



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES ANTIVIBRACIÓN DEL MOTOR
HONEYWELL TPE331-12JR P/N: 3108170-3, ACORDE A REFERENCIA
DE MANTENIMIENTO 71-20-00 DEL AVION CASSA C212-400
PERTENECIENTE A LA 15-BAE.**

AUTOR: CBOP. DE A.E GUACHAMIN SHUGULI, CRISTOBAL FABIAN

DIRECTOR:

TLGO. CRISTIAN EDWAR, DIAZ PACUSHCA

2020




DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MÉCANICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía **“INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES ANTIVIBRACION DEL MOTOR HONEYWELL TPE331-12JR P/N: 3108170-3 ACORDE A REFERENCIA DE MANTENIMIENTO 71-20-00 DEL AVION CASSA C212-400 PERTENECIENTE A LA 15BAE”** fue realizado por el señor **CBOP. DE A.E GUACHAMIN SHUGULI CRISTOBAL FABIAN**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 22 de Enero del 2020



TLGO. CRISTIAN EDWAR DIAZ PACUSHCA
C.C.:1600408429



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MÉCANICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CBOP. DE A.E GUACHAMIN SHUGULI CRISTOBAL**

FABIAN, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES ANTIVIBRACION DEL MOTOR HONEYWELL TPE331-12JR P/N: 3108170-3 ACORDE A REFERENCIA DE MANTENIMIENTO 71-20-00 DEL AVION CASSA C212-400 PERTENECIENTE A LA 15BAE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 22 de Enero del 2020

GUACHAMIN SHUGULI, CRISTOBAL FABIAN
C.C.:1724224892



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MÉCANICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **CBOP. DE A.E GUACHAMIN SHUGULI, CRISTOBAL FABIAN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar la monografía **“INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES ANTIVIBRACION DEL MOTOR HONEYWELL TPE331-12JR P/N: 3108170-3 ACORDE A REFERENCIA DE MANTENIMIENTO 71-20-00 DEL AVION CASSA C212-400 PERTENECIENTE A LA 15BAE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 22 de Enero del 2020



GUACHAMIN SHUGULI, CRISTOBAL FABIAN
C.C.:1724224892

DEDICATORIA

Este presente trabajo investigativo lo dedico principalmente al ser extraordinario que está en todo momento y nunca me abandonado a mi Dios, por la inspiración, fuerza y salud que es lo más importante que me ha brindado para seguir adelante y obtener uno de los anhelos más deseados en una etapa tan importante de mi carrera militar.

A mis queridos Padres, por su amor, trabajo, sacrificio y sus buenos consejos quienes en todo momento han sido incondicionales conmigo y que gracias a ellos he podido llegar hasta aquí y seguir cada vez siendo mejor y también por su gran ejemplo que me dan día a día.

A Gaby mi amada Esposa, quien siempre me ha demostrado que cuento con ella para mi es una bendición en mi vida con su apoyo, consejos, amor y paciencia, enseñándome que siempre debo dar lo mejor de mí y brindándome fortaleza para seguir siempre adelante y decir que todo es posible y que no estoy solo.

A mi Gran campeón, Sebas que es la fuente de mi inspiración que, con sus ocurrencias de niño y un gran amor con respeto de hijo hacia su padre hace que cada día trate de superarme y brindarle un buen ejemplo en conclusión Dios y mi familia son mi motivación para terminar con éxito este proyecto de tesis como parte de mis estudios en mi carrera militar.

CBOP. DE A.E GUACHAMIN SHUGULI, CRISTÓBAL FABIÁN

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, que con su bendición llena siempre mi vida y la de mi familia para llegar hasta donde he llegado, porque gracias a él pude concretar este sueño.

Mi profundo agradecimiento a quienes conforman la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas, por la acogida dentro de sus puertas para estudiar y realizarme como un excelente profesional.

Un agradecimiento profundo a todos los docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas, quienes con sus conocimientos y experiencia han guiado mis pasos durante el transcurso de esta etapa de mi vida y poder lograr la elaboración del presente trabajo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y profundo agradecimiento a mi director de proyecto de titulación, Sr. Tlgo. Cristian Díaz que por su esfuerzo, conocimiento, experiencia y entera dedicación me ha permitido terminar mis estudios con éxito.

CBOP. DE A.E GUACHAMIN SHUGULI, CRISTÓBAL FABIÁN

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	
CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación e Importancia	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 Alcance.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de la aviación militar	1
2.1.1 Nacimiento de la escuela de la aviación militar.	1
2.1.2 El Telégrafo 1	2

2.1.3 Ecuador 1	2
2.1.4 AT-6.....	3
2.1.5 A-37	3
2.1.6 Primer escuadrón supersónico.....	4
2.1.7 Primer vuelo cero gravedad.....	4
2.1.8 Avión Casa C-295M.....	5
2.2 Avión Casa 212-400	5
2.3 Generalidades Avión Casa 212-400	6
2.3.1 Pesos de Operación.....	7
2.3.2 Dimensiones	7
2.4 Controles de vuelo	8
2.4.1 Roll (Alabeo)	9
2.4.2 Yaw (Guiñada)	10
2.4.3 Pitch (Cabeceo)	11
2.4.4 Blocaje de ráfagas	12
2.4.5 Sistema de Flaps	13
2.5 Sistema de Combustible	14
2.5.1 En operación normal	15
2.5.2 Operación con Bajo nivel de Combustible	15
2.5.3 Fuego en un motor.....	16
2.5.4 Indicación de combustible.....	16
2.5.5 Reposado de Combustible Automático	17
2.6 Sistema Hidráulico	18
2.6.1 Componentes	18
2.7 Motores Avión Casa 212-400.....	23
2.7.1 Lubricantes	24
2.7.2 Capacidad y Consumo de lubricantes.....	24
2.7.3 Tipos de arranque del motor	24
2.7.4 Arranque del motor	25
2.7.5. Arranque automático en tierra.....	25

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Preliminar.....	26
3.2	Medidas de seguridad para inspeccionar de los soportes anti vibración.....	27
3.3	Inspección de los soportes anti vibración según AMM 71-20-00.....	28
3.3.1	Procedimientos de la inspección de los soportes anti vibración	28
3.3.2	Soportes Anti vibración Posteriores.....	32
3.4	Construcción del soporte móvil del motor HONEYWELL TPE331-12JR.....	36
3.4.1	Selección del material para construir el soporte del motor.....	36
3.4.2	Elementos usados para la construcción.....	37
3.4.3	Diseño del soporte del motor.....	37
3.4.4	Diseño con ayuda de los técnicos encargados del motor	38
3.5	Pasos para la construcción del Carro Soporte del Motor.....	39
3.5.1	Adquisición de materiales	39
3.5.2	Cortes y trazos.....	39
3.5.3	Unión y soldadura de los tubos.....	40
3.5.4	Unión de los espaldares del carro soporte del motor.....	41
3.5.5	Colocación de Placas de metal en la estructura del soporte.....	42
3.5.6	Unión de todas las partes y remate de soldadura de la estructura.....	42
3.5.7	Colocación de ruedas	43
3.6	Proceso de pintura.....	43
3.6.1	Aplicación del primer o protección de fondo y equipo de seguridad	43
3.6.2	Aplicación de pintura tipo fondo gris mate	44
3.6.3	Aplicación de pintura amarilla Caterpillar acabado final.....	45
3.6.4	Características de la pintura Wesco Atomix.....	45
3.6.5	Especificaciones	46
3.7	Partes movibles y giratorias del carro soportes del motor	47
3.7.1	Piezas realizadas en el torno	47
3.8	Presupuesto.....	48

3.8.1 Costos primarios	49
3.8.2 Costos secundarios.....	49
3.8.3 Costo total del proyecto de grado	50

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	51
4.2 Recomendaciones	52

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
---	-----------

ANEXOS	55
---------------------	-----------

ANEXO A: CARRO SOPORTE DEL MOTOR P/N: CA32100- 0001

ANEXO B: BITACORA DE VUELO

ANEXO C: CHEQUEOS DE MANTENIMIENTO

ANEXO D: MANUALES DEL AVION

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tipos de Lubricantes</i>	24
Tabla 2 <i>Materiales a utilizar para carro soporte del motor</i>	36
Tabla 3 <i>Relación de mezcla de pintura wesco</i>	46
Tabla 4 <i>Especificaciones Pintura Wesco</i>	46
Tabla 5 <i>Costos Primarios</i>	49
Tabla 6 <i>Costos Secundarios</i>	49
Tabla 7 <i>Total de costos del proyecto</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Patria #1	1
Figura 2. Telégrafo 1	2
Figura 3. Aeronave el Ecuador 1	2
Figura 4. Aeronave AT-6.....	3
Figura 5. Cessna A-37	3
Figura 6. Primer escuadrón supersónico	4
Figura 7. Ronnie Nader, astronauta ecuatoriano	4
Figura 8. Casa C-295M.....	5
Figura 9. Casa 212-400	6
Figura 10. Dimensiones.....	8
Figura 11. Casa 212-400	8
Figura 12. Controles de Vuelo Casa 212-400.....	9
Figura 13. Control Roll (Alabeo)	10
Figura 14. Yaw (guiñada)	11
Figura 15. Pitch (Cabeceo)	12
Figura 16. Controles Bloqueados (IZQ) y Desbloqueados (DER).....	13
Figura 17. Capacidad de Combustible por ala.....	14
Figura 18. Bombas Busters	16
Figura 19. Indicador de combustible.....	17
Figura 20. Ubicación del depósito.....	19
Figura 21. Filtro By Pass.....	21
Figura 22. Válvula de seguridad	22

Figura 23. Válvula anti-retorno.....	22
Figura 24. Planta de potencia (Motor)	23
Figura 25. Soportes anti vibración anterior	29
Figura 26. Soporte anti vibración anterior.....	30
Figura 27. Componentes de soporte anti vibración anterior	32
Figura 28. Soportes posteriores.....	33
Figura 29. Soporte del Motor	38
Figura 30. Carro soporte de motor.....	38
Figura 31. Tubería ced.40mm y tubería ISO.....	39
Figura 32. Cortes de los tubos.....	40
Figura 33. Unión de espaldares del soporte.	41
Figura 34. Regulación de espaldares del soporte.....	41
Figura 35. Conjunto giratorio del carro soporte del motor.....	42
Figura 36. Soldadura del soporte móvil.	42
Figura 37. Colocación de ruedas	43
Figura 38. Aplicación de fondo gris mate.....	44
Figura 39. Aplicación de pintura.	45
Figura 40. Chumaceras.	47
Figura 41. Piezas realizadas en el torno.....	48

RESUMEN

Las tareas de mantenimiento para los motores de una aeronave se las realiza con los estándares más óptimos de calidad. Para lo cual este trabajo de investigación, trata de reducir el tiempo en que se realiza un mantenimiento o traslado de los mismos dentro o fuera del hangar, por diferentes motivos así también como precautelar la vida útil excluyendo su tiempo límite de vida cuando se ingrese a la bodega de abastecimientos en cualquier centro de mantenimiento para su conservación o para envío de reparación del motor. Para la ejecución de la inspección de los soportes anti vibración es necesario la utilización del manual de mantenimiento del motor ATA 71-20-00, donde encontramos el tipos de inspección que se realiza en los soportes de bancada del motor TPE331-12JR y procedimientos para su instalación y remoción de estos componentes que mantienen sujeto al motor a las alas del avión. Además en el C212-400 manual ilustrado de herramientas y equipos encontramos el carro soporte del motor el cual nos ayuda a trasladar al motor de un taller a otro dentro del centro de mantenimiento. Este manual ilustrado de herramientas y equipos nos da una guía para la construcción del carro soporte del motor pero por petición de los técnicos del motor este soporte se lo construirá con unas pequeñas modificaciones para mejorar la calidad de la inspección y será útil para realizar otros tipos de trabajos referentes al mantenimiento.

