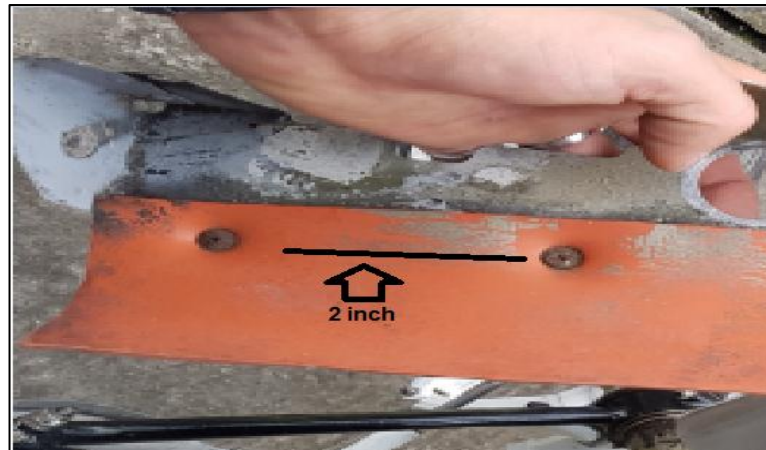


Figura 51.- Distancia entre remaches

2. Cuando se instalan todos los segmentos, debe recortar la parte superior de los bafles para que siga el interior de la cubierta superior con espacio libre para instalar los sellos deflectores. Esto llevará mucho tiempo en el que retirará e instalará el carenado varias veces, aparentemente sin fin. Los deflectores deben tener un espacio con el capó superior de aproximadamente 1/2 a 3/4 de pulgada para que los sellos deflectores (bafles) se puedan instalar.



Figura 52.- Distancia del deflector al capó

3. Tendrá que instalar el carenado (capó) superior y sentir con los dedos a través de la abertura frontal, asegurándose de que haya espacio suficiente para instalar el sello, si no es que vuelva a ajustar el deflector con un cortador. Permita que los sellos se superpongan entre sí aproximadamente una pulgada, lo que ayuda a que el aire fluya. Una vez probado instale el capó inferior.

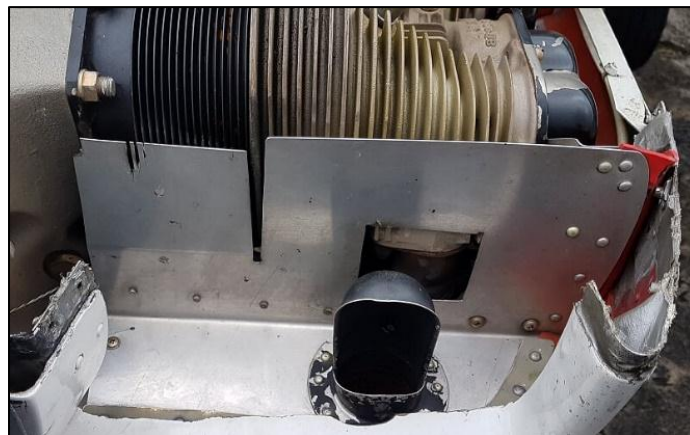


Figura 53.- Instalación del capó inferior

4. Finalmente cerramos las capotas del motor de la aeronave y comprobamos que las capotas cierren de forma adecuada sin dejar aperturas.



Figura 54.- Instalación del capó superior

3.7 Simbología en diagramas de flujo de análisis

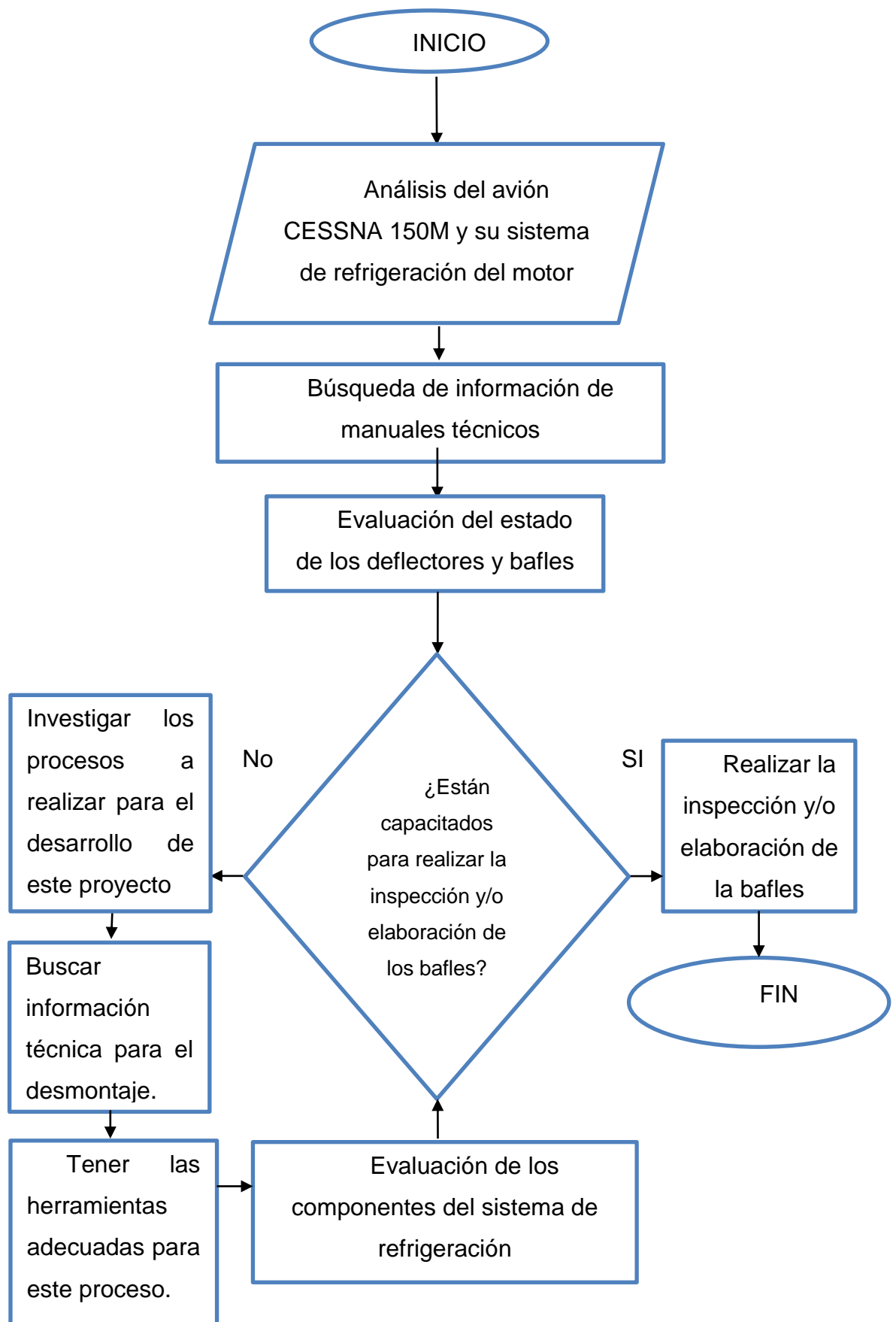
Los diagramas de flujos representaran las diferentes acciones o pasos de uno o varios procesos. Las líneas y flechas que se muestran en el diagrama de flujo muestran la secuencia de los pasos y las relaciones entre ellos. (SMARTDRAW, 2017)

