

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

“CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR”

POR:

EGAS CALAHORRANO DAVID JONATHAN

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. DAVID JONATHAN EGAS CALAHORRANO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

TLGO. RODRIGO BAUTISTA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Junio 15 del 2011

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a todas las personas que creyeron en mí.

A mi Jesús por permitirme ser un profesional y poner mi título a tu servicio mi Dios, eres mi ayudador, proveedor todo lo puedo en Ti porque tú me fortaleces en medio de la prueba.

A mis padres, Orlando, Adriana los amo, fueron un apoyo incondicional y lo siguen siendo al permitirme soñar, enseñándome a alcanzarlos con humildad, sencillez, respeto, siempre bajo el temor de Dios.

A mis hermanos Orlando, Marina, Jenny, Ismael por extenderme la mano y siempre tener palabras de aliento en todo momento.

A mi tía Mariela por tus múltiples consejos desde muy pequeño.

A Mary, José quienes son un apoyo en mi vida y nunca me dieron la espalda.

Abuelita te extraño Marinita, me viste alcanzar mi bachillerato en la tierra y sé que ahora que estas descansando, desde el cielo me estás viendo gracias por tu inmenso amor y ejemplo.

Todas las personas que demostraron en mi vida que la amistad existe y es el tesoro más importante que Dios nos lo dio para ser uno solo en él, Gus, David, Olo, Charlie, Gazú, Mauro primo, Jady, Yess, Cathy, Andreita N, gracias muchachos.

Jonathan David Egas Calahorrano.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi Dios Jesús porque a pesar de mis errores siempre me ayudaste, llenaste de bendiciones mi vida, eres el faro que me guía y me ayudará el resto de mi vida nunca me dejes porque mi vida sin tu amor realmente no tendría valor.

Agradezco a mis padres Orlando, Adriana por el apoyo sin medida durante mi carrera, por el ejemplo que me dan cada día, por alimentar mi ego alentándome a alcanzar mis objetivos metas e ideales los amo gracias porque desde muy pequeño respetaron mis pensamientos y corrigieron mis malas actitudes.

Al ITSA por haberme abierto las puertas y entregándome conocimientos que me servirán para toda la vida.

Gracias a KLM compañía Holandesa que confió en mí, al equipo de trabajo de Mantenimiento Ecuador, David, Héctor, Hernando, Fabricio, Darwin por llenar mi mente de expectativas y metas.

Muchas gracias a todos quienes me ayudaron y apoyaron de manera desinteresada

Dios los bendiga a todos

Jonathan David Egas Calahorrano.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	1
SUMMARY	2
CAPÍTULO I	3
CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e Importancia	4
1.3 Planteamiento de objetivos:	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Alcance.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Renovación de aire.....	6
2.2 Ventilación	6
2.3 Ventilador	7
2.3.1 Historia del ventilador.....	7
2.3.2 Aplicaciones generales	7
2.3.3 Clasificación	8
2.3.4 Componentes de un ventilador axial básico.....	13
2.3.5 Razones por las que se debe considerar los ventiladores axiales cuando se trate de mover gases especialmente aire.	14
2.3.6 Leyes que rigen a los ventiladores	15
2.4 Aire y sus componentes	17

2.4.1	Propiedades físicas	17
2.5	Flujo.....	17
2.5.1	Tipos de flujo.....	18
2.6	Caudal	19
2.7	Presión	19
2.8	Fluido.....	19
2.9	Landing gear (trenes de aterrizaje) introducción básica	20
2.9.1	Tren de aterrizaje y su función	20
2.9.2	Tren de aterrizaje configuración por disposición y números de ruedas ..	21
2.9.3	Elementos del tren de aterrizaje.....	24
2.10	El Carbono	43
2.11	Avión MD-11 datos principales.....	44
2.11.1	Descripción dimensional	48
CAPÍTULO III.....		55
DESARROLLO DEL TEMA.....		55
3.1	Preliminares (Situación actual).....	55
3.2	Planteamiento de alternativas	57
3.2.1	Ventiladores axiales y sus características para escogerlos como sistema de ventilación para mover aire.	58
3.3	Análisis.....	59
3.3.1	Aspectos relevantes y tabla de ponderación que sustenta la selección del ventilador axial realizada por la compañía KLM Ecuador.....	59
3.4	Construcción del sistema de ventilación.....	60
3.5	Proceso de construcción	62
3.5.1	Montaje del ventilador axial en el soporte	62
3.5.2	Ilustración en planos bidimensionales de la carcasa de seguridad.....	63
3.5.3	Montaje de ventilador en la carcasa de seguridad.....	66
3.6	Diagrama de flujo de construcción del ventilador	76
3.7	Diagrama de flujo de construcción de la carcasa de seguridad para el ventilador Material: Palastro TOL Galvanizado de 2mm	77
3.8	Diagrama de flujo de construcción del sistema de ventilación	79
3.9	Pruebas y análisis de resultados	80
3.10	Documento de aceptación del usuario	84
3.11	Elaboración de manuales.....	84

3.11.1	Descripción general	84
3.12	Manual de Operaciones, Manual de Mantenimiento y Manual de Seguridad del sistema de ventilación.	85
3.13	Estudio Técnico, Legal y Económico.....	89
3.13.1	Estudio Técnico	89
3.13.2	Estudio Legal	90
3.13.3	Estudio Económico	91
CAPÍTULO IV.....		94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		94
4.1	Conclusiones.....	94
4.2	Recomendaciones.....	95
GLOSARIO		96
ABREVIATURAS Y SIGLAS		97
BIBLIOGRAFÍA		98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ventilación y renovación de aire.....	6
Figura 2.2 Ejemplo de un ventilador sencillo.....	7
Figura 2.3 Ventiladores tuboaxiales	9
Figura 2.4 Ventiladores tuboaxiales	9
Figura 2.5 Ventiladores con aletas de guía	10
Figura 2.6 Ventiladores con curvatura al frente.....	11
Figura 2.7 Tipos de curvatura inversa o inclinada hacia atrás.	12
Figura 2.8 Ventiladores con aspas aerodinámicas.....	12
Figura 2.9 Componentes de un ventilador axial básico.....	13
Figura 2.10 Leyes de los ventiladores.....	16
Figura 2.11 Leyes de los ventiladores.....	16
Figura 2.12 Tipos de flujo.....	18
Figura 2.13 Tipos de flujo.....	19
Figura 2.14 Fluido.....	20
Figura 2.15 Tren de aterrizaje y su función.....	20
Figura 2.16 Tren triciclo.....	22
Figura 2.17 Tren multiciclo	22
Figura 2.18 Tren biciclo.....	23
Figura 2.19 Tren cuadriclo	23
Figura 2.20 Tren triciclo doble.....	24
Figura 2.21 Tren triciclo en línea de tres	24
Figura 2.22 Constitución y operación de los amortiguadores.....	26
Figura 2.23 Articulación de torsión (compas).....	27
Figura 2.24 Ruedas.....	28
Figura 2.25 Fusible térmico de la rueda	29
Figura 2.26 Neumáticos	30
Figura 2.27 Frenos	33
Figura 2.28 Constitución de los frenos	35
Figura 2.29 frenos de acero berilio y carbono	36
Figura 2.30 Frenos de carbono	38
Figura 2.31 Esquema básico del sistema de frenos.....	39
Figura 2.32 Válvula medidora de presión hidráulica.....	41

Figura 2.33 Sistema de antideslizamiento.....	42
Figura 2.34 Avión MD-11.....	44
Figura 2.35 Airplane Description (Model MD-11 GE Engine)	47
Figura 2.36 Dimensiones de trenes de aterrizaje del avión MD-11.....	48
Figura 2.37 Dimensiones estructurales del avión MD-11	49
Figura 2.38 Conjunto de frenos avión MD-11.....	51
Figura 2.39 BTMI (Break temperature monitor/ tire pressure indicating), indicación de temperatura del freno y presión de la llanta.	52
Figura 2.40 Brake temperature sensor.....	53
Figura 2.41 Tire pressure	54
Figura 3.1 Ventilador actual deficiente.	56
Figura 3.2 Cabina MD-11 System Display	56
Figura 3.3 Cabina MD-11 System Display	57
Figura 3.4 Montaje del ventilador axial en el soporte	62
Figura 3.5 Diseño en el programa ScketchUp de manera bidimensional.....	64
Figura 3.6 Láminas de palastro de manera individual y con sus cejas de doblado	65
Figura 3.7 Vista lateral de la carcasa de seguridad del sistema de ventilación....	66
Figura 3.8 Malla de seguridad en la salida de flujo de aire	67
Figura 3.9 Cejas adicionales para el montaje de la malla de seguridad.....	68
Figura 3.10 Diseño del cono de salida en el programa ScketchUp	69
Figura 3.11 Cejas de ajuste.....	69
Figura 3.12 Ensamblando la carcasa de seguridad	70
Figura 3.13 Sujeción de la manija en la parte superior	70
Figura 3.14 Perforación de la manija de carreteo.....	71
Figura 3.15 Medición de orificios para colocar las ruedas transportadora	71
Figura 3.16 Instalaciones del sistema eléctrico.	72
Figura 3.17 Botonera de encendido y apagado.....	72
Figura 3.18 Tapa de seguridad de la botonera.....	73
Figura 3.19 Enchufe polarizado.....	73
Figura 3.20 Filtro de aire.	74
Figura 3.21 Montaje en la parte posterior del ventilador	74
Figura 3.22 Prueba operacional del equipo.....	75
Figura 3.23 Traslado del sistema de ventilación al aeropuerto Mariscal Sucre....	75

Figura 3.24 Pruebas operacionales con el avión MD-11	76
Figura 3.25 Pruebas y análisis de resultados.....	80
Figura 3.26. Recepción del avión MD-11	82
Figura 3.27. Visualización en el System Display Avión MD-11	82
Figura 3.28. Ubicación del ventilador freno No. 6 de manera diagonal	83
Figura 3.29. Monitoreo de la temperatura freno No. 6 en el System Display	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Propiedades físicas y químicas del carbono.	43
Tabla 2.2 MD-11 Características generales y operacionales del avión MD-11	46
Tabla 3.1 Análisis mediante ponderación y relevancias.....	60
Tabla 3.2 Materiales e instrumentos	60
Tabla 3.3 Materiales e instrumentos	61
Tabla 3.4 Materiales e instrumentos	61
Tabla 3.5 Proceso de construcción	63
Tabla 3.6 Montaje de ventilador en la carcasa de seguridad	66
Tabla 3.7 Presupuesto de materiales.....	92
Tabla 3.8 Presupuesto de costos varios	93
Tabla 3.9 Costo total del proyecto.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Anteproyecto del Trabajo de Graduación

ANEXO B Certificado y Requerimientos Técnicos de la Compañía y Referencias Según AMM Y FIM

ANEXO C Planos y Diseño del Sistema de ventilación

ANEXO D Certificado de Aceptación de usuario

ANEXO E Fotografías de especificaciones o de referencias Manual de Operaciones, Mantenimiento y Seguridad del avión MD-11 del Sistema de Ventilación

RESUMEN

El presente proyecto contiene la información requerida para la construcción de un sistema de ventilación con el fin de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11; siendo este proyecto de gran ayuda en un futuro para la aerolínea Holandesa KLM Ecuador.

Detallando el contenido del proyecto en los capítulos siguientes se encuentran:

La teoría requerida para la construcción de un sistema de ventilación como es un ventilador axial, estudio teórico de componentes, y conocimientos fundamentales de manera general de ventiladores.

Información establecida mediante manuales de la aeronave a la cual se aplicará el proyecto y sus generalidades, fabricante, generalidades de la aeronave, tipos de frenos que utiliza, sobre temperatura enfocada al avión MD-11.

La construcción se la realizó mediante diseños y análisis previamente enfocados a mejorar notablemente cada parte y componente previo a su construcción.

Posteriormente se encuentran los análisis de pruebas operacionales dentro de la aeronave en línea de vuelo, de esta manera comprobando que los objetivos planteados se cumplieron a cabalidad, satisfaciendo la necesidad de la compañía Holandesa KLM Ecuador.

SUMMARY

This project contains the information required for the construction of a ventilation system to reduce over-temperature set of brakes MD-11 aircraft, and this project of great help in the future for the Dutch airline KLM Ecuador.

Detailing the content of the project in the following chapters are:

The theory required for the construction of a ventilation system as an axial fan, desk components, and basic knowledge of fans in general.

Information established by the aircraft manuals which apply to the project and its generalizations, manufacturer, general aircraft, types of brakes used on temperature-focused MD-11 aircraft.

Construction was the design and analysis performed using previously focused on improving every part and component significantly prior to construction.

Then there is the analysis of operational testing in the aircraft flight line, thus verifying that the objectives were met fully, satisfying the need for the Dutch company KLM Ecuador.

CAPÍTULO I

CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR

1.1 Antecedentes

Durante mucho tiempo la industria aeronáutica a evolucionado, desarrollando componentes fundamentales para construir aviones, día a día mejorando sus materiales de construcción para una mayor vida útil, y a medida que avanzan las ideas, las necesidades incrementan juntamente.

Por lo que se han creado equipos de apoyo en tierra, componentes que ayudan a disolver notablemente necesidades que presentan las aeronaves al llegar a cada estación o destino.

Los equipos de apoyo y herramientas son de vital importancia, ya que juntamente con un personal de mantenimiento calificado se puede solucionar problemas que se suscitan al término de cada estación de llegada.

Sin embargo a pesar de las diversas necesidades en los aeropuertos y compañías de aviación no existen instrumentos y sistemas de ventilación que ayuden a las operaciones en línea de vuelo.

Uno de esos problemas o deficiencias presenta la compañía KLM Ecuador al presentar sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11 y no poseer un sistema de ventilación adecuado que cubra esta necesidad.

El conjunto de frenos del avión es de vital importancia, siendo estos los que

permiten parar de manera notable en baja carrera a la aeronave; dichos conjuntos necesitan cuidados y mantenimiento diario para su perfecto funcionamiento he ahí que la sobre temperatura en el conjunto de frenos ocasiona pérdidas para las compañías, demoras y por ende insatisfacción en los pasajeros, mediante el presente proyecto se dará solución a esta deficiencia aplicando un sistema de ventilación que ayudará a eliminar demoras e insatisfacción en sus pasajeros y ayudando a mantener la vida útil, durabilidad del conjunto de frenos del avión MD-11 de la compañía Holandesa KLM Ecuador.

1.2 Justificación e Importancia

La aerolínea Holandesa KLM Ecuador tiene como objetivo satisfacer las necesidades de sus usuarios llevándolos a sus destinos, demostrando eficiencia, ergonomía y un servicio de calidad.

A pesar de sus objetivos planteados como una aerolínea internacional no se cubren todas las necesidades a causa de una fuerza mayor y fallas inesperadas, una de ellas es la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11; causando demoras e insatisfacción en sus usuarios.

Por lo tanto este proyecto buscará de manera cuidadosa optimizar el recurso tiempo para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11, mediante un sistema de ventilación.

De esta manera se cubrirá la necesidad que presenta la compañía KLM Ecuador; aportando de esta manera para dar un servicio seguro y de calidad a sus pasajeros.

1.3 Planteamiento de objetivos:

1.3.1 Objetivo general

Construir un sistema de ventilación para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 para la aerolínea Holandesa KLM Ecuador.

1.3.2 Objetivos específicos

- Obtener información suficiente sobre sistemas de ventilación (ventiladores).
- Seleccionar la información más adecuada que ayudara al desarrollo del proyecto.
- Adjuntar como análisis el requerimiento y especificaciones del tipo de ventilador que necesita la compañía KLM Ecuador.
- Seleccionar el ventilador acorde a las especificaciones técnicas que establece la compañía en su departamento de mantenimiento.
- Adquirir el ventilador adecuado como un sistema de ventilación para el conjunto de frenos del avión MD-11 de la compañía.
- Ensamblar y construir la carcasa de seguridad y así concluir con el sistema de ventilación.
- Realizar pruebas de operacionales del sistema de ventilación.

1.4 Alcance

El estudio está enfocado a la selección correcta del ventilador basándose en las especificaciones y requerimientos técnicos solicitados por la compañía KLM, como también el ensamblaje y construcción de una carcasa de seguridad para así formar un sistema de ventilación acorde a los procedimientos especificados en los manuales del avión de manera que beneficie como un equipo de apoyo en tierra a la aeronave, para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 que pertenece a la compañía Holandesa KLM Ecuador.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Renovación de aire

Es la acción de renovar, restablecer la circulación de aire en un entorno.

2.2 Ventilación

El objetivo de dicha acción es renovar el aire mediante la circulación del mismo desde el ambiente hacia un objeto o conjuntos de objetos, como por ejemplo un cuarto mediante un ventilador, en este caso será el conjunto de frenos de un avión mediante un ventilador tomado el aire del medio.

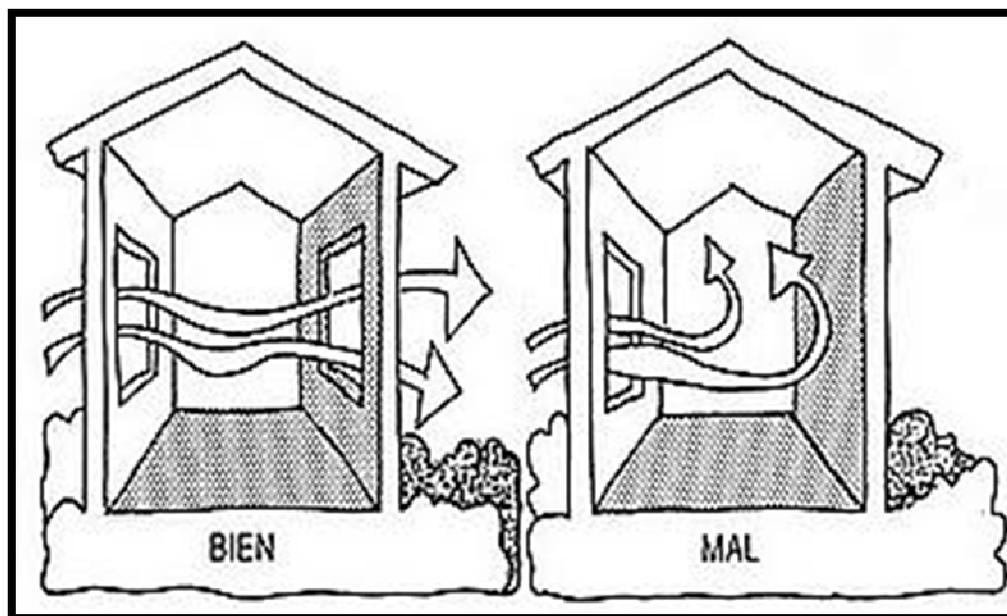


Figura 2.1 Ventilación y renovación de aire.
Fuente: Encarta 2011

2.3 Ventilador¹

Un ventilador es una máquina rotativa que pone el aire, o un gas, en movimiento. Se puede definir también como una turbo máquina que transmite energía para generar la presión necesaria y mantiene un flujo continuo de aire.

También considerado como una máquina de fluido concebida para producir una corriente de aire mediante un rodete con aspas que giran produciendo una diferencia de presiones.



Figura 2.2Ejemplo de un ventilador sencillo.
Fuente: http://es.wikipedia.org/Westinghouse_Goodness.JPG

2.3.1 Historia del ventilador

Fue inventado en 1882 por el estadounidense Schuyler S. Wheeler un ingeniero que por necesidad de renovar el aire de su casa le surgió una idea formidable que en la actualidad satisface muchísimas necesidades y favorece a la humanidad.

2.3.2 Aplicaciones generales

¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Ventilador>

Dentro de sus aplicaciones se puede decir que es:

- Útil para circular y renovar el aire en un lugar cerrado
- Proporcionar aire fresco
- Eliminar olores
- Disminuir la resistencia de transmisión de calor por convección.

Se utiliza para desplazar aire o gas de un lugar a otro, dentro de o entre espacios, para motivos industriales o uso residencial, para ventilación o para aumentar la circulación de aire en un espacio habitado, básicamente para refrescar. Por esta razón, es un elemento indispensable en climas cálidos.

2.3.3 Clasificación²

Los ventiladores se clasifican en dos grupos:

- Axiales
- Centrífugos
- **Ventiladores axiales**

Axial significa perteneciente o relativo al eje, nombrar un ventilador axial se podría decir que:

Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección de su eje, los suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma.

Características principales de los ventiladores axiales

- Son aptos para mover grandes caudales
- Trabajan a presiones relativamente bajas
- Este tipo de ventiladores son en general ruidosos

Tipos de ventiladores axiales

²http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm

Se dividen en tipos tuboaxiales y, con aletas de guía, y sus características son:

- **Ventiladores tuboaxiales.**-Están diseñados para una amplia gama (rango) de volúmenes a presiones medias; constan principalmente de una hélice alojada en un cilindro, en la cual se recibe y dirige el flujo de aire.

El movimiento típico del aire de descarga es en espiral o helicoidal

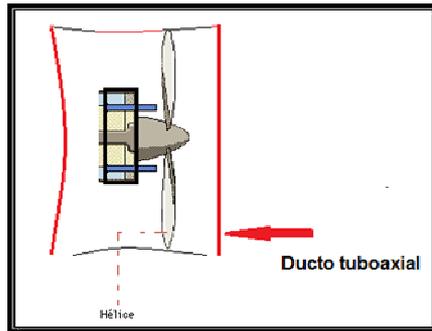


Figura 2.3 Ventiladores tuboaxiales
Fuente: Fan engineering handbook

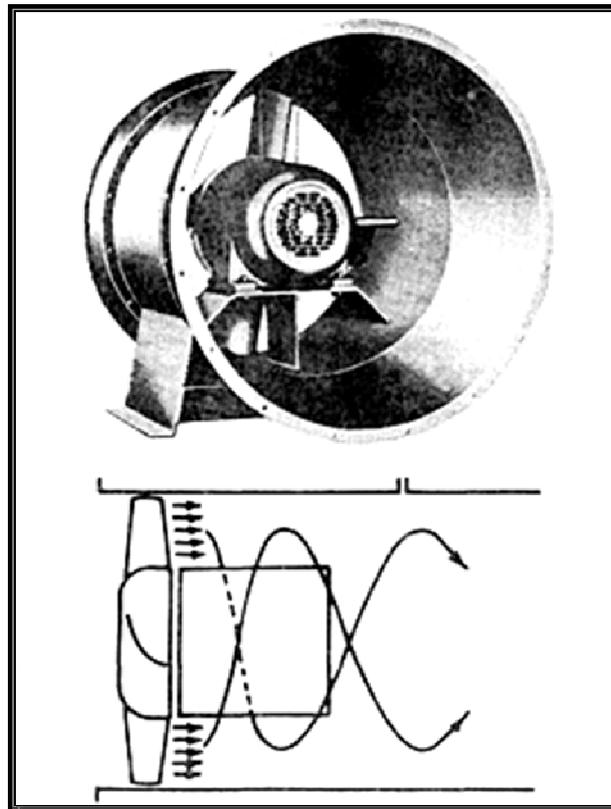


Figura 2.4 Ventiladores tuboaxiales
Fuente: Fan engineering handbook

- **Ventiladores con aletas de guía.**- Estos ventiladores se caracterizan por tener aletas de guía para direccionar el aire en el momento de la descarga.

La diferencia entre los tuboaxiales es el sentido del flujo de descarga que es helicoidal y el aletas de guía es de flujo rectilíneo.

El beneficio de poseer aletas de guía en la salida es para reducir la turbulencia, lo cual mejora la eficiencia y las características de presión, todo depende cual sea el uso que se vaya a dar a nuestro ventilador.

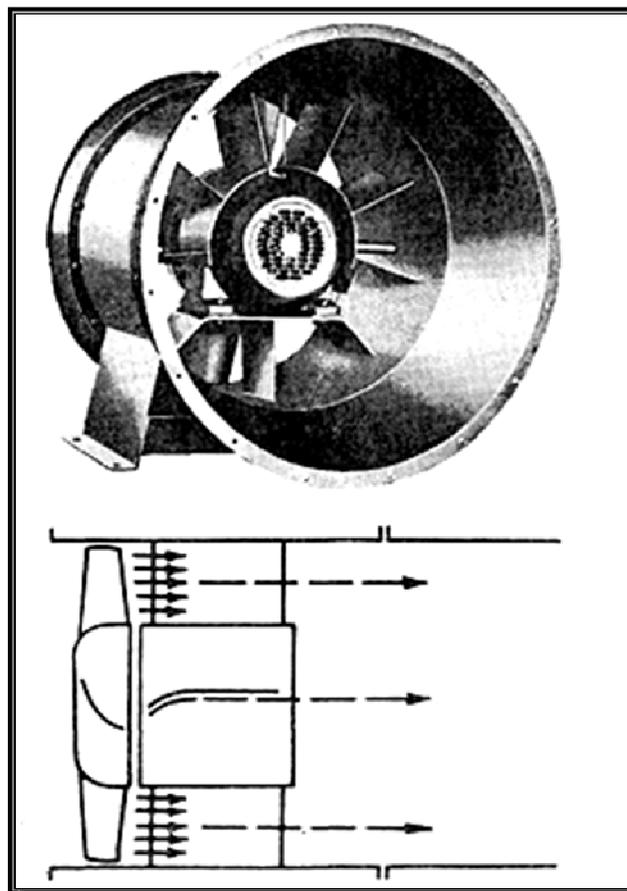


Figura 2.5 Ventiladores con aletas de guía
Fuente: Fan Engineering Handbook

- **Ventiladores centrífugos**

Centrífugo significa que se aleja del centro, para conocer más a fondo a este ventilador se dice:

Que son aquellos en los cuales el flujo de aire de descarga en la salida es perpendicular a su eje.

- **Ventiladores concurvatura al frente.-** Este ventilador imprime al aire que sale de las aspas a una velocidad mayor que unas aspas o alabes radiales. Es bastante silencioso y requiere poco espacio.

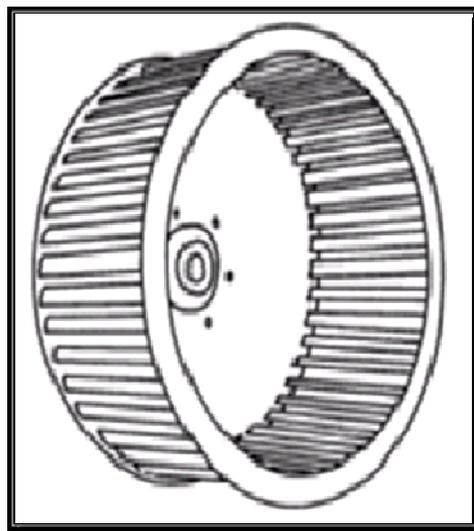


Figura 2.6 Ventiladores con curvatura al frente
Fuente: Fan Engineering Handbook

- **Tipos de curvatura inversa o inclinada hacia atrás.-** Tienen aspas inclinadas o con curvatura hacia atrás al ángulo óptimo para convertir gran parte de la energía directamente a presión; por ello, son muy eficientes.

Estos ventiladores funcionan a velocidad media, tienen amplia capacidad de presión y volumen y producen menos carga de velocidad que los del mismo tamaño con curvatura al frente.

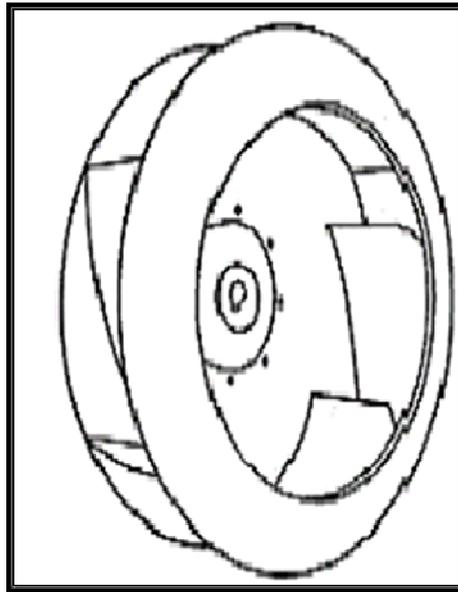


Figura 2.7 Tipos de curvatura inversa o inclinada hacia atrás.
Fuente: Fan Engineering Handbook

- **Ventiladores con aspas aerodinámicas.-** Tienen aspas de curvatura inversa y sección transversal aerodinámica para aumentar su estabilidad, rendimiento y eficiencia.

Suelen ser más silenciosos y no tienen pulsaciones.

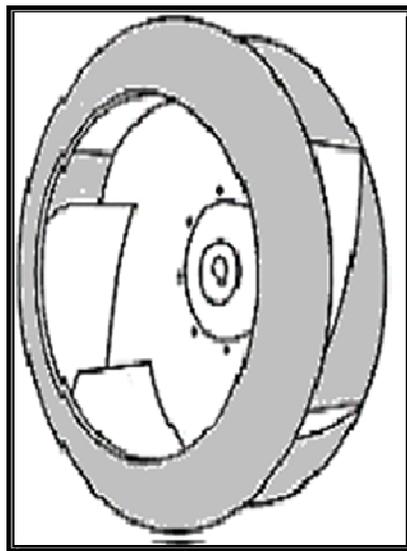


Figura 2.8 Ventiladores con aspas aerodinámicas
Fuente: Fan Engineering Handbook

2.3.4 Componentes de un ventilador axial básico³

Los componentes principales de un ventilador axial son:

- **Rodete:** es el soporte donde se sujetan los álabes o palas, junto con el eje del motor eléctrico.
- **Álabe:** se denomina álabe a cada paleta curva que conforma una rueda de turbina, estas paletas son las encargadas de envolver el gas con el que se va a trabajar y aumentar su velocidad.
- **Cubierta:** o también llamada carcasa, protege y aloja a los componentes internos del ventilador.
- **Motor eléctrico y su eje:** el motor eléctrico: es el encargado de suministrar la potencia y revoluciones por minuto hacia el eje transmisor que sujeta al rodete o rueda de turbina donde se encuentran los álabes.
- **Ducto de salida de aire:** es una cubierta la cual direcciona el flujo de aire de salida.

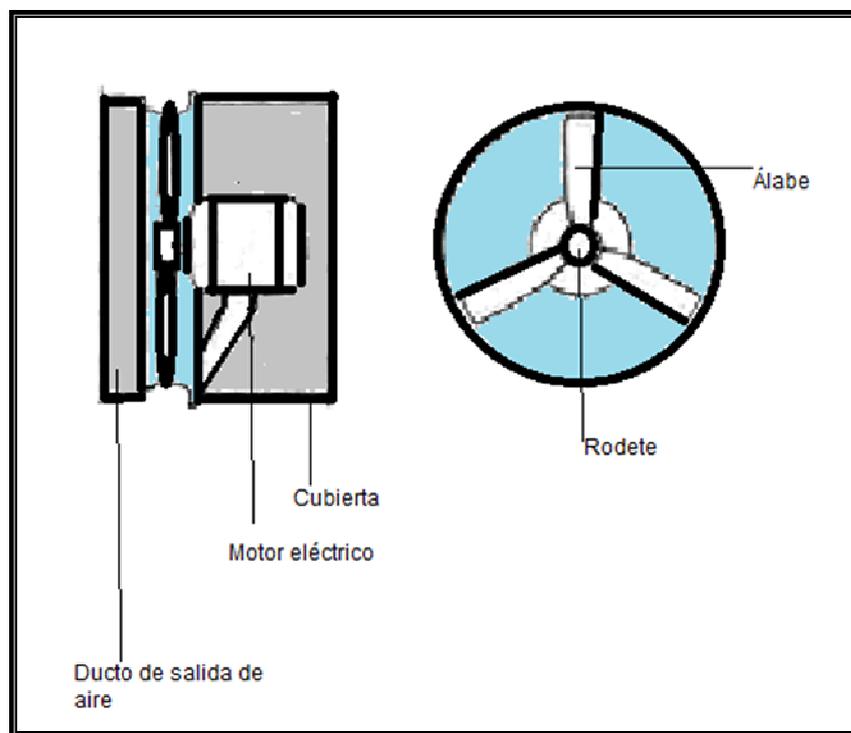


Figura 2.9 Componentes de un ventilador axial básico.
Fuente: Investigación de campo

³<http://es.scribd.com/doc/19251398/Partes-Basicas-De-Un-Ventilador>

2.3.5 Razones por las que se debe considerar los ventiladores axiales cuando se trate de mover gases especialmente aire.

- **Apariencia.** El ventilador axial es menos estorbo, pues es más pequeño y forma parte del ducto.
- **Capacidad.** Los axiales y los centrífugos pueden conseguirse con capacidades de hasta 500 000 ft³/min; en los centrífugos con inclinación hacia atrás puede ser mucho más alta. Los axiales, por lo general, tienen mayor capacidad por unidad de peso.
- **Construcción.** El ventilador centrífugo es más complejo, requiere árboles y cojinetes más grandes y un balanceo más cuidadoso.
- **Costo inicial.** El motor, la transmisión y el ventilador axial suelen ser menos costosos.
- **Instalación.** El ventilador axial se puede instalar en un tramo recto de tubo: el centrífugo requiere una vuelta en ángulo recto. El axial por lo común es más fácil de instalar, porque pesa menos.
- **Mantenimiento.** Cuesta más reemplazar un impulsor centrífugo que una hélice axial.
- **Intensidad del ruido.** El ventilador axial es más ruidoso porque funciona a más velocidad.
- **Sobrecarga.** Los ventiladores tuboaxiales y los axiales con aletas de guía son susceptibles a la sobrecarga, es decir, sus curvas de potencia se elevan al efectuar el paro. Esto sólo debe preocupar cuando el ventilador está acoplado directamente con el árbol del motor.
- **Necesidades de potencia.** Los ventiladores axiales requieren más caballaje para el mismo servicio. Los de aletas de guía generalmente son más eficientes que los tuboaxiales y los centrífugos con inclinación hacia atrás son más eficientes que los radiales o que los de curvatura al frente.
- **Capacidad de presión.** Los axiales se pueden instalar en serie para lograr mayor capacidad de presión; cuando se hace así la capacidad de presión de la serie es la suma de las capacidades individuales de cada ventilador, menos una pequeña pérdida por deslizamiento.
- **Confiabilidad.** Ambos tipos de ventiladores son confiables. Sin embargo,

uno puede ser más confiable que otro en condiciones severas, como en la extracción de gases que contienen partículas abrasivas.

- **Flujo inverso.** Los ventiladores axiales pasan de suministro a extracción cuando se invierte el sentido de rotación. De hecho, hay hélices con la misma eficiencia en cualquier sentido. En los centrífugos no se puede invertir la rotación en esa forma.

2.3.6 Leyes que rigen a los ventiladores⁴

Si un ventilador debe funcionar en condiciones diferentes de las ensayadas, no es práctico ni económico efectuar nuevos ensayos para determinar sus parámetros de funcionamiento.

Mediante el uso de un conjunto de ecuaciones conocidas como Leyes de los ventiladores es posible determinar, con buena precisión, los nuevos parámetros de funcionamiento a partir de los ensayos efectuados en condiciones normalizadas. Al mismo tiempo, estas leyes permiten determinar los parámetros de una serie de ventiladores geoméricamente semejantes a partir de las características del ventilador ensayado.

Estas leyes se basan en el hecho que dos ventiladores de una serie homóloga tienen homólogas sus curvas características y para puntos de trabajo semejantes tienen el mismo rendimiento, manteniéndose entonces interrelacionadas todas las razones de las demás variables.

Las variables que involucran las leyes de ventiladores son: la velocidad de rotación, el diámetro de la hélice o rodete, las presiones totales estática y dinámica, el caudal, la densidad del gas, la potencia absorbida, el rendimiento y el nivel sonoro.

⁴http://www.solerpalau.es/formacion_01_15.html

<u>Símbolo</u>	<u>Concepto</u>	<u>unidad</u>
D_r	Diámetro hélice/rodete	m
L_{wt}	Nivel Potencia total sonora	dB
n	Velocidad rotacional	s^{-1}
P_r	Potencia mecánica suministrada al ventilador	W
p_f	Presión del ventilador	Pa
q_v	Caudal de entrada	$m^3 s^{-1}$
ρ	Densidad	$kg m^{-3}$

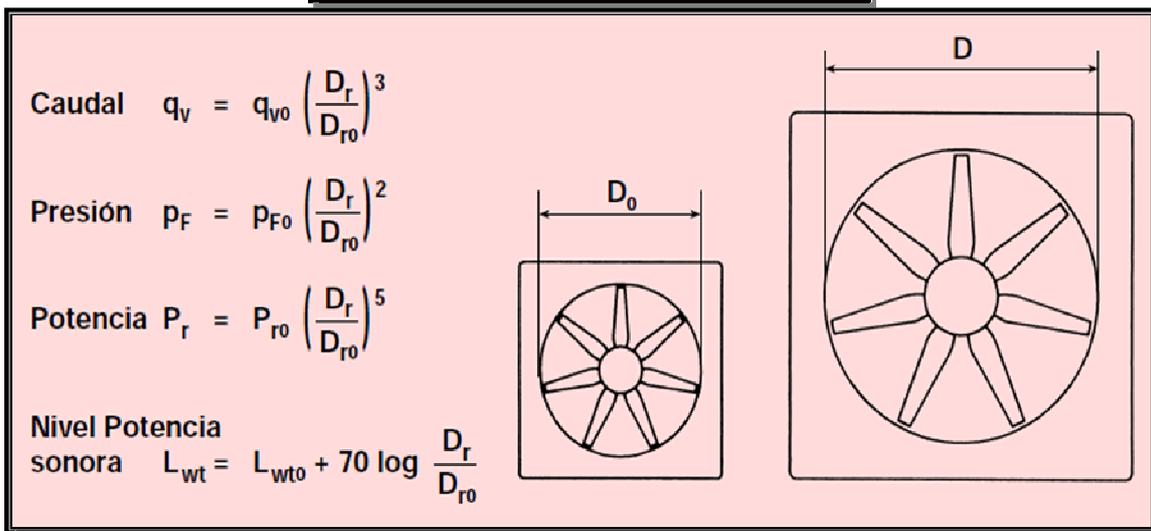


Figura 2.10 Leyes de los ventiladores.
Fuente: Fan Engineering Handbook.