PALABRAS CLAVE:

- **AERONAVES - MOTOR TPE331-12JR**
- **AERONAVES - MANTENIMIENTO DE MOTORES**
- **AERONAVE CASSA – C212-400**

ABSTRACT

Maintenance tasks for the engines of an aircraft are performed with the most optimal quality standards. For which this research work, tries to reduce the time in which a maintenance or transfer of them is carried out inside or outside the hangar, for different reasons as well as precautionary the useful life excluding its time limit of life when entering the warehouse of supplies in any maintenance center for its conservation or for sending engine repair. For the execution of the inspection of the anti-vibration supports, it is necessary to use the manual of the ATA 71-20-00 engine maintenance manual, where we find the types of inspection that is carried out on the TPE331-12JR engine bed supports and procedures for its installation and removal of these components that keep the engine attached to the wings of the plane. Also in the C212-400 illustrated tool and equipment manual we find the engine support car which helps us move the engine from one workshop to another within the maintenance center. This illustrated manual of tools and equipment gives us a guide for the construction of the motor support carriage but at the request of the engine technicians this support will be constructed with small modifications to improve the quality of the inspection and will be useful for other types of work related to maintenance.

KEYWORDS:

- **AIRCFRATS - TPE331-12JR ENGINE**
- **AIRCRAFTS - ENGINE MAINTENANCE**
- **AIRCRAFT CASA-C212-400**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, en adición a su flota para operaciones de vuelo en el Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “PASTAZA”, incorporó el avión CASA 212-400/A89 de fabricante EADS/CASA en el año 2005 el mismo que cuenta con dos motores Turboprop Engine Honeywell International Inc. TPE331-12JR-701C para diferentes operaciones del avión en despegue y aterrizaje corto (STOL) en pistas preparadas y no preparadas en las diferentes regiones del Ecuador.

Copperstate Turbine Engine Company (CTEC). Es una empresa ubicada en EE.UU. Phoenix Arizona la cual realiza trabajos de Overhaul a los motores modelo TPE331 dicha empresa al momento de realizar este tipo de trabajos dispone de diferentes soportes para el montaje y desmontaje del motor.

Se han detectado problemas al momento de realizar inspecciones de mantenimiento como en el desmontaje de las diferentes partes para realizar una inspección visual más detallada del motor TPE331-12JR-701C del avión CASA 212-400/A89 perteneciente a la 15-BAE”.

Las inspecciones del motor TPE331-12JR.701C, así como otros componentes de una aeronave necesita de soportes y herramientas especiales para cumplir con una orden de trabajo, sin estas herramientas especiales los trabajos de mantenimiento son inseguros realizarlos y traen varias consecuencias para la aeronavegabilidad de la aeronave y el

Grupo Aéreo como tal, así como pérdida de recursos y un mantenimiento inadecuado e inseguro.

1.2 Planteamiento del problema

El Grupo de Aviación del Ejército N°44 "PASTAZA" al haber adquirido una flota de aviones CASA 212-400/A89 avión, tiene la necesidad de brindar mantenimiento a la aeronave y sus motores para su conservación y operatividad en vuelo, dejando en cuenta que realiza operaciones de despegue, aterrizaje y stol y en pistas preparadas y no preparadas y siempre los motores deben brindar toda su eficiencia al máximo por lo que deben ser inspeccionados detalladamente cumpliendo con todas sus tareas de mantenimiento.

En los diferentes tipos de inspección especiales de los Motores donde una de ellas es a los soportes anti vibración. Ya que este tipo de inspección se debe desmontar el Motor dependiendo de las tareas de mantenimiento que nos manda en el AMM (71-20-00).

El desmontaje se ha convertido en una condición insegura ya que no se cuenta con un soporte de carro móvil del Motor en donde se pueda asegurar su estabilidad en tierra, es aquí que nace la necesidad de construir una herramienta que sea especialmente para el uso en este tipo de motores como soporte y transporte de un lugar a otro al momento de desmontar, con esto se pretende que su mantenimiento y traslado sea eficiente y seguro y de facilidad para realizar una correcta inspección.

1.3 Justificación e Importancia

Tomando en cuenta que el Grupo de Aviación del Ejército N°44 "PASTAZA", realiza varias operaciones de vuelo y es muy importante en el sector del Oriente, consume muchas horas de vuelo por lo cual es necesario que las inspecciones de mantenimiento sean continuas. Esto porque existe desgaste en todos sus componentes además de reportes inesperados ya sea por golpes por tiempo límite de vida o tiempo límite de reparación, objetos extraños entre otros.

En base a lo anterior, la propuesta es realizar un carro soporte móvil para el motor cuando este en tierra y así poder dar seguridad y eficiencia en las tareas de mantenimiento a las que están sometidas, ya que donde se encuentra operando esta aeronave no cuenta con un carro soporte móvil del motor que ayude y mejore el rendimiento de una inspección visual y otras tareas en sus componentes.

Debido a que el Grupo de Aviación del Ejército N°44 "PASTAZA" dispone de espacios que dificultan el transporte de componentes de aviación se implementara un soporte el cual movilizará el MotorTPE331-12JR.701C, por los alrededores del centro de mantenimiento, mejorando la movilidad de los mismos hacia las secciones o áreas que se requiera.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Inspeccionar el motor TPE331-12JR-701C de acuerdo a la tarea de mantenimiento 71-00-00 aplicable al avión CASA 212-400/A89 perteneciente al Grupo de Aviación N°44 "PASTAZA" utilizando un carro soporte de Motor y manuales de mantenimiento para tener un ambiente cómodo y seguro.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar los requerimientos y necesidades que tiene el Grupo de Aviación del Ejército N°44 "PASTAZA", en cuanto a las tareas de mantenimiento realizado al Motor TPE331-12JR-701C del avión CASA 212-400/A89.
- Recopilar información acerca de herramientas especiales necesarias en el uso de una inspección de mantenimiento del Motor TPE331-12JR-701C del avión CASA 212-400/A89.
- Implementar una herramienta especial para la inspección visual detallada el carro soporte del Motor TPE331-12JR-701C del avión CASA 212-400/A89 perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N°44 "PASTAZA".

1.5 Alcance

El presente proyecto abarcará la implementación de un Soporte móvil del Motor TPE331-12JR-701C y así asegurar una correcta inspección visual detallada de todos sus componentes a través de la seguridad y confianza que brinda para las tareas de mantenimiento, así como mejorar la situación de traslado a través de las secciones de mantenimiento reduciendo el esfuerzo físico del personal de técnicos que realiza esta tarea, esto sirve para aumentar la operatividad del avión CASA 212-400/A89 que realiza vuelos multi-propósitos alrededor del Territorio Ecuatoriano a favor de todos sus ciudadanos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de la aviación militar.

El 29 de septiembre de 1913 el naciente “Club Guayas de Tiro y Aviación” compra el que sería el primer avión ecuatoriano llamado “Patria # 1”, dentro del plan de entrenamiento de aviadores ecuatorianos, entre 1915 y 1918 el piloto guayaquileño Cosme Rennella participó en 152 combates aéreos en la Primera Guerra Mundial en Italia, y se convierte en uno de los 10 AS de la aviación mundial.



Figura 1. Patria #1

Fuente: (FUERZA AEREA ECUATORIANA, 1913)

2.1.1 Nacimiento de la escuela de la aviación militar.

El Dr. José Luis Tamayo, presidente Constitucional de la República demostró su admiración por la aviación apenas asumió su mandato presidencial. Con un entusiasmo digno de la causa, apoyó la creación de la Escuela de Aviación y se propuso organizar profesionalmente a esta Arma.

Una gestión que constituye, en consecuencia, la primera piedra de base sobre la que se levantaría nuestra aviación militar, de esta manera, el 27 de Octubre de 1920 es tomada como referente para la conmemoración anual del aniversario de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

2.1.2 El Telégrafo 1

El 04 de Noviembre de 1920, el aviador Elia Liut, al mando de la nave “El Telégrafo 1” se eleva por primera vez sobre los andes ecuatorianos en el vuelo realizado entre Guayaquil y Cuenca.



Figura 2. Telégrafo 1
Fuente: (ECUATORIANA, 1920)

2.1.3 Ecuador 1

El 22 de Julio de 1932, a bordo de un avión Ryan B.5, llamado Ecuador I, se realiza el primer vuelo de circunvalación a la república.



Figura 3. Aeronave el Ecuador 1
Fuente: (ECUATORIANA, 1932)

2.1.4 AT-6

El 21 de enero de 1943, llegan al país los modernos aviones de origen norteamericano AT-6, marcando una nueva era de desarrollo en el campo aeronáutico en el Ecuador.



Figura 4. Aeronave AT-6

Fuente: (FUERZA AEREA ECUATORIANA, 2019)

2.1.5 A-37

En 1895 llegan al país 12 aviones Cessna A-37 a la Base Aérea de Taura, para dar pasó a la innovación y vanguardia de una férrea defensa aérea.