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Figura 55.- Símbolos en diagramas de flujo

Fuente: (SMARTDRAW, 2017)

3.8 Diagrama de flujo de análisis de tema



CAPITULO IV

4.1 Conclusiones

- Se realizó la inspección de acuerdo al AMM de los deflectores en los pre-vuelos, debido que estos dispositivos ayudan a mantener las temperaturas de los cilindros estables y aeronavegable.
- Con la ayuda de información técnica de la aeronave y del conocimiento teórico-práctico adquirido por la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, se logró con satisfacción la elaboración de unos nuevos deflectores (baffles) del AVIÓN CESSNA 150M.
- Debido a las dimensiones y complejidad de los deflectores, es necesario realizar varios moldes para recortar en la hoja de aluminio lo más preciso posible.

4.2 Recomendaciones

- Es necesario antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento, registrarse por los manuales técnicos aplicables de la aeronave para un óptimo desarrollo.
- Para el desarrollo correcto del proyecto, es necesario utilizar las herramientas adecuadas y equipo de protección personal correspondiente para evitar lesiones y daños a la aeronave.
- En caso de que el manual no especifique la tarea a realizar para la reparación, es necesario consultar con el fabricante online o por internet procedimientos explicados por el fabricante.

GLOSARIO

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

Baffles: Son sellos deflectores de goma que evitan el paso de aire al exterior, permitiendo la refrigeración de los cilindros de algún motor.

Deflectores: Aparato usado para cambiar la dirección de un fluido o corriente eléctrica

Carenado: una cubierta externa cuya principal función consiste en reducir la resistencia al aire. Cubre las zonas de la aeronave donde potencialmente se pueda producir mayor resistencia que en otras.

Definición de lámina: Una lámina es una plancha o un objeto muy delgado, cuya superficie es superior a su espesor.

Refrigeración: Se entiende por refrigeración a aquel proceso mediante el cual se busca bajar o reducir la temperatura del ambiente, de un objeto o de un espacio cerrado a partir del enfriamiento de las partículas.

Mantenimiento: Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Motor de la Aeronave: Motor empleado o cuya intención es impulsar una aeronave. Incluye turbo sobrealimentadores, componentes y accesorios necesarios para su funcionamiento excluyendo las hélices.

ABREVIATURA

BFCU: Barometric Flow Control Unit (unidad de control de flujo barométrico)

CHT: Cylinder Head Temperature Sensor (Sensor de Temperatura de cabeza de cilindros)

EPP: Equipos de Protección Personal

FAE: Fuerza Aérea Ecuatoriana

IPC: illustres part catalog (Catálogo Ilustrado de Partes)

NASA: National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio)

RPM: Revoluciones Por Minuto

SHP: Shafted Horse Power (Turbo Caballos de Poder)

USAF: United States Air Force (Fuerza Aérea de los Estados Unidos)

BIBLIOGRAFÍA

Manuales

- CESSNA. (1975). Aircraft Inspection for the General Aviation Aircraft Owner Engines. En *Aircraft Inspection for the General Aviation Aircraft Owner Engines* (pág. 27). USA: CESSNA.
- CESSNA. (1976). Catálogo ilustrado de partes Avion Cessna 150M. En *Catálogo ilustrado de partes Avion Cessna 150M*. USA: CESSNA.