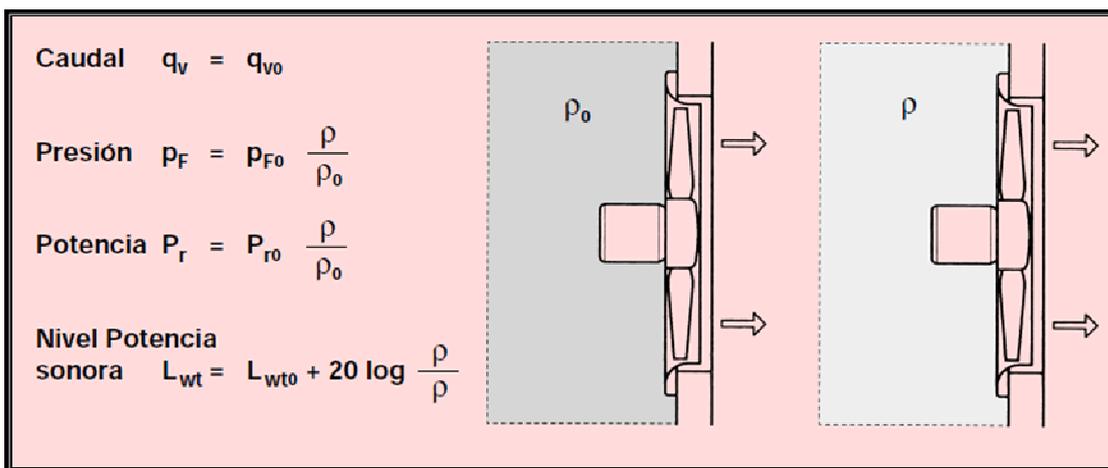


Figura 2.11 Leyes de los ventiladores.
Fuente: Fan Engineering Handbook.

2.4 Aire y sus componentes⁵

Se denomina aire a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, está compuesto principalmente por:

- Nitrógeno 78%
- Oxígeno 21%
- Argón
- Vapor de agua
- Gases nobles

2.4.1 Propiedades físicas⁶

Las propiedades físicas que caracterizan al aire son:

- **Expansión** Aumento de volumen de una masa de aire al verse reducida la presión ejercida por una fuerza o debido a la incorporación de calor.
- **Contracción** Reducción de volumen del aire al verse presionado por una fuerza, pero este llega a un límite y el aire tiende a expandirse después de ese límite.
- **Fluidez** Es el flujo de aire de un lugar de mayor a menor concentración sin gasto de energía.
- **Presión atmosférica** Fuerza que ejerce el aire a todos los cuerpos.
- **Volumen** Es el espacio que ocupa el aire.
- **Densidad** Es de 1,18 kg/m³ (a 25 °C).
- **Viscosidad** Es de 0,018 cp. (a 20 °C).

2.5 Flujo⁷

Se define como flujo a un fluido en movimiento, que se puede encontrar en estado sólido o líquido.

⁵<http://es.wikipedia.org/wiki/Aire>

⁶<http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=384>

⁷<http://es.wikipedia.org/wiki/Flujo>

2.5.1 Tipos de flujo⁸

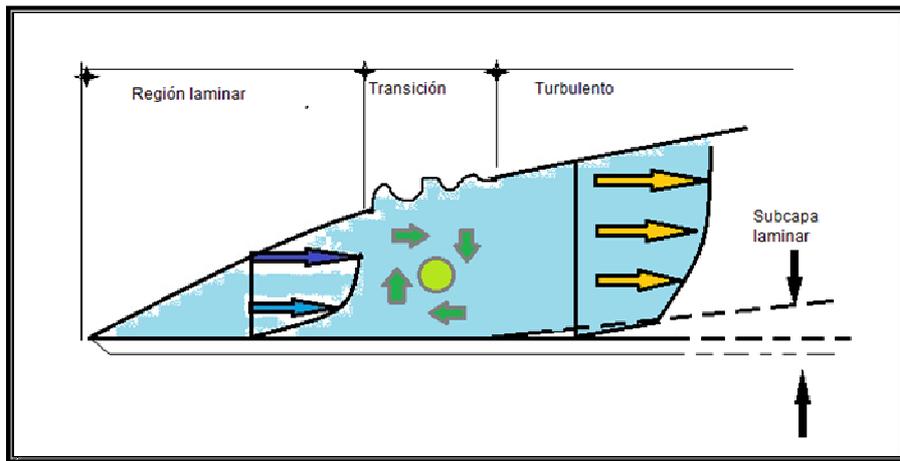


Figura 2.12 Tipos de flujo.
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas/Paint.

- **Flujo laminar**

Se caracteriza porque el movimiento de las partículas del fluido se produce siguiendo trayectorias regulares, separadas y perfectamente definidas evitando que exista una mezcla del mismo.

En situaciones que involucren combinaciones de baja viscosidad, alta velocidad o grandes caudales, el flujo laminar no es estable, procurando que el flujo cambie y se transforme en un flujo turbulento.

- **Flujo turbulento**

En este tipo de flujo las partículas del fluido se mueven en trayectorias erráticas, de manera irregular sin seguir un orden establecido, las causas principales para que exista un flujo turbulento depende de:

- La alta rugosidad superficial de la superficie de contacto con el flujo.
- Alta turbulencia en el flujo de entrada.
- Caudales de fluido grandes.

⁸<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/conceptosbasicosmfluidos/clasificaciondel flujo/clasificaciondel flujo.html>

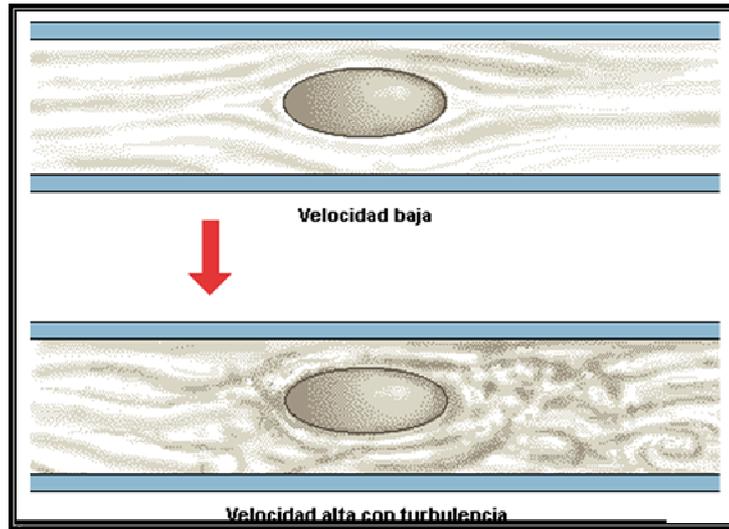


Figura 2.13 Tipos de flujo.
Fuente: Enciclopedia Encarta/tipos de flujo.

2.6 Caudal

Caudal es la cantidad de fluido que pasa en una determinada unidad de tiempo.

El caudal se expresa en metros cúbicos por segundo.

$$m^3/s \quad (2.1)$$

2.7 Presión

La presión se define como fuerza ejercida sobre una superficie por unidad de área.

$$P = F/A \quad (2.2)$$

2.8 Fluido

Los fluidos son sustancias capaces de fluir y que se adaptan a la forma de los recipientes que los contienen.

Ofrecen poca resistencia a los cambios de forma.

Los fluidos se pueden clasificar en líquidos y gases diferenciándose de la

siguiente manera:

Los líquidos son incompresibles y los gases son compresibles.

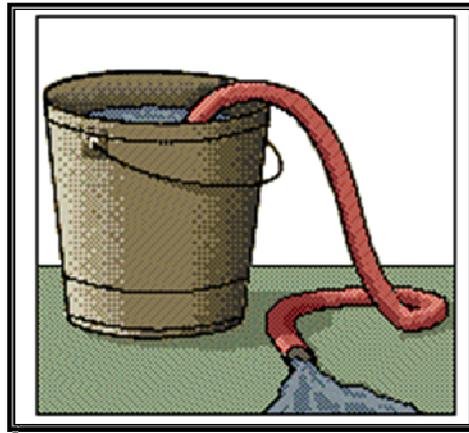


Figura 2.14 Fluido.
Fuente: Enciclopedia Encarta/Fluido.

2.9 Landing gear (trenes de aterrizaje) introducción básica

2.9.1 Tren de aterrizaje y su función



Figura 2.15 Tren de aterrizaje y su función.
Fuente: Air France Training manual.

La función del tren de aterrizaje es absorber las cargas de aterrizaje, hasta

un valor aceptable para las condiciones de resistencia de la estructura del avión.

El tren de aterrizaje consta de dos conjuntos fundamentales: Principal y Auxiliar.

Tren de aterrizaje principal: soporta la mayor parte del peso del avión en tierra. Está constituido por dos conjuntos de una o más ruedas, cada uno a un lado del eje longitudinal del avión.

Además de esta rueda o combinación de ruedas, el tren principal incluye otros mecanismos que cumplen funciones diversas en la operación del tren, tales como amortiguación, frenos, ruedas, etc.

Tren de aterrizaje auxiliar: consiste en un conjunto de una o más ruedas, situadas en la proa o en la zona de cola del avión, que completa la función de trípode, por lo general se los conoce como tren de nariz o tren de cola dependiendo de su localización.

2.9.2 Tren de aterrizaje configuración por disposición y números de ruedas

La tipología se establece por el número de ruedas que tiene el tren y por la geometría de suposición.

El número de ruedas depende del peso que tenga el avión y la distancia del pavimento de las pistas que previsto utilizar.

Las posiciones más comunes de las ruedas se las podrá conocer a continuación.

Tren triciclo: es la denominación general que se aplica a la configuración de tres patas, una situada en el frente y dos principales en la parte de atrás.

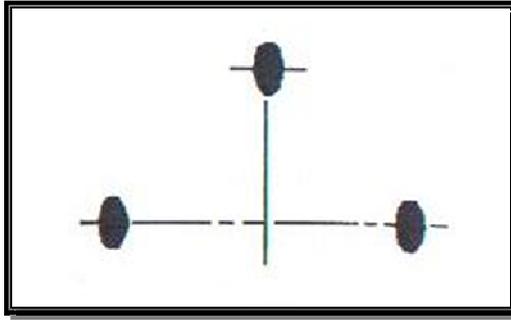


Figura 2.16 Tren triciclo

Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

Tren multiciclo: esta configuración caracteriza a los aviones de gran capacidad y peso, por lo general compone de doble rueda de nariz, dobles principales en tándem, más una doble en el centro del fuselaje del avión, un claro ejemplo de este tipo de trenes se encuentra en el avión MD-11.

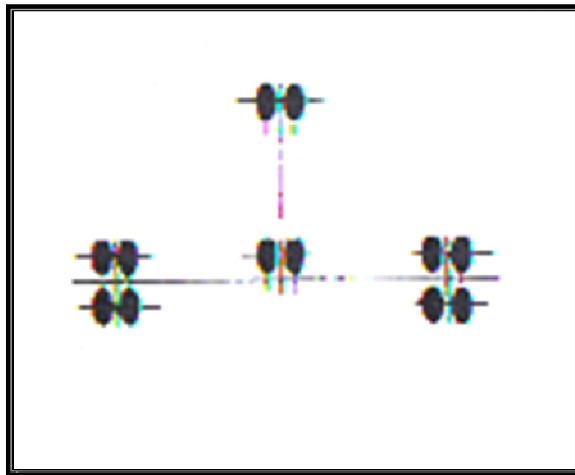


Figura 2.17 Tren multiciclo

Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

El tren tipo triciclo y multiciclo actualmente son los más utilizados en aviones comerciales y de carga sus razones son las siguientes:

- Mejora la visibilidad del piloto al exterior durante las fases de despegue, aterrizaje y maniobras en tierra.
- Mejora la acción de frenado del avión.

Tren biciclo: su configuración son dos patas, con una o más ruedas colocadas en tándem, con patas exteriores para mantener la estabilidad en tierra.

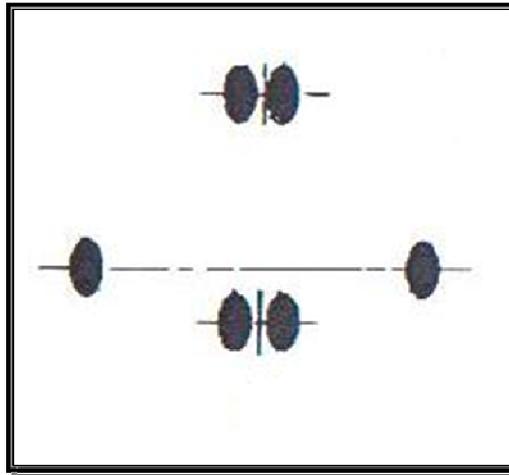


Figura 2.18 Tren biciclo
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

Tren cuadríciclo: configuración de cuatro patas, que se completa casi siempre con dos patas exteriores para mejorar la estabilidad en tierra.

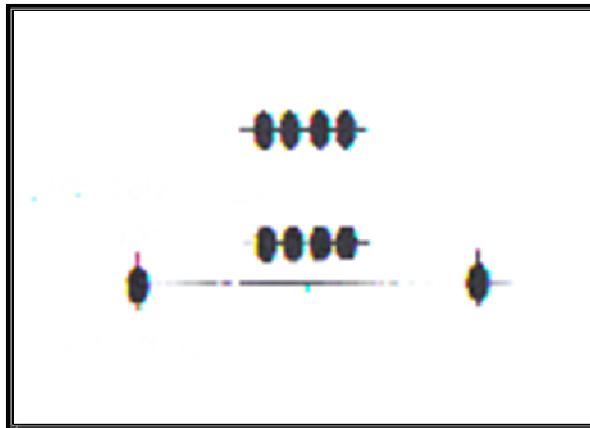


Figura 2.19 Tren cuadríciclo
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

Tren triciclo doble: configuración de tren con doble rueda y doble tándem.

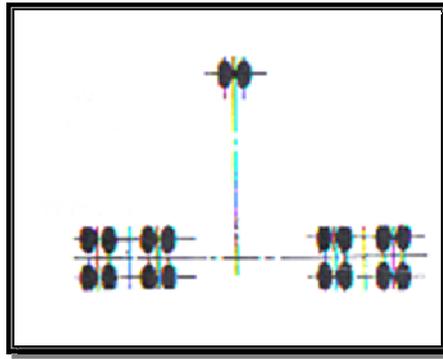


Figura 2.20 Tren triciclo doble

Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

El tren triciclo en línea de tres: es una configuración similar al clásico de doble rueda en tándem, pero con sus tres ruedas dobles en línea, su más clara aplicación se encuentra en el avión Boeing 777.

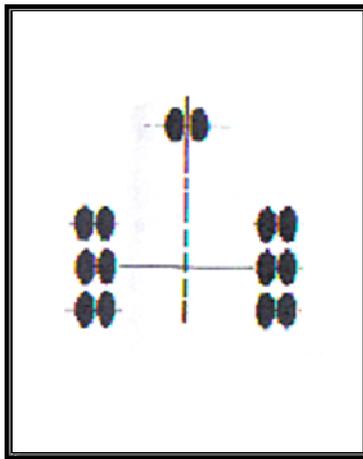


Figura 2.21 Tren triciclo en línea de tres

Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

2.9.3 Elementos del tren de aterrizaje

Los componentes fundamentales del tren de aterrizaje son:

- a) Amortiguadores.
- b) Articulaciones de torsión.
- c) Ruedas.
- d) Neumáticos.
- e) Frenos.

a) Constitución y operación de los amortiguadores

El amortiguador oleo-neumático, forma la parte principal de la pata del tren.

Soporta el peso del avión en tierra y absorbe gran parte de las cargas de aterrizaje y durante la rodadura o taxeo. La estructura recibe una cantidad mínima de estas vibraciones.

El amortiguador oleo-neumático consiste en dos unidades telescópicas, que son, el cilindro y el pistón.

El cilindro a su vez está dividido en dos cámaras, superior e inferior, comunicadas por un orificio.

La cámara inferior está llena de fluido hidráulico y la superior con nitrógeno a presión.

- Válvula de llenado
- Cámara del cilindro amortiguador
- Aguja calibra de sección variable
- Orificio de comunicación de cámaras del cilindro
- Cámara inferior del orificio
- Retenes y pistón.

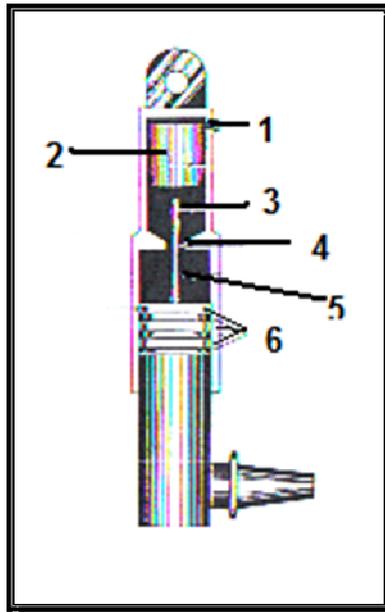


Figura 2.22 Constitución y operación de los amortiguadores
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

b) Articulación de torsión (compas).

La función de la articulación de torsión es mantener la rueda derecha, en un plano normal de rotación respecto a la superficie.

La articulación de torsión del tren se conoce con el nombre de “tijeras” o “compás”.

El compás está unido a la pata y la otra se conecta a la rueda u otro punto que participe del desplazamiento del amortiguador. Están articuladas en su vértice, de manera que el ángulo del vértice “A” es variable, en función del desplazamiento del pistón.

El ángulo de las articulaciones de torsión, con el amortiguador completamente extendido, no debe ser superior a 135 grados.

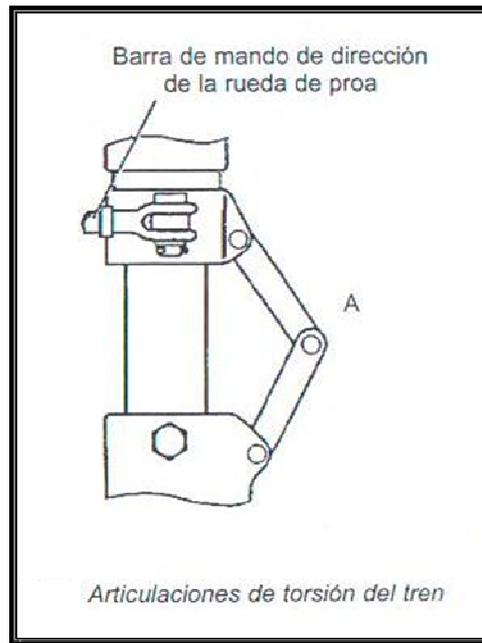


Figura 2.23 Articulación de torsión (compas).
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

c) Ruedas

La rueda es el soporte circular sobre el que se asienta el neumático.

Las ruedas que se montan en las aeronaves deben cumplir unos requisitos principales y estos son:

- Resistencia a las cargas estáticas y de remolque máximas del avión.
- Dimensiones adecuadas para acomodar el neumático preciso.
- Volumen interno suficiente para acomodar el sistema de frenos.
- El menor peso posible o peso mínimo.
- Facilitar el cambio de neumáticos.
- Las ruedas más utilizadas son de aros o llantas partidas, utilizados en neumáticos sin cámara. Se fabrican en dos mitades que se unen con pernos.

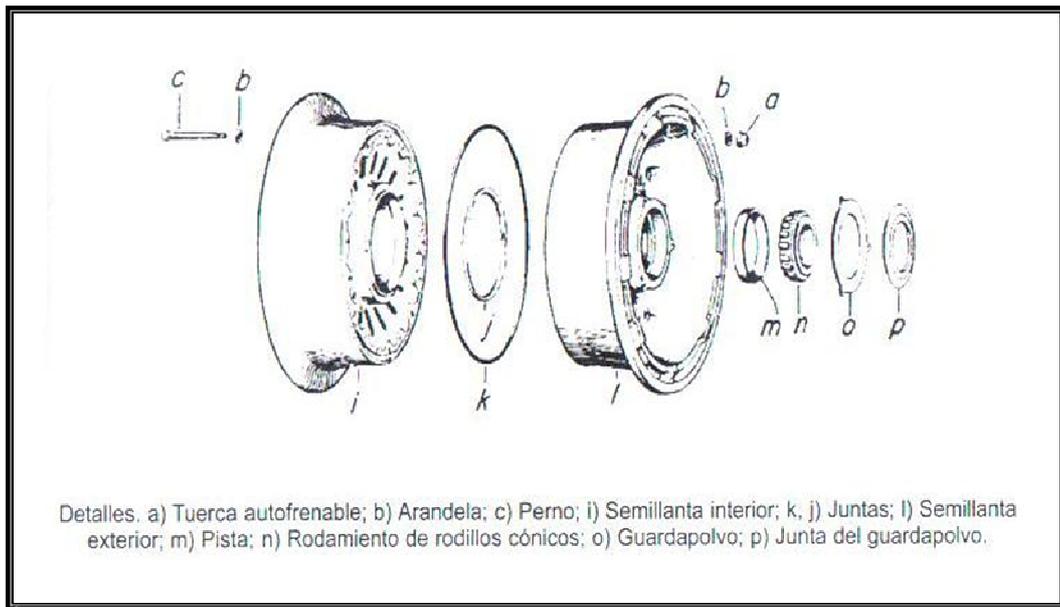


Figura 2.24 Ruedas

Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

Los pernos se aprietan con un medidor de torque para su medida exacta según lo designe en el manual el fabricante.

Entre las dos mitades de la llanta o ring se instala un o-ring(junta) cuya función es eliminar las fugas de nitrógeno, a dicha junta u o-ring se impregna durante el montaje un producto especial o en ocasiones simplemente grasa, cuando se aprietan las dos mitades del aro mediante los pernos esto forma un conjunto hermético.

Las ruedas o ring se fabrican y cuyo material es de aleaciones de aluminio.

El cubo de la rueda tiene alojamiento para los dos rodamientos de rodillo cónicos, el alojamiento del rodillo está sellado, hermético, hermético construcción que obedece a dos motivos:

- Para que la grasa no salga despedida del alojamiento cuando la rueda está girando a una gran velocidad.
- Para evitar la entrada de polvo y suciedad.

El aro ollanta partida tiene en su parte externa una válvula estándar de

llenado y en su parte interna en su base tienen hasta 3 fusibles térmicos por seguridad.

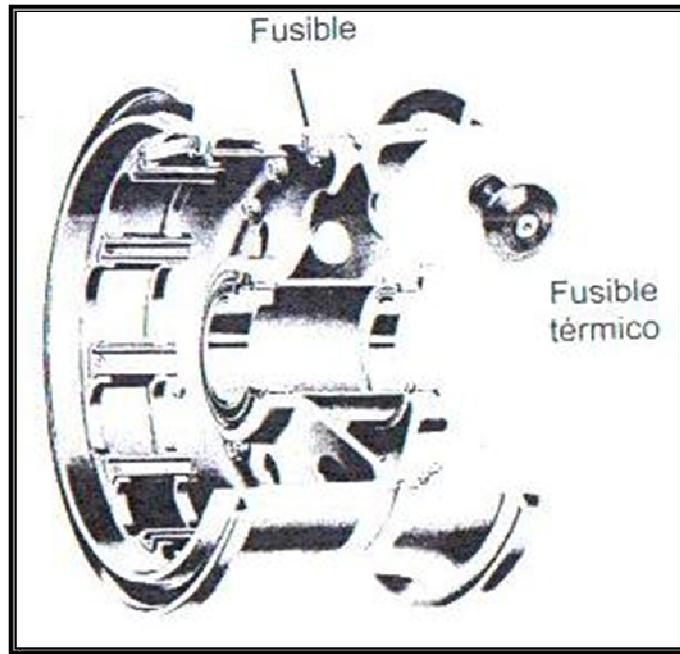


Figura 2.25 Fusible térmico de la rueda
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

Las ruedas modernas también poseen por seguridad válvulas de seguridad de sobrepresión.

d) **Neumáticos**

Los neumáticos para aviación pueden ser convencionales y radiales. Su estructura está constituida por cuatro elementos fundamentales:

- Talón.
- Carcasa.
- Flancos.
- Banda de rodadura.

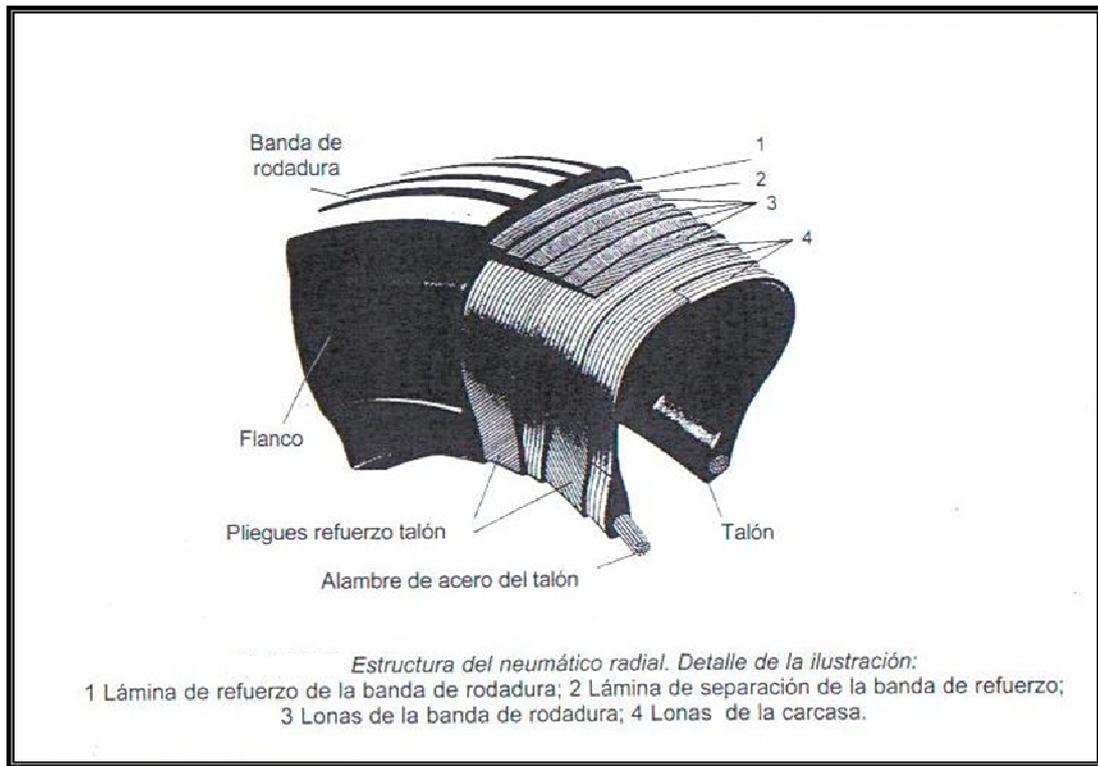


Figura 2.26 Neumáticos

Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

- Talón

Es la parte más resistente del neumático, está constituido por uno o más alambres de acero al carbono, de alta resistencia con pliegues de caucho y capas de nylon conocidas como lonas que aíslan los alambres del resto de la carcasa.

Todas las fuerzas que se producen en el neumático pasan por el talón.

Los alambres de acero al carbono proporcionan la integridad geométrica del neumático.

Con el neumático a presión el talón se fija en las pestañas de la llanta de la rueda o del ring.

- **Carcasa**

La carcasa está formada por capas sucesivas de nylon revestidas de caucho.

Dichas capas reciben el nombre de “lonas”, en atención a los antiguos procedimientos de fabricación.

Las lonas en el neumático convencional se cortan en trozos y se orientan al bias, de tal modo que las cuerdas de nylon de cada capa están orientadas a distintos ángulos. Como se observa en la figura, una de las diferencias fundamentales entre el neumático convencional y el neumático radial. Hay neumáticos con cámara y sin ella conocidos como tubeless, la superficie de estos neumáticos es caucho natural lo que implica que sea menos permeable que la mezcla empleada en los neumáticos con cámara.

De todas maneras una pequeña cantidad de aire del neumático se disuelve en el caucho, puede separar las lonas, y se prevén pequeños orificios para escape del aire e impedir la formación de ampollas.

- **Banda de rodadura**

La banda de rodadura está fabricada en caucho y es la zona del neumático en contacto con el pavimento. La banda de rodadura sufre el desgaste por rozamiento, la superficie de la banda está provista de ranuras circunferenciales o groove.

Los estudios realizados han determinado que las ranuras circunferenciales tienen mejor actuación en estos parámetros, tracción, desgaste y características de dirección.

Es importante señalar que las ranuras circunferenciales o groove de la banda de rodadura son las únicas zonas por donde puede escapar el

agua que está debajo de la huella del neumático.

Las ranuras son como pequeños depósitos, el agua que está presente en el pavimento, donde el neumático hace presión, pasa al interior de estas pequeñas ranuras y allí queda almacenado durante el breve espacio de tiempo que tarda dicha zona del neumático en rodar por el pavimento. Cuando las ranuras abandonan la zona de contacto expulsan el agua almacenada, primero por liberación de la presión de contacto y más tarde por efectos de la fuerza centrífuga.

En los neumáticos para aviación no se puede emplear dibujos transversales en las bandas de rodadura como se puede visualizar en los neumáticos de los automóviles por dos razones fundamentales:

Mayor presión de inflado (mayor presión de contacto) que deforma el dibujo de las ranuras, pierden efectividad como tales “depósitos” y se acelera el desgaste del neumático.

Mayores fuerzas de frenada que favorecen al corte o desgarro de estas pequeñas tramas.

- **Flancos**

Los flancos son las partes laterales de caucho del neumático, que se extienden desde la banda de rodadura hasta el talón.

Las grandes deformaciones elásticas de los neumáticos de aviación se producen en los flancos, el aplastamiento del flanco es uno de los mecanismos más importantes de producción de calor en el neumático.

e) **Frenos**

Los frenos son mecanismos fundamentales para detener el avión, sobre todo en la carrera de aterrizaje de baja velocidad.

Para un avión de transporte, durante la carrera de aterrizaje en pista seca a alta velocidad, aproximadamente el 45% de la fuerza de parada corresponde a la inversión de empuje y a la resistencia aerodinámica, el resto a los frenos. La situación se invierte a baja velocidad, donde los frenos aportan entre el 80 y el 95% de la fuerza de parada. En pistas húmedas, el inversor de empuje y los frenos aerodinámicos deben aportar hasta un 80% de la fuerza total de parada en la carrera de alta velocidad, debido a la pérdida de eficacia de los frenos.

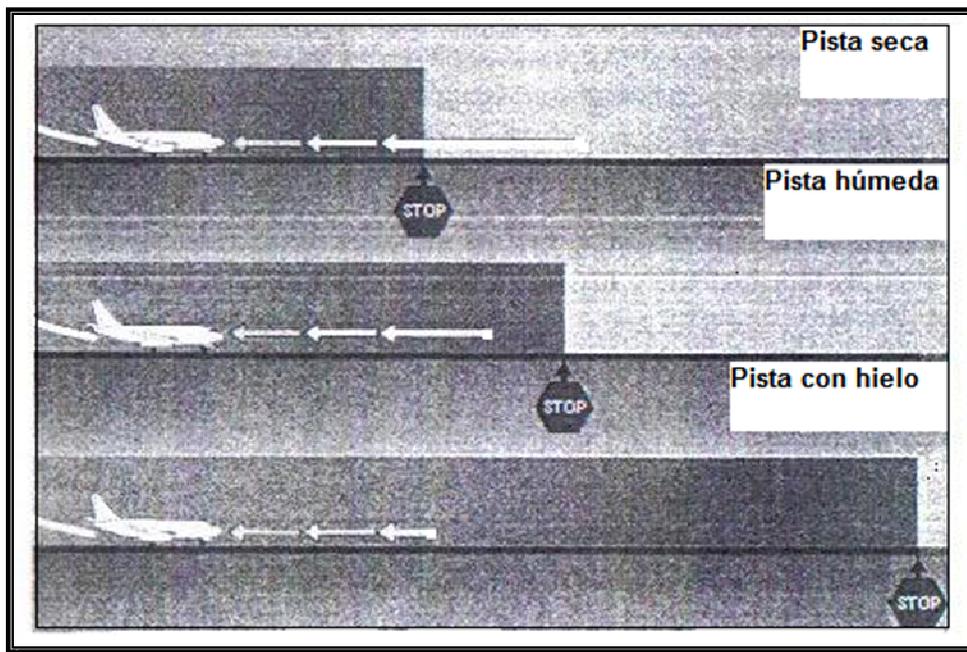


Figura 2.27 Frenos
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

- Los factores de controlables de la aceleración

La desaceleración del avión tiene tres factores controlables directa o indirectamente por el piloto. El hecho de que algunos de ellos puedan estar autorizados en una aplicación en particular no resta importancia a su estudio.

El coeficiente de fricción entre el neumático y la pista depende de manera

fundamental de las condiciones y estado del pavimento, si está seco, húmedo, congelado, es decir, si hay presente algún “fluido”.

Si se permite que los neumáticos patinen sobre la pista se produce el fenómeno de ablación de los neumáticos, de tal manera que zonas del mismo se funden y pasan al estado líquido, disminuyendo de forma considerable el coeficiente de rozamiento.

Otro factor controlable es la presión del neumático. Está claro que el operador mantiene una presión de neumáticos de acuerdo con las condiciones de certificación del avión, pero si el avión en capos cortos o en condiciones habituales de mal tiempo, la opción de disminuir la presión de los neumáticos, dentro del campo aprobado, incide favorablemente en las actuaciones de aterrizaje.

Un tercer factor controlable de la aceleración es el frenado diferencial. La desaceleración de un avión es el resultado conjunto de las fuerzas de rozamiento que se desarrollan en ambos lados del avión. La detención óptima del avión requiere que la máxima frenada se establezca y se mantenga en todas las ruedas del avión. Es válido decir que la carrera de aterrizaje aumenta de forma casi directamente proporcional con el factor de frenada diferencial. Una frenada diferencial del 10% añade otro 10% a la carrera de aterrizaje.

- Clasificación de los sistemas de frenos

En la actualidad hay tres tipos de sistemas de frenos, basados en presión, una válvula medidora de presión hidráulica, sistemas integrales, y el más sencillo de cilindro hidráulico principal.

En relación con los materiales de fabricación, los frenos pueden ser de:

- 1) Berilio.
- 2) Acero.
- 3) Carbono (modernos).

- Construcción de los frenos

El conjunto de frenos multidisco típico consiste en una serie de discos móviles, llamadas rotor, y otro conjunto llamado estator (hay 4 discos de rotor y 3 estatores). Todo este conjunto está sujeto entre dos placas, llamadas placas de retención y de presión. La placa de presión recibe directamente la presión de los pistones hidráulicos, colocados en el alojamiento de los frenos, hasta un número de siete como se denota en la ilustración.

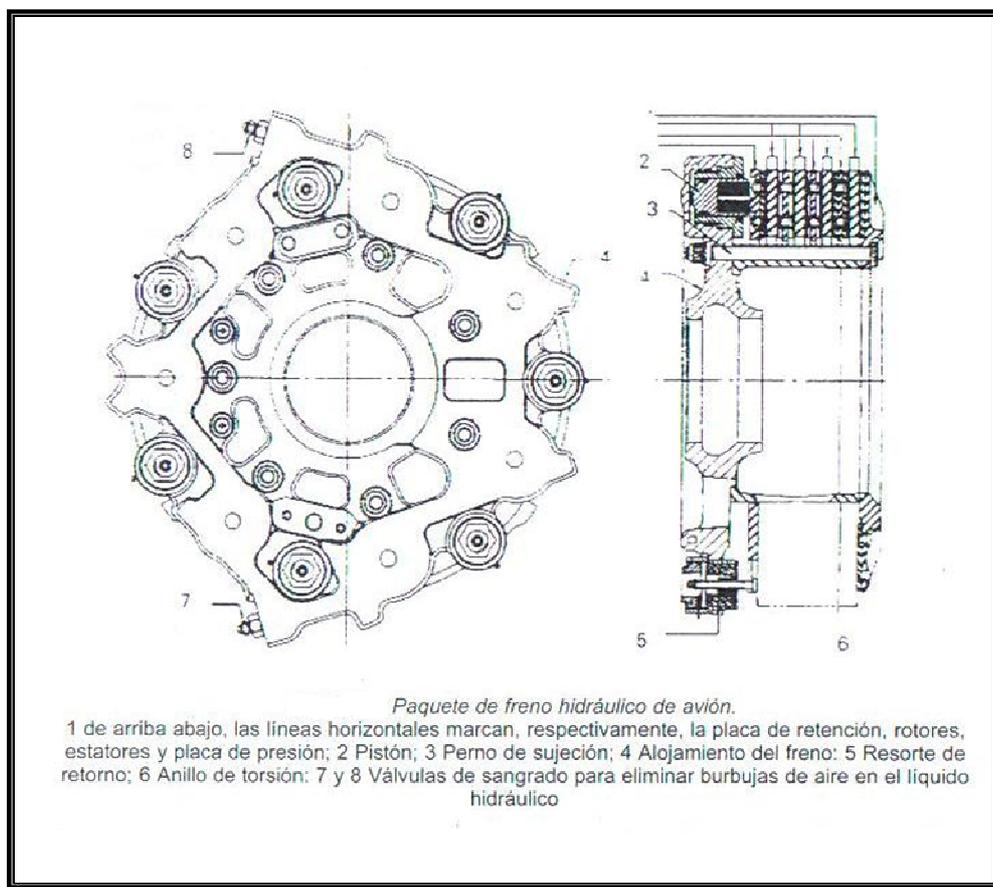


Figura 2.28 Constitución de los frenos

Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

Los discos del rotor están unidos a la rueda de manera que participan de su rotación. Por el contrario, los discos del estator son estacionarios y se unen a un anillo de torsión.