Figura 5. Cessna A-37

Fuente: (FUERZA AEREA ECUATORIANA, 2019)

2.1.6 Primer escuadrón supersónico.

El 14 de enero de 1997, se conforma el primer escuadrón de combate supersónico Jaguar, posteriormente llegarían los aviones de combate Mirage F-1 y K-Fir C-2.



Figura 6. Primer escuadrón supersónico
Fuente: (FUERZA AEREA ECUATORIANA, 2019)

2.1.7 Primer vuelo cero gravedad.

El 06 de mayo del 2008, la Fuerza Aérea Ecuatoriana cumplió el primer vuelo cero gravedad realizado en el Ecuador y en América Latina a bordo del avión Sabreliner denominado Fuerza G1 “Cóndor”, reconvertido con un gravímetro que fue realizado con el recurso humano de la FAE y los conocimientos de nuestro astronauta ecuatoriano.



Figura 7. Ronnie Nader, astronauta ecuatoriano

Fuente: (FUERZA AEREA ECUATORIANA, 2019)

2.1.8 Avión Casa C-295M

En el mes de Agosto del 2014 la Fuerza Aérea recibió el primero de tres aviones Casa C-295M. En la Base Aérea Eloy Alfaro de Manta se realizó esta ceremonia militar de reemplazo del equipo de vuelo del Escuadrón No. 1112, entre los aviones CASA C-295M y el AVRO HS-748, este último fue dado de baja de operaciones aéreas, haciendo una remembranza de las principales misiones cumplidas por el avión Avro que sirvió al Ecuador por más de cuatro décadas e incluso llegó a identificarse como avión presidencial.



Figura 8. Casa C-295M

Fuente: (FUERZA AEREA ECUATORIANA, 2019)

2.2 Avión Casa 212-400

El avión Casa 212-400 perteneciente al grupo aéreo del ejército ecuatoriano que opera normalmente en el aeropuerto "Río Amazonas" en la parroquia de Shell-Pastaza, tiene un certificado de aeronavegabilidad activa, la cual certifica el funcionamiento operacional de la aeronave.



Figura 9. Casa 212-400
Fuente: (PROPIA)

2.3 Generalidades Avión Casa 212-400

- El avión Casa C 212-400 de fabricación Española.
- Es no presurizado.
- De ala alta
- Esta aeronave tiene la capacidad stol.
- Certificado para vuelos diurnos y nocturnos en condiciones de vuelo visual (VFR) e instrumental (IFR).
- Con un techo máximo de operación de 25.000 pies.
- Capacidad de carga de pasajeros 23 adultos y 4 libras.
- Peso al vacío de la aeronave 4700 Kg.
- Posee dos motores turbo hélice del tipo TPE 331-12JR, cada motor proporciona una potencia nominal de 925 caballos de vapor que mueve una hélice del tipo Dowty Rotol reversible totalmente abanderable y de velocidad constante de 4 palas.
- El tren de aterrizaje es del tipo triciclo fijo.
- Autonomía de vuelo 05:00 horas
- Capacidad total de combustible 3400 lbs. - 520 galones.

- Puede realizar operaciones de abastecimientos, transporte de personal, salto de paracaidistas, evacuaciones Aero médicas.
- Velocidad máxima de operación 200 KIAS.
- Velocidad de maniobra 146 KIAS.

2.3.1 Pesos de Operación

- En operación normal

Despegue 7700 Kg. (16976 lb)

Aterrizaje 7450 Kg. (16424 lb)

- En operación militar

Despegue 8100 Kg (17858 lb)

Aterrizaje 8100 Kg (17858 lb)

2.3.2 Dimensiones

- Aeronave Casa 212-400

Anchura 20.40 m (66 ft 11 in)

Longitud 16.12 m (52 ft 10,5 in)

Altura 6.77 m (22 ft 2.5 in)

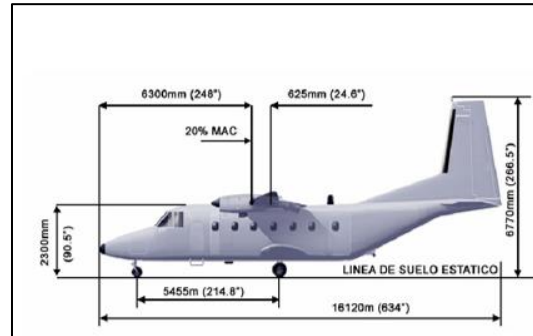


Figura 10. Dimensiones
Fuente: (casa212-400)

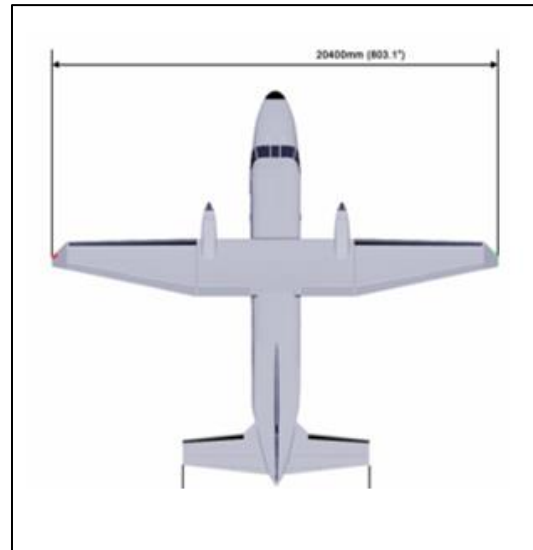


Figura 11. Casa 212-400
Fuente: (casa212-400)

2.4 Controles de vuelo

La maniobrabilidad de la aeronave se realiza por medio de controles de vuelo primario y secundario.

Controles de vuelo primarios:

- Alerones (9), (13)
- Elevador (3), (6)
- Ruder (4)

Controles de vuelo secundarios:

- Flaps (11), (12)
- Trim Tabs (1), (5), (7), (10)
- Servos (2), (5), (8)

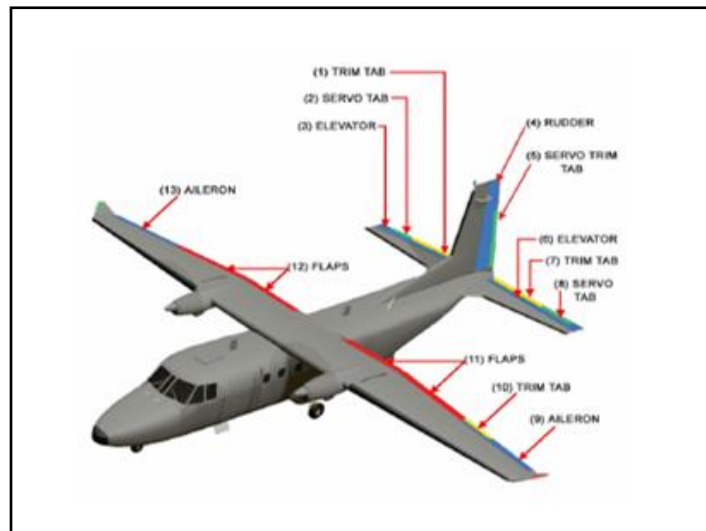


Figura 12. Controles de Vuelo Casa 212-400
Fuente: (casa212-400)

2.4.1 Roll (Alabeo)

Los alerones proporcionan control de alabeo, los volantes de mando transmiten su movimiento a los alerones mediante palancas acodadas, cables de control y varillas de mando, los dos canales independientes están interconectados por sendas varillas de control.

El piloto automático envía las órdenes de alabeo al servo del alerón, que está mecánicamente conectado a ambos canales por un conjunto de cables.

La rueda de compensación del alerón, situada en el pedestal se utiliza para compensar los alerones, la cantidad de compensación establecida puede verse en una escala graduada movida por la propia rueda de compensación control.

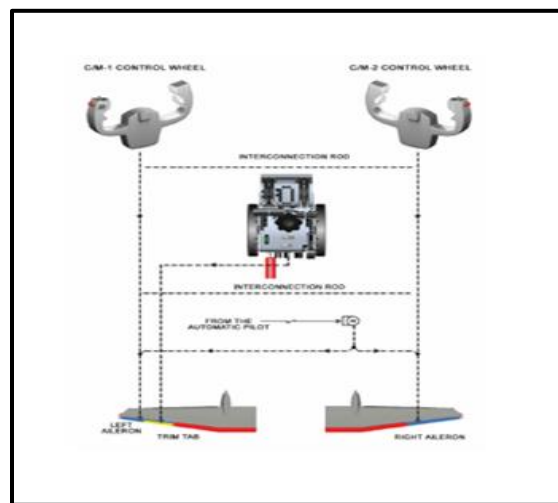


Figura 13. Control Roll (Alabeo)

Fuente: (casa212-400)

2.4.2 Yaw (Guiñada)

El timón de dirección proporciona control de guiñada mediante un conjunto duplicado e interconectado de pedales, un servo tab o servo de compensación, actuado automáticamente por la deflexión del timón de dirección, disminuye la fuerza necesaria para mover el timón.

El piloto automático envía las órdenes de guiñada al servo del timón de dirección, que está mecánicamente conectado al mismo.

La compensación del timón de dirección se consigue girando su rueda de compensación ubicada también en el pedestal. La cantidad de compensación establecida puede verse en una escala graduada movida por la propia rueda de compensación, el ajuste de los pedales se realiza girando una palanca ubicada entre ellos.

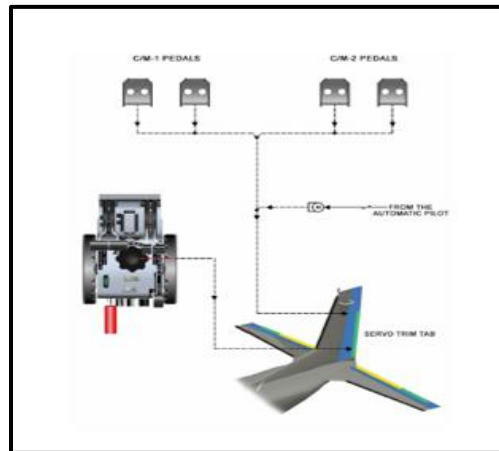


Figura 14. Yaw (guiñada)

Fuente: (casa212-400)

2.4.3 Pitch (Cabeceo)

El control de cabeceo se logra mediante un conjunto de cables y varillas de mando, parecido al control de alabeo. Cada timón posee un servo tab que se actúa mecánicamente por la propia deflexión de la superficie de control. Los servo tabs reducen las fuerzas necesarias para actuar los timones de profundidad en todo su recorrido.