Internet

- Administration, F. A. (01 de Enero de 2012). Aviation Maintenance Technician Handbook-Powerplant Volume 2. USA: FAA. Obtenido de <http://www.flight-mechanic.com/cylinder-baffle-and-deflector-system-inspection/>
- Baylon, H. (21 de Diciembre de 2012). *Takeoffbriefing*. Obtenido de <http://www.takeoffbriefing.com/como-funciona-un-motor-alternativo-motor-a-piston/>
- Göde, M. (30 de Noviembre de 2016). *wikiwand*. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de http://www.wikiwand.com/es/Cessna_150
- Jairo, L. (8 de Enero de 2013). *Takeoffbriefing*. Obtenido de <http://www.takeoffbriefing.com/como-funciona-el-sistema-de-refrigeracion-motor-alternativo/>
- Raul, M. (15 de Mayo de 2014). *Taringa*. Obtenido de <https://www.taringa.net/sagaa012>

- SMARTDRAW. (2017). *Símbolos de diagrama de flujo*. Recuperado el 23 de Julio de 2017, de <https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>

ANEXOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEXO A: “manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capítulo 2, Cuadros de Inspección”

ANEXO B: “Manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capítulo 11, Datos del Motor”

ANEXO C: “Manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capítulo 11, Sistema de Enfriamiento del Motor- Cowling”

ANEXO D: “Manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capítulo 11, Caza Falla del Motor”

NEXO E: “Manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capítulo 11, Sistema de Enfriamiento del Moto- Baffles y deflectores”

ANEXO F: “Manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capítulo 11, Sistema de Enfriamiento del Motor- Baffles y deflectores”

ANEXO A:

“MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL CESSNA 150M CAPÍTULO 2, CUADROS DE INSPECCIÓN”

I INSPECTION REQUIREMENTS.

As required by Federal Aviation Regulations, all civil aircraft of U.S. registry must undergo a complete inspection (annual) each twelve calendar months. In addition to the required ANNUAL inspection, aircraft operated commercially (for hire) must also have a complete aircraft inspection every 100 hours of operation.

In lieu of the above requirements, an aircraft may be inspected in accordance with a progressive inspection schedule, which allows the work load to be divided into smaller operations that can be accomplished in shorter time periods.

Therefore, the Cessna Aircraft Company recommends PROGRESSIVE CARE for aircraft that are being flown 200 hours or more per year, and the 100 HOUR inspection for all other aircraft.

II INSPECTION CHARTS.

The following charts show the recommended intervals at which items are to be inspected.

As shown in the charts, there are items to be checked each 50 hours, each 100 hours, each 200 hours, and also Special Inspection items which require servicing or inspection at intervals other than 50, 100 or 200 hours.

- a. When conducting an inspection at 50 hours, all items marked under EACH 50 HOURS would be inspected, serviced or otherwise accomplished as necessary to insure continuous airworthiness.
- b. At each 100 hours, the 50 hour items would be accomplished in addition to the items marked under EACH 100 HOURS as necessary to insure continuous airworthiness.
- c. An inspection conducted at 200 hour intervals would likewise include the 50 hour items and 100 hour items in addition to those at EACH 200 HOURS.
- d. The numbers appearing in the SPECIAL INSPECTION ITEMS column refer to data listed at the end of the inspection charts. These items should be checked at each inspection interval to insure that applicable servicing and inspection requirements are accomplished at the specified intervals.
- e. A complete aircraft inspection includes all 50, 100 and 200 hour items plus those Special Inspection Items which are due at the time of the inspection.

III INSPECTION PROGRAM SELECTION.

AS A GUIDE FOR SELECTING THE INSPECTION PROGRAM THAT BEST SUITS THE OPERATION OF THE AIRCRAFT, THE FOLLOWING IS PROVIDED.

1. IF THE AIRCRAFT IS FLOWN LESS THAN 200 HOURS ANNUALLY.
 - a. IF FLOWN FOR HIRE
An aircraft operating in this category must have a complete aircraft inspection each 100 hours and each 12 calendar months of operation. A complete aircraft inspection consists of all 50, 100, 200 and Special Inspection Items shown in the inspection charts as defined in paragraph II above.
 - b. IF NOT FLOWN FOR HIRE
An aircraft operating in this category must have a complete aircraft inspection each 12 calendar months (ANNUAL). A complete aircraft inspection consists of all 50, 100, 200 and Special Inspection Items shown in the inspection charts as defined in paragraph II above. In addition, it is recommended that between annual inspections, all items be inspected at the intervals specified in the inspection charts.

IMPORTANT
 READ ALL INSPECTION REQUIREMENTS PARAGRAPHS PRIOR TO USING THESE CHARTS.

SPECIAL INSPECTION ITEM
 EACH 200 HOURS
 EACH 100 HOURS
 EACH 50 HOURS

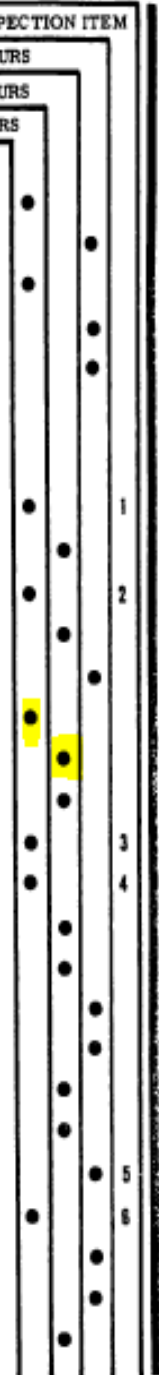
PROPELLER

- 1. Spinner
- 2. Spinner bulkhead
- 3. Blades
- 4. Bolts and/or nuts
- 5. Hub

ENGINE COMPARTMENT

Check for evidence of oil and fuel leaks, then clean entire engine and compartment, if needed, prior to inspection.