Si a este mecanismo se le aplica presión de contacto resulta que los discos de estator se aplican sobre los del rotor y se produce la acción de frotamiento entre unos y otros. Esta acción se comunica a la rueda donde va montado el paquete de frenos.

La superficie de rozamiento entre los discos, que es un factor de la frenada, depende lógicamente del número de discos. La ventaja fundamental de los frenos multidisco es que permite el aumento de la superficie de frotamiento en un espacio relativamente.

La presión que los pistones ejercen sobre los discos, y por tanto el rozamiento entre las superficies móviles y estacionarias, está regulada por la válvula medidora de presión hidráulica. La presión hidráulica que la válvula medidora envía a los pistones de los frenos es proporcional a la presión que se ejerce sobre los pedales.

- Frenos de acero, berilio, y de carbono

<i>Tabla de comparación de materiales para frenos (valores relativos al acero)</i>				
	<i>Deseable</i>	<i>Acero</i>	<i>Berilio</i>	<i>Carbono</i>
Peso específico	Bajo	1	0,23	0,21
Calor específico	Alto	1	6,9	2,4
Conductividad térmica	Alta	1	3,1	4,2
Dilatación térmica	Baja	1	0,76	0,17
Resistencia al choque térmico	Alto	1	0,49	0,02
Temperatura límite	Alta	1	0,80	1,90

Figura 2.29 frenos de acero berilio y carbono
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

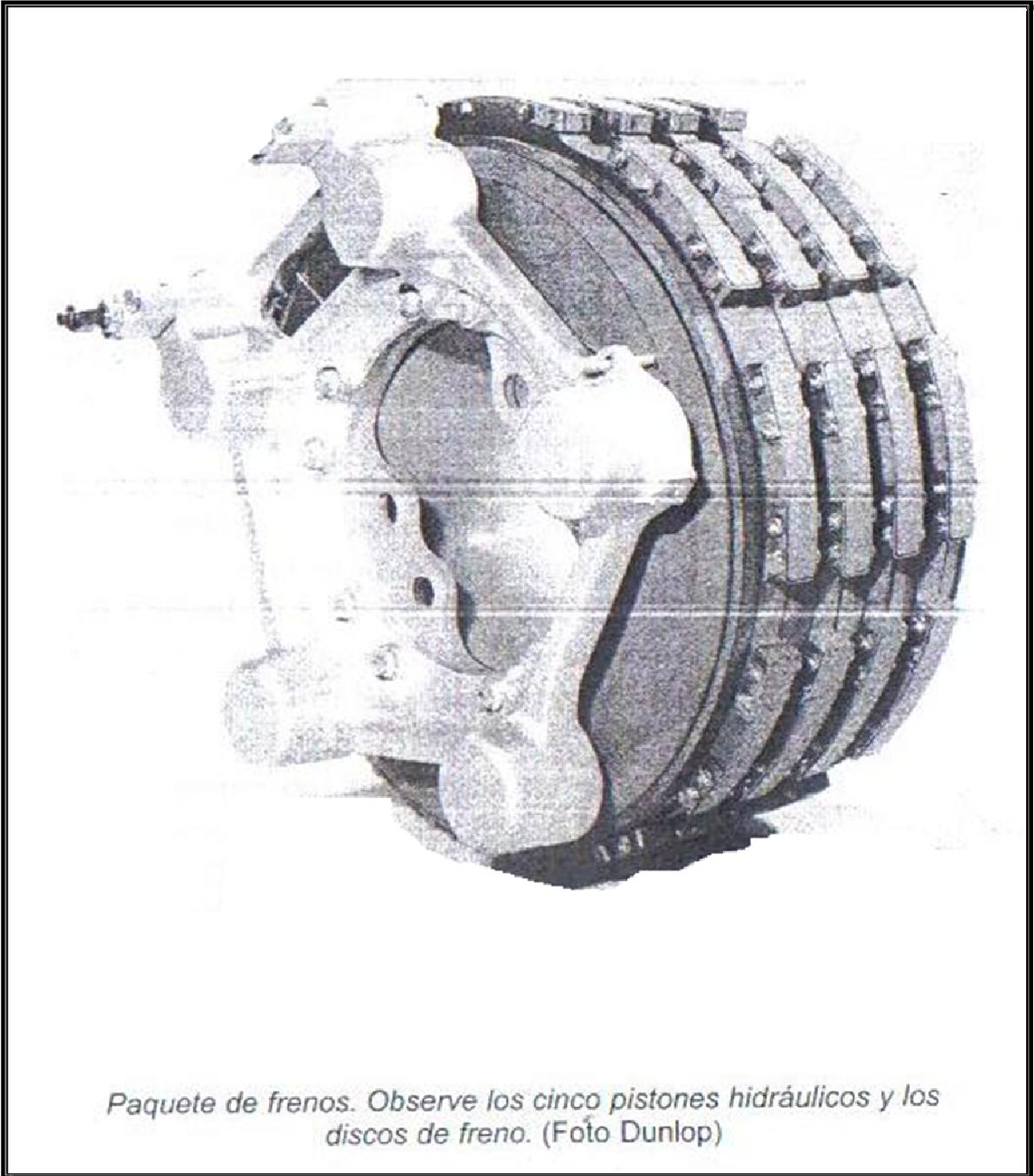
Admitido de forma general el freno multidisco, es más frecuente ahora la clasificación de los frenos del avión por el material de fabricación de los discos. De este modo se dice que hay frenos de acero, berilio y carbono.

Los frenos de discos de acero han sido el estándar en la aviación comercial hasta la llegada de los modernos frenos de carbono.

La siguiente tabla adjunta compara propiedades de los tres materiales desde el punto de vista de su capacidad para absorber la energía calorífica puesta en juego durante la acción de frenado.

Los frenos de carbono han hecho una entrada imparable en el campo de la aviación comercial, pero no siempre se han cubierto todas las expectativas. La predicción de vida en 2000 y 3000 ciclos no se ha cumplido por regla general, debido fundamentalmente al desgaste de los frenos durante los rodajes (lo opuesto a los frenos de acero cuyo desgaste el 80% se produce en los aterrizajes).

Los frenos de carbono actuales de tercera generación tienen menor desgaste cuando más alta es su temperatura de trabajo. Por ello es usual en estos sistemas aplicar mayor grado de frenada automática pues aunque parece un contrasentido es menor el desgaste.



Paquete de frenos. Observe los cinco pistones hidráulicos y los discos de freno. (Foto Dunlop)

Figura 2.30 Frenos de carbono
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

- Esquema básico del sistema de frenos

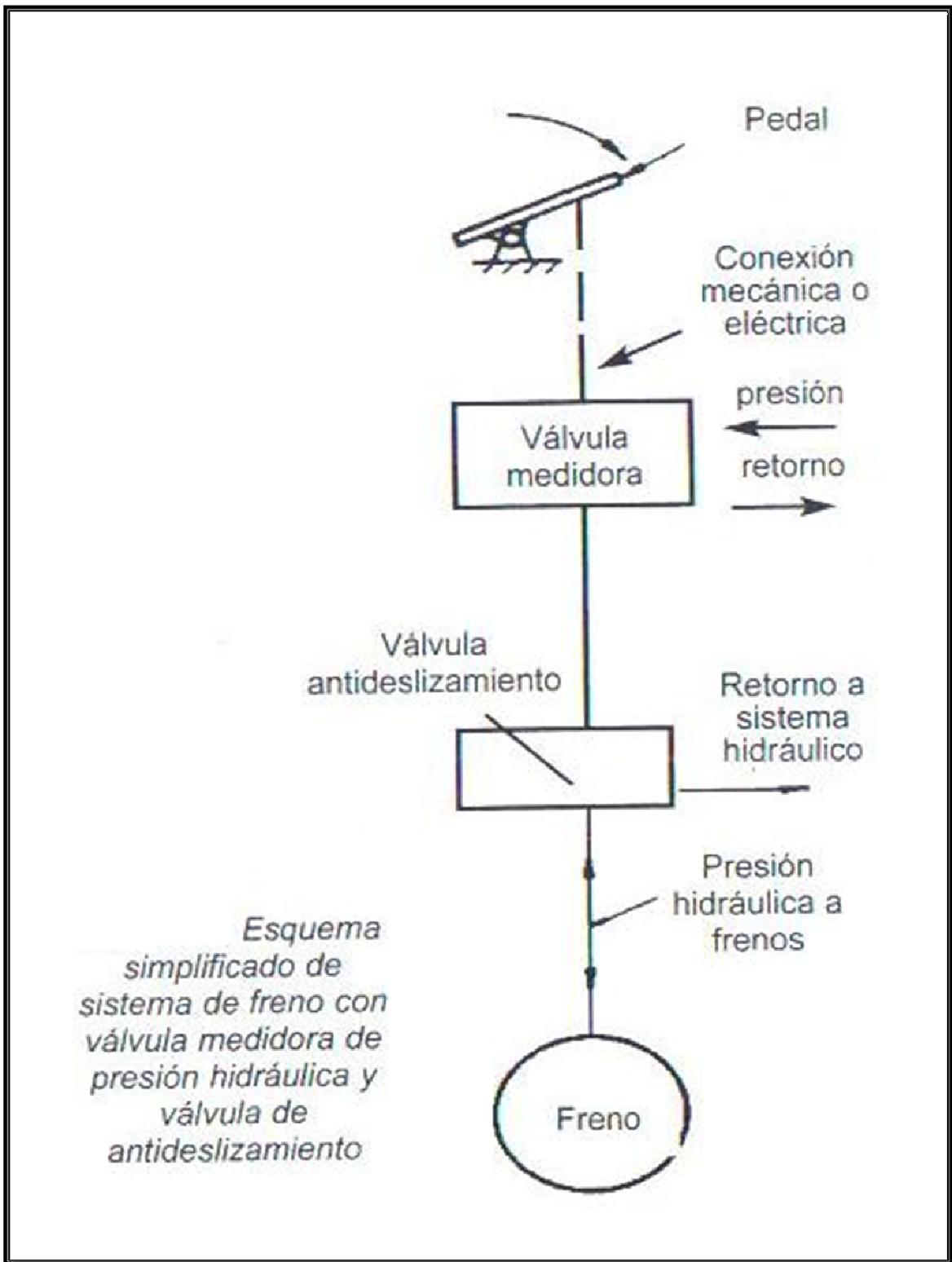


Figura 2.31 Esquema básico del sistema de frenos
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

El esquema simplificado de sistema de frenos con válvula medidora y de antideslizamiento para rueda única por sencillez. La presión hidráulica de frenada es función de la fuerza que se aplica en el pedal y del desplazamiento del mismo, y es controlada por la válvula medidora.

La presencia de una válvula antideslizamiento, entre la válvula medidora y los discos de freno. La válvula antideslizamiento tiene la función de modular la presión hidráulica, ajustada por la válvula medidora, con el fin de eliminar el deslizamiento del neumático.

El lector de la válvula de antideslizamiento solo puede hacer una cosa, disminuir la presión hidráulica de las líneas que se conducen a los frenos.

Si se habla de un sistema doble se podrá decir que reúne características de:

- 1) Redundancia, que se obtiene por la doble disposición de unidades: si falla el sistema de frenada de ruedas exteriores está disponibles las internas.
- 2) Freno de estacionamiento con capacidad de emergencia.
- 3) Medios de frenada alternativa.

- **Válvula medidora de presión hidráulica**

La función de esta válvula es regular la presión hidráulica que se envía al sistema de frenos, en respuesta a la señal de mando que hace el piloto sobre los pedales. La válvula se denomina también válvula de control de frenos.

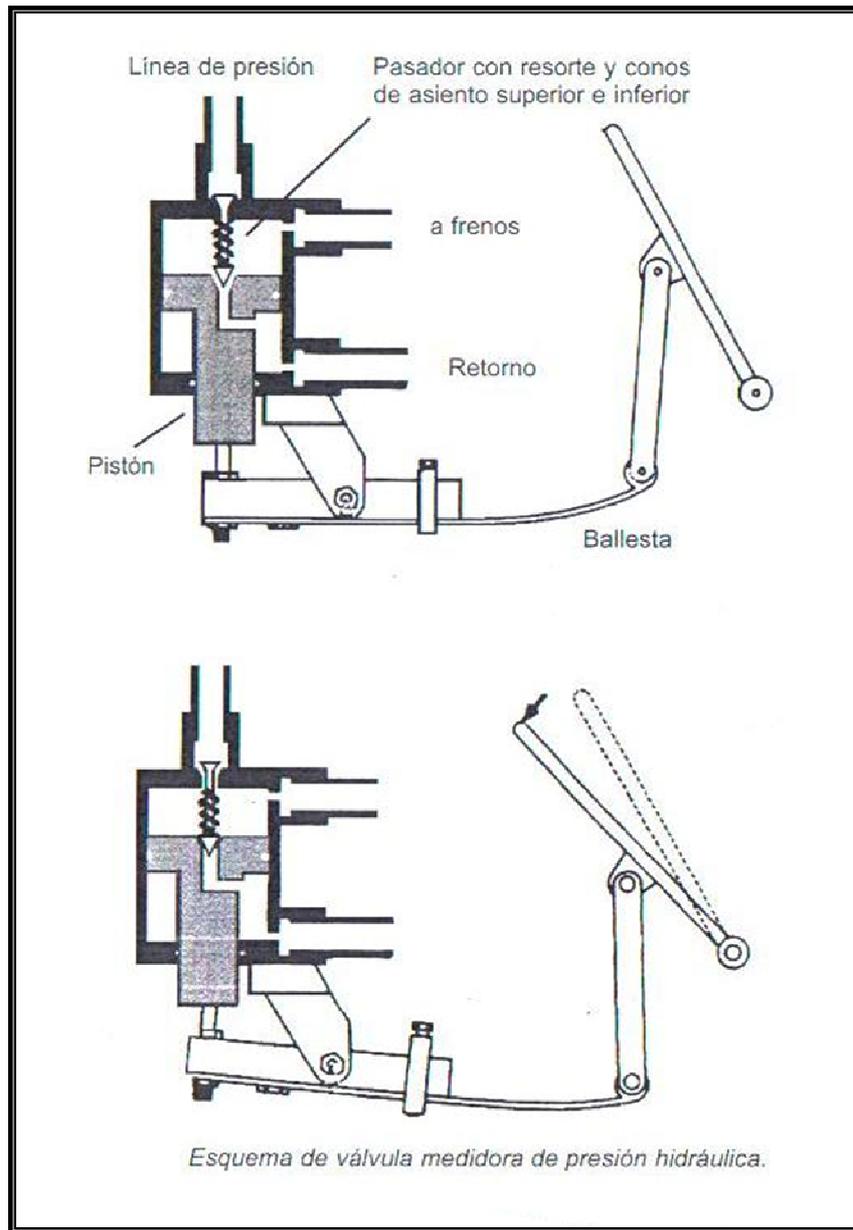


Figura 2.32 Válvula medidora de presión hidráulica
 Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

- **Sistema de antideslizamiento**

El sistema de antideslizamiento es el conjunto de mecanismos que controlan la presión hidráulica de los frenos con el fin de:

Prevenir el deslizamiento excesivo de la ruedas por la pista y la perdida de rozamiento entre los neumáticos y el pavimento.

Alargar la vida de servicio de los neumáticos.

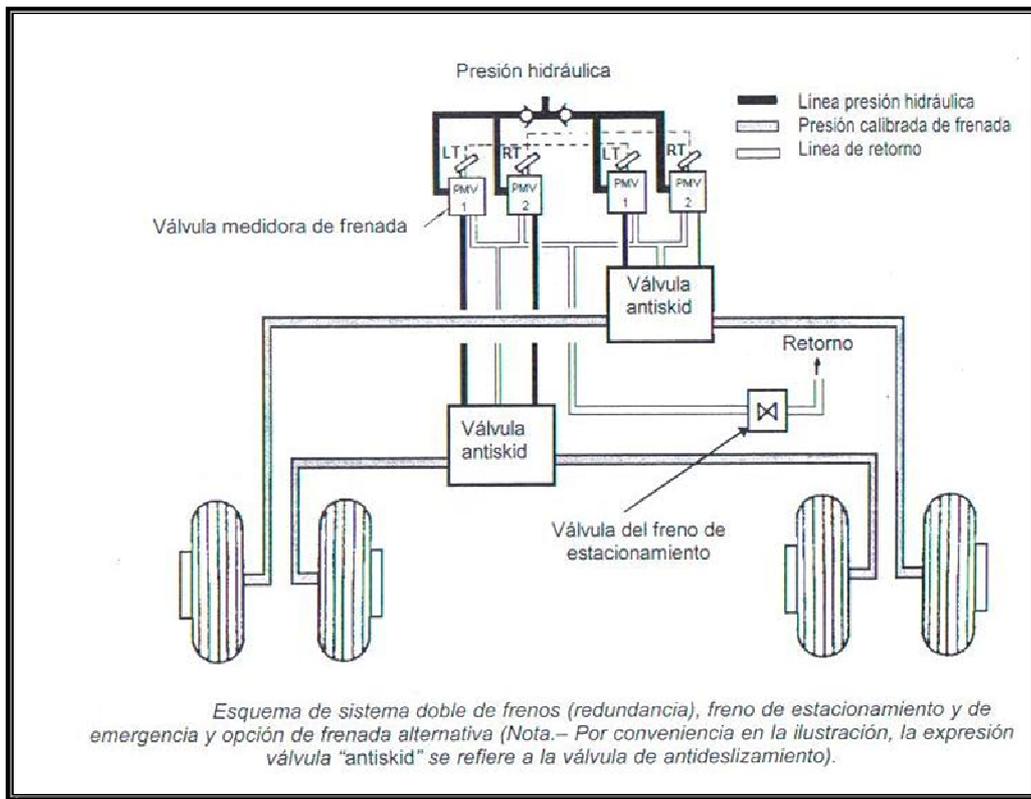


Figura 2.33 Sistema de antideslizamiento
Fuente: OÑATE, Antonio/ Conocimientos del Avión

- Frenos automáticos

Los frenos automáticos se emplean en muchos aviones comerciales y de aviación general debido a las mejoras en seguridad y confort que aportan para el pasajero.

No obstante, recuérdese que el objetivo técnico fundamental de los frenos automáticos es disminuir la carrera de aterrizaje.

- Frenos de estacionamiento

El freno de estacionamiento en un avión comercial cumple tres funciones: Es una exigencia legal, la de aplicar freno de estacionamiento durante la

evacuación de emergencia.

Estacionamiento del avión sin necesidad de calzos, con un tiempo de 18 horas.

Precisamente, mantener el avión en posición mientras se calza.

2.10 El Carbono

El carbono es un no metal y sus propiedades físicas y químicas se las encuentra en la siguiente tabla de valores:

Tabla 2.1 Propiedades físicas y químicas del carbono.

CARBONO	
Descripción	
Nombre, símbolo, número	Carbono, C, 6
Serie química	No metales
Grupo, periodo, bloque	14 (IVB), 2 , p
Densidad	2267 kg/m ³
Dureza Mohs	0.5 (grafito) 10.0 (diamante)
Apariencia	Negro (grafito) Incoloro (diamante)
Propiedades atómicas	
Peso atómico	12.0107 uma
Radio atómico (calc.)	70 (67)pm
Radio covalente	77 pm
Radio de van der Waals	170 pm
Configuración electrónica	[He]2s ² 2p ²
e⁻ por nivel energético	2, 4
Estado de oxidación (óxido)	4, 2 (ligeramente ácido)
Estructura cristalina	Hexagonal
Propiedades físicas	
Estado de la materia	Sólido (no magnético)
Punto de fusión	3773 K (6332 °F)
Punto de ebullición	5100 K (8721 °F)
Volumen molar	5.29 ×10 ⁻⁶ m ³ /mol

Entalpía de vaporización	355.8 kJ/mol (sublimación)				
Entalpía de fusión	N/A (sublimación)				
Presión de vapor	0 Pa				
Velocidad del sonido	18350 m/s				
Misceláneos					
Electronegatividad	2.55 (Escala de Pauling)				
Capacidad calorífica específica	710 J/(kg*K)				
Conductividad eléctrica	0.061 × 10 ⁶ /m ohm				
Conductividad térmica	129 W/(m*K)				
1º potencial de ionización	1086.5 kJ/mol				
2º potencial de ionización	2352.6 kJ/mol				
3º potencial de ionización	4620.5 kJ/mol				
4º potencial de ionización	6222.7 kJ/mol				
5º potencial de ionización	37831 kJ/mol				
6º potencial de ionización	47277.0 kJ/mol				
Isótopos más estables					
Iso	AN	vida media	MD	ED MeV	PD
¹² C	98.9%	C es estable con 6 neutrones			
¹³ C	1.1%	C es estable con 7 neutrones			
¹⁴ C	traza	5730 a	beta ⁻	0.156	¹⁴ N
Valores en el SI de unidades y en condiciones normales (0°C y 1 atm.), salvo que se indique lo contrario.					

Fuente: [http://www.google.com.ec/mistareas/Propiedades del carbono](http://www.google.com.ec/mistareas/Propiedades%20del%20carbono).
 Elaborado por: David Egas.

2.11 Avión MD-11 datos principales



Figura 2.34 Avión MD-11
 Fuente: Aeropuerto Mariscal Sucre
 Elaborado por: David Egas.

A continuación se especificaran los datos más relevantes de la aeronave como son:

- Fabricante: McDonnell Douglas / Boeing.
- Primer vuelo: 10 de enero de 1990.
- Introducción: Diciembre de 1990 con Finnair.
- Principales usuarios:
 - FedEx Express
 - UPS Airlines
 - Lufthansa Cargo
 - KLM
- Producido: 1988-2000.
- Número construido: 200.
- Desarrollado a partir de: McDonnell Douglas DC-10.

Dentro de las siguientes tablas y gráficas se detallara más a fondo las características operacionales del avión MD-11 al cual se beneficiará dentro de este proyecto.

Tabla 2.2 MD-11 Características generales y operacionales del avión MD-11

	MD-11 (Pasajeros)	MD-11CF (Convertible carguero)	MD-11F (Carguero)	MD-11C (Combi)	MD-11ER (Extended Range)
Pasajeros y carga	410 (1 clase) 323 (2 clases) 293 (3 clases)	410 (1 clase) 323 (2 clases) 293 (3 clases) 26 paletas	26 paletas	410 (1 clase) 214 (2 clases) 181 (3 clases) 6 palets	410 (1 clase) 323 (2 clases) 293 (3 clases)
Longitud fuselaje	192 pies 5 en (58,6 m)				
Envergadura	169 pies 6 en (51,70 m)				
Superficie alar	3648 pies ² (339 m ²); incluyendo winglets				
Altura de la cola	57 pies 9 en (17,60 m)				
Peso máximo de despegue	estándar: 602.500 libras (273.300 kg) pesado: 630.500 libras (286.000 kg)	estándar: 625.000 libras (283.000 kg) pesado: 630.500 libras (286.000 kg)	estándar: 610.000 libras (280.000 kg) pesado: 630.500 libras (286.000 kg)	estándar: 610.000 libras (280.000 kg) pesado: 630.500 libras (286.000 kg)	630.500 libras (286.000 kg)
Peso máximo de aterrizaje	430.000 libras (200.000 kg)	471.500 libras (213.900 kg) opcional: 481.000 libras (218.000 kg) (218.405 kg)	491.500 libras (222.900 kg)	458.000 libras (208.000 kg)	491.500 libras (222.900 kg)
Peso vacío operativo	283.975 libras (128.809 kg)	288.296 libras (130.769 kg)	248.567 libras (112.748 kg)	283.975 libras (128.809 kg)	291.120 libras (132.050 kg)
Tomar distancia de despegue en MTOW	10.300 pies (3.100 m)				
Max gama	6.840 NM (12.655 km)	Pass: 6.840 NM (12.655 km) De carga: 3.950 NM (7.310 km)	3.950 NM (7.310 km)	6.720 NM (12.435 km)	7.240 NM (13.408 km)
Max velocidad de crucero	0,88 Mach (587 mph, 945 km / h, 520 kN)				
Típica velocidad de crucero	0,82 Mach (544 mph, 876 km / h, 473 kN)				
Motores (3x)	Pratt&WhitneyPW4460 - 60.000 lbf (270 kN) PW4462 - 62.000 lbf (280 kN) General ElectricCF6-80C2D1E - 61500 lbf (274 kN)				

Fuente: Manual de entrenamiento KLM Boeing

MODEL		PASSENGER	PASSENGER 'ER'	COMBI (6 PALLET)	FREIGHTER	CONVERTIBLE FREIGHTER
ENGINE		CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2
MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT*	LB kg	605,500 274,655	633,000 287,122	605,500 274,655	605,500 274,655	605,500 274,655
MAXIMUM DESIGN TAKEOFF WEIGHT	LB kg	602,500 273,294	630,500 285,988	602,500 273,294	602,500 273,294	602,500 273,294
MAXIMUM DESIGN LANDING WEIGHT	LB kg	430,000 195,048	430,000 195,048	458,000 207,749	471,500 213,872	471,500 213,872
OPERATING EMPTY WEIGHT	LB kg	283,975 128,808	291,120 132,049	283,975 128,808	248,567 112,748	288,296 130,768
MAXIMUM DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	LB kg	400,000 181,440	400,000 181,440	430,000 195,048	451,300 204,710	451,300 204,710
MAXIMUM PAYLOAD (WEIGHT-LIMITED)	LB kg	116,025 52,632	108,880 49,391	146,707 66,549	202,733 91,962	163,004 73,942
MAXIMUM SEATING CAPACITY	STD MAX	323 410	323 410	214 290	0 0	298 410
MAXIMUM CARGO VOLUME	FT ³ m ³	5,566 157.6	5,288 149.7	9,152 259.2	21,530 609.7	21,288 602.3
MAXIMUM USABLE FUEL	U.S. GAL liters LB kg	38,615 146,173 258,721 117,356	41,615 157,529 278,821 126,470	38,615 146,173 258,721 117,356	38,615 146,173 258,721 117,356	38,615 146,173 258,721 117,356

* OPTIONAL MTW: 608,500 LB (276,016 kg)
613,000 LB (278,057 kg)
621,000 LB (281,686 kg)
628,000 LB (284,861 kg)
633,000 LB (287,122 kg)

** OPTIONAL MLW (FREIGHTER ONLY): 491,500 LB (222,944 kg)

**AIRPLANE DESCRIPTION
GENERAL AIRPLANE CHARACTERISTICS
MODEL MD-11 GE ENGINE**

Figura 2.35 Descripción del avión MD-11 motor
Fuente: MD-11 manual, AMM ATA 05-00-00 Rev 65.

2.11.1 Descripción dimensional

a) Dimensiones de trenes y estructurales del avión MD-11

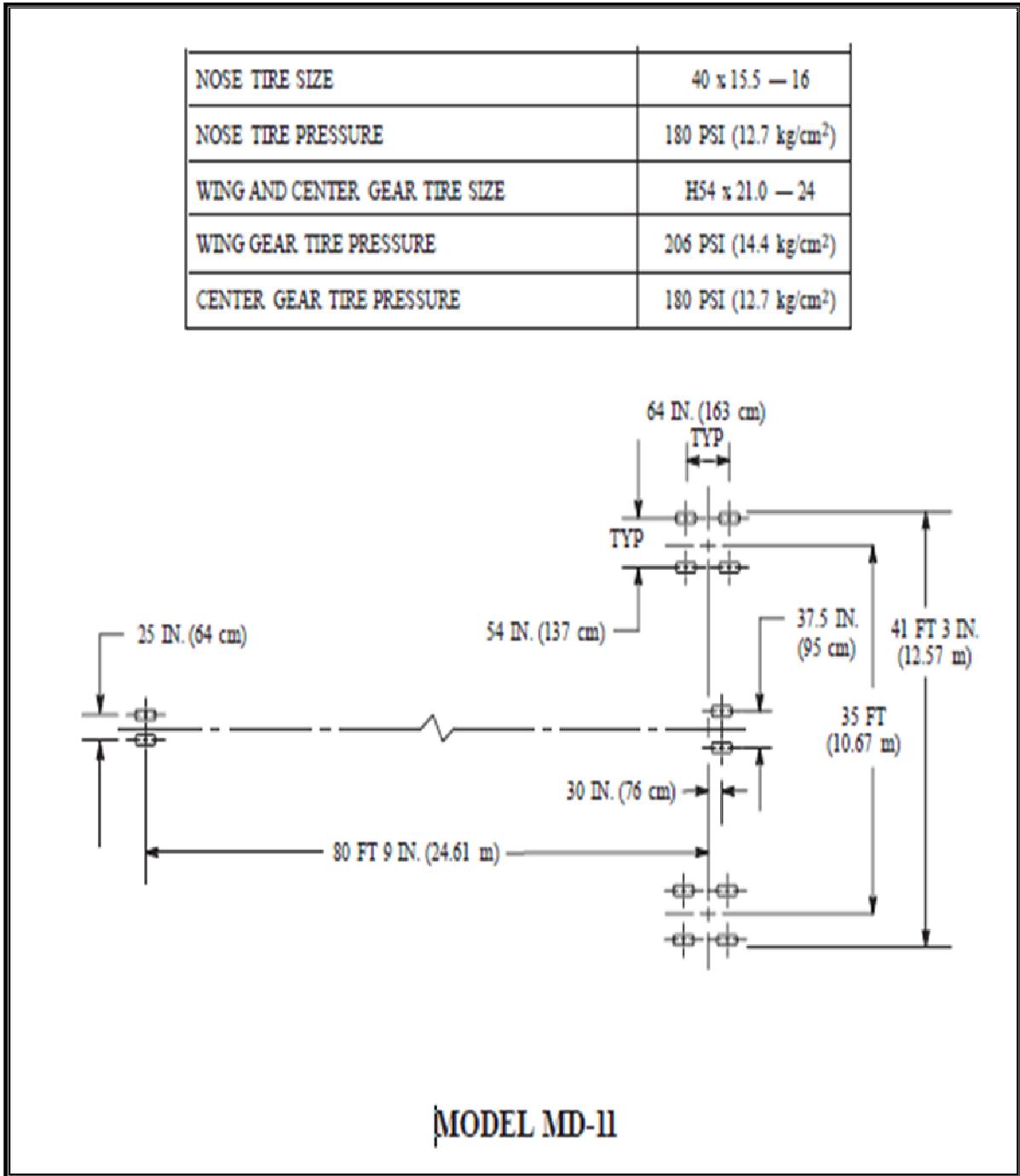


Figura 2.36 Dimensiones de trenes de aterrizaje del avión MD-11.

Fuente: Archivo de estudio MD-11 manual KLM.

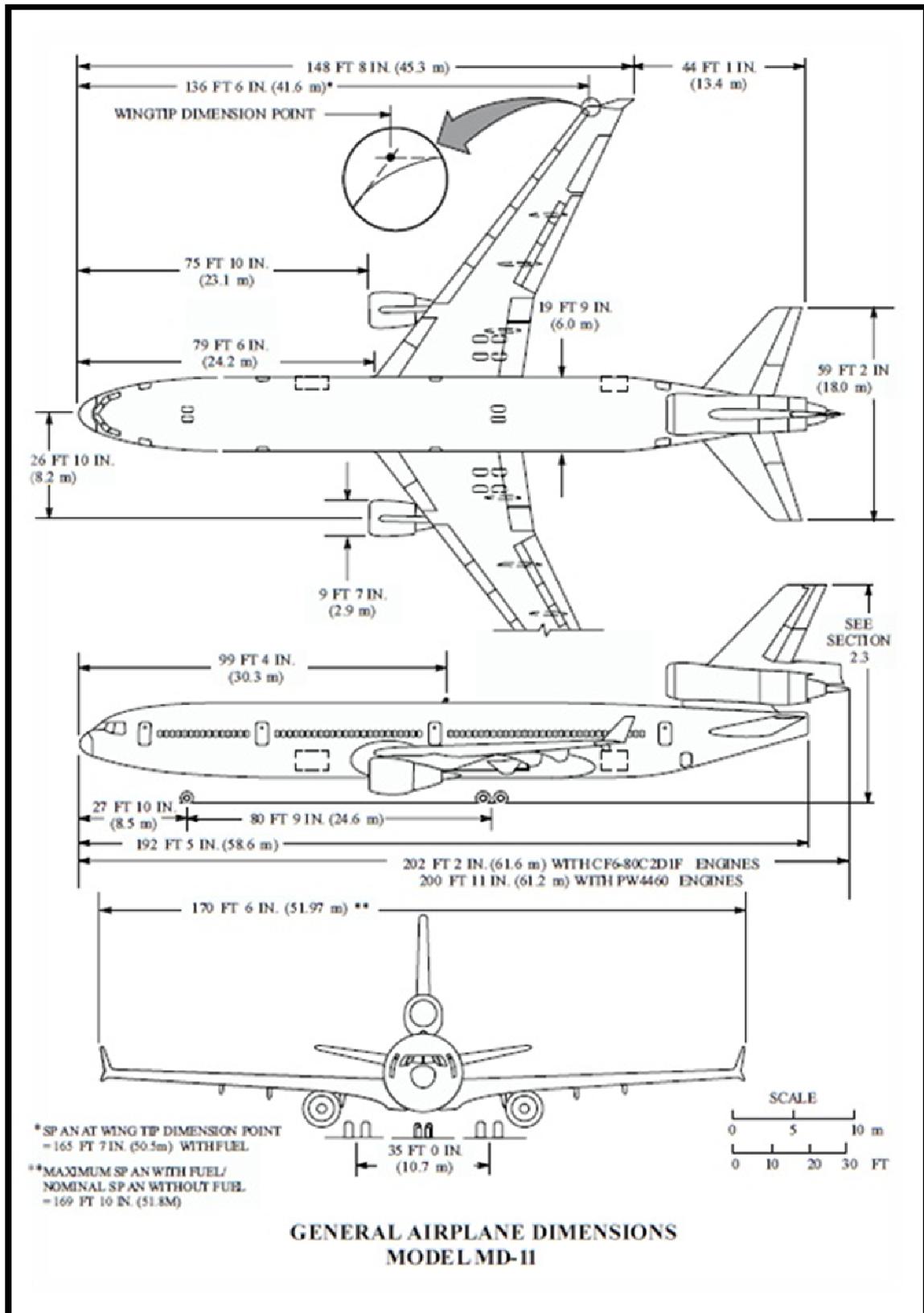


Figura 2.37 Dimensiones estructurales del avión MD-11

Fuente: Archivo de estudio MD-11 manual KLM

Al observar dichas gráficas que el fabricante de la aeronave muestra se puede determinar y describir al avión MD-11 viendo sus dimensiones reales tanto de su fuselaje como de sus trenes de aterrizaje, llantas, altura, distancia entre llantas, distancia entre trenes, largo de las alas, etc.

El avión MD-11 dispone de un tren de nariz, dos trenes principales, y un tren central, o también conocido como multiciclo.

El número de neumáticos que posee son: dos de nariz, ocho principales y dos centrales.

Dentro de los trenes se encuentran los sistemas de frenos del avión MD-11 los cuales proporcionan una manera segura al frenado de la aeronave, los frenos que utiliza dicho avión son de carbono-carbono, posee 10 conjuntos de frenos de disco múltiples a continuación se explicara de manera más detallada los sistemas de frenos.

b) Frenos avión MD-11

En general en el avión MD-11 existen 10 conjuntos de frenos, 4 frenos en cada tren principal (Main Landing Gear) y 2 frenos en el tren central (Center Landing Gear).

• Conjunto de frenos del avión MD-11

Cada conjunto de frenos posee:

- Cubierta del pistón
- Tubo de torsión con placas de respaldo
- Seis discos rotores de fibra de carbón reforzados
- Siete discos estatores de fibra de carbón reforzados
- Ocho pistones de accionamiento
- Una placa de presión de acero.

Cada conjunto de frenos tienen un peso de 300 lb (136 kg).