El piloto automático envía las órdenes de cabeceo al servo del timón de profundidad por el canal del CM-1, la compensación del timón de profundidad se realiza mediante un conjunto doble de rueda de compensación. El piloto automático actúa sobre este canal de compensación. En el volante del CM-1 existe un selector de compensación para actuar eléctricamente los trim tabs a través del servo del piloto automático.

Al utilizar este selector se desconectan los canales de cabeceo y alabeo pero el canal del amortiguador de guiñada (yaw damper) permanece conectado. La cantidad de compensación establecida puede verse en una escala graduada movida por las mismas ruedas de compensación o por la actuación del selector eléctrico. (casa212-400)

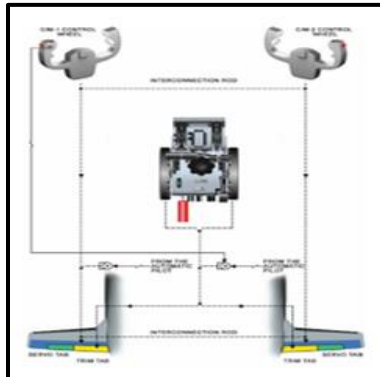


Figura 15. Pitch (Cabeceo)

Fuente: (casa212-400)

2.4.4 Blocaje de ráfagas

Para evitar posibles daños a los mandos de vuelo por ráfagas de viento, los controles de vuelo pueden bloquearse en una posición neutra mediante un conjunto de blocaje.

Para bloquear los controles de vuelo, se levanta la palanca de bloqueo girándola en el sentido de las agujas del reloj hasta sentir una cierta resistencia. Mientras sigue intentando levantarla, hay que centrar los mandos para eliminar la resistencia la subir la palanca, cuando estén todos bloqueados, la palanca de bloqueo se posicionará en la posición vertical arriba.

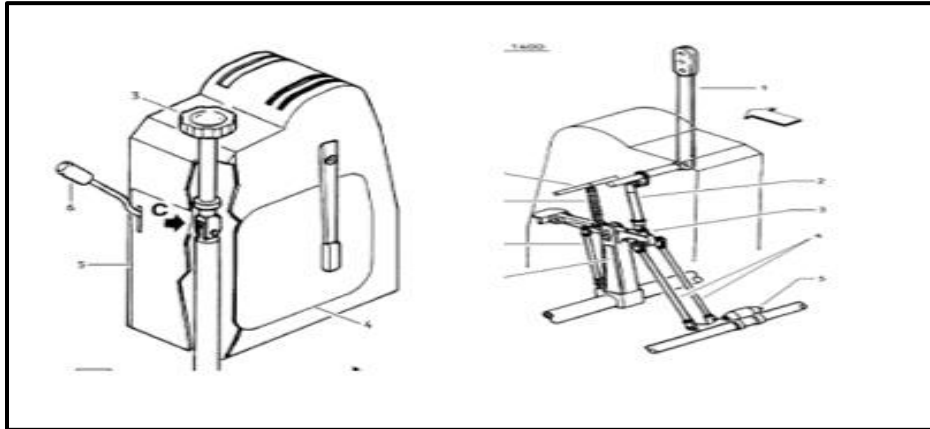


Figura 16. Controles Bloqueados (IZQ) y Desbloqueados (DER)
Fuente: (casa212-400)

2.4.5 Sistema de Flaps

La aeronave está equipada con cuatro flaps instalados simétricamente en las alas, la extensión y retracción de los flaps es controlan con una palanca móvil situada en el extremo posterior del pedestal. La palanca de flaps está conectada mecánicamente a una válvula hidráulica selectora de 4 vías que es la encargada de dirigir la presión hidráulica del actuador. (casa212-400)

El actuador de flaps está conectado mecánicamente a una serie de palancas acodadas y varillas que accionan los flaps, esta articulación de varillas y palancas acodadas incorpora una protección mecánica contra la asimetría de flaps.

Un sensor de posición de flaps envía una señal eléctrica a un indicador de cabina.

Posición de los flaps.

- Up 0°
- To/App 10°
- Ldg 40°

Velocidades para la colocación de los flaps

- Take off & approach 25% 135 KIAS
- Landing 100% 115 KIAS

2.5 Sistema de Combustible

Esta aeronave posee en cada conjunto de ala exterior un mamparo interno.

La capacidad en cada conjunto de ala es 1751 lb.

- tanque exterior 515 lb.

- tanque interior 1236 lb.

La cantidad utilizable en cada conjunto de ala es 1716 lb.

- tanque exterior 513 lb.

- tanque interno 1206 lb.

Cada depósito colector tiene 2 bombas de alimentación y una válvula de conexión cruzada entre los colectores.

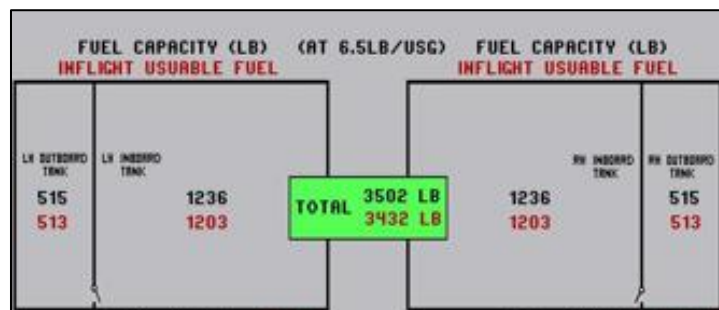


Figura 17. Capacidad de Combustible por ala

Fuente: (casa212-400)

2.5.1 En Operación Normal

Bajo el Aircraft Maintenance Manual (AMM) de la aeronave Casa 212-400 perteneciente al Ejército ecuatoriano, a continuación los pasos para operar la aeronave en operación normal.

- Palancas de cierre de emergencia deben estar abajo.
- Válvula de corte normal de combustible debe estar abierta.
- Combustible fluye por gravedad.
- Luces de “baja presión” están encendidas en el IEDS.
- Para el encendido debe conectarse las bombas NORMAL y AUX.
- El combustible es absorbido mediante efecto venturi.
- Aumenta la presión y las luces de “baja presión” del IEDS se apagan.
- Durante el vuelo se apagan las bombas AUX.
- El combustible pasa constantemente del tanque exterior al interior.
- Si fallan las bombas NORMAL y AUX, el combustible ingresa al motor por la bomba del motor.
- El combustible pasa del tanque exterior al interior por gravedad.
- Antes de aterrizar se debe encender las bombas AUX.

2.5.2 Operación con Bajo nivel de Combustible

Bajo el Aircraft Maintenance Manual (AMM) de la aeronave Casa 212-400 perteneciente al Ejército ecuatoriano, a continuación los pasos para operar la aeronave en operación normal.

- Interruptor de válvula de flotado instalado en el colector.

- Con menos de 120 lb. Se enciende un aviso en el IEDS
- Conectamos bomba AUX del tanque contrario.
- Activamos la “cross feed valve” con el botón XFEED.
- Desconectamos las bombas del tanque que presentó el problema.

2.5.3 Fuego en un motor

Parar el motor con la palanca de corte de emergencia y desconectamos las bombas del motor en problemas.

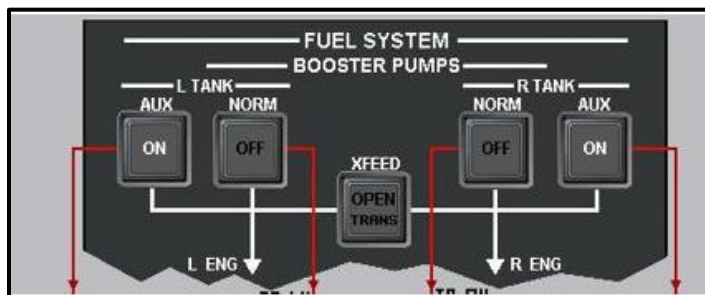


Figura 18. Bombas Busters
Fuente: (casa212-400)

2.5.4 Indicación de combustible

- Los selectores de cantidad de combustible tienen posiciones individuales para cada ala.
- La cantidad de combustible aparece en la página secundaria del IEDS.
- Antes de encender el motor se debe poner en cero las marcaciones de “fuel used”.
- Presionamos 2 y 3 para encerrar “fuel used”.



Figura 19. Indicador de combustible
Fuente: (casa212-400)

2.5.5 Reposado de Combustible Automático

Bajo el Aircraft Maintenance Manual (AMM) de la aeronave Casa 212-400 perteneciente al Ejército ecuatoriano, a continuación los pasos para el reposado automático.

- Solo se puede realizar con el avión en tierra.
- Se utiliza la línea de alimentación cruzada.
- Cada depósito de combustible tiene una válvula de flotamiento para evitar el sobrellenado.
- El panel de control de repostado se encuentra en el carenaje derecho.
- Conectamos la manguera del camión y se abre la válvula del mismo.
- Se presiona el corta circuitos para encender el panel.
- MAIN = solo interiores.
- FULL= interiores y exteriores.
- Interruptor POWER:

- AUTO= ambas alas al mismo tiempo.
- Prueba de cierre automático.

2.6 Sistema Hidráulico

El Sistema Hidráulico proporciona el poder exigido para actuar los siguientes subsistemas:

- La rampa y el portalón
- Los flaps.
- Los frenos normales, emergencia y frenos del aparcamiento
- La dirección de la rueda de nariz

Para mover el actuador asociado en los subsistemas anteriores, el sistema hidráulico posee una bomba manejada por un motor eléctrico. La bomba se alimenta con el fluido hidráulico de un depósito y lo entrega a él actuador a una presión nominal de 2.000 ± 200 psi. El fluido hidráulico retorna al depósito a baja presión una vez que se a cerrado el circuito. (casa212-400)

En caso del fracaso de la bomba eléctrica, el sistema puede operarse por una bomba manual localizada en el compartimiento del vuelo para proporcionar la presión al sistema.

2.6.1 Componentes

El sistema hidráulico de esta aeronave tiene los siguientes componentes y a continuación la descripción de los componentes más principales de ellos.

a) Depósito

El depósito de fluido está situado dentro de la carena del tren de aterrizaje principal derecho, y se une al mamparo del fuselaje por medio de dos bridas de sujeción.