- 1. Engine oil, screen, filler cap, dipstick, drain plug and external filter element
- 2. Oil cooler
- 3. Induction air filter
- 4. Induction airbox, air valves, doors and controls
- 5. Cold and hot air hoses
- 6. Engine baffles
- 7. Cylinders, rocker box covers and push rod housings
- 8. Crankcase, oil sump, accessory section and front crankshaft seal
- 9. Hoses, metal lines and fittings
- 10. Intake and exhaust systems
- 11. Ignition harness
- 12. Spark plugs
- 13. Compression check
- 14. Crankcase and vacuum system breather lines
- 15. Electrical wiring
- 16. Vacuum pump and oil separator
- 17. Vacuum relief valve filter (cabin area)
- 18. Engine controls and linkage
- 19. Engine shock mounts, mount structure and ground straps
- 20. Cabin heat valves, doors and controls
- 21. Starter, solenoid and electrical connections



SPECIAL INSPECTION ITEM
EACH 200 HOURS
EACH 100 HOURS
EACH 50 HOURS

- 22. Starter brushes, brush leads and commutator
- 23. Alternator and electrical connections
- 24. Alternator brushes, brush leads, commutator or slip ring..... 7
- 25. Voltage regulator mounting and electrical leads
- 26. Magnetos (externally) and electrical connections
- 27. Magnetos timing 8
- 28. Carburetor and drain plug
- 29. Firewall
- 30. Engine cowling**

FUEL SYSTEM

- 1. Fuel strainer, drain valve and control
- 2. Fuel strainer screen and bowl.....
- 3. Fuel tank vents, caps and placards
- 4. Fuel tanks, sump drains and fuel line drains
- 5. Drain fuel and check tank interior, attachment and outlet screens..... 5
- 6. Fuel vent valves
- 7. Vent line drain
- 8. Fuel shut-off valve and placards
- 9. Fuel valve drain plug
- 10. Engine primer
- 11. Perform a fuel quantity indicating system operational test. Refer to Section 15
for detailed accomplishment instructions. 15

LANDING GEAR

- 1. Main gear wheels and fairings
- 2. Nose gear wheel, torque links, steering tubes, boots and fairing
- 3. Wheel bearings
- 4. Nose gear strut and shimmy dampener (service as required)
- 5. Tires
- 6. Brake fluid, lines and hoses, linings, discs, brake assemblies and master cylinders
- 7. Parking brake system.....
- 8. Main gear springs..... 9

ANEXO B:

“MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL CESSNA 150M CAPITULO 11, DATOS DEL MOTOR”

11-6. ENGINE.

11-7. An air-cooled, horizontal-opposed, low-compression, direct-drive, four-cylinder Continental O-200-A series engine driving a fixed-pitch propeller is used to power the aircraft. The cylinders, numbered from rear to front, are staggered to permit a separate throw on the crankshaft for each

connecting rod. The right rear cylinder is number 1 and cylinders on the right side are identified by odd numbers 1 and 3. The left rear cylinder is number 2 and the cylinders on the left side are identified as 2 and 4. Refer to paragraph 11-8 for detailed engine data. For repair and overhaul of the engine, refer to the applicable publication issued by the engine manufacturer.

11-8. ENGINE DATA.

Aircraft Model

150J, K, L & M

MODEL (Continental)

O-200-A

Rated Horsepower at RPM

100 at 2750

Number of Cylinders

4 Horizontally-Opposed

Displacement

200.91 Cubic Inches

Bore

4.0625 Inches

Stroke

3.875 Inches

Compression Ratio

7.00:1

Magnets

Slick No. 4001

Right Magneto

Fires 24° (+1 -0°) BTC 1-3-2-4 Upper

Left Magneto

Fires 24° (+1 -0°) BTC 1-3-2-4 Lower

Firing Order

1-3-2-4

Spark Plugs

14MM (Refer to current Continental active

factory approved spark plug chart)

Torque

330±30 Lb-In.

Carburetor (Marvel-Schebler)

MA-3-SPA

Alternator

14-Volt, 60-Ampere

Starter (12-Volt)

Automatic Engagement

Tachometer

Mechanical

Oil Sump Capacity

6 U.S. Quarts

With External Filter

7 U.S. Quarts

Oil Pressure (psi)

30-60

Normal

10

Minimum Idling

Oil Temperature

Within Green Arc

Normal Operating

Red Line (225°F.)

Maximum

Cylinder Head Temperature

Within Green Arc

Normal Operating

Red Line

Maximum

Direction of Crankshaft

Clockwise

Rotation (viewed from rear)

Dry Weight - with Accessories

200 lb (Weight is approximate
and will vary with optional
accessories installed)

ANEXO C

“Manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capitulo 11, Sistema de Enfriamiento del Motor- Cowling”