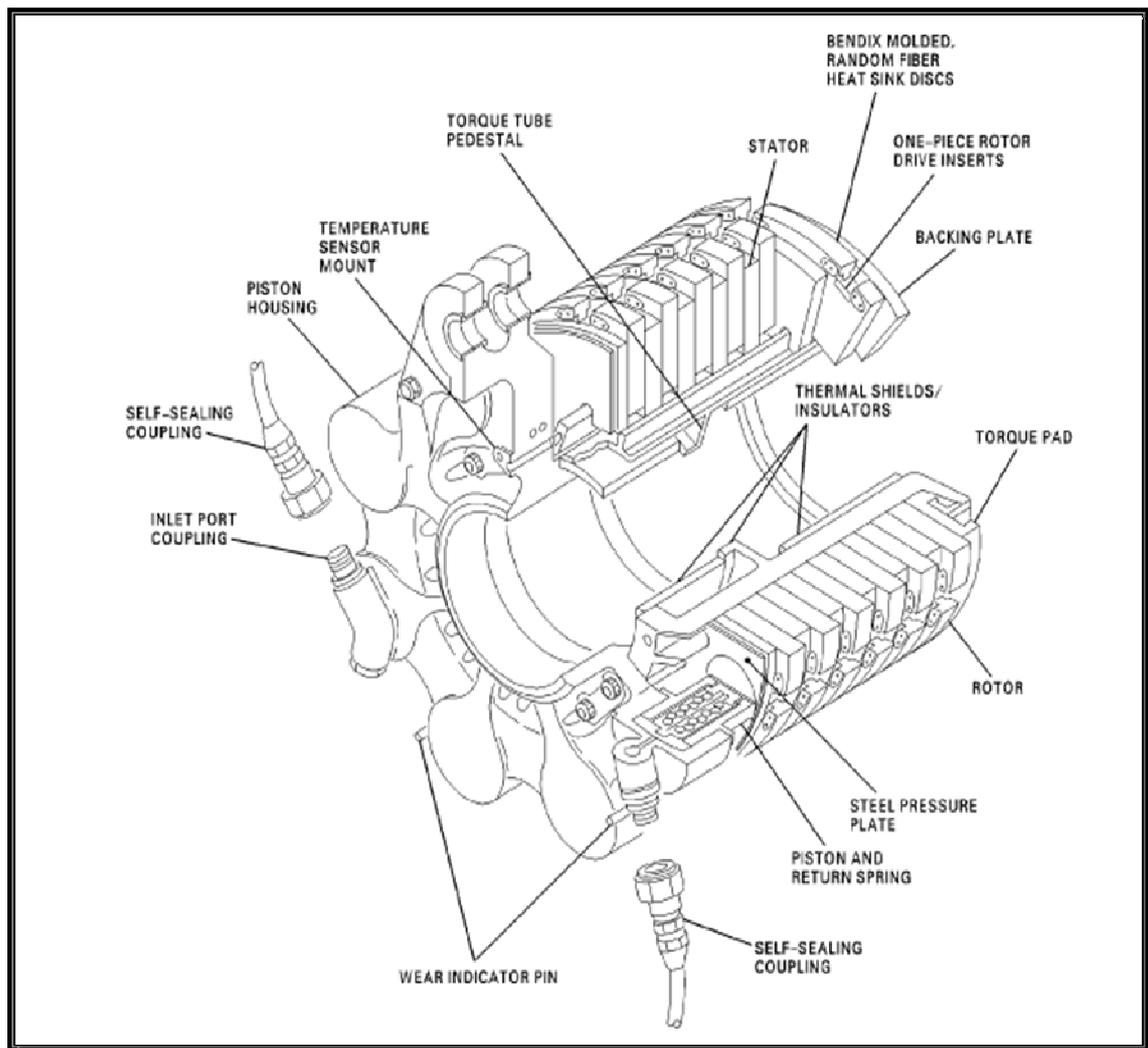


Figura 2.38 Conjunto de frenos avión MD-11.

Fuente: AMM KLM Ecuador Rev 65.

- **BTMI (Break temperature monitor/ tire pressure indicating), indicación de temperatura del freno y presión del neumático.**

Este sistema del avión utiliza una computadora para monitorear la temperatura que existe en los frenos y la presión de las ruedas sea en tierra o después del de-colaje.

La ubicación de esta computadora es en el compartimento central de accesorios del avión, o center accessory compartment (CAC).

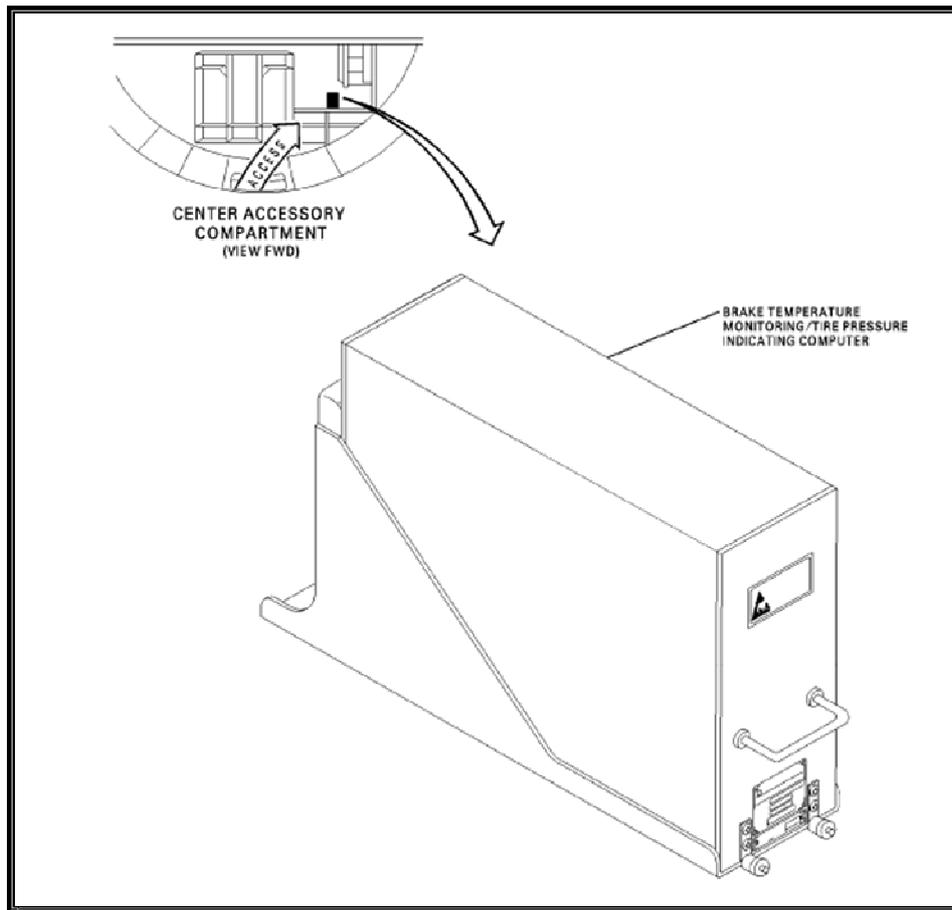


Figura 2.39BTMI (Break temperature monitor/ tire pressure indicating), indicación de temperatura del freno y presión del neumático.

Fuente: AMM KLM Ecuador Rev 65.

El BTM/TPI computer es el componente principal del sistema ya que recibe, envía, y calcula información desde otros sistemas.

- **Brake temperature sensor – sensor de temperatura del freno**

Cada freno tiene un sensor de temperatura y cuya función es detectar a que temperatura se encuentra cada freno y a través de la computadora BTM/TPI computer enviar una alerta a los sistemas de pantallas en la cabina.

Si la temperatura del freno es de 550 grados Celsius o mayor se enciende una alerta en la pantalla o System Display

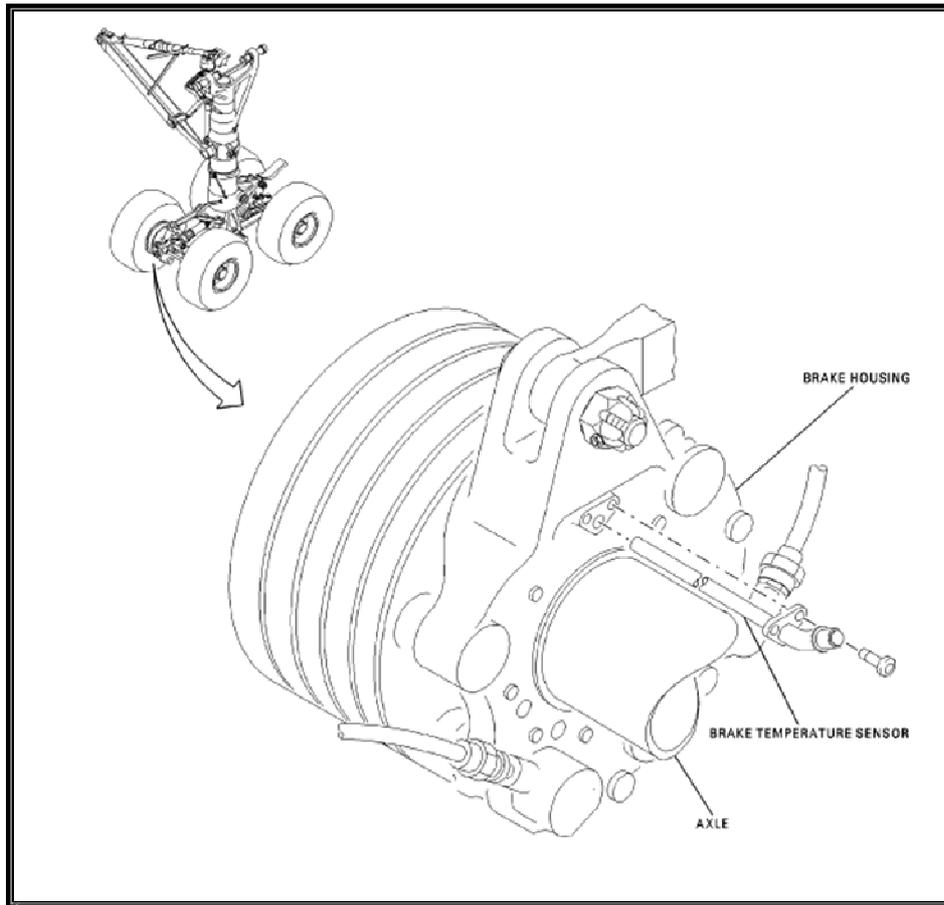


Figura 2.40 Brake temperature sensor
Fuente: AMM KLM Ecuador Rev 65.

- **Tire pressure**

Este componente indica a través de un medidor de presión o transductor cuanta presión de nitrógeno existe dentro del neumático, esta señal es recibida en el BTPM/TPI computer el cual envía una señal a la tripulación mediante las pantallas cuando:

- El neumático está sobre llenado o desinflado.
- Si presentara algún daño
- Si existe diferencia de presión dentro del mismo tren de aterrizaje.

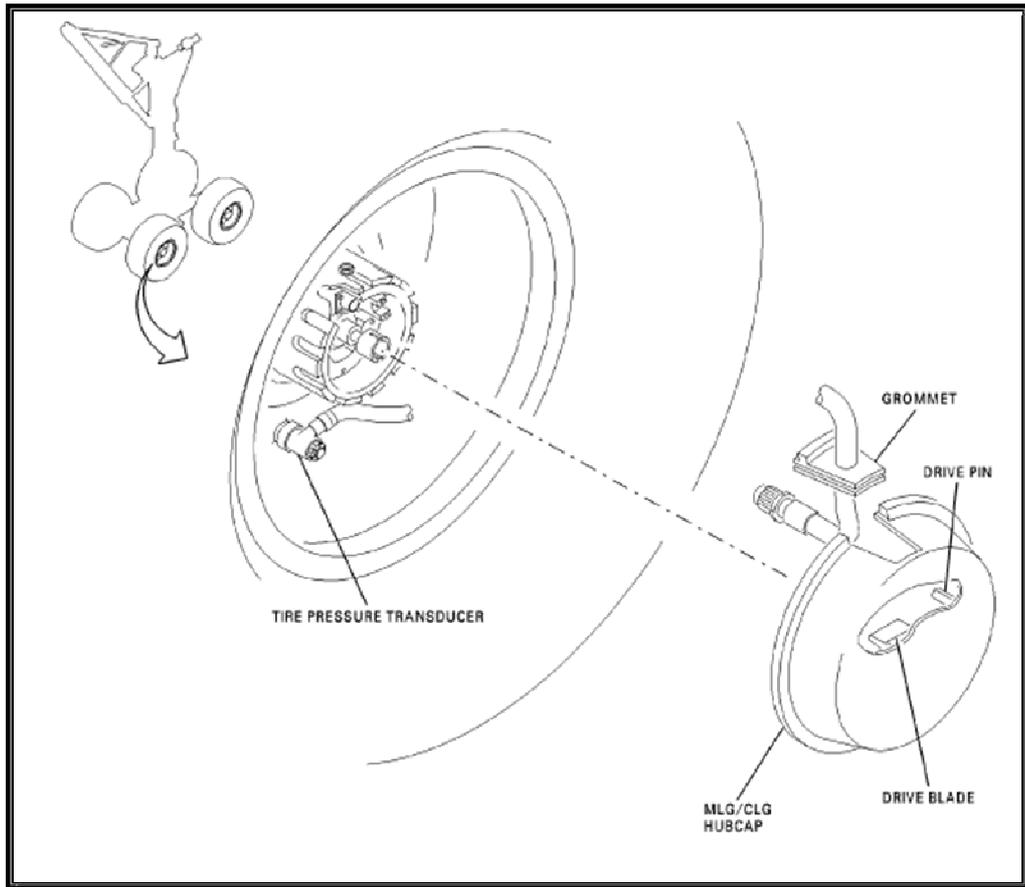


Figura 2.41 Tire pressure
Fuente: AMM KLM Ecuador Rev 65.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

Para el desarrollo del proyecto se tomó en consideración conocimientos teóricos y prácticos llevándolos a una ejecución, los fundamentos de manuales, consultas acorde al tema del proyecto.

3.1 Preliminares (Situación actual)

La situación actual en el departamento de mantenimiento en la compañía KLM Ecuador es el requerimiento de un ventilador que beneficie la operación de mantenimiento en línea de vuelo, evitando sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11, de esta manera previniendo retrasos, demoras y vuelos cancelados a causa de este motivo.

Actualmente dentro de la compañía se ha tratado de disminuir este problema usando un ventilador doméstico y evitar la existencia de sobre temperatura o fundición del fusible térmico que existe en cada rueda.

Este problema se suscita cuando el avión llega a plataforma con temperaturas hasta de 500 °C en la mayoría de conjuntos de frenos.

En las siguientes imágenes se puede notar el tipo de ventilador que se está utilizando actualmente para evitar que la sobre temperatura del conjunto de frenos ocasione que el fusible que existe en cada rueda se suelde, y exista demoras, vuelos cancelados en caso de que se deba cambiar el conjunto de frenos afectado.

Características deficientes del equipo actual:

- No disminuye la temperatura del freno en el menor tiempo posible.

- Se utiliza un equipo que ha sido improvisado.
- El equipo no presenta la seguridad y ergonomía que requiere el personal que lo opera.



Figura 3.1 Ventilador actual deficiente.

Fuente: KLM operaciones en tierra UIO.

Elaborado por: David Egas.



Figura 3.2 Cabina MD-11 System Display

Fuente: Avión MD-11 KLM.

Elaborado por: David Egas.

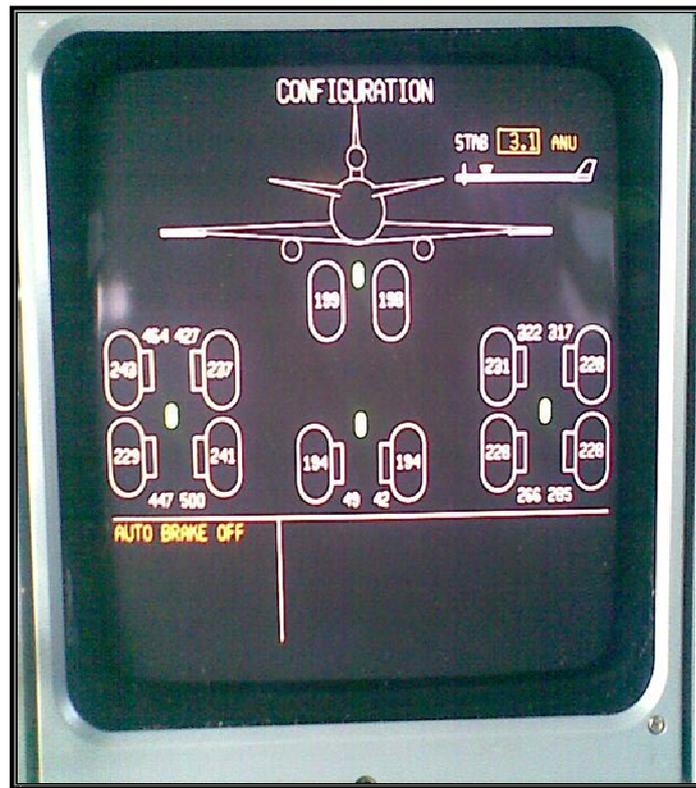


Figura 3.3 Cabina MD-11 System Display
Fuente: Avión MD-11 KLM.
Elaborado por: David Egas.

3.2 Planteamiento de alternativas

En vista de que las características del equipo que se utiliza actualmente no son las adecuadas se ha optado por realizar el análisis adecuado para el diseño y obtención del equipo correctamente requerido para el conjunto de frenos del avión MD-11.

En base al ventilador axial actualmente utilizado, se plantea la única alternativa que es la necesidad de construir un ventilador axial que disminuya la sobre temperatura del conjunto de frenos en un tiempo adecuado para que no existan pérdidas del recurso tiempo dentro de la compañía.

Para respaldar la selección del ventilador que se va a construir se plantean las siguientes recomendaciones.

3.2.1 Ventiladores axiales y sus características para escogerlos como sistema de ventilación para mover aire.

- Los ventiladores axiales son más livianos que los ventiladores centrífugos y su instalación en ductos forman parte del ducto donde se los coloca.
- Los caudales que pueden manejar los ventiladores axiales son mucho mayores que los ventiladores centrífugos, a los ventiladores axiales se los puede cambiar el ángulo de paso e incrementar su caudal.
- La construcción de los ventiladores axiales es más sencilla, sus componentes son visibles y de fácil acceso.
- Los ventiladores axiales son menos costosos que los ventiladores centrífugos, su construcción es más sencilla de manera que los costos de inversión son menor.
- Los ventiladores axiales son más livianos y maniobrables que los ventiladores centrífugos, esto implica mayor facilidad en cuanto a su instalación.
- El mantenimiento de los ventiladores axiales es más sencillo y menos costoso al reemplazar la hélice.
- Los niveles sonoros de los ventiladores axiales son más altos que los ventiladores centrífugos.
- Los ventiladores axiales necesitan más potencia o caballaje en su motor.
- La capacidad de presión de los ventiladores axiales es mayor que los ventiladores axiales.

- Los ventiladores axiales tienen dos beneficios que puede ofrecer al usuario, el primero es como ventilador, y segundo como extractor si se invierte la rotación de la hélice.
- Los ventiladores centrífugos no pueden invertir la rotación de su impulsor, su única función es como ventilador.

3.3 Análisis

Para el análisis matemático y diseño del ventilador se debe recalcar que se lo realiza en base a la tabla de requerimientos que la compañía KLM Ecuador otorga a este proyecto (ANEXO B).

3.3.1 Aspectos relevantes y tabla de ponderación que sustenta la selección del ventilador axial realizada por la compañía KLM Ecuador.

El mantenimiento del ventilador axial tiene un promedio de nueve, sus componentes son menos costosos en especial cuando la hélice deba ser reemplazada, el ventilador centrífugo su impulsor es mucho más complicado y costoso.

En cuanto a apariencia el ventilador axial tiene un promedio de diez, la estética y su fácil maniobrabilidad ayudará a la compañía a disminuir el tiempo de reacción a una alerta de sobre temperatura en el conjunto de frenos.

La capacidad del ventilador axial obtuvo un promedio de seis, el mismo que maneja mayor caudal por unidad de tiempo lo que ayudará a disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos en menos tiempo y existirá mayor renovación de aire.

Construcción este aspecto tiene un promedio de diez, el ventilador axial tiene componentes visibles y de fácil acceso lo que ayuda a su mantenimiento.

En costos de inversión el ventilador axial tiene un promedio de ocho, sus componentes son más comerciales y su construcción es más sencilla lo que beneficia para mejorar los costos.

El ruido tiene un promedio de dos, los niveles sonoros que maneja el ventilador axial es mayor al centrífugo, para ergonomía y seguridad del personal deberán utilizar tapones auriculares dentro de plataforma.

En cuanto a confiabilidad los dos ventiladores recibieron igual puntaje, los dos trabajaran acorde a las características a las que fueron fabricados.

Tabla 3.1 Análisis mediante ponderación y relevancias

Aspectos relevantes	VENTILADOR	
	AXIAL	CENTRÍFUGO
Mantenimiento	9	6
Apariencia	10	4
Capacidad	6	4
Construcción	10	6
Costo menor	8	4
Instalación	9	4
Ruido	2	9
Confiabilidad	5	5
Flujo inverso	10	0

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

3.4 Construcción del sistema de ventilación

Para la construcción del ventilador axial se pondrá en práctica los objetivos planteados y adicional se detalla los materiales herramientas y componentes extras acoplados al ventilador para su funcionamiento satisfactorio.

Tabla 3.2 Materiales e instrumentos

MATERIALES		
#	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Fan 3 blade	1
2	Motor eléctrico	1
3	Tol galvanizado de 2 mm	300 cm
4	Llantas Pug 500 Kg móviles	2
5	Soporte para ventilador axial	1
6	Cable eléctrico para conexión SUCRE 3 x 14	20m
7	Enchufe polarizado	115/220 V
8	Interruptor o caja de encendido 30 Amp x 500 Volts	110/220 V

9	Malla de seguridad para ventiladores axiales	2
10	Tape	1
11	Filtro de aire "pelón"	1
12	Moldes de logos de la compañía	2

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Tabla 3.3 Materiales e instrumentos

HERRAMIENTAS		
#	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
1	Destornilladores	H1
2	Flexómetro	H2
3	Brocas	H3
4	Playo de presión	H4
5	Rachas	H5
6	Pinzas	H6
7	Arco de cierra	H7
8	Escuadras	H8
9	Rayador	H9
10	Martillo de goma	H10

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Tabla 3.4 Materiales e instrumentos

MÁQUINAS HERRAMIENTAS		
#	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
1	Entenalla / banco	M1
2	Taladro	M2
3	Cizalla	M3
4	Dobladora	M4

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

3.5 Proceso de construcción

Para la construcción del sistema de ventilación se siguieron los siguientes pasos:

- Adquisición del ventilador axial acorde a los requerimientos de la compañía KLM Ecuador (Anexo B).
- Montaje del ventilador en el soporte.
- Ilustración en planos bidimensionales de la carcasa de seguridad.
- Proceso ensamblaje y construcción de la carcasa.
- Montaje de ventilador axial con su soporte en la carcasa de seguridad.
- Ensamble de filtro y mallas de seguridad en la entrada y salida del ventilador.
- Ensamblado de llantas móviles, patas fijas y conexiones eléctricas.

3.5.1 Montaje del ventilador axial en el soporte

Para el montaje del ventilador axial primero se midió las distancias de los agujeros, para posteriormente perforarlos y sujetar el ventilador axial con tornillos junto al soporte.



Figura 3.4 Montaje del ventilador axial en el soporte

Fuente: Avión MD-11 KLM.
Elaborado por: David Egas.

3.5.2 Ilustración en planos bidimensionales de la carcasa de seguridad

La ilustración en planos bidimensionales de la carcasa de seguridad tiene inicialmente la forma de un cubo de 61 cm elaborada en Palastro (TOL galvanizado), se usó este material porque no se corroe. Para una mejor visión ver Anexo “C”.

a) Construcción de la carcasa de seguridad

Tabla 3.5 Proceso de construcción

#	Proceso de construcción de la carcasa de seguridad Tol galvanizado	Herramientas , Máquinas- Herramientas Usados en la construcción		
		H	M-H	otros
1	Medición y trazado	H2/H9/H8	M1	
2	Corte	H6	M1/M3	
3	Acoplado y ajuste de partes	H1/H3/H5/H10		
4	Medición y perforado de agujeros	H2/H9	M2	
5	Acoplado de malla de seguridad de salida de aire	H4		
6	Acople de cono de salida de aire	H1/H3/H5/H10		

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Para mejorar la visualización de lo que se quiere obtener, se diseñó en el programa ScketchUp de manera bidimensional los planos de mediciones y cortes que se deben realizar en la aplicación real para la construcción de la carcasa de seguridad, el cubo que se debe realizar tiene unas medidas de 61 x 61 cm, cuyo material es de Palastro o comúnmente llamado Tol galvanizado de 2 mm

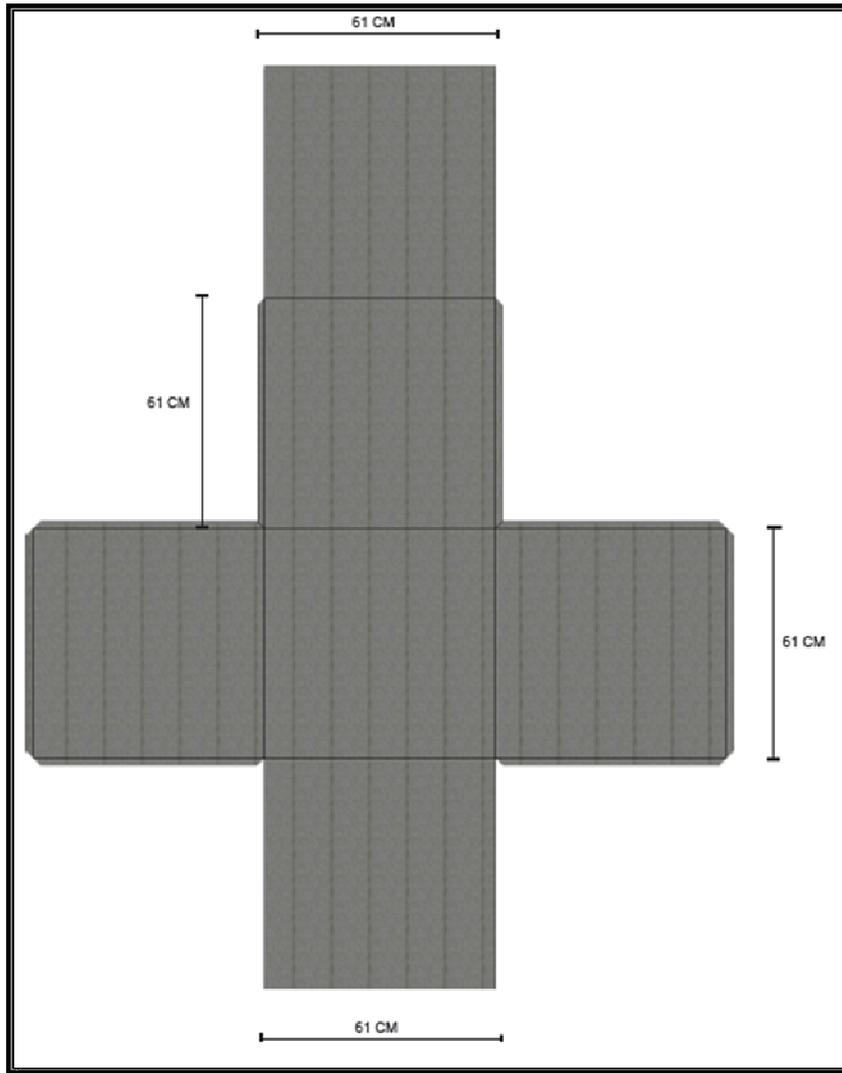


Figura 3.5 Diseño en el programa ScketchUp de manera bidimensional
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas

Una vez distribuido los puntos exactos y dimensiones se procedió con un rayador a trazar las líneas y cejas de corte.

Mediante las líneas guías de doblado y corte se procedió con una cizalla a cortar las láminas de Palastro de manera individual.

Con las láminas de palastro de manera individual y con sus cejas de doblado de procedió con una dobladora a colocar a las cejas en un ángulo de 90° las cuales ayudaran como puntos de sujeción en el proceso de ensamblado de la carcasa de seguridad.

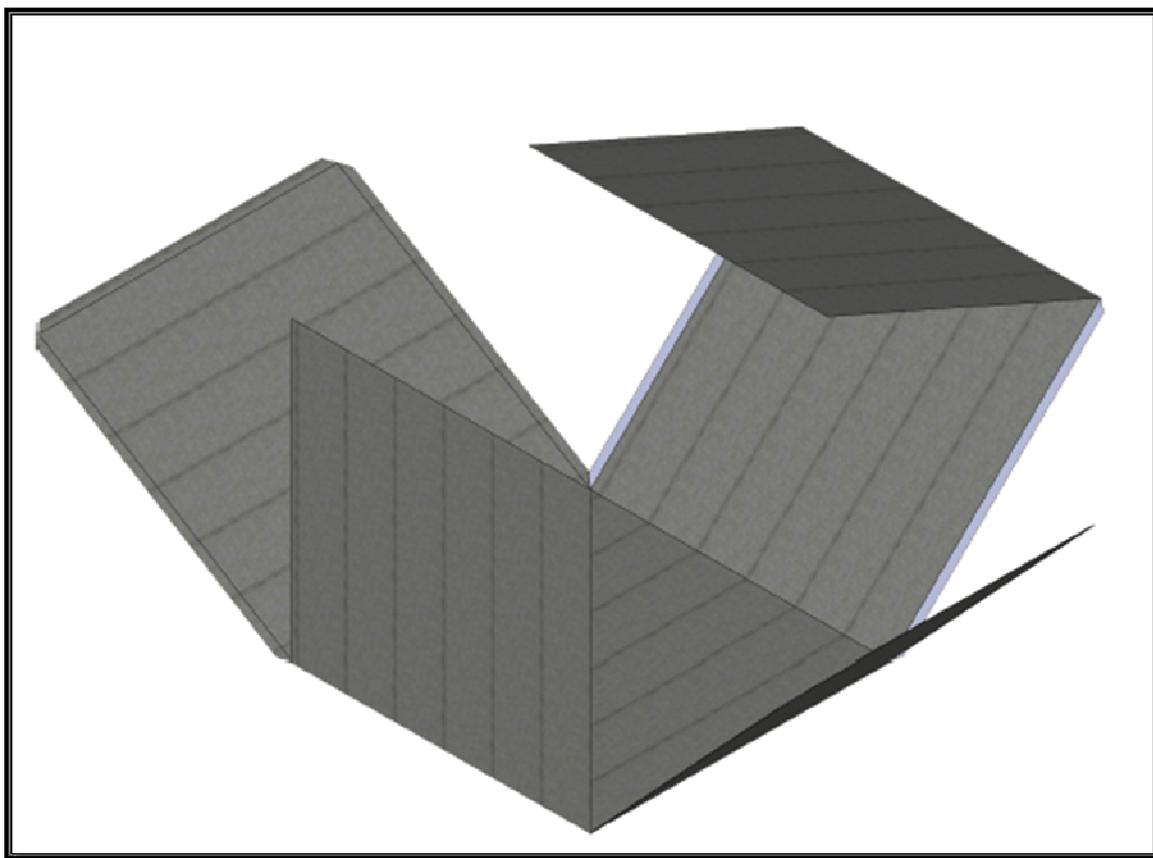


Figura 3.6 Láminas de palastro de manera individual y con sus cejas de doblado
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Las cejas de sujeción se doblaron correctamente, se procedió a ensamblar la carcasa de seguridad y sujetando con cejas extras de sujeción se finalizó el ensamblado de la carcasa, se debe aclarar que las láminas que están situadas en la salida y entrada de aire se removieron para posteriormente colocar los filtros, mallas de seguridad y naturalmente el ventilador axial.

Como se puede visualizar en la siguiente figura la carcasa de seguridad se ensambló correctamente, esto quiere decir que culminado este proceso se realizó el montaje del ventilador axial con su respectivo soporte en la carcasa de seguridad.

Esta es una vista lateral de la carcasa de seguridad del sistema de ventilación.

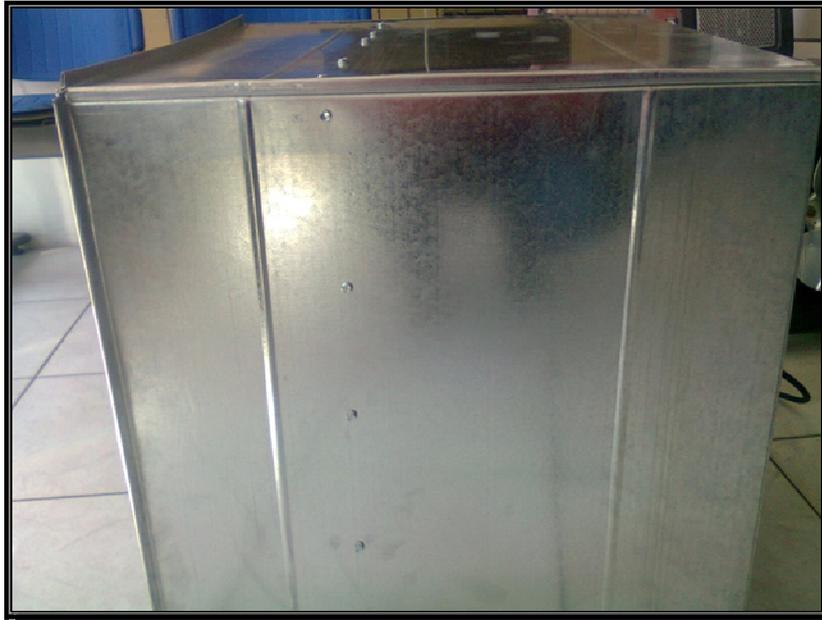


Figura 3.7 Vista lateral de la carcasa de seguridad del sistema de ventilación
 Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: David Egas.

3.5.3 Montaje de ventilador en la carcasa de seguridad

Para el montaje del ventilador en la carcasa de seguridad se realizó las medidas de los puntos de sujeción para luego perforarlos, posteriormente se ajustan con tornillos el soporte del ventilador a las paredes de láminas de palastro o Tol Galvanizado.

Tabla 3.6 Montaje de ventilador en la carcasa de seguridad

#	Proceso de montaje de ventilador, soporte, y caja de seguridad	Herramientas , Máquinas- Herramientas Usados en la construcción		
		H	M-H	Otros
1	Medición y perforado de agujeros	H2/H9	M2	
2	Acoplado y ajuste de partes	H1/H3/H5/H10		
3	Montaje de filtro de aire			Manos
4	Instalaciones eléctricas	H1		Cortador de cables y tape

Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: David Egas.

Una vez realizado el montaje del ventilador con su soporte en la carcasa de seguridad, se colocó la malla de seguridad en la salida de flujo de aire, de esta manera evitara que los álabes del Fan no sufran ningún daño, porque estarán aislados del exterior.



Figura 3.8 Malla de seguridad en la salida de flujo de aire

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

Para sujetar el soporte del ventilador axial con la carcasa de seguridad primero se midió en el material de palastro la distancia entre cada perforación la cuál es de 12 cm entre cada orificio y 5 tornillos de acero inoxidable de $\frac{1}{4}$ pulg con cabeza hexagonal de esta manera ayudó en el momento del ajuste de cada tornillo.

Con el ventilador, el soporte del ventilador axial sujetos junto con la carcasa de seguridad se coló unas cejas adicionales para el montaje de la malla de seguridad (electro- soldada), las cejas de seguridad se ajustó a la carcasa de

seguridad a presión.

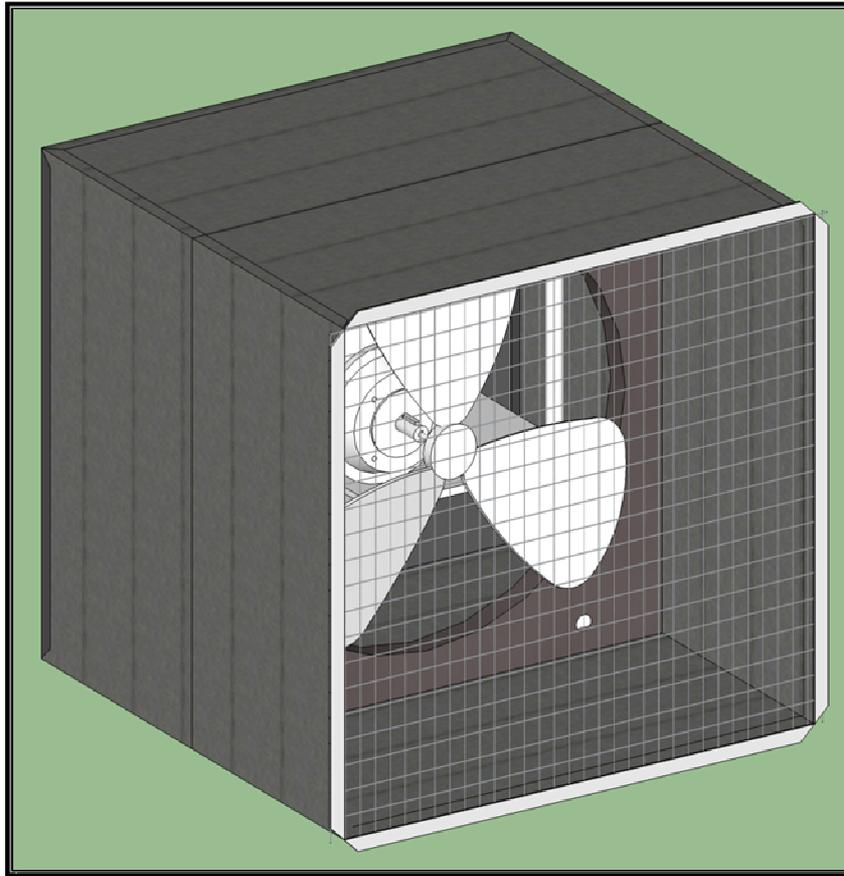


Figura 3.9 Cejas adicionales para el montaje de la malla de seguridad

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

Con la malla electro- soldada instalada y situada en la salida del flujo de aire, se realizó el diseño de un ducto de salida de manera convergente, esto ayudaría a direccionar el flujo de salida y aprovechar al máximo el sistema de ventilación para disminuir la sobre temperatura dentro del conjunto de frenos del avión MD-11.