Este depósito consiste en un cilindro de aleación de aluminio que posee instalado un indicador de nivel de ventana. En el cristal hay dos líneas de referencia para los niveles LLENO (FULL) y RELLENAR (REFILL), la capacidad del tanque es de 7, 8 litros. Para verificar el nivel hay descargar los tres acumuladores previamente. (casa212-400)

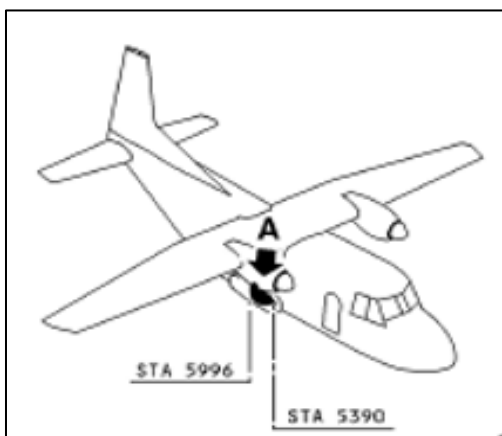


Figura 20. Ubicación del depósito
Fuente: (casa212-400)

b) Moto bomba eléctrica

El conjunto de motobomba consiste en un motor eléctrico de c.c. acoplado a una bomba hidráulica de caudal variable. Este conjunto está situado en el piso de carena del tren de aterrizaje principal derecho. El motor eléctrico de 27V c.c. tiene una potencia de 1,65 Kw (2,2 HP) a 7500 rpm, con un consumo de 75 A. nominales, y está refrigerado por aire forzado mediante un ventilador integrado. (casa212-400)

La bomba se lubrica con el fluido hidráulico durante la operación, y no deberá ponerse en marcha estando vacía. La bomba hidráulica tiene una presión nominal de diseño de 2050 psi, Siendo la presión de operación normal de 2000 ± 200 psi, y los tiempos continuos de operación de 25 minutos en ON y 15 minutos OFF.

c) Filtro By Pass

El filtro de fluido a presión y el de bypass están constituidos por un cuerpo de aleación ligera (1) con una conexión de admisión (7) y otra de salida (2). La sección central del cuerpo tiene un alojamiento roscado donde va montada una cubeta (6) de aleación ligera sellada con empaquetadura (4).

Esta cubeta (6) incluye un cartucho filtrante (5) con un grado de filtrado de 10 micras. El elemento filtrante es del tipo de cartucho de papel, y debe sustituirse cuando se colmata.

El elemento de filtro queda encajado en el cuerpo, guiado por un espiga (8) y sellado con una empaquetadura (3) que impide la circulación anormal del fluido.

El fluido hidráulico entra en el filtro por la conexión (7) y fluye a través de dos orificios taladrados en el cuerpo (1) para llenar el espacio que queda entre la cubeta (6) y el elemento de filtro (5), entonces, el fluido atraviesa el elemento de filtro, donde quedan retenidas las partículas extrañas, y sale por la conexión (2).

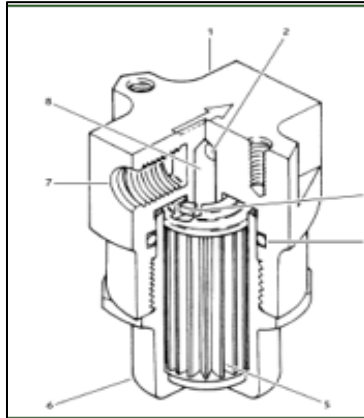


Figura 21. Filtro By Pass
Fuente: (casa212-400)

d) Válvula de seguridad

Esta válvula consiste en un cuerpo de aleación ligera (3) provisto de un casquillo (2) de acero, montado a presión, para asiento de la válvula (4) de cierre cónico y un muelle regulador (5). El muelle ejerce una carga prefijada para impedir el paso del fluido (1) por la válvula, hasta que una presión nominal de fluido de 165 Kg/cm² (2347 psi) vence la presión del muelle y libera el exceso de presión del fluido, dándole paso de retorno al depósito.

Los acoplamientos del cuerpo van sellados en el conjunto con las empaquetaduras (8) y (9). Dos racores (7) y (10), roscados a los extremos del cuerpo de la válvula y frenados al mismo con alambre de frenado, van conectados a las líneas de presión y retorno, respectivamente. Sobre el racor (7) van montadas dos semi-arandelas pelables de reglaje (6), para ajuste de la presión de apertura de la válvula. (casa212-400)

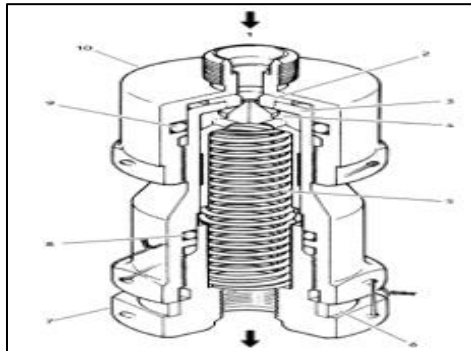


Figura 22. Válvula de seguridad
Fuente: (casa212-400)

e) Válvula anti-retorno

La válvula anti retorno consiste en dos elementos de acero (2) y (7), que alojan un vástago cónico de cierre (3) y un muelle (5). Una empaquetadura (4) que impide las fugas entre los elementos. Esta válvula va montada en la conexión de salida de la motobomba y permite la salida del fluido a presión de la bomba a través de la conexión (6).

Cuando la bomba no está operando, la válvula permanece cerrada por la acción del muelle (5), que impide el flujo inverso de fluido del sistema hacia la bomba y el depósito, cuando se utiliza la bomba manual. (casa212-400)

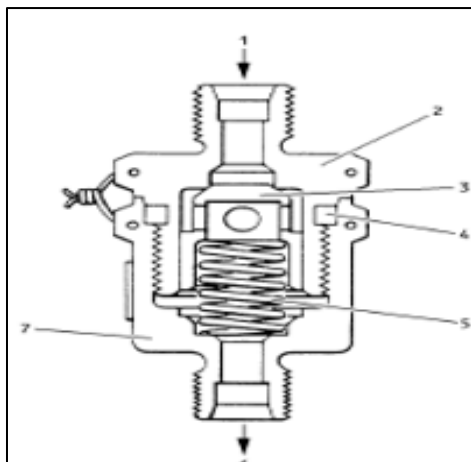


Figura 23. Válvula anti-retorno
Fuente: (casa212-400)

2.7 Motores Avión Casa 212-400

Constan de 2 motores, fabricados por ALLIEDSIGNAL AEROSPACE, turbohélice, modelo TPE331-12JR-701C.

- Los motores proporcionan:

100 % RPM	1.591 rpm.
100 % TQ.	3.055 lbf. / ft.

Dispone de un compresor centrífugo de dos etapas y una turbina axial de tres etapas, al 10% de RPM inyecta combustible pulverizado en la cámara de combustión, la turbina utiliza la energía generada por los gases para mover el compresor, los accesorios del motor y la hélice. (ACADEMY, 1999)

Los componentes principales para la gestión de potencia son: la FCU, gobernador de la hélice y la PPC, la EGT residual para un arranque manual o automático es de 200°C o menos. (ACADEMY, 1999)

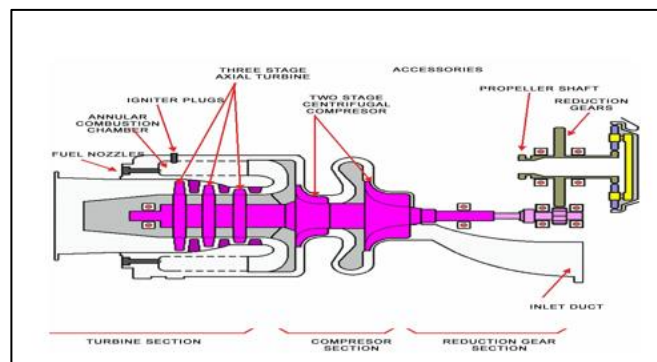


Figura 24. Planta de potencia (Motor)

Fuente: (ACADEMY, 1999)

2.7.1 Lubricantes

Únicamente los aprobados por el fabricante, no está permitido las mezclas de diferentes marcas de lubricantes.

Tabla 1

Tipos de Lubricantes

Aprobado por Allied Signal	Tipo de Aceite	Especificación	Marcas Aprobadas
EMS53110	Aceites Tipo II	MIL-L-23699B	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mobil Jet Oil II. ✓ Exxon 2380 Turbo Oil. ✓ Chevron Jet Engine Oil No. 5

Fuente: (ACADEMY, 1999)

2.7.2 Capacidad y Consumo de lubricantes

Este tipo de motor tiene una capacidad en el tanque del motor de 6.86 litros (7.25 qt.), el consumo utilizable en el tanque del Motor es de 4.97 litros (5.25 qt.) y máximo consumo permitido es de 0.02 gln./h./motor. (ACADEMY, 1999)

2.7.3 Tipos de arranque del motor

Existen 4 tipos de arranque en este motor las cuales son las siguientes:

- En tierra en modo automático.
- En tierra en modo manual.
- En vuelo en modo automático.
- En vuelo en modo manual.

2.7.4 Arranque del motor

Para cualquier arranque se utiliza el panel de arranque en el techo de la cabina de vuelo, cuando falla el computador SRL, tendríamos que realizar un arranque manual, un arranque automático es un arranque normal se realiza en condiciones normales de temperatura y SRL.

2.7.5. Arranque automático en tierra

Las condiciones previas para el arranque son:

- Freno de estacionamiento colocado
- Interruptor SER/PAR 24 v.
- Usar planta externa si se dispone.
- Palanca de RPM en taxi.
- Palanca de potencia en FI.
- Hélices libres y empestilladas.
- Interruptor SRL/TTL en BOTH
- Válvulas de combustibles abiertas

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminar

En este presente capítulo detallare lo pasos e ítems de la INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES ANTIVIBRACION DEL MOTOR HONEYWELL TPE331-12J P/N: 3108170-3, ACORDE A REFERENCIA DE MANTENIMIENTO 71-20-00 DEL AVION CASSA C212-400 PERTENECIENTE A LA 15-BAE. Para lo cual me guie por conocimientos adquiridos en la Unidad de Gestión de Tecnologías y de gran ayuda por parte del personal de técnicos militares del Grupo Aéreo No.44 "Pastaza" y la supervisión de mi Tutor de tema de titulación el Sr. Tlgo. Cristian Díaz. Como toda tarea de mantenimiento de aviación el técnico debe regirse a los manuales de mantenimiento del avión para trabajar con toda seguridad y estar claros de lo que vamos a realizar ya que en esta tarea de mantenimiento nos manda a desmontar el motor del avión para realizar una inspección visual de los soportes anti vibración por tal motivo vamos a utilizar herramientas especiales y debemos ser muy cautelosos porque es una parte critica de la aeronave. En la tarea de mantenimiento según el manual capítulo 71-20-00 una vez desmontado el motor nos manda a colocarlo en un carro soporte para realizar cualquier tarea de mantenimiento y tener la opción de movilizar al motor a cualquier sección en los diferentes talleres del centro de mantenimiento. Como trabajo practico de tema de titulación realice un carro soporte móvil para colaborar al área de mantenimiento de la sección Cassa C212-400 la cual es encargada de mantener operable a estas aeronaves, que opera en las pistas cortas de la región oriental del Ecuador y realiza diferentes actividades como abastecimiento militar y saltos de paracaidismo.