SECTION 11

ENGINE

TABLE OF CONTENTS	Page
ENGINE COWLING	11-1
Removal and Installation	11-1
Cleaning and Inspection	11-2
Repair	11-2
ENGINE	11-3
Engine Data	11-3
Trouble Shooting	11-4
Removal	11-8
Cleaning	11-9
Accessories Removal	11-9
Inspection and Repair	11-9
Engine Build-Up	11-9
Installation	11-9
Flexible Fluid Hoses	11-10
Leak Test	11-10
Replacement	11-11
Static Run-Up Procedures	11-11
BAFFLES	11-11
Cleaning and Inspection	11-11
Removal and Installation	11-11
Repair	11-11
ENGINE MOUNT	11-11
Removal and Installation	11-11
Repair	11-11
Shock Mount Pads	11-12
ENGINE OIL SYSTEM	11-11
Trouble Shooting	11-13
Full-Flow Oil Filter	11-14
Filter Element Removal and Installation	11-14
Adapter Removal	11-17
Disassembly, Inspection and Assembly	11-17
Adapter Installation	11-17
ENGINE FUEL SYSTEM	11-17
Carburetor Removal and Installation	11-17
Adjustments	11-17
INDUCTION AIR SYSTEM	11-18
Removal and Installation	11-18
IGNITION SYSTEM	11-18
Magneto Removal	11-19
Internal Timing	11-19
Replacement Interval	11-19
Installation and Timing	11-19
Magneto Check	11-21
Maintenance	11-21
Spark Plugs	11-21
ENGINE CONTROLS	11-21
Rigging	11-22
Throttle	11-22
Mixture	11-22
Carburetor Heat	11-22A
STARTING SYSTEM	11-22A
Trouble Shooting	11-23
Removal and Installation	11-23
Primary Maintenance	11-24
EXHAUST SYSTEM	11-24
Removal	11-24
Inspection	11-24
Installation	11-24
EXTREME WEATHER MAINTENANCE	11-24
Cold Weather	11-24
Ground Service Receptacle	11-25
Hot Weather	11-25
Dusty Conditions	11-25
Seacoast and Humid Areas	11-25
Hand Cranking	11-25

11-1. ENGINE COWLING.

11-2. The engine cowling is comprised of an upper and lower cowl segment. A large access door on the upper cowl provides access to the fuel strainer drain, oil filler cap, and oil dipstick. Instead of attaching directly to the fuselage, the cowling attaches to shock mounts which are attached to the fuselage. Quick-release fasteners are used at the cowling-to-shock mount attach points to facilitate detachment of the cowling at the firewall. Screws fasten the upper and lower cowl segments together at the nose cap and quick-release fasteners are used along the side parting surfaces to hold cowling segments together.

11-3. REMOVAL AND INSTALLATION. Removal and installation of the engine cowling is accomplished by removing the attaching screws at the nose cap dividing surfaces and releasing the quick-release fasteners at side parting surfaces and at shock mounts of firewall. Disconnect electrical wiring to landing light in nose cap cowling. Disconnect any air duct and control linkage which interferes with removal of the cowling. When installing the cowling, be sure to connect any items disconnected during removal. Make sure that baffle seals are turned in the correct direction to confine and direct airflow around the engine. The vertically installed seals fold forward and the side seals fold upward.

NOTE

When new shock mounts or brackets are being installed, careful measurements should be made to position these parts correctly on the firewall. The service parts are not pre-drilled. Install shock mounts on brackets so that cowling and shock mount is correctly aligned. Sheet aluminum may be used as shims between bracket halves to provide cowling contour.

11-4. **CLEANING AND INSPECTION.** Wipe the inner surfaces of the cowling segments with a cloth saturated with cleaning solvent (Federal Specification PS-861 or equivalent). If the inside surface of the cowling is coated heavily with oil and dirt, allow solvent to soak until foreign material can be removed. Wash painted surfaces of cowling with a solution of

mild soap and water and rinse thoroughly. After washing, a coat of wax applied to painted surfaces is recommended to prolong paint life. After cleaning, inspect cowling for dents, cracks, and loose rivets or spot welds. Repair all defects to prevent spread of damage.

11-5. **REPAIR.** If cowling skins are extensively damaged, new complete sections of the cowling should be installed. Standard insert-type patches may be used for repair if repair parts are formed to fit contour of cowling. Small cracks may be stop-drilled and small dents straightened if they are reinforced on the inner surface with a doubler of the same material. Damaged reinforcement angles should be replaced with new parts. Due to their small size, new reinforcement angles are easier to install than to repair the damaged part.