El diseño del cono de salida se lo realizó en el programa ScketchUp, con las siguientes medidas, 33 cm de profundidad a un ángulo convergente hacia delante de 30° y con una base la cual está fijada a la malla de seguridad de 61 cm x 61 cm.

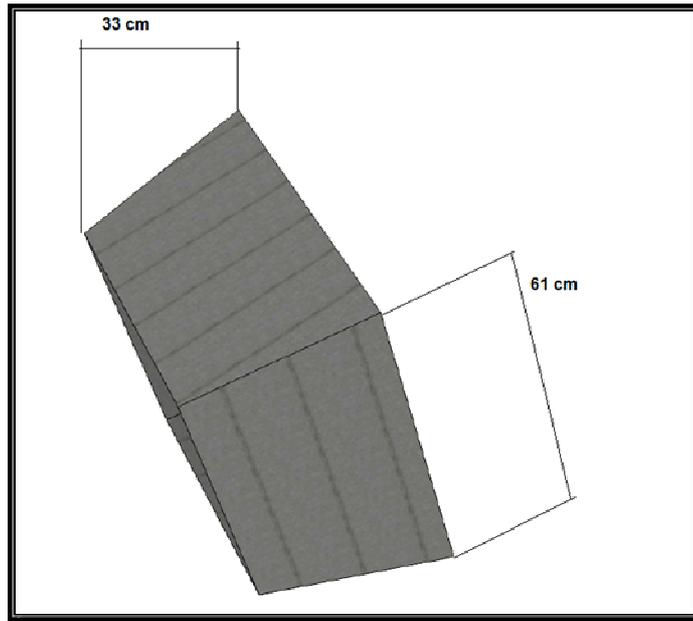


Figura 3.10 Diseño del cono de salida en el programa ScketchUp
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Una vez construido y ensamblado el cono de salida en el taller se realizó el montaje en la carcasa de seguridad.

Mediante unas cejas de ajuste se unió, ajustó y aseguro ensamblando la carcasa de seguridad con la malla y el cono de salida

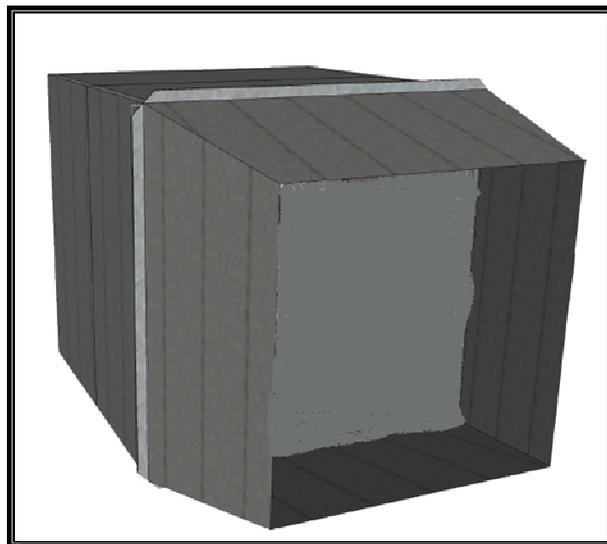


Figura 3.11 Cejas de ajuste
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

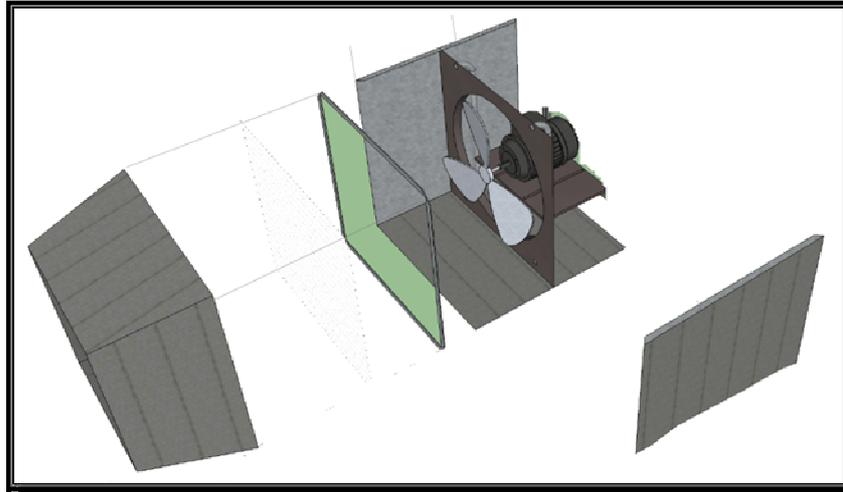


Figura 3.12 Ensamblando la carcasa de seguridad

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Se midió los puntos de sujeción de la manija en la parte superior para el carreteo o traslado del sistema de ventilación dentro de plataforma, para esto se utilizó un Flexómetro y un taladro eléctrico y una broca de 3/8 cuyos tornillos de acero inoxidable son de medidas similares.



Figura 3.13 Sujeción de la manija en la parte superior

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

La perforación de la manija de carreteo se la perforó sin ninguna dificultad y se ajustó los dos tornillos de manera segura a la lámina de palastro galvanizado.



Figura 3.14 Perforación de la manija de carreteo
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

En la parte inferior del sistema de ventilación se realizó con un flexómetro las mediciones de orificios para colocar las ruedas transportadora y en la parte anterior del sistema de ventilación se perforaron dos orificios colocando una varillaroscada, esta ayudara a regular la inclinación de la salida del flujo de aire del sistema de ventilación hacia el conjunto de frenos.



Figura 3.15 Medición de orificios para colocar las ruedas transportadora
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Una vez concluidas las instalaciones para los soportes del sistema de ventilación se realizó las instalaciones del sistema eléctrico.



Figura 3.16 Instalaciones del sistema eléctrico.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

Para la instalación eléctrica del sistema de ventilación se utilizó un cable Sucre 3x14 con 20 m de largo para trasportar el sistema de ventilación sin necesidad de extensiones eléctricas

Se realizó posteriormente la conexión de la Botonera de encendido y apagado cuyas características son 30 Amp y 500 volts con seguridad el motor eléctrico trabajara normalmente cuyas características de trabajo son 8.4 Amp y 110 volts.

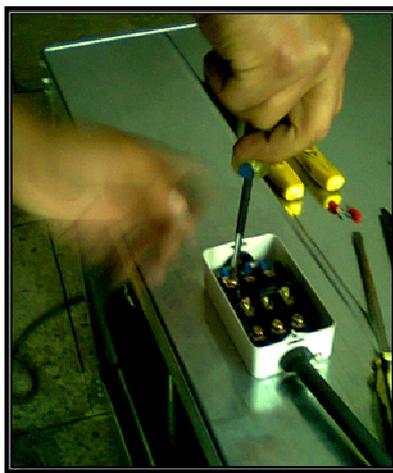


Figura 3.17 Botonera de encendido y apagado

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

Para la sujeción de la botonera con la carcasa de seguridad se perforó y sujetó con tornillos de 1/4, posteriormente se colocó la tapa de seguridad de la botonera.



Figura 3.18 Tapa de seguridad de la botonera.
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Para concluir con la instalación eléctrica se conectó los 20 metros de cable sucre 3x14 al enchufe polarizado y así se realizó la primera prueba de encendido del ventilador.



Figura 3.19 Enchufe polarizado.
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Finalmente para dar por terminado el proyecto, se adquirió un filtro de aire de cuyo material es de pelón con una malla de seguridad electro-soldada.



Figura 3.20 Filtro de aire.
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Una vez ensamblado el filtro de aire se realizó el montaje en la parte posterior del ventilador de esta manera ayudará a filtrar el aire de entrada y obtener un aire libre de impurezas que afecten la operación del sistema de ventilación en general.



Figura 3.21 Montaje en la parte posterior del ventilador
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Una vez acopladas y montadas partes que componen el sistema de

ventilación se realizó en el taller industrial la primera prueba operacional del equipo y chequear anomalías previas al uso aeronáutico.



Figura 3.22 Prueba operacional del equipo
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Las primeras pruebas operacionales fueron todo un éxito y se trasladó el sistema de ventilación al aeropuerto Mariscal Sucre de la ciudad de Quito para realizar las pruebas operacionales cuando el avión MD-11 se encuentre en tierra.

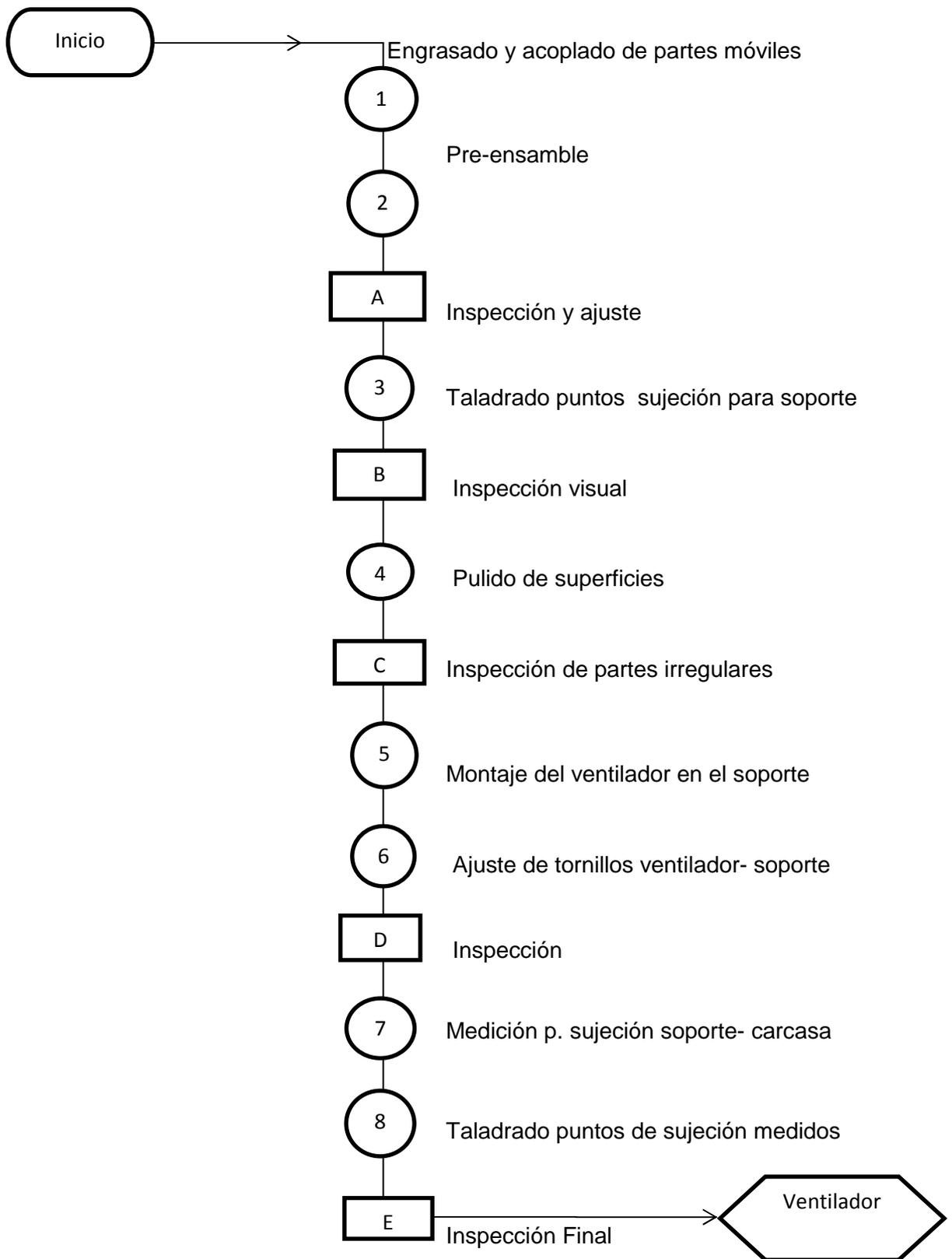


Figura 3.23 Traslado del sistema de ventilación al aeropuerto Mariscal Sucre
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura 3.24 Pruebas operacionales con el avión MD-11
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

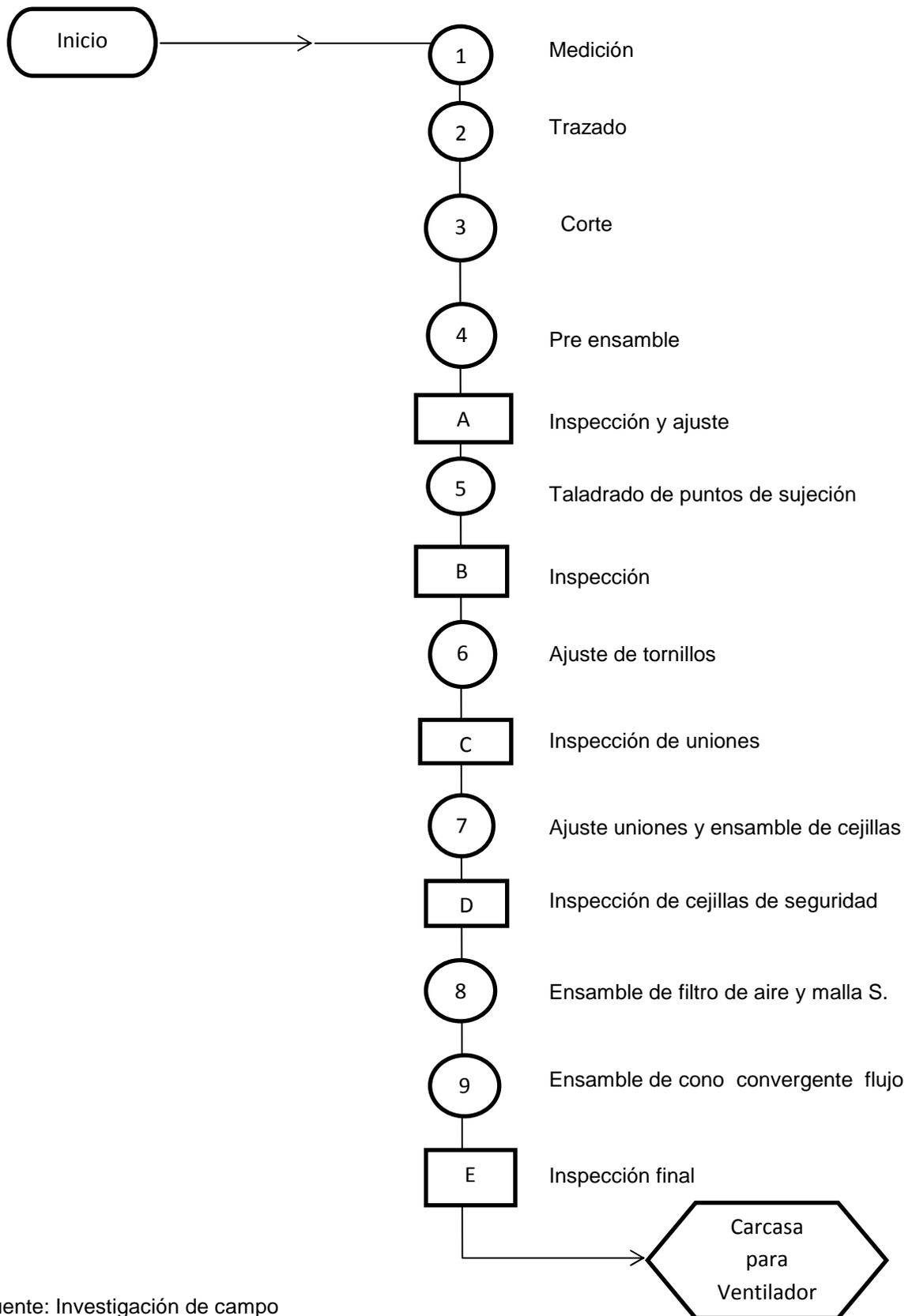
3.6 Diagrama de flujo de construcción del ventilador



Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: David Egas.

3.7 Diagrama de flujo de construcción de la carcasa de seguridad para el

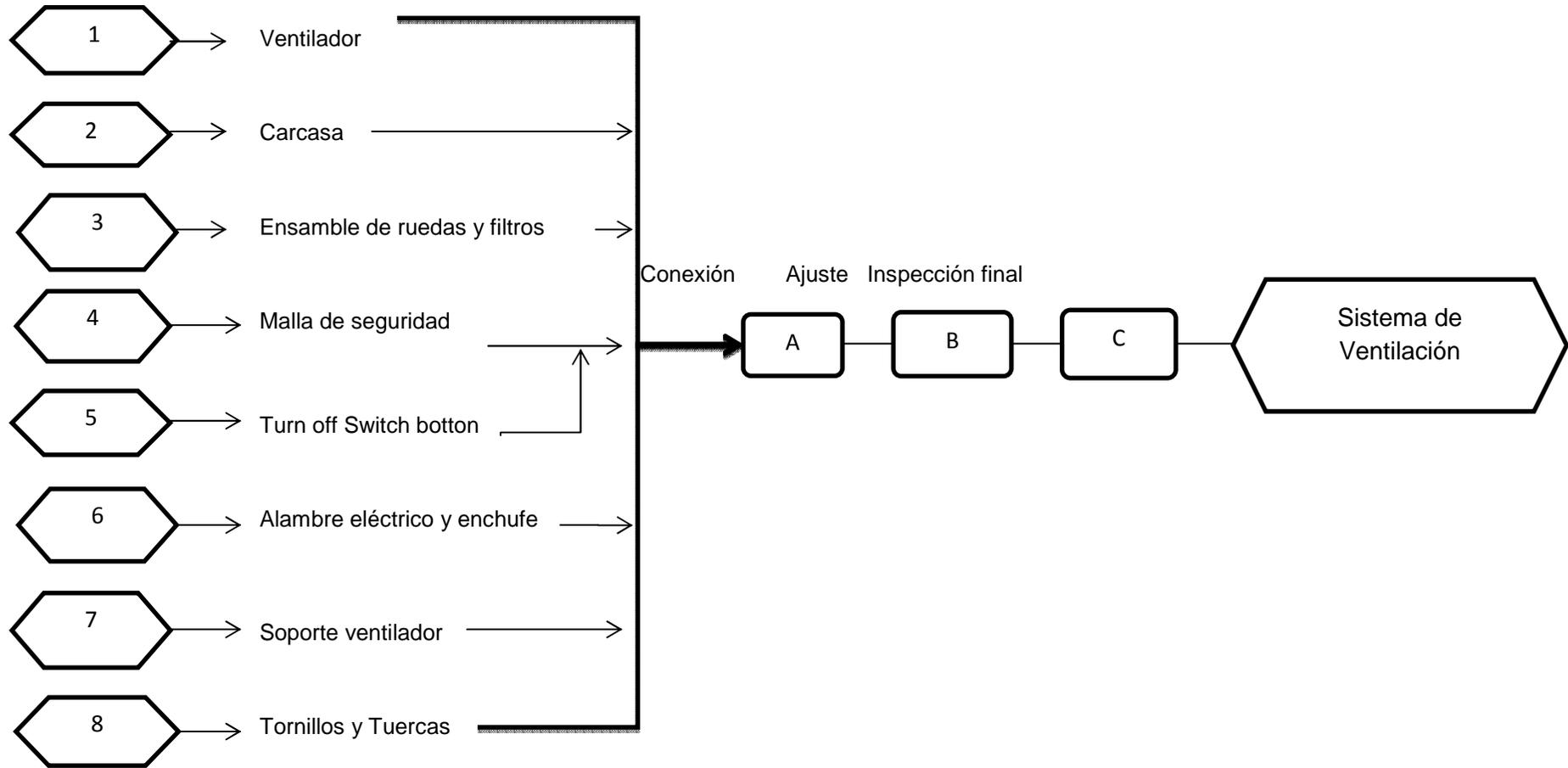
ventilador Material: Palastro TOL Galvanizado de 2mm



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

3.8 Diagrama de flujo de construcción del sistema de ventilación

79



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

3.9 Pruebas y análisis de resultados

Para las pruebas y los análisis de resultados se llevó el sistema de ventilación al aeropuerto Mariscal Sucre de la ciudad de Quito.



Figura 3.25 Pruebas y análisis de resultados

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

Detalle de pruebas

- Se colocó el sistema de ventilación junto al avión MD-11 una vez estacionado.
- Se liberaron los frenos de parqueo.
- Colocando el sistema de ventilación a una distancia mínima de un metro diagonal al conjunto de frenos afectado.
- Se realizó las conexiones eléctricas en la fuente de electricidad disponible para la compañía con características idénticas a las que opera el sistema de ventilación.
- Se encendió el sistema de ventilación por medio de la botonera de

encendido y apagado.

- Visualización en System Display en la cabina de pilotaje la temperatura se disminuye adecuadamente en el menor tiempo posible.
- El avión no sufrió demoras, ni cambios de frenos a causa de OVERHEAT.

Análisis de resultados

Los resultados obtenidos están dentro de los parámetros establecidos en los objetivos del proyecto.

El sistema de ventilación trabaja ventajosamente a favor de la aerolínea y no perjudicándola, disminuyendo el OVERHEAT en los conjuntos de frenos en el tiempo que el avión se encuentra en tierra.

La seguridad y ergonomía establecida por el sistema de ventilación mejoró notablemente al realizar una carcasa de seguridad para enviar aire totalmente puro y filtrado.

El sistema de ventilación cumple con las expectativas de la compañía de manera que se logró optimizar el recurso tiempo.

Fotos de pruebas operacionales

El avión MD-11 llega a tierra después de 14 horas de vuelo los mecánicos lo reciben y se comunican con los tripulantes por medio de Headsets para informar si el conjunto de frenos se encuentra con sobre temperatura.



Figura 3.26. Recepción del avión MD-11

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

El mecánico se comunica con la cabina de pilotaje e informa que el freno de la rueda número 6 se encuentra con sobre temperatura 510°C, por lo que se procede a colocar el sistema de ventilación en la rueda que presenta este problema.

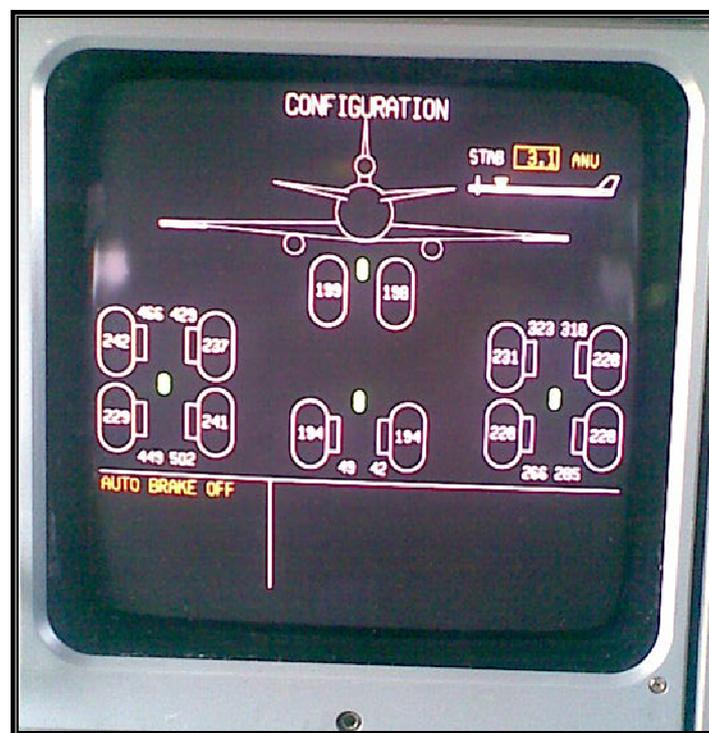


Figura 3.27. Visualización en el System Display Avión MD-11

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

Una vez colocado el sistema de ventilación para el conjunto de frenos se monitorea cada 5 minutos si la temperatura disminuye.

Satisfactoriamente la temperatura disminuye poco a poco.

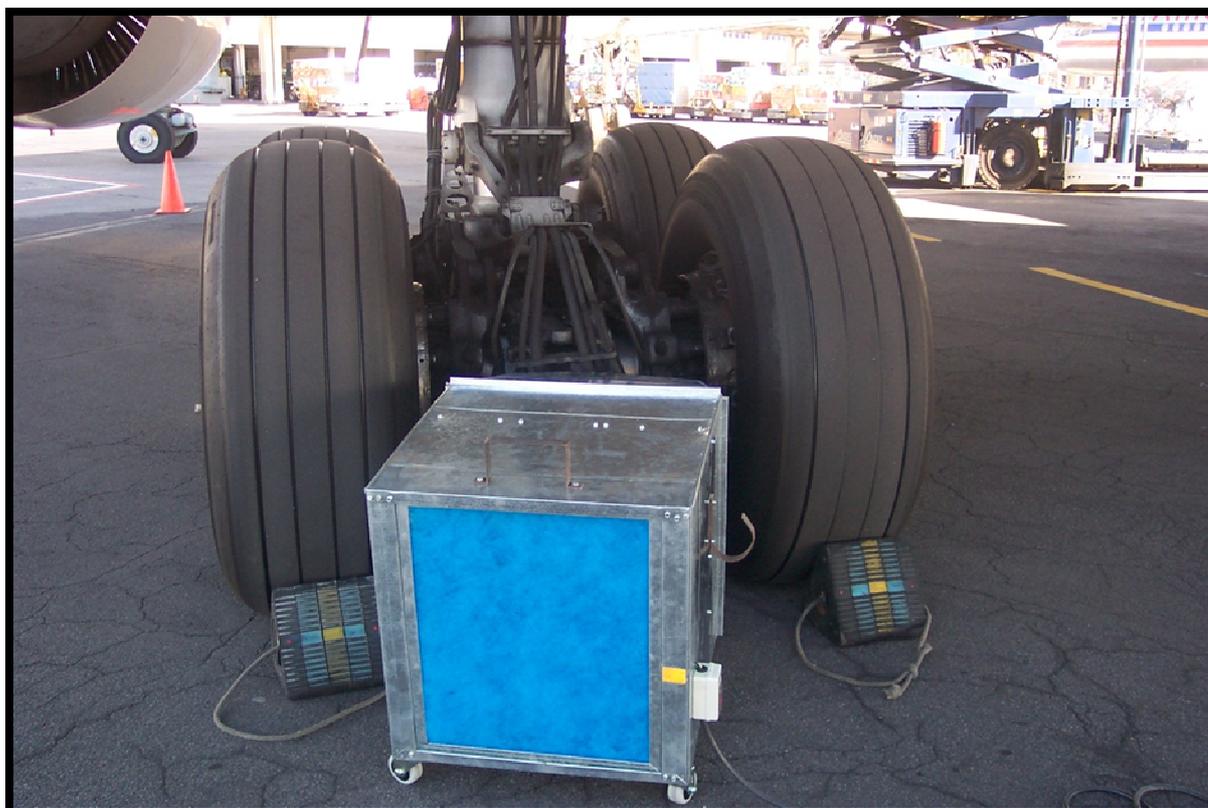


Figura 3.28. Ubicación del ventilador en el freno No. 6 de manera diagonal

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

Después de veinte minutos la temperatura disminuye 200°C , por lo que se puede asegurar que el proyecto funciona a favor de la compañía cumpliendo con los objetivos planteados inicialmente.

La temperatura disminuyó de 510°C a 325°C el proyecto cumplió con las expectativas.

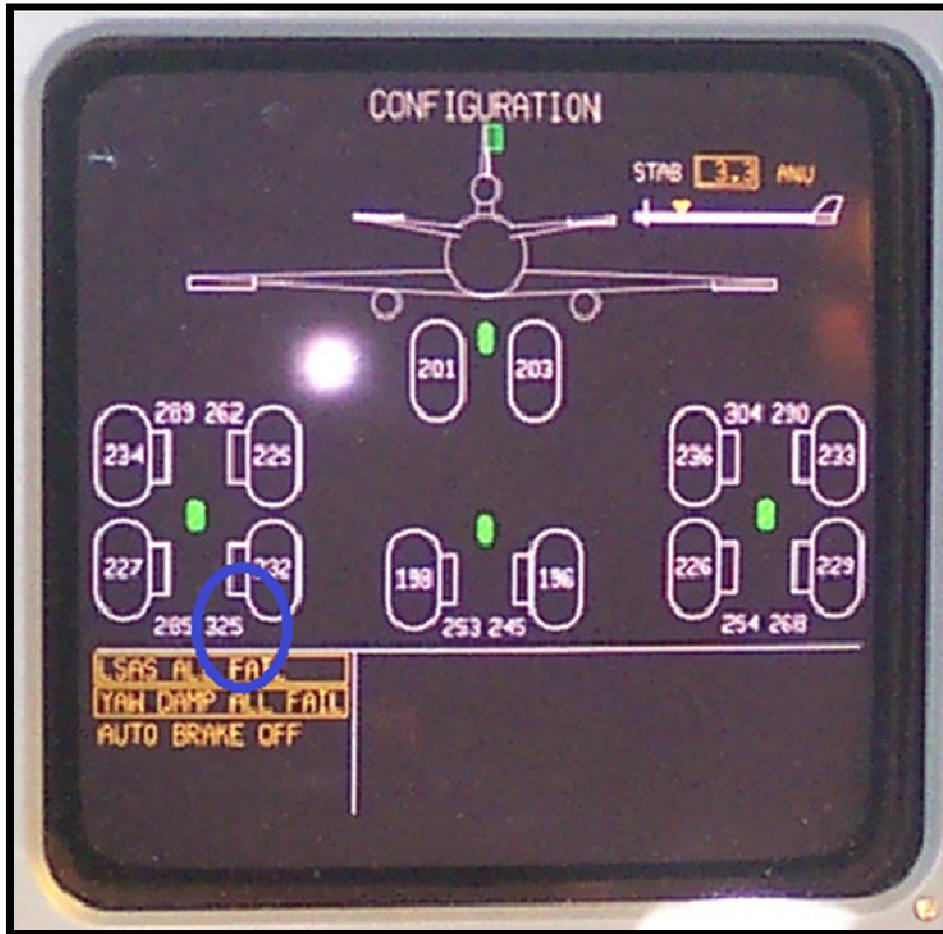


Figura 3.29. Monitoreo de la temperatura freno No. 6 en el System Display
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

3.10 Documento de aceptación del usuario

Para desarrollar el proyecto se determina y justifica el requerimiento del sistema de ventilación a través del certificado emitido por la compañía KLM Ecuador. Anexo "D".

3.11 Elaboración de manuales

3.11.1 Descripción general

Se ha establecido los manuales de manera simplificada donde se detallan los pasos que se deberán seguir para su correcta operación durante los trabajos realizados en línea de vuelo, de esta manera se podrá contribuir con la seguridad

y ergonomía de los usuarios.

También su manual de mantenimiento que beneficiara al usuario y así obtener un óptimo resultado de trabajo.

3.12 Manual de Operaciones, Manual de Mantenimiento y Manual de Seguridad del sistema de ventilación.

	MANUAL DE OPERACIONES	PAG:1-2
	CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR	CÓDIGO: MD-11
		REVISIÓN: 1
	Elaborado por: David Egas. C	FECHA:
Revisado por: Tlgo. Rodrigo Bautista	24/05/2011	

1. **OBJETIVO**
Establecer los procedimientos operacionales del sistema de ventilación para el avión MD-11.

2. **ALCANCE**
El presente manual está dirigido al personal de mantenimiento de la compañía sea ingenieros de tierra, mecánicos, personal autorizado.

3. **REFERENCIA**
AMM 32-36-00.

4. **PROCEDIMIENTO**(Ver Fotografías Anexo E)
 - Esperar a la aeronave en plataforma.
 - Recibir a la aeronave mediante Headsets.
 - Colocar calzos en los trenes principales en la parte anterior y posterior.
 - Liberar los frenos
 - Ingresar a la aeronave y cabina de pilotaje.

	MANUAL DE OPERACIONES	PAG: 2-2
	CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR	CÓDIGO: MD-11
		REVISIÓN: 1
	Elaborado por: David Egas. C	FECHA: 24/05/2011
Revisado por: Tlgo. Rodrigo Bautista		
<ul style="list-style-type: none"> • Visualizar en el System Display BTM/TPI, la temperatura actual de cada conjunto de frenos. • Si su temperatura excede los 450 °C es necesario por seguridad disminuir la temperatura del conjunto mediante el ventilador. • Antes de operar el ventilador debe realizar una inspección visual de Componentes móviles del ventilador. • Realizar una inspección visual de cable de conexión eléctrica y su conector. • Conectar el ventilador a una fuente de 60Hrtz 110/220V no exceda los límites establecidos. • Encender el ventilador desde su botón ON o de encendido. • Espere a que el ventilador estabilice sus revoluciones y no exista demasiada vibración. • Coloque el ventilador en la parte interna del tren de aterrizaje de manera que la dirección de flujo de aire sea diagonal al conjunto de frenos que presenta exceso de temperatura. • Procure que la distancia entre el ventilador y el conjunto de freno sea mínimo de 1m y máximo de 3m. • Espere de 5min a 7min y revise de manera visual en System Display si la temperatura baja entre 250 °C y 300 °C, si es así remueva el ventilador. • Apague el ventilador desde su botón OFF o de apagado. • Desconecte en ventilador de su fuente de energía. • Remueva el ventilador y colóquelo fuera del diamante de seguridad de la aeronave. • Realizar una inspección visual del conjunto de freno y del ventilador después de cada operación. 		

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	PAG: 1-2
	CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR	CÓDIGO: MD-11
		REVISIÓN: 1
	Elaborado por: David Egas. C	FECHA: 24/05/2011
Revisado por: Tlgo. Rodrigo Bautista		
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Establecer los procedimientos mantenimiento del sistema de ventilación para el avión MD-11.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Establecer un buen uso y operación adecuada del ventilador para el avión MD-11.</p> <p>3. REFERENCIA</p> <p>Manuales de ventiladores axiales</p> <p>4. PROCEDIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operación y seguridad, el ventilador instalado u operado de manera inapropiada, representa un peligro tanto para las personas que lo operan como para el avión, por lo que se recomienda leer el manual de operaciones antes de usar el ventilador. • No opere sin la protección sea malla frontal o sin filtro de aire. • Antes de poner a funcionar el ventilador asegúrese que todas las piezas estén debidamente en su lugar. • Seguir los procedimientos de lubricación de rodamientos y cojinetes. • Chequear que la carcasa no esté deformada o golpeada, si lo está suspenda su uso. • Si escucha que el ventilador no opera correctamente, desconéctelo dela línea o cable eléctrico e investigue la causa. Observe si hay vibración no usual o sobrecalentamiento de los rodamientos y motores. 		

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	PAG: 2-2
	CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR	CÓDIGO: MD-11
		REVISIÓN: 1
	Elaborado por: David Egas. C	FECHA:
Revisado por: Tlgo. Rodrigo Bautista	24/05/2011	

- A la primera indicación de problema o de vibración, apague el ventilador y revise todo el sistema.
- No se deben hacer reparaciones durante el período de garantía sin autorización de los constructores, ya que se pierde la misma.
- Obstrucciones, suciedad, tanto a la entrada como a la salida del ducto. Se deben limpiar los respiraderos y colocar rejillas protectoras.
- Limpiar el filtro de aire cada 30 días usando un compresor de aire, agua y dejar secar.
- Engrasar las llantas de carreteo en sus rodamientos cada 60 días.
- Verificar cada 30 días que los tornillos de la carcasa de seguridad se encuentren ajustados.
- Los acoples deben estar alineados y lubricados.

	MANUAL DE SEGURIDAD	PAG: 1-1
	CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR	CÓDIGO: MD-11
		REVISIÓN: 1
	Elaborado por: David Egas. C	FECHA:
Revisado por: Tlgo. Rodrigo Bautista	24/05/2011	

1. OBJETIVO

Prevenir la integridad física de las personas que operen el sistema de ventilación.

2. ALCANCE

El presente manual está dirigido al personal de mantenimiento de la compañía sea ingenieros de tierra, mecánicos, personal autorizado.

3. REFERENCIA

AMM 32-36-00.

4. PROCEDIMIENTO(ANEXO E)

- Leer el manual de seguridad minuciosamente.
- Chequear el filtro de aire este limpio y bien colocado en la entrada de aire junto con su malla de seguridad.
- Verificar que la carcasa de seguridad no se encuentre golpeada, de serlo no opere el ventilador y chequee componentes internos.
- Verificar que todos los tornillos de sujeción se encuentren en su lugar.
- Visualizar que la hélice no este golpeada doblada.
- Los cables eléctricos no deben estar descubiertos, en caso de estarlo no opere el sistema de ventilación puede existir un corto circuito.
- Verificar que la fuente eléctrica sea la correcta para el sistema de ventilación 110 V / 60 Htz.
- Usar dentro de la plataforma tapones auditivos.