Para la construcción de este carro soporte me base en el manual de herramientas especiales y una gran ayuda por parte de los técnicos ya que gracias a ellos me guiaron para agregarle unas modificaciones para que sea más útil para las tareas programadas de mantenimiento y así de esta manera colaborar para que los componentes de este motor estén en un óptimo funcionamiento y mantener la operatividad de estas aeronaves que vuelan mayormente por los cielos de nuestro Oriente Ecuatoriano.

3.2 Medidas de seguridad para inspeccionar de los soportes anti vibración.

En toda actividad antes de realizar cualquier cosa debemos tomar en cuenta la importancia de las medidas de seguridad. Más es primordial en el campo aeronáutico ya que al manipular diversos materiales y componentes ponemos en riesgo nuestra integridad y la de muchas personas que directa e indirectamente trabajan a nuestro alrededor y de esta manera ponemos a buen recaudo el bienestar del personal y aeronavegabilidad de las aeronaves por lo que debemos tener en cuenta:

- El uso de Equipo de Protección Personal (EPP).
- Puntos de anclaje y seguridad del Aeronave en Tierra.
- Utilización correcta de herramientas y equipos especiales (calibración).
- Puntos críticos de Señalética en zonas de precaución e identificación.
- Correcto uso de manuales de mantenimiento actualizados.
- Chequeo y comprobación del funcionamiento del soporte móvil del motor.
- Aprobación por parte de los técnicos de la aeronave.
- La carga de izado del motor debe ser superior a 300kg.

3.3 Inspección de los soportes anti vibración según AMM 71-20-00.

Antes del montaje del motor se debe realizarse la siguiente inspección/comprobación en los soportes anti vibración para los cual vamos una lupa y más que todo el nivel de pericia del técnico nos dirá el estado, que se encuentra estos elementos.

3.3.1 Procedimientos de la inspección de los soportes anti vibración

Soportes Anti vibración Anteriores

a) Desmontaje

- 1.- Quitar y desechar el pasador de aletas, tuercas y la arandela.
- 2.- Quitar el conjunto moldeado anterior.
- 3.- Quitar los cuatro tornillos y las arandelas que sujetan la placa a la carcasa de la caja de engranajes de accionamiento de accesorios del motor.
- 4.- Separar la placa del motor y sacar, del tornillo la placa, el manguito y el conjunto moldeado.
- 5.- Quitar los montantes y sus correspondientes cables de masa del herraje soporte.
- 6.- Cortar y desechar el alambre de frenado. Quitar las tuercas, arandelas, tornillos y quitar el separador y el herraje soporte del yugo.

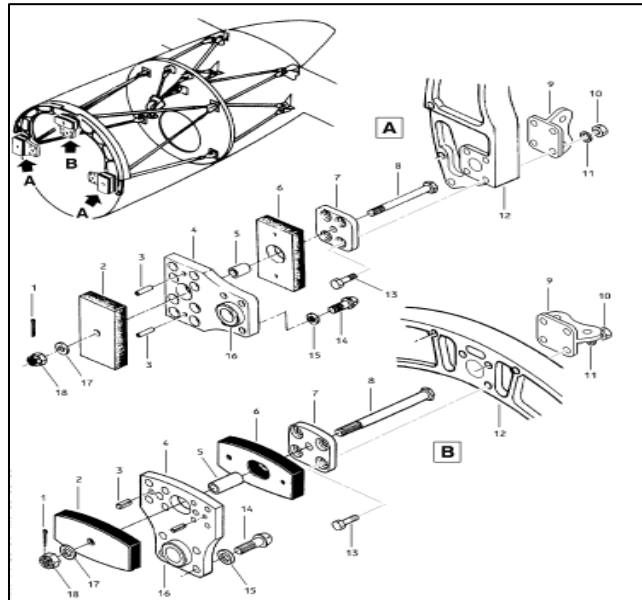


Figura 25. Soportes anti vibración anterior
Fuente: (casa212-400)

b) Preparación del Componente de Repuesto

Peligro: el alcohol isopropílico y la metil-etil-cetona (mek) son Inflamables y tóxicos, no debiéndose exponer al calor ni a Las llamas. Debe evitarse inhalar los vapores, así como el contacto prolongado con los líquidos. El personal que se sienta indispuesto tras una exposición a estos líquidos o a sus vapores, debe solicitar inmediatamente atención médica.

Precaución: usar solamente productos de limpieza aprobados. No sumergir nunca componentes pegados en los productos de limpieza, ya que podrían resultar dañados.

1.- Cerciorarse de que todos los componentes de la instalación están limpios y no presentan daños. Si es necesario, limpiar los conjuntos moldeados que está pegados, usando un paño exento de pelusa, humedecido en alcohol isopropílico o producto equivalente aprobado, y lavar las piezas metálicas con MEK u otro producto equivalente. Secar, utilizando un paño exento de pelusa.

2.- Cerciorarse de que las superficies de contacto de la caja de engranajes de accionamiento de accesorios y el yugo está limpias y sin dañar.

3.- Efectuar la inspección/comprobación



Figura 26. Soporte anti vibración anterior
Fuente: (casa212-400)

c) Montaje

Precaución: tener cuidado de no dañar las superficies de las partes laterales del separador y del conjunto de la placa lateral.

1.- Poner el tornillo (8) en el separador (7) y asegurar el separador al yugo (12) y al herraje soporte (9) con los tornillos (13), arandelas (11) y tuercas (10). Apretar las tuercas (10) al par normalizado entre 46 y 57,5 Nm (34 y 42,6 lb.pie). Frenar con nuevo alambre de frenado.

2.- Montar los correspondientes montantes y sus cables de masa al herraje soporte (9).

3.- Meter el conjunto moldeado (6), el manguito (5) y la placa lateral (4) en el tornillo (8). Encajar el conjunto moldeado con la placa lateral, colocando los pasadores grandes y pequeños (3) de la placa lateral en sus respectivos agujeros del conjunto moldeado. Cerciorarse de que al manguito (5) pasa a través del agujero ovalado grande de la placa lateral.

NOTA: Montar la placa (4) con el saliente (16) dirigido hacia la cara de la caja de engranajes de accionamiento de accesorios. (4) Poner el conjunto moldeado (2), metiendo antes los pasadores grandes y pequeño (3) de la placa lateral en sus respectivos agujeros. (5) Poner la arandela (17) y la tuerca (18). No apretar en este paso. (6) Poner las piezas ensambladas con el saliente (16) de la placa lateral alineado con el agujero correspondiente de la carcasa de la caja de engranajes de accionamiento de accesorios. Apretar la tuerca (18) a un par de apriete entre 83,5 y 98,2 Nm (61,6 y 72,5 lb.pie) y frenarla con un pasador de aletas (1) nuevo. (7) Asegurar la placa lateral (4) a la carcasa de la caja de engranajes de accionamiento de accesorios con las cuatro arandelas (15) y los tornillos (14). Apretar los tornillos (14) a un par de apriete entre 45 y 50,6 Nm (33,3 y 37,5 lb.pie).

2.- Quitar y desechar el pasador de aletas (5). Quitar la tuerca (6), la arandela (4) y el tornillo (2) que aseguran el montante inferior (7) del subconjunto del soporte anterior al soporte (3) del muro cortafuegos.

3.- Girar el subconjunto hacia arriba hasta que el terminal de horquilla (8) deje libre la carcasa del soporte anti vibración.

4.- Cortar y desechar el alambre de frenado. Desenroscar la contratuerca (12). Anotar el número de hilos de rosca (13) que están al descubierto como ayuda para el montaje.

5.- Desenroscar y quitar el soporte anti vibración posterior (14).

6.- Para retirar el conjunto moldeado (16) del soporte, quitar el anillo de seguridad (17) y presionar hacia afuera el conjunto moldeado, usando una prensa manual o equipo similar, mientras se Apoya uniformemente el soporte anti vibración posterior (14).

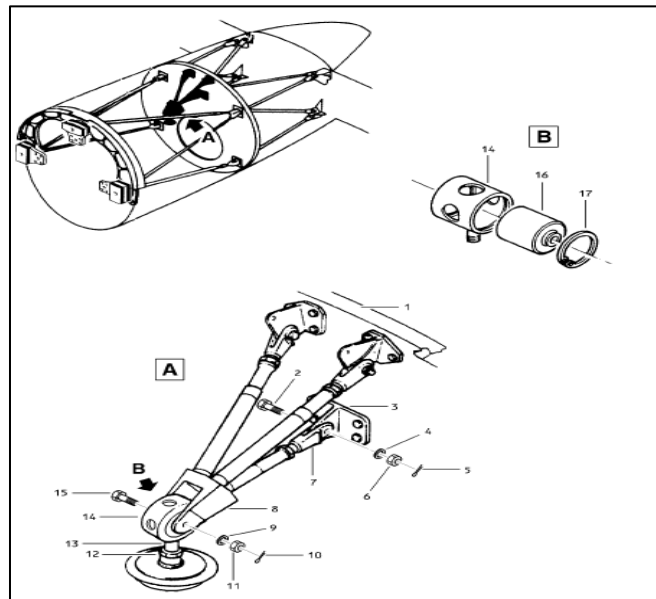


Figura 28. Soportes posteriores

Fuente: (casa212-400)

b) Preparación del componente de repuesto

Peligro: el alcohol isopropílico y la metil-etil-cetona (mek) son inflamables y tóxicos, no debiéndose exponer al calor ni a las llamas. Debe evitarse inhalar los vapores, así como el contacto prolongado con los líquidos. El personal que se sienta indispuerto tras una exposición a estos líquidos o a sus vapores, debe solicitar inmediatamente atención médica.