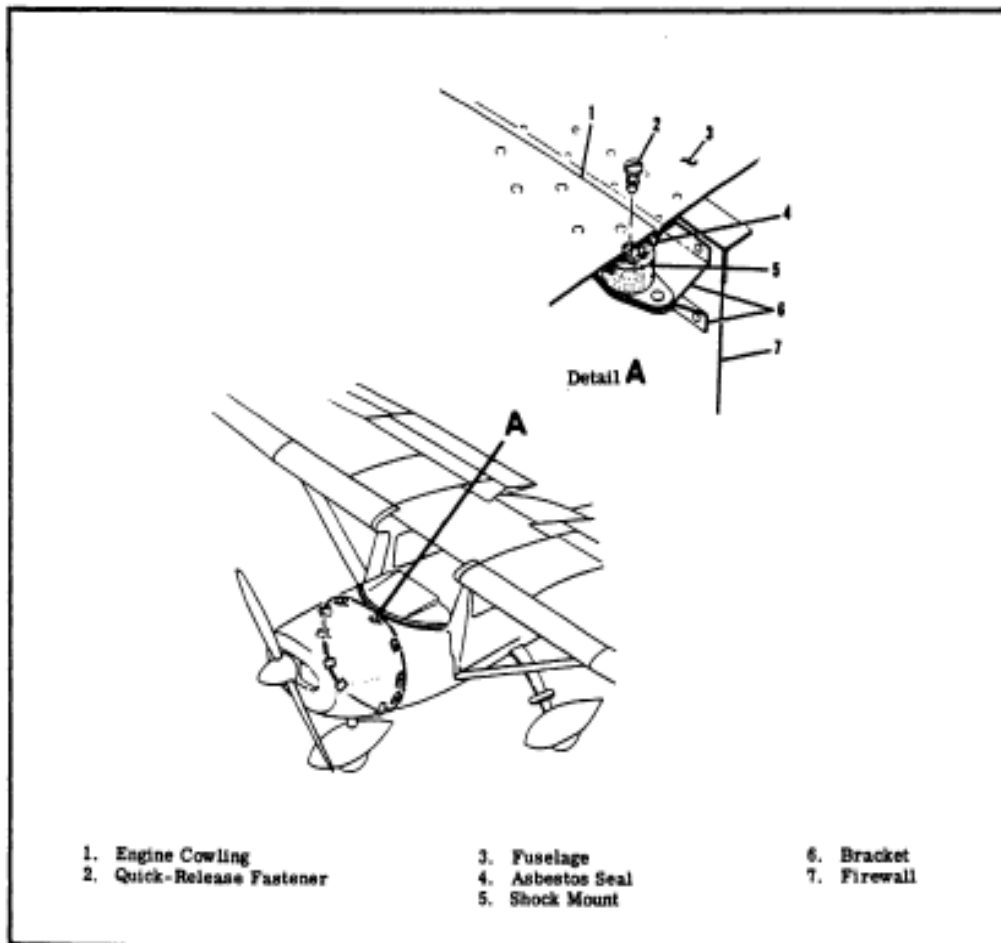


Figure 11-1. Engine Cowling

ANEXO D

“MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL CESSNA 150M CAPÍTULO 11, CAZA FALLA DEL MOTOR”

11-9. TROUBLE SHOOTING (Cont).

TROUBLE	PROBABLE CAUSE	REMEDY
ENGINE DOES NOT SHUT OFF WITH MANUAL MIXTURE CONTROL IN IDLE CUTOFF POSITION.	Fuel leakage thru primer.	Repair or install new primer.
	Linkage does not permit idle cutoff lever to reach OFF position.	Rig in accordance with paragraph 11-53.
ENGINE RUNS ROUGH AT HIGH SPEED.	Loose mounting bolts or rubber bushings defective.	Tighten bolts or replace mount bushings.
	Propeller out of balance.	Remove and balance.
	Spark plug gasket leaking, gap too large or insulator damaged.	Replace damaged parts.
	Ignition cable insulation damaged.	Test for leakage at high voltage. Replace damaged ignition lead.
	Excessively lean fuel-air mixture.	Clean fuel strainer, carburetor screen and carburetor main jet.
SLUGGISH OPERATION AND LOW POWER.	Throttle not opening completely.	Rig per paragraph 11-52.
	Spark plugs fouled or improperly gapped.	Remove, clean and regap or install new plugs.
	Carburetor air heat valve open.	Rig in accordance with paragraph 11-54.
	Damaged contact breaker or capacitor.	Overhaul magneto.
	Fuel-air mixture too rich or too lean.	Overhaul and adjust carburetor.
HIGH CYLINDER HEAD TEMPERATURE.	Low grade of fuel.	Drain and fill with correct grade of fuel. Refer to Section 2.
	Lean fuel-air mixture.	Refer to Owner's Manual for correct leaning procedure.
	Excessive carbon deposits in cylinder head and on pistons.	Install new cylinders and piston rings or new engine.
	Cylinder baffles loose or bent.	Check all baffles and correct.
	Dirt between cylinder fins.	Clean thoroughly.
HIGH OIL TEMPERATURE.	Low oil supply.	Replenish.
	Oil viscosity too high.	Refer to Section 2 for seasonal grades.
	Prolonged high speed operation on ground.	Hold ground running above 1500 rpm to a minimum.

ANEXO E

“Manual de Mantenimiento del CESSNA 150M Capitulo 11, Sistema de Enfriamiento del Motor- Baffles y deflectores”

ible fluid hoses in the engine compartment should be checked for leaks as follows:

1. Examine the exterior of hoses for evidence of leakage or wetness.
2. Hoses found leaking should be replaced.
3. Refer to paragraph 11-13 for detailed inspection procedures for flexible hoses.

11-18C. REPLACEMENT

- a. Hoses should not be twisted on installation. Pressure applied to a twisted hose may cause failure or loosening of the nut.
- b. Provide as large a bend radius as possible.
- c. Hoses should have a minimum of one-half inch clearance from other lines, ducts, hoses or surrounding objects or be butterfly clamped to them.
- d. Rubber hoses will take a permanent set during extended use in service. Straightening a hose with a bend having a permanent set will result in hose cracking. Care should be taken during removal so that hose is not bent excessively, and during reinstallation to assure hose is returned to its original position.
- e. Refer to AC 43.13-1, Chapter 10, for additional installation procedures for flexible fluid hose assemblies.

11-18D. STATIC RUN-UP PROCEDURES. In a case of suspected low engine power, a static RPM run-up should be conducted as follows:

- a. Run-up engine, using take-off power and mixture settings, with the aircraft facing 90° right and then left to the wind direction.
- b. Record the RPM obtained in each run-up position.

NOTE

Daily changes in atmospheric pressure, temperature and humidity will have a slight effect on static run-up.

c. Average the results of the RPM obtained. Three 1974 models it should be within 50 RPM of 2550 RPM. Beginning with 1975 models it should be within 50 RPM of 2510 RPM.

d. If the average results of the RPM obtained are lower than stated above, the following recommended checks may be performed to determine a possible deficiency.

1. Check carburetor heat control for proper rigging. If partially open it would cause a slight power loss.
2. Check magneto timing, spark plugs and ignition harness for settings and conditions.
3. Check condition of induction air filter. Clean if necessary.
4. Perform an engine compression check. (Refer to engine Manufacturer's Manual).

11-18. BAFFLES.