3.13 Estudio Técnico, Legal y Económico

3.13.1 Estudio Técnico

El proceso de construcción del sistema de ventilación se lo realizó en base a la hoja de requerimientos técnicos que la compañía Holandesa KLM Ecuador otorgó a este proyecto, de esta manera el trabajo realizado brinda y se rige a mencionados parámetros. Anexo B

3.13.2 Estudio Legal

La implementación del sistema de ventilación para la compañía holandesa es de vital importancia ya que ayuda y beneficiara para satisfacer las necesidades de los usuarios y llegar a sus destinos a tiempo, por consiguiente no existirá pérdidas económicas para la compañía.

SUBPARTE C - INSTALACIONES, FACILIDADES, EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS

145.101 Generalidades

Una estación de reparación certificada debe proporcionar, instalaciones facilidades, equipos, materiales, y datos que cumplan con los requerimientos aplicables para la emisión del certificado y habilitaciones que posee la estación de reparación.

145.109 Requerimiento de equipos, materiales y datos.

- (a) A menos que la DGAC prescriba lo contrario, una estación de reparación certificada tiene que tener el equipo, herramientas y materiales necesarios para realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones de acuerdo a su certificado de estación de reparación y especificaciones operacionales y de conformidad con la Parte 43. Los equipos, herramientas y materiales tienen que estar localizados en las instalaciones y servicios y bajo el control de la estación de reparación cuando se está realizando el trabajo.
- (b) Una estación de reparación certificada tiene que asegurar que todo el equipo de pruebas e inspección y las herramientas utilizadas para realizar las determinaciones de RDAC 145 Normas de Vuelo Agosto-2007 7 Nueva Edición aeronavegabilidad de los artículos estén calibrados a un estándar aceptable por la DGAC.
- (c) Los equipos, herramientas, y materiales tienen que ser de aquellos recomendados por el fabricante del artículo o tienen que ser al menos

equivalentes a aquellos recomendados por el fabricante y aceptados por la DGAC.

(d) Una estación de reparación certificada debe mantener, en un formato aceptado por la DGAC, los documentos y datos requeridos para la ejecución del mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones según su certificado y especificaciones operacionales, de conformidad con la Parte 43. Se debe mantener actualizados y accesibles los siguientes documentos y datos cuando se está realizando el trabajo pertinente:

- Directivas de Aeronavegabilidad,
- Instrucciones para una Aeronavegabilidad Continuada,
- Manuales de Mantenimiento,
- Manuales para Overhaul,
- Manuales de Prácticas Estándar,
- Boletines de Servicio, y
- Otros datos aplicables, que sean aceptables o aprobados por la DGAC.

3.13.3 Estudio Económico

Dado que el estudio económico es muy importante para la elaboración y culminación de este proyecto cabe recalcar por medio de este, detallar de manera sintetizada los gastos realizados mediante cuadros de costos.

Tabla 3.7 Presupuesto de materiales

MATERIALES				
#	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V.UNIT	V.TOTL
1	Fan 3 blade	1	120	120
2	Motor eléctrico	1	180	180
3	Tol galvanizado de 6 mm	200 x 200 cm	50	50
4	Llantas Pug 500 Kg móviles	2	5	10
5	Soporte para ventilador axial	1	80	80
6	Cable eléctrico para conexión SUCRE 3 x 14	20 m	2	40
7	Enchufe polarizado	115/220 V	5	5
8	Interruptor o caja de encendido 30 Amp x 500 Volts	110/220 V	6	6
9	Malla de seguridad para ventiladores axiales	2	3	6
10	Tape	1	1	1
11	Filtro de aire "pelón"	1	20	20
12	Ferretería	1	0.80	0.80
13	Moldes de logos de la compañía	2	15	30
TOTAL				\$ 548.8

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Tabla 3.8 Presupuesto de costos varios

Varios		
#	Descripción	Costo(USD)
1	Transporte y movilización	90
2	Materiales de papelería	60
3	Internet	30
4	Impresiones	40
5	Anillados y empastados	45
TOTAL		\$ 265

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Tabla 3.9 Costo total del proyecto

COSTO TOTAL		
#	Descripción	Costo
1	MATERIALES	\$ 548.80
2	VARIOS	\$ 265.00
TOTAL		\$813.80

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Acorde con el análisis económico de recursos utilizados para la construcción del sistema de ventilación, se ratifica con el presupuesto preliminar considerado anteriormente por el proyecto, cumpliendo con las expectativas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez concluido el proyecto se puede observar y determinar que se cumplió con los objetivos planteados lo cual amerita plantear conclusiones y recomendaciones en base al proyecto realizado.

4.1 Conclusiones

- Se obtuvo información suficiente sobre sistemas de ventilación específicamente relacionados con ventiladores axiales que son los más adecuados cuando se trata de mover grandes masas de aire o gases en específico.
- El proyecto se desarrolló mediante la selección adecuada de información específica en base a la aeronave para la cual se realizó el proyecto, el avión MD-11 de la compañía holandesa KLM Ecuador.
- Se proporcionó y adjuntó como análisis el requerimiento de la compañía con las respectivas especificaciones técnicas del tipo de ventilador que se necesita.
- Se seleccionó el ventilador especificado por la compañía KLM Ecuador.
- Se realizó la adquisición del ventilador acorde a la selección realizada y se colocó los logos respectivos de la compañía.
- Se diseñó y posteriormente se construyó el soporte para el ventilador y así realizar el montaje de las dos partes para transformarlo en el sistema de ventilación para la compañía.
- Las pruebas operacionales se las realizó de manera visual en la cabina de la aeronave mediante las pantallas que controlan la temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

4.2 Recomendaciones

- Las acciones de construcción, montaje y toda acción técnica se la debe realizar en un taller apropiado, con las herramientas correctas y bajo supervisión de una persona con mayor experiencia.
- Cumplir con las normas de seguridad industrial y las normas internas del taller donde se realiza la construcción.
- Seguir las especificaciones de requerimientos permaneciendo dentro de sus límites y tolerancias.
- Antes de utilizar el sistema de ventilación leer los respectivos manuales tales como, manual de operaciones y manual de mantenimiento, pertenecientes al equipo.
- Realizar un chequeo visual de las partes móviles del equipo previo al uso del mismo.
- Comprobar las temperaturas de cada conjunto de frenos de manera visual a través de las pantallas que se encuentran en la cabina de pilotaje que las monitorean por medio de sensores y computadores.
- Si la temperatura del conjunto de frenos afectado por la sobre temperatura ha disminuido a un rango de 250⁰C a 300⁰C desalojar el ventilador de dicho conjunto.
- El sistema de ventilación debe ser estrictamente solo por Ingenieros de tierra y mecánicos de la aeronave autorizados por la compañía.

GLOSARIO

Términos

KLM:Compañía holandesa de aviación.

Ground Hours: Tiempo límite para que el avión se encuentre en tierra.

FAN: Ventilador.

Gearing: Reductor

MD-11: M.C. Donnell Douglas.

Boeing: Fabricantes de aeronaves

Logo: Distintivo relacionado por letras específicas

Break temperature monitor/ tire pressure indicating:Indicación de presión de la rueda / Monitor de temperature del freno

Airplane/Aircraft: Avión

Nose landing gear: Es el tren de nariz o tren auxiliar

Main landing gear: Es el tren principal de aterrizaje

System Display: Es la pantalla donde aparece los gráficos que ayudan a monitorear la temperatura del conjunto de frenos y la presión de las ruedas de la aeronave

Brake: frenos

ABREVIATURAS Y SIGLAS

BTM/TPI: Break temperature monitor/ tire pressure indicating

SD: System display

KLM: Koninklijke Luchtvaart Maatschappij

GH: Ground Hours

NLG: Nose landing gear

MLG: Main landing gear

BIBLIOGRAFÍA

OÑATE, Antonio Esteban/ Conocimientos del Avión/Pág

KLM BIBLOTECA/ Airframe section/32-00-00

TRAINING BOOK/AMM KLM 32-46-00

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE/ Boeing/32-46-00/ Rev 65

<http://www.misrespuestas.com/que-es-la-temperatura.html>

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0265-04/escalas.htm>

http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm#arriba

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ventilador>

http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm

<http://es.wikipedia.org/wiki/Aire>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Flujo>

ANEXOS

ANEXO A
ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Carrera: Mecánica Aeronáutica Mención Motores
Tecnología en Mecánica Aeronáutica Especialización Motores

DATOS REFERENCIALES

Nombre de la Empresa para la que se Desarrolla el Trabajo de Graduación:
KLM Compañía Real Holandesa de Aviación.

Fecha de Presentación:
24 de Agosto del 2009.

Entidades de Apoyo:
KLM Compañía Real Holandesa de Aviación.

Responsable del Trabajo de Graduación:
JONATHAN DAVID EGAS CALAHORRANO.

TEMA

Construcción e Implementación de un ventilador para disminuir la Sobre Temperatura del Conjunto de Frenos del Avión MD-11 para la compañía Holandesa KLM Ecuador.

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Compañía Holandesa Koninklijke Luchtvaart Maatschappij usualmente llamada Royal Dutch Airlines “**KLM**” fue fundada el día 7 de octubre de 1919 con la visión en el servicio de transporte de pasajeros, cumpliendo este objetivo el día 17 de mayo de 1920, con su primer destino; Londres – Ámsterdam, decidiendo en un futuro extender tan gratos servicios alrededor del mundo.

Actualmente contando con una sociedad del 80% de Transavia Airlines, un 50% de Martinair y un 26% de Kenya Airways.

El 30 de septiembre del 2003 KLM y Air France se fusionan, continuando en el 2004 con la alianza de aerolíneas SkyTeam.

Actualmente KLM consta con una flota de 190 aeronaves como son: Boeing 737-300/400/800/900, 747-400, 767-300ER, 777-200, **MD-11** y el Airbus 330-200. KLM cityhopper opera una flota de aeronaves jet Fokker 50/70/100, transportando pasajeros a sus 250 destinos alrededor del mundo y también carga como son las flores.

KLM llega a Ecuador hace más de 40 años teniendo como sede sus oficinas en la ciudad de Quito, operando actualmente con el avión MD-11 MC. DONNELL DOUGLAS.

KLM mantenimiento Ecuador conformado por personal Técnico y Administrativo con un espíritu de superación y desarrollo dentro del medio de aviación.

Las actividades realizadas en línea de vuelo deben ser ágiles, precisas, y de calidad, muchas veces por fuerza mayor no se a podido evitar fallas por parte de la aeronave con la que opera dentro del país, tornando las actividades más dificultosas y llevando a retrasos, suspensión de vuelos, etc, que afectan a la aerolínea y principalmente a los usuarios.

Tomando en consideración lo mencionado, a menudo en el momento del aterrizaje de la aeronave y aplicar frenos suele llegar a plataforma con un problema de sobre temperatura en el conjunto de frenos siendo este el principal motivo de retrasos ya que al no disminuir la temperatura, un fusible es disparado de dicho conjunto indicando que debe ser cambiado de inmediato, disminuyendo la efectividad con la que la compañía labora a nivel mundial.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las condiciones operacionales y técnicas que se deben considerar en línea de vuelo para mejorar las actividades de mantenimiento y evitar la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11 dentro de las Ground Hours establecidas por la compañía KLM Ecuador?

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La compañía Royal Dutch Airlines KLM Ecuador brinda mantenimiento en línea de vuelo, cuenta con personal técnico capacitado, calificado, contando también con herramientas que contribuyen y son de gran ayuda para realizar trabajos efectivos y hábiles de calidad, sin embargo, al tratarse de sobre temperatura en el conjunto de frenos, remoción del mismo se torna dificultoso y requiere de mucho tiempo para dicha actividad por ende los vuelos sobre pasan las Ground Hours establecidas por la compañía.

La elaboración de un instrumento con características específicas que logre evitar dicho cambio en el conjunto de frenos, demoras, retrasos y vuelos suspendidos en un futuro.

Por lo mencionado justifico la construcción e implementación de un instrumento que ayude y evite trabajos no deseados en línea de vuelo con cambio del conjunto de frenos por no disminuir la temperatura del mismo en el avión MD-11 de la aerolínea KLM Ecuador

OBJETIVOS

Generales

Establecer las condiciones técnica y físicas mediante la observación análisis, estudio de manuales de mantenimiento y un equipo que solucione la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 de la aerolínea Holandesa KLM cuando se encuentra dentro de sus Ground Hours en plataforma.

Específicos

- Observar y analizar minuciosamente como se realizan las operaciones para tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.
- Reunir información suficiente que permita a un futuro una construcción e implementación de un equipo que disminuya los trabajos no deseados a causa de la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.
- Presentar la construcción e implementación de un GearingOverheat Fan que disminuya la sobre temperatura del conjunto de frenos en menos de las Ground Hours establecidas por la compañía KLM.

ALCANCE

El presente trabajo de investigación va encaminado a disminuir y eliminar los trabajos no deseados en línea de vuelo a causa de la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11 con el que opera dentro de nuestro país la aerolínea KLM.

Determinar las condiciones físicas y técnicas que ayuden a identificar las características del instrumento que permitirá disminuir la temperatura del conjunto de frenos y que logre cubrir, satisfacer las necesidades reduciendo el trabajo en el conjunto de frenos a causa de la sobre temperatura y aumentando la eficiencia de los aerotécnicos evitando demoras.

La presente investigación ayudara a desarrollar trabajos futuros a los estudiantes del ITSA sirviendo como base y guía en cuanto a elaboración e implementación de instrumentos para Mantenimiento en Línea de Vuelo.

PLAN METODOLÓGICO

MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizará como modalidad la investigación de campo ya que permitirá obtener la información en forma directa donde surgieron los hechos:

- Dentro del área de mantenimiento en línea de vuelo KLM Ecuador.
- Detallaré los procedimientos que se realizan en plataforma cuando se trata de disminuir la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11.

La modalidad bibliográfica documental permitirá reunir información y conceptos científicos para el desarrollo del proyecto en base a documentos:

- Manuales: AMM y MEL.
- Libros: Transferencia de Calor y Termodinámica.
- Mediante páginas Web.

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación será no experimental ya que se limitará a la observación de las condiciones y técnicas operacionales empleadas en línea de vuelo para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos de avión MD-11 de la aerolínea KLM Ecuador.

Para esto se dará uso a una **cámara fotográfica** que será de ayuda fundamental para la investigación.

NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN

Será Exploratoria para encontrar cual es el sistema actual para solucionar la

sobre temperatura en el conjunto de frenos, que tipo de instrumento se utiliza para solucionar el problema.

Descriptiva ya que detallará los procedimientos operacionales para reducir la temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

UNIVERSO, POBLACIÓN, MUESTRA

Universo= KLM Ecuador.

Población= personal de mantenimiento KLM Ecuador.

Muestra= debido a que la muestra es muy pequeña será también todo el personal de mantenimiento KLM Ecuador.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Será mediante la investigación y la muestra adecuada de acuerdo con el problema de estudio recolectaremos los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación.

TÉCNICAS

Observación

Esta técnica ayudará a obtener información esencial directamente de los hechos y servirá de fundamento para el desarrollo del presente trabajo.

Porque permitirá conocer de manera directa cual es la realidad de los procedimientos empleados actualmente al encontrar el problema de la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11

Bibliográfica

Mediante fuentes bibliográficas.

Libros: transferencia de Calor y Termodinámica.

Manuales: AMM y MEL.

Internet.

De Campo

Porque se determinará cuáles son las actividades en línea de vuelo de la aerolínea KLM Ecuador.

Se la realizará en el aeropuerto Mariscal Sucre de la ciudad de Quito Donde opera la mencionada aerolínea.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para procesar los datos será mediante:

- Agrupando datos.
- Organizando datos.
- Limpiando información.
- Revisión de información.
- Categorización de la información.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se analizará los resultados e interpretará mediante gráficas porcentuales que aclaren cada una de las dudas para llevar a cabo la investigación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cumpliendo de manera ordenada cada paso método y técnicas mencionadas, durante la investigación se podrá emitir conclusiones y recomendaciones sobre el tema de investigación.

MARCO TEÓRICO

CONCEPTO DE TEMPERATURA

La temperatura expresa el grado de calor de un cuerpo o del ambiente. Está relacionada con la energía interna (velocidad con que se mueven los átomos o moléculas) de un cuerpo; a mayor temperatura mayor será la energía interna.

La temperatura posee como gran característica lo que se llama equilibrio térmico que consiste en que al entrar en contacto dos cuerpos con distintas temperaturas, éstos se regularan quedando ambos con una temperatura promedio.

ESCALA DE TEMPERATURA

De grados Centígrado a grados Fahrenheit, usar la siguiente conversión:

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 \cdot ^{\circ}\text{C} + 32^{\circ}$$

De grados Fahrenheit a grados Centígrado, usar la siguiente conversión:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32^{\circ}) \cdot 5/9$$

CONVECCIÓN

Es transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, disminuyen su densidad y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura.

Convección en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

La transferencia de calor implica el transporte de calor en un volumen y la mezcla de elementos macroscópicos de porciones calientes y frías de un gas o un líquido. Se incluye también el intercambio de energía entre una superficie sólida y un fluido o por medio de una bomba, un ventilador u otro dispositivo mecánico (convección mecánica o asistida).

La transferencia de calor por convección se expresa con la Ley del Enfriamiento de Newton:

$$q = hA(T_w - T_\infty).$$

h = es el coeficiente de convección (ócoeficiente de película).

A = es el área del cuerpo en contacto con el fluido.

T_w = es la temperatura en la superficie del cuerpo

T_∞ = es la temperatura del fluido lejos del cuerpo.

TIPOS DE CONVECCIÓN

Existen dos tipos de convección:

- Convección Libre o Natural.
- Convección Forzada.

Convección Libre

La convección libre o natural, se observa, como el resultado del movimiento del fluido debido a cambios de densidad que provienen del proceso del calentamiento.

Ejemplos:

Una estufa, un brasero, un radiador de calefacción calienta el aire que le rodea que tiende a subir, el aire "se mueve naturalmente" (convección libre).

Convección Forzada

Convección forzada se produce cuando el fluido es forzado por un medio mecánico a través o alrededor de otro fluido o un sólido.

Ejemplo:

Un coche tiene su radiador con un ventilador (convección forzada), el que empuja el aire a través del enrejado del radiador y favorece el enfriamiento del agua que contiene.

TASA DE TRANSFERENCIA DE CALOR (COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR).

Tabla 1-1 Conductividad térmica de diversos materiales en 0 °C

Material	Conductividad térmica <i>k</i>	
	W/m °C	Btu/h·pie· °F
Metales:		
Plata (pura)	410	237
Cobre (puro)	385	223
Aluminio (puro)	202	117
Níquel (puro)	93	54
Hierro (puro)	73	42
Acero al carbón, 1% C	43	25
Plomo (puro)	35	20.3
Acero cromo-níquel (18% Cr, 8% Ni)	16.3	9.4
Sólidos no metálicos:		
Cuarzo, paralelo al eje	41.6	24
Magnesita	4.15	2.4
Mármol	2.08–2.94	1.2–1.7
Arena	1.83	1.06
Vidrio de ventana	0.78	0.45
Arce o roble	0.17	0.096
Aserrín	0.059	0.034
Fibra de vidrio	0.038	0.022
Líquidos:		
Mercurio	8.21	4.74
Agua	0.556	0.327
Amoníaco	0.540	0.312
Aceite lubricante, SAE 50	0.147	0.085
Freón 12, CCl ₂ F ₂	0.073	0.042
Gases:		
Hidrógeno	0.175	0.101
Helio	0.141	0.081
Aire	0.024	0.0139
Vapor de agua (saturado)	0.0206	0.0119
Bióxido de carbono	0.0146	0.00844

Figura A1. Conductividad térmica de diversos materiales

Fuente: Manual Transferencia de calor

Elaborado por: David Egas.

Tabla 1-2 Valores aproximados de los coeficientes de transferencia de calor por convección

<i>Modo</i>	<i>h</i>	
	W/m ² ·°C	Btu/h · pie ² · °F
Convección libre, $\Delta T = 30$ °C		
Placa vertical 0.3 m [1 pie] de altura en el aire	4.5	0.79
Cilindro horizontal, 5 cm de diámetro, en el aire	6.5	1.14
Cilindro horizontal, 2 cm de diámetro, en agua	890	157
Convección forzada		
Flujo de aire a 2 m/s sobre placa cuadrada de 0.2 m	12	2.1
Flujo de aire a 35 m/s sobre placa cuadrada a 0.75 m	75	13.2
Aire a 2 atm soplando en tubo de 2.5 cm de diámetro a 10 m/s	65	11.4
Agua a 0.5 kg/s fluyendo en tubo de 2.5 cm de diámetro	3500	616
Flujo de aire a través de un cilindro de 5 cm de diámetro con velocidad de 50 m/s	180	32
Agua hirviendo		
En una piscina o recipiente	2500–35 000	440–6200
Fluyendo en un tubo	5000–100 000	880–17 600
Condensación de vapor de agua, 1 atm		
Superficies verticales	4000–11 300	700–2000
Tubos horizontales al exterior	9500–25 000	1700–4400

Figura A2. Valores aproximados de los coeficientes de transferencia de calor por convección

Fuente: Manual Transferencia de calor
Elaborado por: David Egas.

VENTILADOR

Maquina rotativa que transmite energía al fluido que circula por ella, bajo la

forma de aumento de presión.

CLASIFICACIÓN DE LOS VENTILADORES

Los ventiladores se dividen en dos grandes grupos:

VENTILADORES AXIALES:

Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo. Se suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma.

Son aptos para mover grandes caudales a bajas presiones.

VENTILADORES CENTRÍFUGOS:

Son aquellos en los cuales el flujo de aire cambia su dirección, en un ángulo de 90°, entre la entrada y salida.

Se suelen sub-clasificar, según la forma de las palas o álabes del rotor.

FRENOS

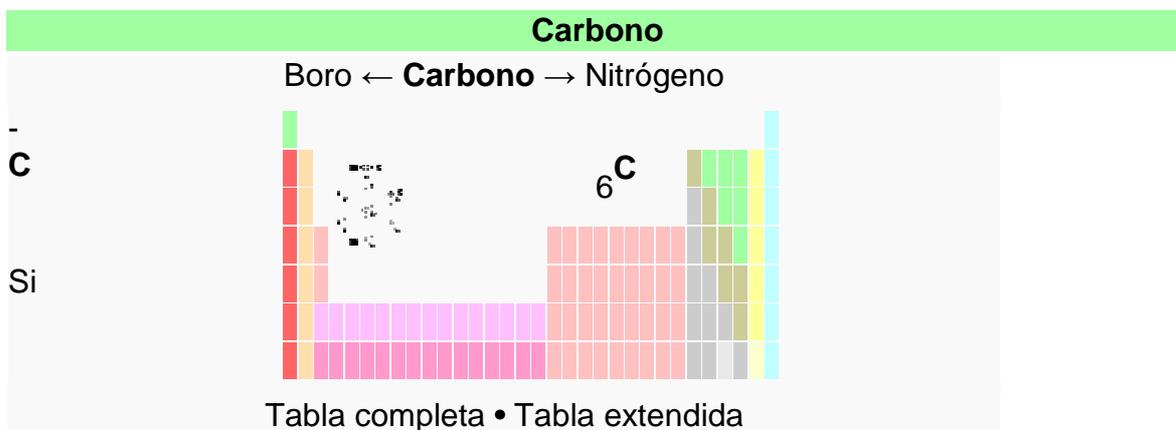
Los frenos son mecanismos fundamentales para detener el avión, sobre todo en la carrera de aterrizaje de baja velocidad.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE FRENOS

En relación con los materiales de fabricación, los frenos pueden ser de:

- Berilio.
- Acero.
- Carbono.

Tabla A1. Carbono



Información general

Nombre, símbolo, número	Carbono, C, 6
Serie química	No metal
Grupo, período, bloque	14, 2, p
Densidad	2267 kg/m ³
Apariencia	Negro (grafito)
	Incoloro (diamante)



Propiedades atómicas

Densidad	12,0107(8) u
Radio medio	70 pm
Radio atómico (calc)	67 pm (Radio de Bohr)
Radio covalente	77 pm
Radio de van der Waals	170 pm
Configuración electrónica	[He]2s ² 2p ²
Electrones por nivel de energía	2, 4
Estado(s) de oxidación	4, 2
Óxido	Ácido débil
Estructura cristalina	hexagonal

Propiedades físicas

Estado ordinario	Sólido (no magnético)
Punto de fusión	Diamante: 3823 K
	Grafito: 3800 K
Punto de ebullición	Grafito: 5100 K
Entalpía de vaporización	Grafito; sublima: 711 kJ/mol

Entalpía de fusión	Grafito; sublima: 105 kJ/mol
Velocidad del sonido	Diamante: 18.350 m/s a 20 °C

Varios

Electronegatividad (Pauling)	2,55
Calor específico	710 J/(kg·K)
Conductividad eléctrica	61×10 ³ S/m
Conductividad térmica	129 W/(m·K)
1. ^a Energía de ionización	1086,5 kJ/mol
2. ^a Energía de ionización	2352,6 kJ/mol
3. ^a Energía de ionización	4620,5 kJ/mol
4. ^a Energía de ionización	6222,7 kJ/mol
5. ^a Energía de ionización	37 831,1 kJ/mol
6. ^a Energía de ionización	47 277,0 kJ/mol
7. ^a Energía de ionización	{{{E_ionización7}}} kJ/mol
8. ^a Energía de ionización	{{{E_ionización8}}} kJ/mol
9. ^a Energía de ionización	{{{E_ionización9}}} kJ/mol
10. ^a Energía de ionización	{{{E_ionización10}}} kJ/mol

Isótopos mas estables

iso	AN	Periodo	MD	Ed MeV	PD
¹² C	98,9 %	estable con 6 neutrones			
¹³ C	1,1 %	estable con 7 neutrones			
¹⁴ C	trazas	5730 años	β ⁻	0,156	¹⁴ N

Nota: unidades según el SI y en CNPT, salvo indicación contraria.

Fuente: Manual Transferencia de calor

Elaborado por: David Egas.

¿QUE ES?

- El carbono es un elemento químico.
- Es sólido a temperatura ambiente.
- Dependiendo de las condiciones de formación, puede encontrarse en la naturaleza en distintas formas, carbono amorfo y cristalino en forma de grafito o diamante.

CARACTERÍSTICAS

Forma numerosos compuestos denominados genéricamente hidrocarburos,

esenciales para la industria y el transporte en la forma de combustibles fósiles; y combinado con oxígeno e hidrógeno forma gran variedad de compuestos como, por ejemplo, los ácidos grasos, esenciales para la vida, y los ésteres que dan sabor a las frutas; además es vector, a través del ciclo carbono-nitrógeno, de parte de la energía producida por el Sol.

PRECAUCIONES

Los compuestos de carbono tienen un amplio rango de toxicidad.

El monóxido de carbono, presente en los gases de escape de los motores de combustión y el cianuro (CN) son extremadamente tóxicas para los seres vivos.

CONJUNTO DE FRENO (MAIN LANDING GEAR)

Los neumáticos de los aviones son similares en construcción a los de los automóviles y son de tres tipos generales: de contorno liso, de alta presión o baja presión.

Los neumáticos pueden sub clasificarse aun más de acuerdo con su banda de rodamiento.

Las cámaras de doble obturación y las cámaras a prueba de pinchazos se usan junto con las cámaras en todos los tipos de neumático.

La inflación adecuada desempeña un papel importante en la duración del período de servicio que se obtiene de un neumático.

SOBRE TEMPERATURA (OVER HEAT)

La sobre temperatura expresa el grado extremo de calor de un cuerpo basándose en un rango máximo de temperatura soportada por el material.

MD-11 AIRCRAFT

GENERAL

- Mc. Donnell Douglas company.
- Fabricado por la empresa Boeing.

MD-11 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y OPERACIONALES

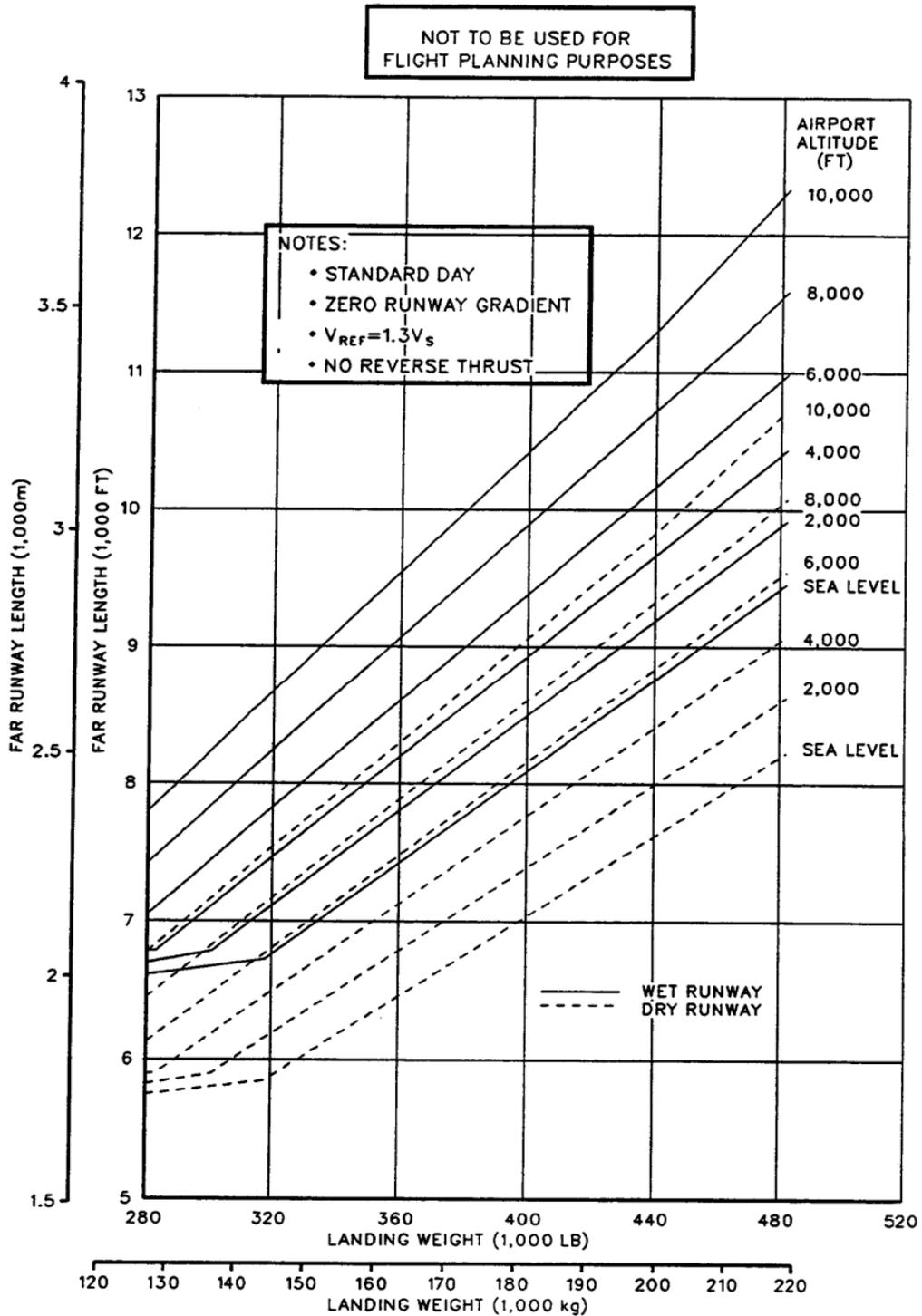
MODEL		PASSENGER	PASSENGER 'ER'	COMBI (6 PALLET)	FREIGHTER	CONVERTIBLE FREIGHTER
ENGINE		CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2
MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT*	LB kg	605,500 274,655	633,000 287,122	605,500 274,655	605,500 274,655	605,500 274,655
MAXIMUM DESIGN TAKEOFF WEIGHT	LB kg	602,500 273,294	630,500 285,988	602,500 273,294	602,500 273,294	602,500 273,294
MAXIMUM DESIGN LANDING WEIGHT	LB kg	430,000 195,048	430,000 195,048	458,000 207,749	471,500 213,872	471,500 213,872
OPERATING EMPTY WEIGHT	LB kg	283,975 128,808	291,120 132,049	283,975 128,808	248,567 112,748	288,296 130,768
MAXIMUM DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	LB kg	400,000 181,440	400,000 181,440	430,000 195,048	451,300 204,710	451,300 204,710
MAXIMUM PAYLOAD (WEIGHT-LIMITED)	LB kg	116,025 52,632	108,880 49,391	146,707 66,549	202,733 91,962	163,004 73,942
MAXIMUM SEATING CAPACITY	STD MAX	323 410	323 410	214 290	0 0	298 410
MAXIMUM CARGO VOLUME	FT ³ m ³	5,566 157.6	5,288 149.7	9,152 259.2	21,530 609.7	21,288 602.3
MAXIMUM USABLE FUEL	U.S. GAL liters LB kg	38,615 146,173 258,721 117,356	41,615 157,529 278,821 126,470	38,615 146,173 258,721 117,356	38,615 146,173 258,721 117,356	38,615 146,173 258,721 117,356

* OPTIONAL MTW: 608,500 LB (276,016 kg)
613,000 LB (278,057 kg)
621,000 LB (281,686 kg)
628,000 LB (284,861 kg)
633,000 LB (287,122 kg)

** OPTIONAL MLW (FREIGHTER ONLY): 491,500 LB (222,944 kg)

AIRPLANE DESCRIPTION GENERAL AIRPLANE CHARACTERISTICS MODEL MD-11 GE ENGINE

Figura A3. Airplane description
Fuente: Manual de entrenamiento Boeing
Elaborado por: David Egas.



3.4 FAR LANDING RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
3.4.1 FLAPS 35 DEGREES
MODEL MD-11

REV D

Figura A4. Condiciones de aterrizaje para el avión MD-11

Fuente: Manual de entrenamiento Boeing
 Elaborado por: David Egas.

BRAKES ASSEMBLY OF MD-11

GENERAL

Existen 10 conjuntos de frenos en cada MD-11, cuatro frenos en cada tren principal (MLG) y dos en el tren central (CLG).

El sistema de frenos incluye:

- The brake assembly.
- The brake compensator links.
- The brake hoses.
- The self-sealing couplings.

CONJUNTO DE FRENO

Cada conjunto de frenos tiene:

- Cubierta del pistón
- Tubo de torsión con placas de respaldo
- Seis discos rotores de fibra de carbón reforzados
- Siete discos estatores de fibra de carbón reforzados
- Ocho pistones de accionamiento
- Una placa de presión de acero.

PESO DE CADA FRENO

Cada conjunto de frenos pesa más de 300lb (136 kg).

MATERIAL DE CADA CONJUNTO DE FRENO

Cada conjunto de freno está elaborado de carbono.

TEMPERATURA ESTÁNDAR DEL CONJUNTO DE FRENOS

300° C Ésta es la temperatura estándar después de un aterrizaje.

SOBRE TEMPERATURA

550° C El conjunto de frenos presenta sobre temperatura.

EXCESO DE SOBRE TEMPERATURA.

625° C

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Dada la importancia de la presente investigación, misma que permitirá implementar un equipo Gearing OverHeat Fan y a su vez con la información adquirida relacionando las cualidades del equipo con la del personal que lo utilizará en un futuro.

Investigación de Campo ya que se conoció más a fondo las actividades operacionales que se emplean para tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

- Llegada del avión a tierra.
- Comunicación mediante headset Piloto-Mecánico.
- Determinación y confirmación de sobre temperatura en el conjunto de frenos.
- Confirmación de la sobre temperatura en el conjunto de frenos mediante el BTMTP que monitorea la temperatura del conjunto.
- Se revisa el sensor de temperatura visualmente.
- Si la sobre temperatura se excede de lo permitido se acciona el dispositivo de seguridad haciendo que el sensor salga de su posición normal lo que provoca que la llanta se desinfle totalmente esto puede ocasionar demoras para la compañía.
- El mecánico solicita rentar a la compañía de carga Andes un ventilador.
- Se coloca el ventilador en el conjunto de frenos que presente la sobre temperatura.
- Después de 2 horas de confirma nuevamente la temperatura actual y se determina que el ventilador usado actualmente no es conveniente porque disminuye muy poca temperatura en 2 horas.
- La insatisfacción de los mecánicos es constante al igual que para toda la compañía.

Bibliográfica Documental se la realizó acorde a las necesidades e inquietudes formuladas durante el proceso de investigación.

Se obtuvo información mediante:

- AMM ATA 32-46-00.
- MEL ATA 32-46-00.
- Transferencia de Calor, Mataix edición tercera, primer capítulo.
- Mediante el Internet Wikipedia, monografías.com.

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue no experimental ya que se limitó a la observación de las operaciones que se realizan en línea de vuelo para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos de avión MD-11 de la aerolínea KLM Ecuador.

El objetivo de la presente observación es determinar los procedimientos en línea de vuelo al tratar de disminuir la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11 de la compañía KLM Ecuador.

Se observó que al llegar el avión a tierra y presentar la sobre temperatura en el conjunto de frenos, se renta momentáneamente un ventilador común y corriente siendo este colocado en el conjunto que presente este problema.