Precaución: usar solamente productos de limpieza aprobados. No sumergir nunca componentes pegados en los productos de limpieza, ya que podrían resultar dañados.

1.- Cerciorarse de que el conjunto moldeado (16) y el soporte anti vibración (14) están limpios y no presentan daños. Si es necesario, limpiar los conjuntos moldeados que está pegados,

Usando un paño exento de pelusa, humedecido en alcohol isopropílico o producto equivalente aprobado, y lavar las piezas metálicas con mek u otro producto equivalente. Secar, utilizando un paño exento de pelusa.

2.- Cerciorarse de que las superficies de contacto están limpias y no presentan daños. Introducir el conjunto moldeado (16) en el soporte anti vibración posterior (14) utilizando una prensa manual o equipo similar. Asegurarlo con el anillo de seguridad (17).

3.- Efectuar la inspección/comprobación.

c) Montaje

1.- Cerciorarse de los hilos de rosca (13) están limpios y sin daños. Atornillar el soporte anti vibración posterior (14) en la posición apropiada del motor, dejando el mismo número

de hilos de rosca al descubierto que se observó al desmontar. Cerciorarse de que la parte roscada está en condiciones de seguridad.

2.- Alinear el soporte anti vibración posterior (14) adecuadamente para asegurar su correcto acoplamiento con el terminal de horquilla (8) del subconjunto. Atornillar la contratuerca (12). Apretar al par normalizado.

3.- Girar el subconjunto y asegurar el montante inferior (7) al soporte del muro cortafuegos (3) con el tornillo (2), la arandela (4) y la tuerca (6). Apretar el tornillo (2) a un par entre 7,3 y 7,9 nm (5,4 y 5,8 lb.pie) y frenar con pasador de aletas (5) nuevo.

4.- Alinear el terminal de horquilla (8) con el soporte anti vibración (14). Meter el tornillos (15) y asegurarlo con la arandela (9) y Nm (5,4 y 5,8 lb.pie) y frenar con pasador de aletas (11) nuevo.

d) Prueba

(1) Hacer una prueba del motor en tierra, y cerciorarse de que el grado de vibración es aceptable.

e) Operaciones Finales

1.- Montar el soporte superior y los capós laterales

2.- Abrir los capós y comprobar la seguridad de fijación del conjunto de bancada.

3.- Cerciorarse de que la zona de trabajo queda limpia y libre de herramientas, equipos y objetos extraños.

4.- Retirar la plataforma de acceso.

5.- Quitar los clips de seguridad con banderola y meter los interruptores automáticos sacados anteriormente.

6.- Retirar los avisos de peligro

7.- Cerciorarse de que todas las herramientas y equipos han sido retirados de las inmediaciones del avión.

3.4 Construcción del soporte móvil del motor HONEYWELL TPE331-12JR

3.4.1 Selección del material para construir el soporte del motor.

Para realizar una correcta selección del material vamos a buscar lo mejor en material férreo de buena calidad ya que este va a soportar 300kg de peso del motor.

Tabla 2

Materiales a utilizar para carro soporte del motor

QTY	DESCRIPCION	MEDIDAS	OBSERVACIONES
03	TUBOS REDONDOS	2 "PLG	ISO
02	TUBOS REDONDOS	3"PLG	CED. 40MM
02	RUEDAS CON FRENO	90KG	
02	RUEDAS SIN FRENO	90KG	
01	ELECTRODOS	6011	AGA
01	PINTURA FONDO GRIS	¼	WESCO
01	PINTURA AMARILLA CATERPILLAR	¼	WESCO
01	TINHER	GALON	

3.4.2 Elementos usados para la construcción

Para este tipo de trabajos la seguridad es muy importante al momento de realizarlos por tal motivo se debe tener el equipo necesario para precautelar nuestra seguridad y herramientas a utilizarse durante la construcción del soporte, ya que es parte primordial en todo entorno de trabajo para cumplir con los objetivos establecidos sin consecuencias negativas que lamentar por las tareas realizadas por que en este proyecto vamos a cortar, soldar y trabajar con materiales ferrosos.

3.4.3 Diseño del soporte del motor.

Para la construcción de este soporte vamos a seguir el diseño que nos indica el C212 manual ilustrado de herramientas y equipos en el capítulo 72-60-00 pagina 1 Carro soporte de motor con el PART NUMBER: CA32100-0001. Ya que es una necesidad del grupo aéreo 44 “. Al momento de empezar la construcción del carro soporte tuvimos la colaboración de ideas por parte de los técnicos encargados del motor TPE331-12JR que me indicaron que si fuera posible haga que este soporte sea giratorio para colocar al motor en la posición que sea más conveniente para dar mantenimiento a cualquiera de sus accesorios más bien dicho que pudiera girar 180 grados. Por tal motivo tuve que aumentar piezas de matricera para llegar a dicho objetivo pero guiándome principalmente por el diseño del manual ilustrado de herramientas y equipos.

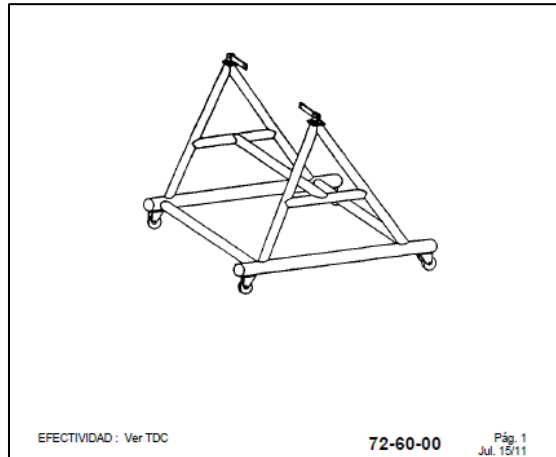


Figura 29. Soporte del Motor
Fuente: (MILYTARY, 1998)

3.4.4 Diseño con ayuda de los técnicos encargados del motor

El primer diseño es el que nos indica en la figura No. 29 es según el manual ilustrado de herramientas y equipos pero por necesidad de los técnicos encargados del motor vamos adecuarlo a manera que ellos me indican para de esta manera brindar más facilidad al momento de trabajar sobre este. Pero sin descuidar que tenga que brindar seguridad y tenga la suficiente capacidad de soportar más de 250 kg que es el peso neto del motor.



Figura 30. Carro soporte de motor.

3.5 Pasos para la construcción del Carro Soporte del Motor

3.5.1 Adquisición de materiales

Para adquirir los materiales acudimos a varias ferreterías buscando calidad resistencia y comparación de precios pero a la final hablando con personal entendido en este tema la recomendación fue que utilicemos material en tubo redondo ced.40mm este material se utiliza para las conexiones de tuberías de petróleo ya que es muy resistente y soporta alta presiones y también utilizar tubería con norma ISO que es muy buena calidad de buen espesor recomendables para este tipo de trabajos.



Figura 31. Tubería ced.40mm y tubería ISO.

3.5.2 Cortes y trazos.

Para realizar los cortes de los tubos se debe realizar un trazo para que no salgan descuadrados y al momento de soldar no tengamos que estar cortando nuevamente para realizar el corte utilizamos una amoladora con un disco de corte.

Precaución: Para utilizar la amoladora debemos colocarnos el equipo de protección (EPP).



Figura 32. Cortes de los tubos.

3.5.3 Unión y soldadura de los tubos

Una vez con todos los tubos cortados a las medidas correctas y cortes en 45 grados perfectos procedemos a formar la estructura. Y para unirlos vamos a utilizar una soldadora eléctrica con electrodos marca AGA 6011.

Se utilizó punto de suelda para realizar la construcción de la estructura y esta poder ser moldeable hasta conseguir la forma, de un espaldar de la estructura del soporte pero paso a paso vamos poniendo a nivel y escuadra para que no falle al momento de unir todas sus partes. Terminado el proceso de suelda para la estructura del soporte, se debe dejar limpio si limallas ni rebabas eliminándolos con la ayuda de un cepillo metálico para dejar una superficie libre de impurezas y con un terminado de calidad.



Figura 33. Unión de espaldares del soporte.

3.5.4 Unión de los espaldares del carro soporte del motor.

Después de unir los dos espaldares del carro soporte del motor procedemos a unir los para que de esta manera ya tomando forma mi trabajo y seguir avanzando. Siempre debemos tener en cuenta los niveles y el descuadre para que al final de unirlos no vaya a fallar y tengamos que cortar y soldar nuevamente. Cabe recalcar que estos espaldares soportaran unas piezas de matriceria que van a sujetar al motor por eso deben ser bien resistentes y deben estar muy bien soldadas.



Figura 34. Regulación de espaldares del soporte.

3.5.5 Colocación de Placas de metal en la estructura del soporte

Para asentar el mecanismo giratorio del soporte debemos colocar unas placas metálicas de 4mm de espesor de dimensiones 20cm x 15cm sobre la estructura debemos dejarlas bien soldadas ya que están soportaran casi todo el peso del motor y sus conjunto giratorio.



Figura 35. Conjunto giratorio del soporte

3.5.6 Unión de todas las partes y remate de soldadura de la estructura.

Una vez realizados todas las partes de la estructura del carro soporte del motor vamos a proceder a unir y rematar con una soldadora eléctrica utilizando electrodo 6011 que nos brinda una buena penetración y unión de los dos materiales de metal con una gran resistencia y durabilidad y un buen acabado en la superficie soldada.



Figura 36. Soldadura del soporte móvil.

3.5.7 Colocación de ruedas

De acuerdo al plano estructural del Carro soporte del motor en la parte inferior de la estructura contiene ruedas para poder ser movilizadado de un lugar a otro sin mayores dificultades para esto vamos a colocar dos ruedas con freno y dos ruedas sin freno. Las cuales tienen la capacidad cada una de soportar 90kg de peso y como son cuatro ruedas sumando las cuatro soportarían 360 kg que es superior al peso del motor. De esta manera procedemos a soldar una rueda a cada esquina.



Figura 37. Colocación de ruedas

3.6 Proceso de pintura

3.6.1 Aplicación del primer o protección de fondo y equipo de seguridad

El material utilizado es tubo negro metálico, se procede a limpiar todo exceso de grasa e impurezas para posteriormente darle una pasada de lija al tubo completamente quitando la superficie apera del tubo y así tener una mejor adherencia de la pintura y un mejor acabado. Se elimina el exceso de suelda utilizando un disco de desbaste para metal para proceder a realizar el acabado de pintura con materiales de pintura de alta calidad que nos dé una buena resistencia y un acabo perfecto a nuestro trabajo. Para realizar este trabajo se debe utilizar el siguiente equipo de seguridad:

- Overol de trabajo
- Guantes
- Mascarilla
- Gafas

3.6.2 Aplicación de pintura tipo fondo gris mate

Una vez limpia la superficie de nuestra estructura procedemos aplicar el color gris mate de la marca de pintura industrial wesco la cual nos da un acabado de color mate gris la capa de esta pintura es de espesor de 30 a 50 micras entre dos manos con un tiempo de secado de una hora. Esta capa protectora protege al soporte contra la corrosión.