11-17. The sheet metal baffles installed on the engine directs the cooling air flow around the cylinders and other engine components to provide optimum engine cooling. These baffles incorporate rubber-asbestos composition seals at points of contact with

the engine cowling to help confine and direct cooling air to the desired area. The baffles, air blast tubes and air scoops are accurately positioned to maintain engine cooling efficiency and their removal will cause improper air circulation and engine overheating.

11-18. CLEANING AND INSPECTION. Engine baffles should be cleaned with a suitable solvent to remove dirt and oil.

NOTE

The rubber-asbestos seals are oil and grease resistant but should not be soaked in solvent for long periods.

Inspect baffles for cracks in the metal and for loose and/or torn seals. Replace defective parts.

11-19. REMOVAL AND INSTALLATION. Removal and installation on the various baffle segments is possible with the cowling removed. Be sure that any replacement baffles and seals are installed correctly and that they seal to direct the cooling air in the correct direction.

11-20. REPAIR. Baffles ordinarily should be replaced if damaged or cracked. However, small plate reinforcements riveted to the baffle will often prove satisfactory both to the strength and cooling requirements of the unit.

11-21. ENGINE MOUNT.

11-22. The engine mount is composed of sections of tubing welded together and reinforced with welded gussets. The purpose of the engine mount is to support the engine and attach the engine to the airframe. The engine is attached to the mount with shock-mount assemblies which absorb engine vibrations. The engine mount also supports the nose gear shock strut.

11-23. REMOVAL AND INSTALLATION. Removal of the engine mount necessitates removal of the engine and nose landing gear, followed by removal of the bolts attaching the engine mount to the fuselage structure. When installing an engine mount, tighten mount-to-fuselage bolts to the torque value listed in figure 11-2. Install landing gear as outlined in paragraph 5-23. The engine, engine mount and nose gear may be removed from the aircraft and then engine and nose gear removed from the mount.

11-24. REPAIR. Perform engine mount repair as outlined in Section 18. The mount should be painted with heat-resistant black enamel after welding or whenever original finish has been removed.

11-25. SHOCK-MOUNT PADS. The rubber and metal shock-mounts are designed to reduce transmission of engine vibrations to the airframe. The rubber parts should be wiped with a clean dry cloth. Inspect metal parts for cracks and excessive wear due to aging and deterioration. Inspect rubber parts

ANEXO F:
“CATÁLOGO ILUSTRADO DE PARTES, AVIÓN CESSNA 150M
SECCIÓN 11 MOTOR, PAG. 147B, BAFFLES”

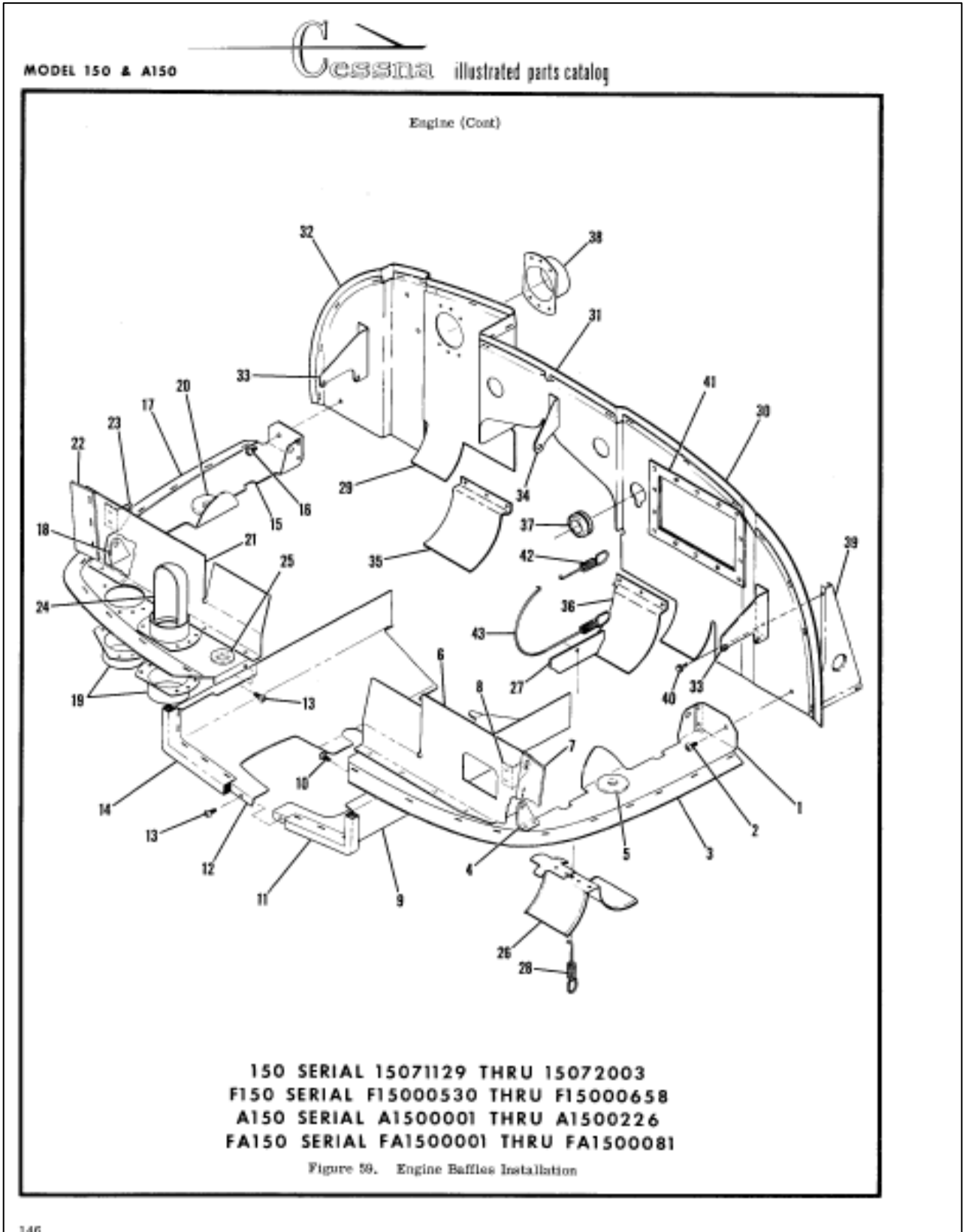




FIGURE AND INDEX NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	1 2 3 4 5 6 7							UNITS PER ASST	USABLE ON CODE	
59A-		ENGINE BAFFLES INSTALLATION -----									NP	A
- 1	0455001-3	BAFFLE ASSEMBLY-HORIZONTAL LH -----									1	
		ATTACHING PARTS -----										
- 2	5102128-6	SCREW -----									1	
- 3	NA5446-4-3	NUT -----									1	

- 4	0455001-7	SEAL -----									1	
- 5	MS35489-15	GROMMET -----									1	
- 6	0450507-1	BRACKET -----									1	
- 7	0455000-5	BAFFLE ASSEMBLY-VERTICAL LH -----									1	
- 8	0450302-3	BRACKET -----									1	
- 9	0455000-7	SEAL-ENGINE BAFFLE -----									1	
-10	0450262	UNION -----									1	
-11	0450266-1	SCOOP ASSEMBLY -----									1	
-12	0450303-4	BRACKET -----									1	
-13		DELETED, NEVER USED -----										
-14	0455001-2	BAFFLE ASSEMBLY-HORIZONTAL RH -----									1	
		ATTACHING PARTS -----										
-15	5102128-6	SCREW -----									1	
	NA5446-4-3	NUT -----									1	

-16	0455001-8	SEAL -----									1	
-17	MS35489-15	GROMMET -----									1	
-18	0450163-1	BRACKET -----									1	
-19	0455001-4	BAFFLE ASSEMBLY-VERTICAL RH -----									1	
	SEE FIG 34A	BAFFLE ASSEMBLY-VERTICAL RH USED WITH -----									1	
		WINTERIZATION INSTALLATION ONLY -----										
-20	0450303-5	BRACKET -----									1	
-21	0450302-3	BRACKET -----									1	
-22	0455001-10	SEAL -----									1	
-23		DELETED, NEVER USED -----										
-24	0450262	UNION -----									1	
-25		DELETED, NEVER USED -----										
-26	MS35489-17	GROMMET -----									1	
-27	0455000-11	BAFFLE ASSEMBLY-LOWER LH -----									1	
-28	0455000-4	BAFFLE ASSEMBLY-LOWER RH -----									1	
		ATTACHING PARTS -----										
-29	5102128-6	SCREW -----									3	
-30	NA5446-4-3	NUT -----									3	

-31	0455000-13	SEAL-LH -----									1	
-32	0455000-6	SEAL-RH -----									1	
-33	0450322	BAFFLE-INTER CYLINDER LH -----									1	
	0450322-1	BAFFLE-INTER CYLINDER RH -----									1	
-34	0450211-1	FASTENER-INTER CYLINDER BAFFLE -----									2	
-35	0450210	SUPPORT-INTER CYLINDER BAFFLE -----									2	
-36	0450502-42	BAFFLE ASSEMBLY-VERTICAL REAR -----									1	
	0450502-44	BAFFLE ASSEMBLY-VERTICAL REAR USED WITH OIL COOLER -----									1	B
-37	0450502-28	SEAL-REAR BAFFLE LH -----									1	
-38	0450502-29	SEAL-REAR BAFFLE CENTER -----									1	
-39	0450502-30	SEAL-REAR BAFFLE RH -----									1	
-40	0450215-1	BRACKET-REAR BAFFLE -----									2	
-41	0450506-1	BRACKET-REAR BAFFLE -----									1	
-42	0450262	UNION-ALTERNATOR BLAST TUBE -----									1	
-43	MS35489-20	GROMMET -----									2	
-44	0450502-24	DEFLECTOR-RH -----									1	
-45	0450502-25	DEFLECTOR-LH -----									1	
-46	0450345-1	BRACE-REAR BAFFLE -----									1	
		ATTACHING PARTS -----										
-47	AN4-4A	BOLT -----									1	
-48	MS21042L4	NUT -----									1	

-48A	0456006-1	DOUBLER-REAR BAFFLE USED WITH OIL COOLER -----									1	B
-49	0450277-5	FASTENER-REAR BAFFLE -----									2	
-50	0450277-6	FASTENER-REAR BAFFLE -----									2	
-51	5290-832	WASHER -----									4	
-52	0450171	BAFFLE-INTER HEAD -----									2	
-53	0450209	SUPPORT-INTER HEAD BAFFLE -----									2	
-54	0450211-2	FASTENER-INTER HEAD BAFFLE -----									2	

A---150 SERIAL 15072004 & ON
 F150 SERIAL F15000659 & ON
 A150 SERIAL A1500227 & ON
 PA150 SERIAL PA1500082 & ON
 B---150 SERIAL 15078506 & ON
 F150 SERIAL F15001339 & ON
 A150 SERIAL A1500485 & ON

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR

SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL
C.C. 171811936-3

DIRECTOR DE CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. BAUTISTA ZURITA RODRIGO CRISTOBAL

Latacunga, 31 Julio del 2018