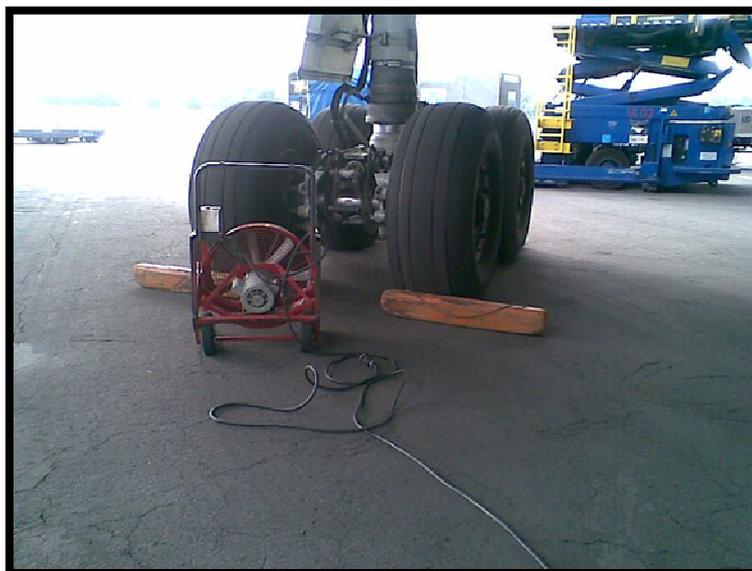


Figura A1

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura A2

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Se coloca el ventilador que no es el adecuado para tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Figura A3

Se monitores mediante la computadora que la temperatura no disminuye.

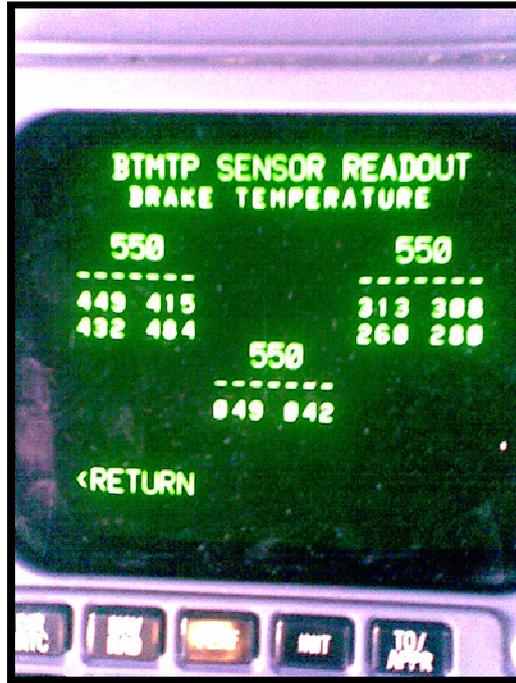


Figura A4

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Mediante el BTMTP (brake temperature sensor and tire pressure) se verifica que media hora antes de salir el avión hacia otro destino sigue presente la sobre temperatura en el conjunto de frenos como se muestra en la fotografía con 550 grados centígrados.

Siendo estas condiciones totalmente anti- técnicas ya que se utiliza un ventilador que no es el adecuado dejando trabajos no satisfactorios para el personal de mantenimiento de la aerolínea.

NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN

Las investigaciones realizadas fueron:

Exploratoria:

No se encontró ningún instrumento adecuado que sea de ayuda para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

Solamente un ventilador común que no cumple ni satisface las necesidades de la compañía como se muestra anteriormente en las fotografías.

Descriptiva:

Se la realizó en toda el área de mantenimiento KLM Ecuador pero no se encontró ningún instrumento que aporte y de una solución para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

Descripción del procedimiento

Al momento de llegar a plataforma la aeronave, encontrándose con el problema de la sobre temperatura en el conjunto de frenos los técnicos acuden a una empresa de apoyo que no tiene relación con la aerolínea, mucho menos con el área de mantenimiento rentando un ventilador que no cumple con los requerimientos técnicos que debe tener un instrumento usado en aviación.

Cuando la sobre temperatura excede el límite que es 625 grados centígrados la llanta expulsa el sensor de sobre temperatura haciendo que se desinflé en su totalidad.

Dicho ventilador es colocado cerca del conjunto de frenos que presenta la sobre temperatura hasta que el avión este por salir momentos antes es retirado, pero al chequear la computadora nos indicaba que la sobre temperatura seguía presente siendo este ventilador el menos indicado para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos.

UNIVERSO, POBLACIÓN, MUESTRA

Se Delimitó el campo a investigar es mantenimiento KLM y plataforma donde se realizan los trabajos en línea de vuelo, ubicado en el aeropuerto Mariscal Sucre de la ciudad de Quito.

Universo= KLM Ecuador.

Población= personal de mantenimiento KLM Ecuador.

Muestra= personal de mantenimiento KLM Ecuador.

Tabla A2. Personal de mantenimiento KLM Ecuador

CARGO	CANTIDAD
GERENTE	1
SUPERVISOR	2
MECÁNICO	2
TOTAL	5

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Denotando que la población es pequeña se considera a la misma como la muestra

RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos informativos, como fuente primaria de ayuda se encuentran en los párrafos anteriores los técnicos, e instrumentos, relacionando a personas que laboran en el área de mantenimiento de la compañía KLM.

Para confiar y asegurar la veracidad en la recolección de datos, se solicitó el criterio de profesionales, expertos en ésta área de mantenimiento tornándose una recolección de datos totalmente confiable y segura.

Con respecto al campo bibliográfico- documental las consultas en el manual de mantenimiento del avión MD-11 de la compañía KLM Ecuador y también en la Web en páginas relacionadas con el tema.

Se sometió a la encuesta el personal de mantenimiento de KLM Ecuador aplicando preguntas específicas para no dejar dudas ni divagaciones causando estas no obtener una buena interpretación de resultados.

En la entrevista intervinieron; Gerente, Supervisores de mantenimiento KLM Ecuador, aplicando preguntas con un solo propósito el de investigar de manera

exacta el procedimiento y técnicas empleadas para disminuir la sobre temperatura dentro de las Ground Hours establecidas por la compañía y tratando de ofrecer ideas para elaborar el equipo, cubriendo todas las necesidades.

TÉCNICAS

La Observación

La observación de campo permitió determinar la operación poco técnica cuando se trata de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

La Encuesta

Esta técnica mediante un cuestionario ayudo a especificar de manera puntual las necesidades de los técnicos.

La Entrevista

Se entrevistó al personal técnico administrativo, Gerente y Supervisores todos dentro del área de mantenimiento KLM Ecuador, obteniendo información acerca de los procedimientos operacionales para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 de dicha compañía.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Estadística descriptiva, fue utilizada como método y técnica.

La información se corrigió detenidamente de manera sistemática, favoreciendo y limpiando datos que no competan con la investigación.

Se revisó datos y tabuló la información obtenida.

Se representó gráficamente de manera porcentual los datos obtenidos de manera que ilustre nuestro objetivo.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Gracias a la recolección de datos se pudo obtener datos realmente útiles para ser analizados e interpretados.

- Datos de entrevistas
- Datos de encuestas
- Datos dentro del marco teórico.

ENCUESTA PARA TODO EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO KLM

1. ¿Conoce cuál es la temperatura estándar del conjunto de frenos del avión MD-11?

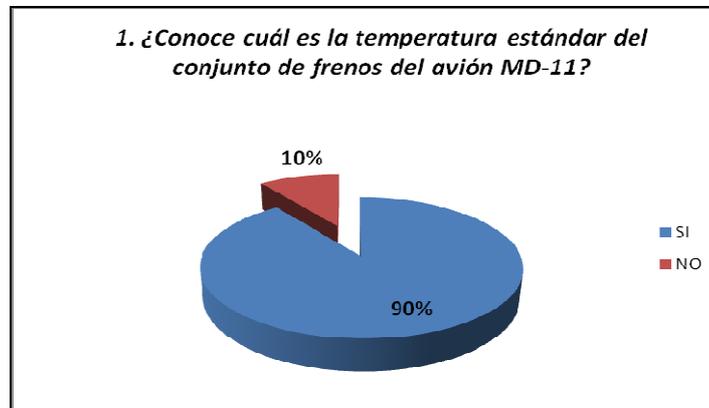
SI ----- NO -----

Tabla A3. ¿Conoce cuál es la temperatura estándar del conjunto de frenos del avión MD-11?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	4	90%
NO	1	10%
TOTAL	5	100%

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Grafico A1



Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Análisis: Un 10% del personal de mantenimiento KLM Ecuador no conoce la temperatura estándar del conjunto de frenos del avión MD-11 ya que no tiene el entrenamiento y cursos respectivos del avión.

Interpretación: Esto quiere decir que el 90% del personal de mantenimiento conoce cual es la sobre temperatura estándar del avión MD-11 y han realizado los cursos respectivos de entrenamiento.

2. ¿Conoce la ubicación del fusible indicador de sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11?

SI ----- NO -----

Tabla A4. ¿Conoce la ubicación del fusible indicador de sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Grafico A2



Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Análisis: 0% es el porcentaje obtenido en esta pregunta.

Interpretación: Esto nos quiere decir que el 100% del personal conoce la ubicación del sensor de sobre temperatura del avión MD-11.

3. ¿Conoce usted cuál es la función del fusible indicador de sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11?

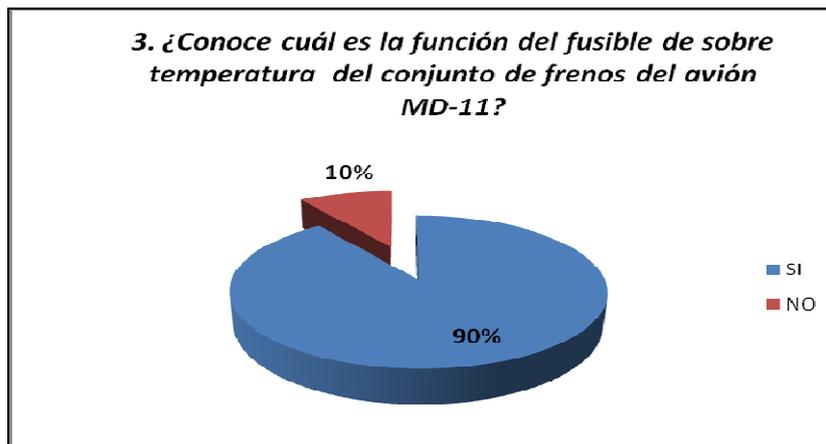
SI ----- NO -----

Tabla A5. ¿Conoce cuál es la función del fusible de sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	4	90%
NO	1	10%
TOTAL	5	100%

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Grafico A3



Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Análisis: Un 10% desconoce cuál es la función del sensor de sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11, por falta de entrenamiento.

Interpretación: Esto quiere decir que el 90% del personal si conoce cual es la función del sensor de sobre temperatura ya que han realizado cursos de entrenamiento.

4. ¿Considera que el ventilador que se utiliza para tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos es el correcto, técnico, y establecido de acuerdo a los procedimientos del avión MD-11?

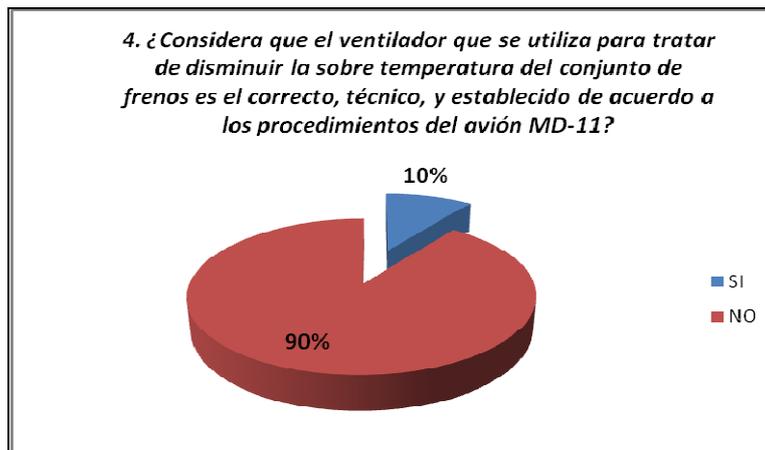
SI ----- NO -----

Tabla A6. ¿Considera que el ventilador que se utiliza para tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos es el correcto, técnico, y establecido de acuerdo a los procedimientos del avión MD-11?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	1	10%
NO	4	90%
TOTAL	5	100%

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Grafico A4



Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Análisis: el 10% del personal considera correcto el uso de dicho ventilador por falta de conocimientos.

Interpretación: eso nos dice que la mayoría del personal de mantenimiento que equivale al 90% que el uso de dicho ventilador es incorrecto porque no cumple con los requerimientos al no ser un instrumento totalmente técnico.

5. ¿Al utilizar el ventilador actual considera usted que podría disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 dentro de sus Ground Hours establecidas por la compañía?

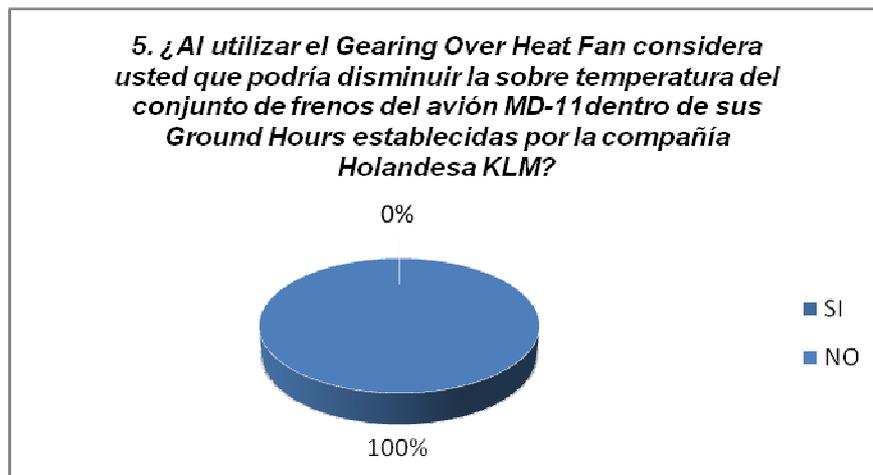
SI ----- NO -----

Tabla A7. ¿Al utilizar el Gearing OverHeat Fan considera usted que podría disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 dentro de sus Ground Hours establecidas por la compañía Holandesa KLM?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Grafico A5



Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Análisis: El 0% se obtuvo en esta respuesta.

Interpretación: Esto quiere decir que todo el personal de mantenimiento considera que sí se podría disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 dentro de las Ground Hours ya que es un ventilador que no cumplirá con los requerimientos técnicos siendo adecuado, beneficioso, dicho ventilador para la compañía.

6. ¿Considera que la sobre temperatura ocasiona Delays y Suspensión de vuelos?

SI ----- NO -----

Tabla A8. ¿Considera que la sobre temperatura ocasiona Delays y Suspensión de vuelos?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Grafico A6



Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

Análisis: El 0% se obtuvo en esta respuesta.

Interpretación: Todo el personal de mantenimiento considera que si se podría ocasionar demoras y suspensión de vuelos, esto quiere decir que el personal no está de acuerdo con el uso de dicho ventilador anti-técnico y que no disminuye, no soluciona el problema para la compañía Holandesa KLM Ecuador.

ENTREVISTA PARA EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO KLM (GERENTE Y SUPERVISORES).

Personal Técnico Administrativo Departamento de Mantenimiento KLM Ecuador

Nombre: Sr. David Morillo.

Función: Gerente

Nivel Académico: Ingeniero de Tierra.

Objetivo: Obtener información exacta para mejorar los trabajos operacionales con respecto a la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

- 1. ¿Considera que el ventilador que se utiliza actualmente para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 cumpla con las normas y requerimientos establecidos por KLM Ecuador?**

No en realidad no cumple con los requerimientos de nuestra aerolínea ya que al no poseer un ventilador correcto debemos improvisar y rentar un ventilador común que la verdad no disminuye la sobre temperatura del conjunto de frenos, no estoy satisfecho con el mencionado ventilador.

- 2. ¿Cuáles son las consecuencias que KLM al no poder disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 debe asumir?**

Al mencionar consecuencias como aerolínea son varias pero las principales serian:

- Disminución de nitrógeno dentro de la llanta por medida de seguridad.
- Volver a la posición normal del pin de sobre temperatura.
- Remoción de la llanta si es necesario.
- Demoras

- Suspensión del vuelo en caso de existir sobre temperatura en la mayoría de las llantas.
- Trabajos innecesarios.

3. ¿Piensa usted que adquirir un ventilador para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo con similares características, adecuándolo conforme a las necesidades del personal que lo manejará?

Como conveniente optaría por la construcción e implementación ya que se cubriría todas las necesidades y si sería más económico.

Análisis: Lo más adecuado y conveniente es construir e implementar según menciona el Ing. David Morillo.

Interpretación: La construcción e implementación es mas económica por lo que esta opción conviene de gran manera.

4. ¿Considera conveniente que el ventilador para la sobre temperatura sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

Sería una ayuda mutua que beneficiaría en gran manera a la aerolínea KLM Ecuador y a un estudiante con deseos de obtener su título superior.

Análisis: Sería una ayuda mutua menciona el Sr. Gerente de KLM Ecuador.

Interpretación: Al construir e implementar para la compañía Holandesa KLM Ecuador un ventilador que ayude a eliminar la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11, se cubrirá las necesidades de la compañía y el objetivo del estudiante que anhela obtener su título académico.

ENTREVISTA PARA EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO KLM (GERENTE Y SUPERVISORES).

Personal Técnico Administrativo Departamento de Mantenimiento KLM Ecuador

Nombre: Sr. Héctor Andrade.

Función: Supervisor.

Nivel Académico: Ingeniero de Tierra.

Objetivo: Obtener información exacta para mejorar los trabajos operacionales con respecto a la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

- 1. ¿Considera que el ventilador que se utiliza actualmente para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 cumpla con las normas y requerimientos establecidos por KLM Ecuador?**

No podría cumplir ninguno de las dos sean estas normas o requerimientos porque es un ventilador simple y nada técnico pero por necesidad se trata de darle utilidad al mencionado ventilador.

Análisis: El ventilador actual no cumple con las normas ni requerimientos de la aerolínea.

Interpretación: El ventilador actual no cumple ni cumplirá con las normas ni requerimientos de la aerolínea KLM ya que es un ventilador de uso común no siendo diseñado para la solución un problema específico.

- 2. ¿Cuáles son las consecuencias que KLM al no poder disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 debe asumir?**

Las principales consecuencias diría yo:

- Demoras.
- Vuelos cancelados.
- Trabajos no programados.
- Insatisfacción a los pasajeros.

Análisis: Las consecuencias son varias para la aerolínea Holandesa KLM Ecuador.

Interpretación: La insatisfacción de los pasajeros es la consecuencia más perjudicial para la compañía, al no poder viajar o retrasar su vuelo y no poder llegar a sus lugares de destino como lo estimaban.

3. **¿Piensa usted que adquirir un ventilador para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo con similares características, adecuándolo conforme a las necesidades del personal que lo manejará?**

Pienso que sería más económico y conveniente una construcción e implementación que comprar un ventilador ya elaborado.

Análisis: Construir e implementar un ventilador es más conveniente.

Interpretación: La comparación entre comprar, construir e implementar son opuestas, por lo que es más conveniente la segunda opción, es mucho mejor y se ahorraría más dinero.

4. **¿Considera conveniente que el ventilador para la sobre temperatura sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?**

Sería muy conveniente tanto para el estudiante como para nuestra aerolínea.

Análisis: Es conveniente para el estudiante como para la aerolínea nos menciona.

Interpretación: Es conveniente para las dos partes ya que se cumplirán objetivos planteados y se cubrirán necesidades.

ENTREVISTA PARA EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO KLM (GERENTE Y SUPERVISORES).

Personal Técnico Administrativo Departamento de Mantenimiento KLM Ecuador

Nombre: Sr. Hernando Ponce.

Función: Supervisor.

Nivel Académico: Ingeniero de Tierra.

Objetivo: Obtener información exacta para mejorar los trabajos operacionales con respecto a la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

- 1. ¿Considera que el ventilador que se utiliza actualmente para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 cumpla con las normas y requerimientos establecidos por KLM Ecuador?**

Si hablamos de normas y requerimientos, no las cumple con estos, ya que atenta con la seguridad tanto de los pasajeros al no disminuir por completo la sobre temperatura e interrumpe las actividades normales del personal de la aerolínea, a nosotros como mecánicos del avión MD-11.

Análisis: El ventilador improvisado que se utiliza no cumple con los requerimientos ni tampoco con normas tornando inseguro dicho trabajo.

Interpretación: Al no cumplir con los requerimientos de la aerolínea ni tampoco con sus normas la operación para disminuir la sobre

temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 se torna insegura.

2. ¿Cuáles son las consecuencias al no poder disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 debe asumir?

Varias:

- Cancelación del vuelo que sufra este inconveniente.
- Demora.
- Trabajos no programados para nosotros como mecánicos.

Análisis: Las consecuencias que la compañía debe asumir son diversas.

Interpretación: Los trabajos no programados pueden ser los causantes más frecuentes de vuelos cancelados y demoras.

3. ¿Piensa usted que adquirir un ventilador para disminuir la sobre temperatura del conjunto frenos del avión MD-11 sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo con similares características, adecuándolo conforme a las necesidades del personal que lo manejará?

Al construir e implementar un ventilador sería una excelente decisión porque se cubriría todas las necesidades para realizar un trabajo seguro y ergonómico.

Análisis: Construir e implementar es la mejor opción tanto económica como la seguridad del personal.

Interpretación: La seguridad del personal debe ser la prioridad al construir e implementar un instrumento que cubra las necesidades y proteja al mismo al mismo, siendo un instrumento seguro de operar y tener la satisfacción ergonómica al utilizarlo.

4. ¿Considera conveniente que el ventilador para la sobre temperatura sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

Es muy conveniente para las dos partes alcanzando objetivos y cubriendo necesidades.

Análisis: Se cubren necesidades y se alcanzan objetivos.

Interpretación: Al eliminar por completo la sobre temperatura en el conjunto de frenos del avión MD-11 se evitarían disgustos, demoras, vuelos suspendidos por lo que es muy conveniente construir e implementar un ventilador que cubra esta necesidad de la aerolínea y que ayude a alcanzar, culminar el objetivo que se planteo el estudiante alcanzando su título académico.

CONCLUSIONES

- El estudio y análisis de las condiciones con las que se realizan las operaciones para tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11, mediante la observación y la investigación de campo ayudó a determinar que en dicho trabajo interviene el personal de mantenimiento de manera no adecuada en el cual se emplea un ventilador que no cubre las necesidades, sin disminuir la sobre temperatura en un tiempo adecuado que se encuentre dentro de las Ground Hours establecidas por la compañía y así aumentando los trabajos de los mecánicos de manera imprevista.
- Gracias a la investigación bibliográfica y documental se ha obtenido datos necesarios y conocimientos nuevos lo cual es fundamental para la construcción del presente proyecto.
- De manera general la presente investigación a permitido establecer los requerimientos necesarios que se tendrán como prioridad en el diseño y

construcción del ventilador que disminuya la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 teniendo presente las condiciones actuales con los que se realiza dicho trabajo, proponiendo la construcción del ventilador con el fin de eliminar los trabajos no deseados para el personal de mantenimiento y las pérdidas que la compañía pueda tener a causa de una demora o cancelación de un vuelo brindando satisfacción a sus usuarios.

RECOMENDACIONES

- El investigador basándose en los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación muestra notoriamente que la compañía holandesa KLM Ecuador carece de un ventilador que disminuya la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 dentro del tiempo establecido por la compañía llamadas las Ground Hours causando trabajos imprevistos y molestas, por lo que recomienda la construcción de un ventilador que cubra las necesidades del personal de mantenimiento, con un solo fin, el de la solución para este problema.

FACTIBILIDAD

La presente investigación obtuvo resultados lo cual determina ser factible la construcción del ventilador para disminuir la sobre temperatura del avión MD-11, contando con materiales y equipos necesarios.

FACTIBILIDAD DE APOYO

El presente proyecto beneficiará a la compañía holandesa KLM Ecuador la misma que apoya la investigación del proyecto con la ayuda de su personal y permitiendo al investigador acceder sin restricción a los manuales, archivos y demás documentos que son guías para llevar a cabo el mencionado proyecto.

La construcción colaborara los mecánicos industriales Germán Jácome y Fabián Calahorrano.

Factibilidad Legal.-Todo Taller de Mantenimiento Aeronáutico debe ser autorizado por la DGAC para su operación. La autorización se fundamenta en las RDAC que en su parte 145.109 literal A, textualmente indica.

“145.109 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS.

A menos que la DGAC prescriba lo contrario, una estación reparación certificada tiene que tener el equipo, herramienta y material necesario para realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones de acuerdo a su certificado de estación de reparación y especificaciones operacionales y de conformidad con la Parte 43. Los equipos, herramientas y materiales tienen que estar localizados en las instalaciones y servicios y bajo el control de la estación de reparación cuando se está realizando el trabajo.

RECURSOS

Materiales Tecnológicos

- Computadora
- Libros
- Manuales
- Papel
- Cámara Fotográfica
- Celular
- CD de mantenimiento
- Herramientas
- Materiales para Reparación
- Mano de Obra
- Etc.

Humanos

Sr. David Egas.

Personal de Mantenimiento KLM Ecuador.

DENUNCIA DEL TEMA

Construcción e Implementación de un ventilador para disminuir la Sobre Temperatura del Conjunto de Frenos del Avión MD-11 para la compañía Holandesa KLM Ecuador.

PRESUPUESTO

Tabla A9. Presupuesto

RECURSO		Nº	TIPO DE RECURSO	CANTIDAD INICIAL		CANTIDAD TOTAL
HUMANOS		1	Asesor		120.0	120.0
	Subtotal					120.0
OTROS		-	Internet		5.0	5.0
		-	Impresiones		5.0	5.0
		4	Empastado		2.0	6.0
		-	Transporte		20.0	20.0
	Subtotal					36.00
MATERIALES		1	Motor Eléctrico		200.0	200.0
		1	Fan		200.0	200.0
		1	Carcasa		50.0	50.0
		-	Pintura		50.0	50.0
	Subtotal					500.0
	Total					656.0 \$

Fuente: Personal de Mantenimiento KLM
Elaborado por: David Egas.

GLOSARIO

KLM: Koninklijke Luchtvaart Maatschappij.

GROUND HOURS: Tiempo límite para que el avión se encuentre en tierra.

FAN: Ventilador.

GEARING: Reductor.

MD-11:Mc Donnell Douglas.

BIBLIOGRAFÍA

AMM KLM 32-46-00

<http://www.misrespuestas.com/que-es-la-temperatura.html>

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0265-04/escalas.htm>

http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm
#arriba

ANEXOS

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
MECÁNICA MOTORES
ENTREVISTA**

ENTREVISTA # ----

FECHA -----

Cédula de Entrevista: Gerente y Supervisores de Mantenimiento KLM Ecuador.

Preguntas:

1. ¿Considera que el ventilador que se utiliza actualmente para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 cumpla con las normas y requerimientos establecidos por KLM Ecuador?

2. ¿Cuáles son las consecuencias que KLM al no poder disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 debe asumir?

3. ¿Piensa usted que adquirir un ventilador para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo con similares características, adecuándolo conforme a las necesidades del personal que lo manejará?

4. ¿Considera conveniente que el ventilador para la sobre temperatura sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

-

Observaciones _____

Nombre del Entrevistador _____

Datos Socio-demográficos del entrevistado:

Edad _____ **Preparación académica** _____

ENCUESTA

Encuesta # _____

Fecha _____

Dirigida a: Todo el Personal de Mantenimiento KLM Ecuador.

Mi nombre es David Egas, 171921790-1, el propósito de esta encuesta es para mejorar y solventar las necesidades que se están presentando al tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11.

La información adquirida se la manejará con el mayor profesionalismo y discreción

Gracias por su ayuda.

Preguntas:

1. ¿Conoce cuál es la temperatura estándar del conjunto de frenos del avión MD-11?

SI _____

NO _____

2. ¿Conoce la ubicación del fusible indicador de sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11?

SI _____

NO _____

3. ¿Conoce usted cuál es la función del fusible indicador de sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11?

SI _____

NO _____

4. ¿Considera que el ventilador que se utiliza para tratar de disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos es el correcto, técnico, y establecido de acuerdo a los procedimientos del avión MD-11?

SI _____

NO _____

5. ¿Al utilizar el ventilador actual considera usted que podría disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 dentro de sus Ground Hours establecidas por la compañía?

SI _____

NO_____

6. ¿Considera que la sobre temperatura ocasiona Delays y Suspensión de vuelos?

SI _____

NO_____

Observaciones _____

Datos Socio-demográficos del entrevistado:

Nombre _____

Dirección _____

Teléfono _____

Edad _____ **Preparación académica** _____

Ventilador deficiente de uso actual



Figura A5

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

El ventilador actual no disminuye la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11



Figura A6

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

Equipo de remolque para cambio de ruedas en caso de que exista ruedas o fusibles térmicos dañados



Figura A7

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

System Display en la cabina de pilotaje donde se registras y visualizan las cantidades de temperatura con las que llega el avión MD-11 después de cada aterrizaje

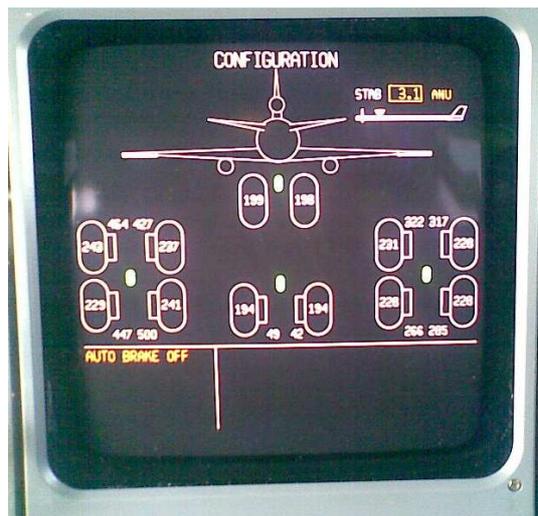


Figura A8

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

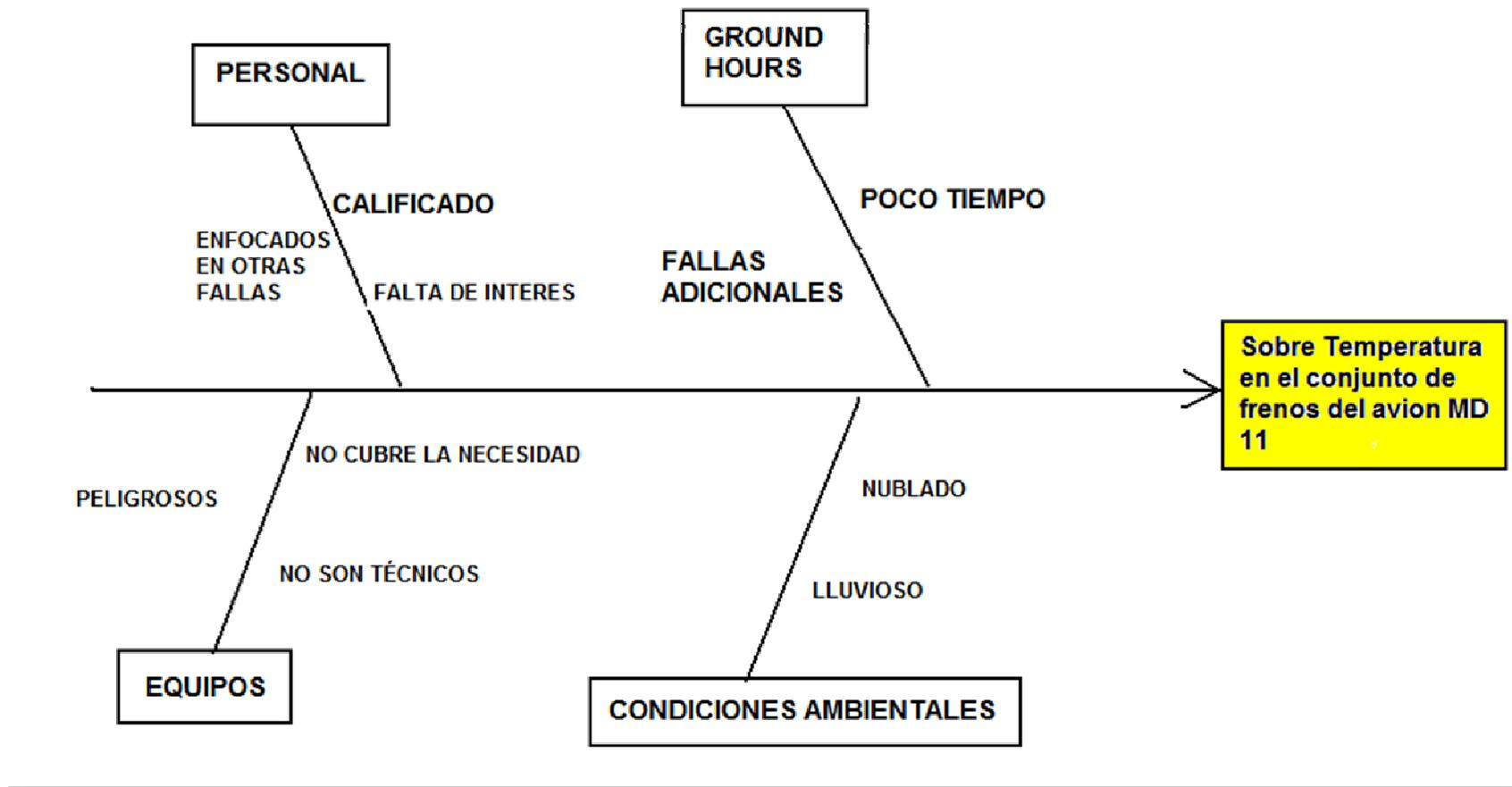


Figura A6. Diagrama de espina de pescado

Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: David Egas.

Tabla A10: Cronograma de actividades

DURACIÓN ACTIVIDADES	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Desarrollo del Anteproyecto							X																					
Informe del Problema								X																				
Plan de la Investigación									X																			
Marco Teórico										X																		
Factibilidad del Tema										X																		
Aprobación de Anteproyecto													X															
Recopilación de información														X														
Investigación de campo																		X										
Construcción Gearing Over Heat Fan																					X							
Desarrollo del Informe Final																					X							
Entrega del texto con corrección																											X	
Culminación del informe final																											X	
Defensa del Trabajo de Graduación																												X

Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: David Egas.

ANEXO B
CERTIFICADO Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA COMPAÑÍA Y
REFERENCIAS SEGÚN AMM Y FIM

Quito, 31 de mayo del 2011

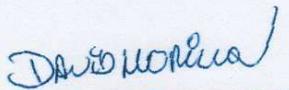
EL SR.INGENIERO DE TIERRA DAVID MORILLO V. GERENTE DEL
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA COMPAÑIA HOLANDESA
KLM ECUADOR

CERTIFICA

El Departamento de Mantenimiento de KLM Ecuador, a fin de optimizar los trabajos de mantenimiento de las aeronaves, requiere la implementación de un **"Sistema de Ventilación compuesto por un ventilador axial perteneciente al avión MD-11"**; razón por la cual se justifica el desarrollo y la realización de este equipo de apoyo en tierra por parte del señor Jonathan David Egas Calahorrano, con cédula de identidad # 171921790-1, el mismo que se encuentra realizando el proyecto de grado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica de Aviación especialización Motores.

Mediante la presente se justifica los cálculos de ingeniería referente al ventilador de manera general, adjuntando los requerimientos y especificaciones técnicas para su adecuada adquisición.

Es todo cuanto puedo certificar.


Atentamente,

Ing. David Morillo V.
Gerente de Mantenimiento
KLM CIA. REAL HOLANDESA DE AVIACION
Quito-Ecuador

CIA. REAL HOLANDESA DE AVIACION

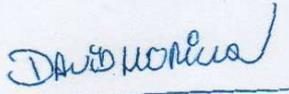
AIR FRANCE 

Av. 12 de Octubre N26-97 y A. Lincoln
Edificio "Torre 1492", Oficina 1104
Telf.: (593-2) 298 6820 Fax: (593-2) 298 6858
Quito
Av. de las Américas S.N. Aeropuerto Simón Bolívar
Arribo Internacional primer piso of. 1
Telf.: (593-4) 269 2877
Guayaquil
www.klm.com.ec

TABLAS DE ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL VENTILADOR AXIAL

ALTERNATIVA

Características Técnicas del Ventilador					
Velocidad RPM	Potencia HP	Tensión Volts	Intensidad Amp	Caudal libre CFM/m ³ /h	Nivel dB
1725	3/4	127/220	4.4/2.2	2,275/3,500	77
1725	1/2	115/220	8.0/4.0	4,175/7,200	77



Atentamente,

Ing. David Morillo V.
Gerente de Mantenimiento
KLM CIA. REAL HOLANDESA DE AVIACION
 Quito-Ecuador

COMPAÑIA REAL HOLANDESA DE AVIACION



Av. 12 de Octubre N26-97 y A. Lincoln
 Edificio "Torre 1492", Oficina 1104
 Telf.: (593-2) 298 6820 Fax: (593-2) 298 6858
 Quito
 Av. de las Américas S.N. Aeropuerto Simón Bolívar
 Arribo Internacional primer piso of. 1
 Telf.: (593-4) 269 2877
 Guayaquil
 www.klm.com.ec



MD-11

AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

HIGH ENERGY STOP, MAIN AND CENTERLINE LANDING GEAR - DESCRIPTION AND OPERATION

1. General

- A. A High Energy stop occurs when the pilot stops the aircraft at an high energy level. This causes the wheel fuse plugs to melt, which is possible when the brake temperature is more than 550°C.
- B. Some of the incidents that cause high energy stops are:
 - Engine fires
 - Engine failures
 - Flight controls that are not in the correct configuration
 - Explosive pressure which decreases pressure of the tires
 - Unwanted material on the runway
 - Rain or ice.
- C. When a high energy stop occurs, it is not always possible to decrease the speed of the aircraft slowly. When the aircraft is stopped quickly, damage to the main and centerline landing gear can occur.

2. High Energy Stop

- A. A high energy stop (with melted fuse plugs) makes it necessary to do as follows:
 - (1) Examine the axles for heat damage.
 - (2) Remove and replace the wheel/tire at the wheel with the damage.
 - (3) Remove and replace the opposite tire on the same axle.
 - (4) Remove and replace the brake assembly at the wheel with the damage.
 - (5) Examine all the tires, wheels, and brakes.

WARNING: DO NOT GO NEAR THE MLG OR CLG WHEELS, TIRES, OR BRAKES UNTIL THE BRAKE TEMPERATURE IS LESS THAN 550°C. IF THE BRAKE TEMPERATURE MONITORING SYSTEM IS NOT OPERATIONAL, STOP FOR 45 MINUTES OR UNTIL THE MLG AND CLG TIRES ARE DEFLATED. THE HIGH TEMPERATURE CAN CAUSE AN EXPLOSION OF THE WHEEL ASSEMBLY. THIS CAN CAUSE INJURY TO PERSONS AND DAMAGE TO EQUIPMENT.

- B. Do not go near the landing gear wheel assemblies after a high energy stop. Do the steps in the sequence that follows:
 - (1) Use the brake temperature monitoring system (BTMS) if it is serviceable. Examine the brake temperatures 15 minutes after the high energy stop. Make sure that the temperature is less than 550°C or you do not see the "BRK OVHT" alert on the BTMS.
 - (2) If the BTMS is not serviceable, and all the tires on the main and center landing gears are deflated, it is safe to go near the landing gears.
 - (3) If the BTMS is not serviceable, and any of the tires are not deflated, wait for 45 minutes before going near landing gears.
- C. Do not attempt to cool the axle until all the above steps are completed.

JAD

- (1) Use fans or air conditioning ducts to cool the axle for one hour, or until the BRK OVHT light extinguishes.

EFFECTIVITY
KS ALL

TP-11MM-KS

05-56-00

Page 1
Nov 01/2006



MD-11
FAULT ISOLATION MANUAL

NECESSARY CONDITIONS:
ELECTRICAL POWER (MM 24-40-00)
SYSTEM POWER (CBs: REFER TO FIGURE 102)
ENGINES OFF

32-40-21-
"BRAKE OVERHEAT" ALERT IS SHOWN ON THE EAD.

1 IF THE ALERT SHOWS AFTER A HIGH ENERGY STOP WHERE A TIRE HAS DEFLATED, DO THE INSPECTION OF THE MAIN/CENTER LANDING GEAR ASSEMBLY UNDER EACH DEFLATED TIRE (MM 05-56-01).
WAS THE MAIN / CENTER LANDING GEAR ASSEMBLY SATISFACTORY?

NO

YES

2 AFTER 45 MINUTES OF COOL DOWN, DO THE SERVICING OF THE LANDING GEAR TIRE PRESSURE (MM 12-16-01).

3 PRESSURIZE HYD SYS 3.
DEPRESSURIZE HYD SYS 1.
CHECK FOR 4 RELEASED BRAKE PISTONS (IN ALTERNATING LOCATION) AT EACH WHEEL.
DID YOU FIND 4 RELEASED BRAKE PISTONS?

NO

YES

4 PRESSURIZE HYD SYS 1.
DEPRESSURIZE HYD SYS 3.
CHECK FOR 4 RELEASED BRAKE PISTONS (IN ALTERNATING LOCATION) AT EACH WHEEL.
DID YOU FIND 4 RELEASED BRAKE PISTONS?

NO

YES

5 FROM THE CFDS INITIAL MENU, PUSH THE LRU MAINTENANCE.
PUSH BTMTP.
PUSH RETURN-TO-SERVICE (R-T-S).
IS THE R-T-S TEST O.K.?

NO

YES

6 PUSH CONTINUED.
ARE ALL BRAKE TEMPERATURE SENSOR FAULTS CLEARED?

NO

YES

7 SYSTEM O.K.

NOTE

IF THE "BRAKE OVERHEAT" OR "BRAKE DIFF TEMP" ALERT OCCURS WITH THE BRAKES AT AMBIENT TEMPERATURE THEN THE FAULT IS PROBABLY THE BTM/TPI COMPUTER OR THE BRAKE TEMPERATURE SENSOR(S) THAT IS SHOWN IN THE CURRENT FAULTS PAGE.

WHEN BRAKE OVERHEATS OCCUR, IN COMBINATION WITH CATALYTIC OXIDATION, THE CARBON DISKS MAY BE DAMAGED. EXAMINE ALL CARBON DISKS FOR INDICATION OF "SOFTENING" (MM 32-41-01).

11 REPLACE THE APPLICABLE COMPONENT(S) AS NECESSARY (MM 05-56-01).

8 ARE ALL BRAKES APPLIED ON ONE GEAR?

NO

YES

12 ONLY ONE APPLIED: REPLACE THE APPLIED BRAKE ASSEMBLY (MM 32-43-20).

13 ALL APPLIED ON ONE GEAR: REPLACE THE BRAKE SYSTEM 2 INTEGRATED CONTROL VALVE (MM 32-44-40).

9 ARE ALL BRAKES APPLIED ON ONE GEAR?

NO

YES

14 ONLY ONE APPLIED: REPLACE THE APPLIED BRAKE ASSEMBLY (MM 32-43-20).

15 ALL APPLIED ON ONE GEAR: REPLACE THE BRAKE SYSTEM 1 INTEGRATED CONTROL VALVE (MM 32-44-40).

NOTE

XX = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (MLG) 9, 10 (CLG)

16 THE TEST FAILED SCREEN WILL SHOW ONE OR MORE OF THESE FAULTS: (REPAIR AS NECESSARY)

- A. "BTM/TPI CTL UNIT" (REPLACE BTM/TPI COMPUTER, MM 32-46-02).
- B. "BRK TEMP SENS - XX" (REPLACE RELATED BRAKE TEMP SENSOR(S), (MM 32-46-01).
- C. "BRAKE XX OVERHEAT"
 - 1. REPLACE RELATED BRAKE TEMP SENSOR(S) (MM 32-46-01).
 - 2. IF THE FAULT CONTINUES, REPLACE THE BTM/TPI COMPUTER (MM 32-46-02).
- D. "BRAKE XX DIFF TEMP HOT" OR "BRAKE XX DIFF TEMP COLD" (SEE FIM 32-40-25).

100

DB16-32-0149F
500068772804

Wheels, Tires And Brakes - Fault Tree 32-40-21-__
Figure 117 / 32-40-00-990-817

EFFECTIVITY
KS ALL

32-40 FAULT ISOLATION

TP-11FIM-KS



MD-11 FAULT ISOLATION MANUAL

NECESSARY CONDITIONS:
ELECTRICAL POWER (MM 24-40-00)
SYSTEM POWER (CBs: REFER TO FIGURE 102)
ENGINES OFF

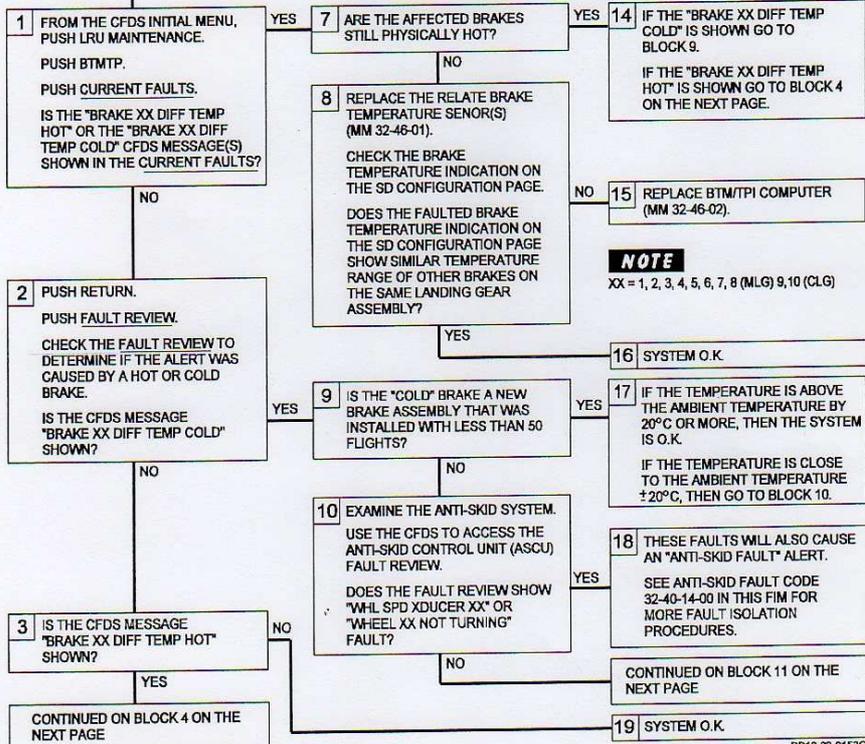
NOTE
A COLD BRAKE TEMPERATURE WARNING OCCURS WHEN ONE BRAKE TEMPERATURE ON THE LANDING GEAR IS 50°C TO 150°C BELOW THE AVERAGE OF ALL THE BRAKE TEMPERATURE ON THAT LANDING GEAR. THE NORMAL AVERAGE BRAKE TEMPERATURE IS FROM 200°C TO 400°C. IF A COLD BRAKE CONDITION PERSISTS IN ONE OR MORE TO POSITION, IT MAY BE THE RESULT OF AN UNDETECTED ASCU FAILURE.

A HOT BRAKE TEMPERATURE WARNING OCCURS WHEN THE TEMPERATURE DIFFERENTIAL BETWEEN A SINGLE BRAKE AND THE AVERAGE OF ALL BRAKES ON THE LANDING GEAR EXCEEDS 250°C.

IF EITHER OF THESE CONDITIONS OCCURS, A "BRAKE DIFF TEMP" ALERT IS ILLUMINATED IN THE COCKPIT.

FOR MULTIPLE COLD BRAKE RESTRICTIONS SEE AOL 11-468B.

32-40-25-
"BRAKE DIFF TEMP" ALERT SHOWS ON THE EAD.
THE "BRAKE XX DIFF TEMP HOT" OR THE "BRAKE XX DIFF TEMP COLD" CFDS MESSAGE(S) SHOWS ON THE MCDU.



NOTE
XX = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (MLG) 9,10 (CLG)

100

DB18-32-0153G
50008877302V2

Wheels, Tires And Brakes - Fault Tree 32-40-25-
Figure 121 (Sheet 1 of 2)/ 32-40-00-990-821

EFFECTIVITY
KS ALL

32-40 FAULT ISOLATION

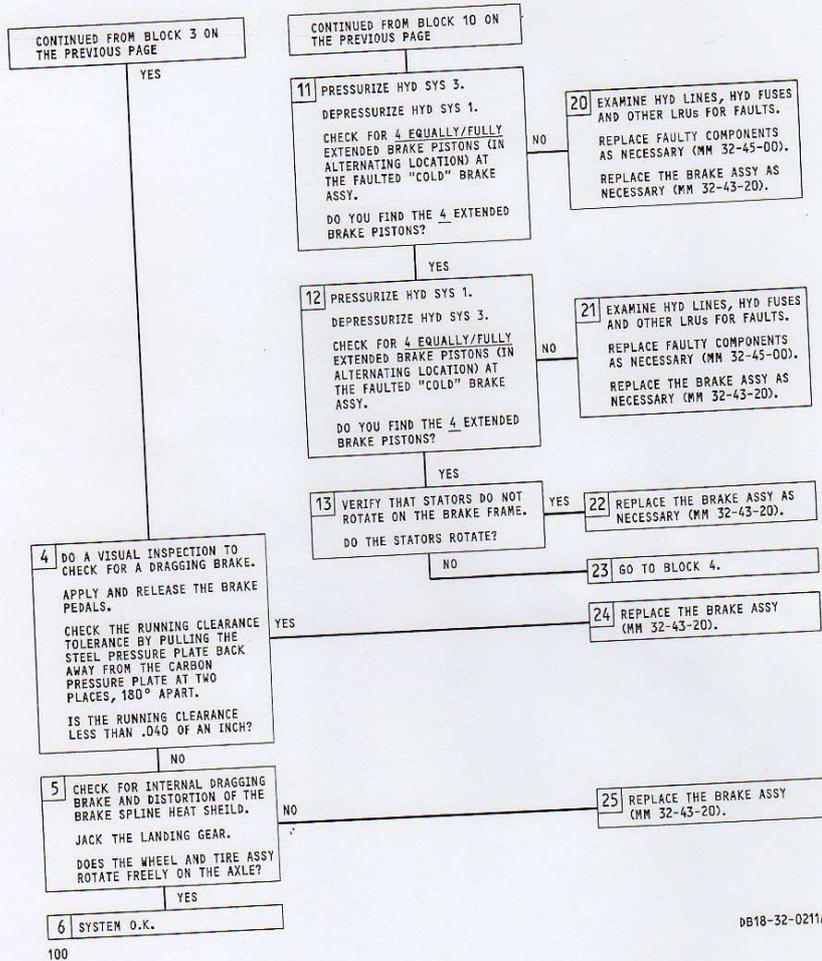
Page 167
Nov 01/2006

TP-11FIM-KS

BOEING PROPRIETARY - Copyright © Unpublished Work - See title page for details



MD-11 FAULT ISOLATION MANUAL



DB18-32-0211A

Wheels, Tires And Brakes - Fault Tree 32-40-25-
Figure 121 (Sheet 2 of 2)/ 32-40-00-990-821

EFFECTIVITY
KS ALL

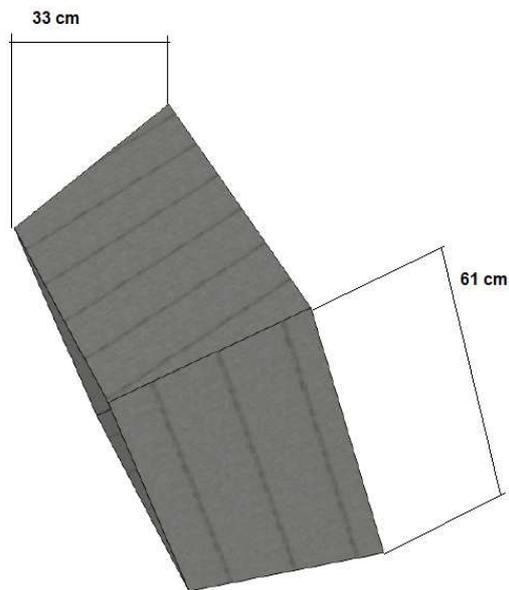
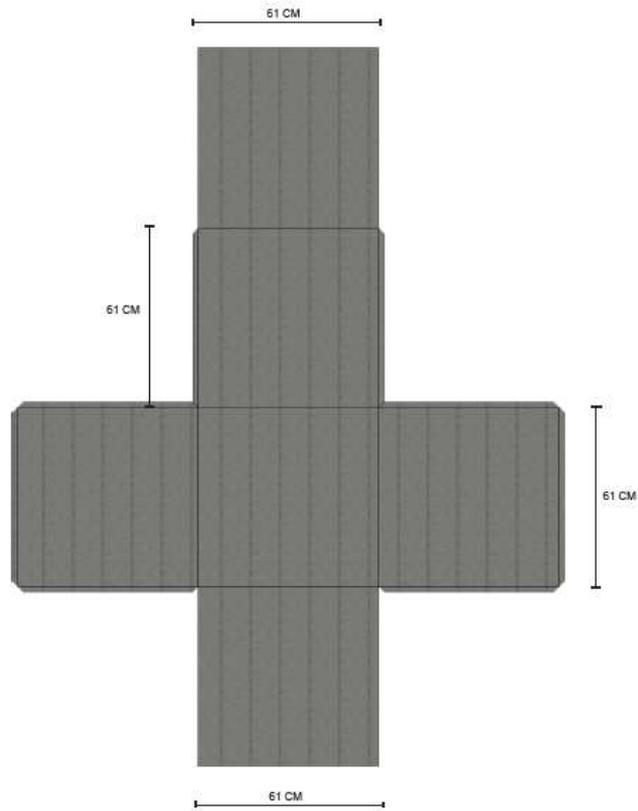
32-40 FAULT ISOLATION

Page 168
May 01/2006

TP-11FIM-KS

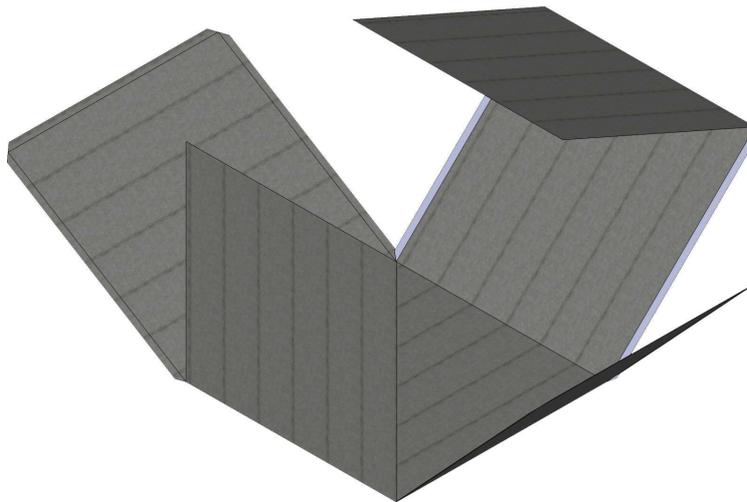
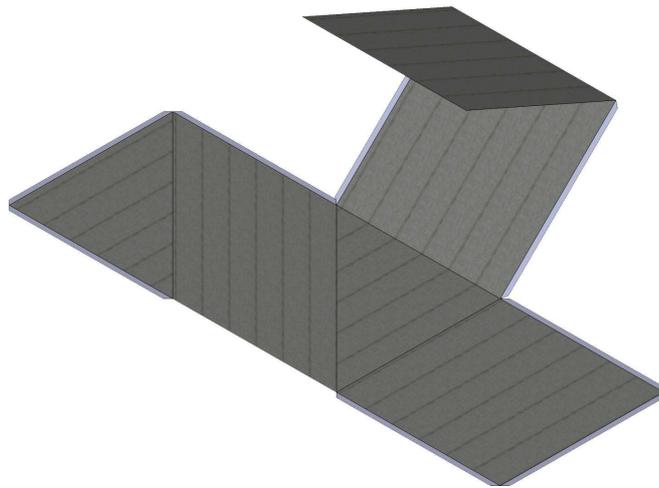
BOEING PROPRIETARY - Copyright © Unpublished Work - See title page for details

ANEXO C
PLANOS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN



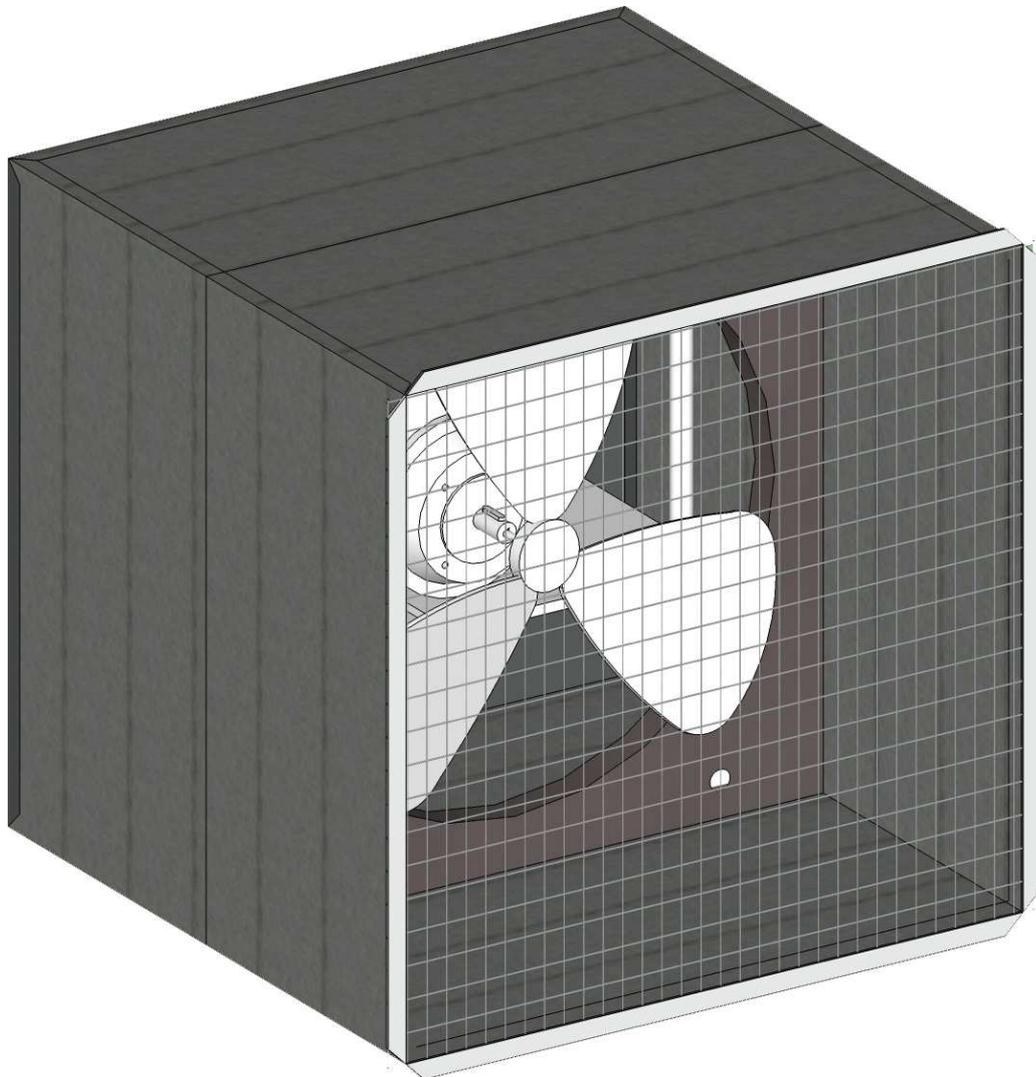
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Construcción de un sistema de ventilación para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 para la Cía. Holandesa KLM Ecuador.	Lámina N° 1
Dibujado	15-06-11	David Egas		ATA: 32-00-00	Escala —
Dibujado	15-06-11	David Egas			
Revisado	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista		Pieza: Medición Palastro Galvanizado	
Aprobado	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista			
Fuente: Medidas reales					



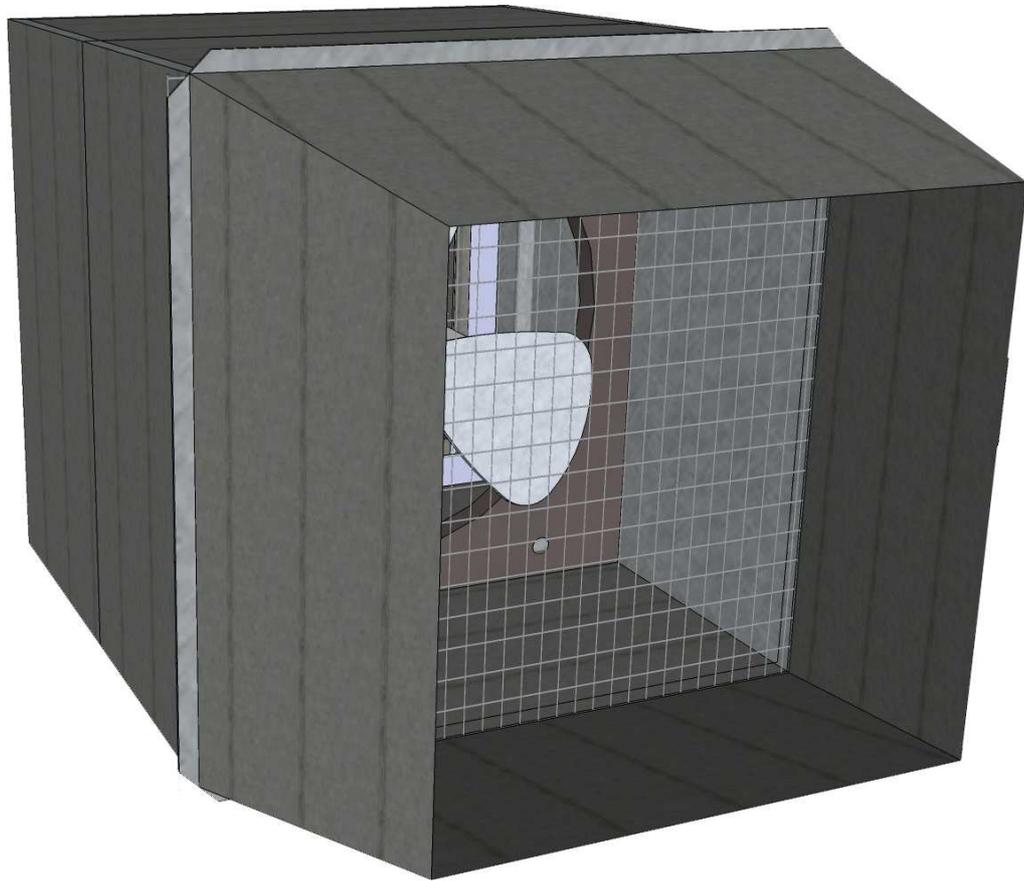
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Construcción de un sistema de ventilación para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 para la Cía. Holandesa KLM Ecuador.	Lámina N° 2
Dibujado	15-06-11	David Egas		ATA: 32-00-00	Escala —
Dibujado	15-06-11	David Egas			
Revisado	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista		Pieza: Trazado y ensamblado	
Aprobado	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista			
Fuente: Medidas reales					



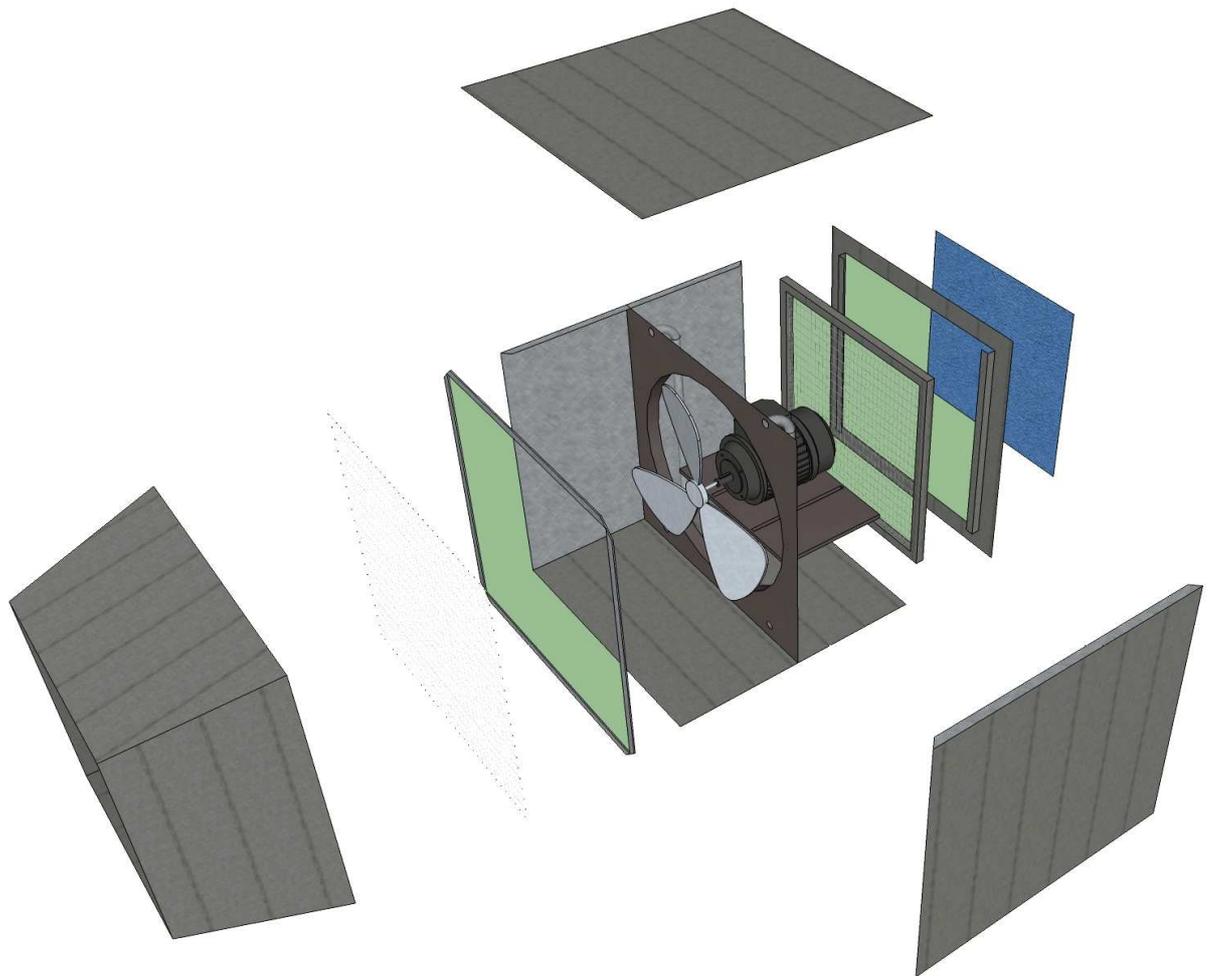
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Construcción de un sistema de ventilación para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 para la Cía. Holandesa KLM Ecuador.	Lámina N° 3
Dibujado	15-06-11	David Egas		ATA: 32-00-00	Escala —
Dibujado	15-06-11	David Egas			
Revisado	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista		Pieza: Montaje de componentes	
Aprobado	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista			
Fuente: Medidas reales					



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Descripción	Referencias
				Construcción de un sistema de ventilación para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 para la Cía. Holandesa KLM Ecuador.	Lámina N° 4
Dibujado	15-06-11	David Egas			
Dibujado	15-06-11	David Egas		ATA:	Escala
Revisado	16-06-11	Tigo, Rodrigo Bautista		32-00-00	
Aprobado	16-06-11	Tigo, Rodrigo Bautista		Pieza:	
				Ensamblado y montaje del cono de salida de aire	
Fuente: Medidas reales					



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Descripción	Referencias
				Construcción de un sistema de ventilación para disminuir la sobre temperatura del conjunto de frenos del avión MD-11 para la Cía. Holandesa KLM Ecuador.	Lámina N° 5
Dibujado:	15-06-11	David Egas			Escala —
Dibujado:	15-06-11	David Egas		ATA: 32-00-00	
Revisado:	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista			
Aprobado:	16-06-11	Tigo. Rodrigo Bautista		Pieza: Despiece del sistema de ventilación	
Fuente: Medidas reales					

ANEXO D

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN USUARIO



KLM Compañía Real Holandesa de Aviación

Quito, 02 de junio del 2011

EL SR.INGENIERO DE TIERRA DAVID MORILLO V. GERENTE DEL
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA COMPAÑIA HOLANDESA
KLM ECUADOR

CERTIFICA

El Departamento de Mantenimiento de KLM Ecuador, a fin de optimizar los trabajos de mantenimiento de las aeronaves, asignó la construcción de un "Sistema de Ventilación compuesto por un ventilador axial perteneciente al avión MD-11", por parte del señor Jonathan David Egas Calahorrano, con cédula de identidad # 171921790-1, el mismo que ha culminado el proyecto de manera satisfactoria y favorable para la compañía, por medio de la presente me dirijo al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) a razón de un documento de aceptación.

Las pruebas operacionales del equipo de apoyo en tierra cumplieron las expectativas de la compañía

Es todo cuanto puedo certificar.

Atentamente,

Ing. David Morillo V.
Gerente de Mantenimiento
KLM CIA. REAL HOLANDESA DE AVIACION
Quito-Ecuador

CIA. REAL HOLANDESA DE AVIACION



AIR FRANCE KLM

Av. 12 de Octubre N26-97 y A. Lincoln
Edificio "Torre 1492", Oficina 1104
Telf.: (593-2) 298 6820 Fax: (593-2) 298 6858
Quito
Av. de las Américas S.N. Aeropuerto Simón Bolívar
Arribo Internacional primer piso of. 1
Telf.: (593-4) 269 2877
Guayaquil
www.klm.com.ec

ANEXO E
FOTOGRAFÍAS DE ESPECIFICACIONES O DE REFERENCIAS MANUAL DE
OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DEL AVIÓN MD-11 Y SISTEMA DE
VENTILACIÓN



Figura E1. Avión MD-11 en plataforma
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E2. Planta Eléctrica y suministro de energía para el sistema de ventilación

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E3. Chequeo visual de carcasa de seguridad

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E4. Chequeo del filtro de aire
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E5. Chequeo de partes móviles fan blade
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.

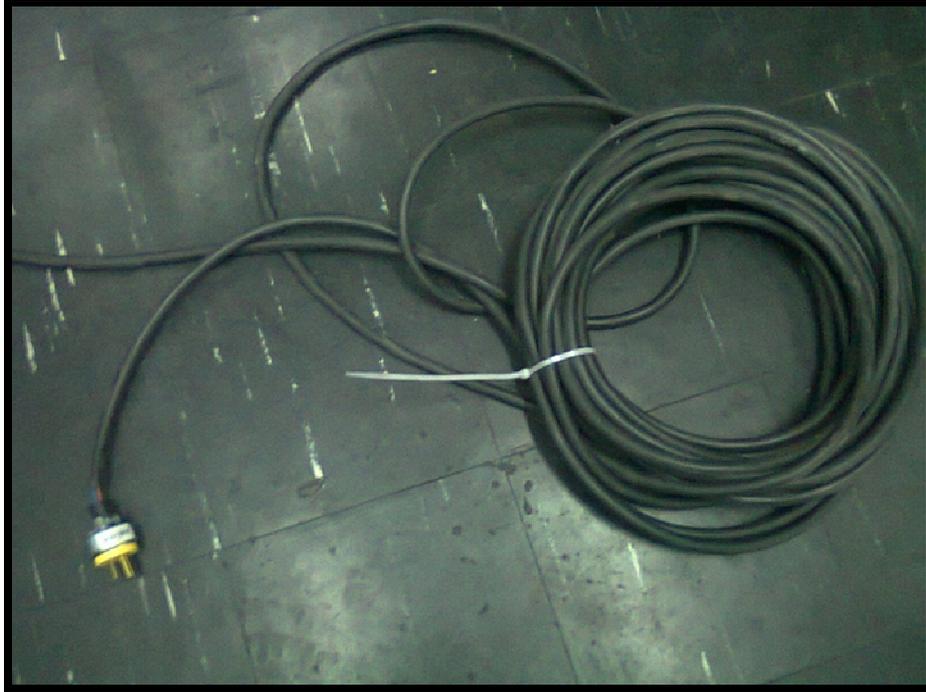


Figura E6. Cable de energía

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E7. Visualización del System Display

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E8. Colocación del ventilador de manera diagonal al conjunto de frenos
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E9. Especificación de la botonera de encendido
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: David Egas.



Figura E10. Sistema de ventilación totalmente finalizado.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: David Egas.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: DAVID JONATHAN
APELLIDOS: EGAS CALAHORRANO
NACIONALIDAD: ECUATORIANO
FECHA DE NACIMIENTO: 11 DE AGOSTO DE 1987
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1719217901
TELÉFONOS: 2800897 - 098732383
CORREO ELECTRÓNICO: jdecdb@hotmail.com
DIRECCIÓN: Ficoa: Rodrigo Pachano 136 y Membrillos



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA Escuela Fiscal Mixta Carcelén
SECUNDARIA Colegio Particular Mixto Mena del Hierro
SUPERIOR Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller en Físico Matemático
- Egresado carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores
- Suficiencia en Ingles – Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- Aerolíneas VIP. SA. (3 meses)
- Aerolínea Internacional KLM (2 años 6 meses)

REFERENCIA PERSONALES

- Edison Egas
SUPERVISOR DE FRAUDES DINNERS CLUB
Telf. 084697495
- Jenny Albuja
INGENIERA EN MARKETING
Telf. 084697496

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Sr. David Jonathan Egas Calahorrano

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**Ing. Hebert Atencio V.
Subs. Téc. Avc.**

Latacunga, Junio 15 del 2011.

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, DAVID JONATHAN EGAS CALAHORRANO, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 171921790-1, autor del Trabajo de Graduación “**CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA DISMINUIR LA SOBRE TEMPERATURA DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN MD-11 PARA LA COMPAÑÍA HOLANDESA KLM ECUADOR**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

DAVID JONATHAN EGAS CALAHORRANO

Latacunga, Junio 15 del 2011.