Para aplicar el fondo de pintura de color gris mate, se debe preparar el compresor de aire, mangueras, pistola pulverizadora y los equipos de seguridad como guantes y mascarilla ya que la pintura contiene plomo y es toxico para la salud y con esto evitar problemas a futuro.



Figura 38. Aplicación de fondo gris mate

3.6.3 Aplicación de pintura amarilla Caterpillar acabado final

Una vez seca la pintura fondo gris mate se procede a preparar la pintura amarilla Caterpillar y colocar la mezcla con tinher en la pistola de pintura y conectar la manguera al compresor y así aplicar el fondo de forma homogénea en todas las secciones de la estructura utilizando el atomizador de punto.



Figura 39. Aplicación de pintura.

3.6.4 Características de la pintura Wesco Atomix

Es un esmalte sintético para la protección de metal, madera y paredes. Ofrece gran resistencia contra los agentes atmosféricos, su secamiento es rápido y de alto brillo. Posee una amplia variedad de colores y cumple con la Norma NTE INEN 2094. El esmalte Atomix sirve como acabado sobre superficies metálicas, madera y mampostería en general, en interiores y exteriores donde se requiere gran belleza y protección. Diluya Atomix con tiñer laca en función de la herramienta de aplicación y del tipo de producto. (WESCO, s.f.)

Atomix colores metalizados:

Tabla 3

Relación de mezcla de pintura wesco

Brocha/Rodillo	20:1	20 partes de pintura y 1 de thinner laca
Soplete	10:1	10 partes de pintura y 1 de thinner laca

Fuente: (WESCO, s.f.)

Se recomienda aplicar 2 manos de pintura para garantizar la resistencia y protección. Diluya únicamente la cantidad de pintura que se vaya a aplicar. Aplique con temperatura entre 5°C y 30°C.

3.6.5 Especificaciones

Tabla 4

Especificaciones Pintura Wesco

ACABADO	BRILLANTE MATE
NUMERO DE MANOS RECOMENDADAS	2 A 3 MANOS SEGÚN COLOR
ESPEJOR RECOMENDAO A PELICULA	35 A 50 MICRAS
SECA	
RENDIMIENTO TEORICO A 25 MICRAS	10 M POR LITRO Y POR MANO
TIEMPO DE SECADO	2 A 3 HORAS EN 25 MICRAS

Fuente: (WESCO, s.f.)

3.7 Partes móviles y giratorias del carro soportes del motor

Para la construcción de las partes giratorias que van a soportar al motor TPE331-12JR acudí a trabajar con materiales de acero inoxidable, pero con lingotes para trabajar en una fresa y torno guiándome por el molde de los soportes anti vibración. El material a utilizarse fue también unas chumaceras las cuales soportan el peso del motor y según sus especificaciones soportan hasta media tonelada y trabajan en conjunto con todo el soporte del motor estas nos permiten dar el movimiento al motor acoplado a sus rodamientos internos y a una rueda hecha el material de acero bruto de alta resistencia.



Figura 40. Chumaceras.

3.7.1 Piezas realizadas en el torno

Para dar el movimiento al motor asentado en el carro soporte se realizó unas piezas móviles que brindan movimiento giratorio al motor en 180 grados para lograr estas piezas me base en la ayuda de técnicos y de copias exactas de los soportes anti vibración.



Figura 41. Piezas realizadas en el torno

3.8 Presupuesto

Mi presupuesto inicial para realizar este trabajo practico de mi monografía que presente en el anteproyecto era un presupuesto con un valor promedio que iba entre los \$620 dólares de los Estados Unidos de Norte América los cuales no eran valores fijos, pero durante todo el tiempo y desarrollo del proyecto se llegó a estos gastos totales.

Costos primarios

- Materiales y herramientas

Costos secundarios

- Trámites de solicitudes de graduación y movilización
- Protocolización de documentos de legalización
- Varios

3.8.1 Costos primarios

Tabla 5

Costos Primarios

DESCRIPCIÓN (MATERIAL)	CANT.	P / U	VALOR TOTAL
TUBO REDONDO 3" PLG	4	25,00	100,00
TUBO REDONDO 4" PLG	3	27,00	81,00
SUELDA	10 kg	2,50	25,00
SOPORTES TORNEADOS	3	150,00	150,00
AMOLADORA	2 discos	3,00	6,00
PINTURA	2 litros	7,00	14,00
GASTOS DE FERRETERÍA	Varios	30,00	30,00
RUEDAS CON SEGURO	4	10,00	40,00
VALOR TOTAL			\$ 446,00

3.8.2 Costos secundarios

Tabla 6

Costos Secundarios

DESCRIPCIÓN (MATERIAL)	CANT.	P / U	VALOR TOTAL
útiles de escritorio	Varios		30,00
transporte y alimentación	-		100,00
imprevistos	30%		30,00
VALOR TOTAL			\$ 160,00

3.8.3 Costo total del proyecto de grado

Tabla 7

Total de costos del proyecto

N°	DETALLE	VALOR TOTAL (USD)
1	Gastos primarios	\$ 446,00
2	Gastos secundarios	\$ 160,00
	TOTAL	\$ 606,00

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Para tener un tema de monografía se realizó una investigación a técnicos de la sección avión Cassa C212-400 sobre alguna necesidad en el área de mantenimiento aeronáutico y supieron manifestarme que no disponían de un carro soporte del motor honeywell TPE331-12JR para trabajar y poder trasladarlo a otros talleres y mantenerlo operable cuando este era desmontado por motivos de mantenimiento.
- Se realizó la tarea de mantenimiento 71-20-00 del manual de mantenimiento que manda a hacer una inspección visual de los soportes anti vibración del motor honeywell TPE331-12JR del avión Cassa C212-400 siguiendo los ítems de inspección del manual con ayuda de los técnicos del motor.
- La construcción de un carro soporte del motor fue realizada en base al C212 manual ilustrado de herramientas y equipos pero con la ayuda de los técnicos del motor TPE331-12JR quienes me pidieron que se modificara para que este sea giratorio para dar de mantenimiento a sus componentes.
- En la construcción del carro soporte del motor se trabajó con materiales que cumplen con buenas especificaciones para que puedan soportar el peso del motor y finalmente se dio un buen acabado de pintura para que no se le pegue corrosión ya que esta herramienta va ser utilizada en el oriente Ecuatoriano que es donde operan este tipo de aviones en el Grupo Aéreo 44 "Pastaza".

4.2 Recomendaciones

- Mi recomendación en este tema de monografía es que siempre que vayamos a trabajar en lo más mínimo referente a la aviación siempre recurrir a los manuales y estar actualizándonos día a día jamás trabajar empíricamente ya que cualquier trabajo realizado en una aeronave es registrado y es de mucha responsabilidad cumplir correctamente nuestro trabajo.
- Cumplir y hacer cumplir todas las medidas de seguridad cuando se realice el mantenimiento del motor u otro componente más cuando vamos a trabajar con líquidos peligrosos e inflamables, herramientas y equipos especiales exclusivos de la aeronave.
- No saltarse los ítems establecidos en la tarea de mantenimiento ya que todos son muy importantes para el normal funcionamiento de todos los sistemas y debemos saber que cada aeronave tiene su diferente manual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACADEMY, A. (1999). PLANTA DE POTENCIA. casa212-400. (s.f.). *aircraft maintenance manual*.
- ECUATORIANA, F. A. (04 de Noviembre de 1920). *EL TELEGRAFO 1*. Obtenido de fae.mil.ec/hitos/.
- ECUATORIANA, F. A. (22 de JULIO de 1932).
- Flickr Hive Mind. (29 de Enero de 2005). *Aeropassion*. Recuperado el 4 de Julio de 2017, de <https://hiveminer.com/Tags/125,bae/Recent>
- FlightSafety International. (1997). *HAWKER 800 XP PILOT TRAINING MANUAL VOLUME 2*. New York: Wilmington.
- FUERZA AEREA ECUATORIANA. (29 de Septiembre de 1913). PRIMER AVION ECUATORIANO. Recuperado el 27 de Junio de 2017, de <http://www.eluniverso.com/2004/09/10/0001/12/9B6B49B372A14C35B7C5A5DA-AA01E971.html>
- FUERZA AEREA ECUATORIANA*. (2019).
- Göde, M. (30 de Noviembre de 2016). *British Aerospace BAe 125*. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de http://www.wikiwand.com/es/British_Aerospace_BAe_125
- Johansson, A. (30 de Enero de 2016). *Power Jets*. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de <http://www.powerjets.co.uk/Viper%20theory.htm>
- Martínez, D. (9 de Julio de 2017). *Aviación General*. Recuperado el 23 de Julio de 2017, de <http://aviaciongeneralnavy.blogspot.com/2017/07/motores-turbojet.html>
- MILYTARY, A. (1998). *Manual Ilustrado de herramientas*. Madrid: EADS CASSA.
- PROPIA. (s.f.).
- ROLLS - ROYCE. (1964). *MAINTENANCE MANUAL, CHAPTER 71*. Hartfield: BRITISH AEROSPACE: AIRCRAFT GROUP.
- Saade, J. (12 de Julio de 2009). *JasaAviation*. Recuperado el 23 de Julio de 2017, de <http://jasaaviation.blogspot.com/2009/07/todo-sobre-los-motores.html>
- Saranga, D. (18 de Julio de 2016). *The Blueprints.com*. Recuperado el 26 de Junio de 2017, de https://www.the-blueprints.com/blueprints/modernplanes/hawker/73707/view/hawker_siddeley_hs_125/
- 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>

WESCO, P. (s.f.). *PINTURAS WESCO*. Obtenido de
<https://www.pinturaswesco.com/atomix-pintura-automotriz/>

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MÉCANICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor CBOP. DE A.E GUACHAMIN SHUGULI, CRISTÓBAL FABIÁN.

En la ciudad de Latacunga a los 22 días de Enero del 2020.

Aprobado por:

