



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA
DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR CF34E
MONTADO EN LOS AVIONES EMBRAER 170-190, PARA LOS
ESTUDIANTES DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES, EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTOR: CORTEZ OVIEDO CARLOS WILFRIDO

DIRECTOR: TLGA MARITZA NAUÑAY

LATACUNGA

2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Tlga. Maritza Nauñay

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. CARLOS WILFRIDO CORTÉZ OVIEDO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

Tlga. Maritza Nauñay

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Mayo de 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

CORTEZ OVIEDO CARLOS WILFRIDO

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “Implementación de una maqueta didáctica del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer, 170-190, para los estudiantes de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en la Unidad de Gestión de Tecnologías” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Mayo de 2015

CORTEZ OVIEDO CARLOS WILFRIDO

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

Yo, CORTEZ OVIEDO CARLOS WILFRIDO

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación virtual de la Institución del trabajo “Implementación de una maqueta didáctica del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer, 170-190, para los estudiantes de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en la Unidad de Gestión de Tecnologías”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Mayo de 2015

CORTEZ OVIEDO CARLOS WILFRIDO

DEDICATORIA

El presente proyecto de grado se encuentra dedicado a Dios por llenarme de valor y fuerzas para poder cada día luchar antes las adversidades, por no permitirme decaer y ser la fuente máxima de valor y refugio en los momentos trascendentes de mi vida.

Sin restar importancia mis padres merecen una dedicación de carácter especial por su esfuerzo, constancia y tenacidad al apoyarme día a día ante las decisiones que yo he tomado. Por brindarme su apoyo en este largo camino recorrido que conlleva en alcanzar uno de mis tantos objetivos puestos en mi vida.

A mis amigos un reconocimiento especial, por tantas cosas compartidas y el apoyo moral que nunca falto de su parte.

Al final, pero no por esto menos importantes a mis maestros quienes con su esfuerzo diario tienen la virtud de dotar de conocimientos a sus pupilos, uno de ellos soy yo. Gracias maestros porque su trabajo, también se ve reflejado en este proyecto de grado.

Cortez Oviedo Carlos Wilfrido

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	I
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	II
AUTORIZACIÓN.....	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN	XI
SUMMARY.....	XII
CAPÍTULO I	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 OBJETIVO GENERAL	4
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.7 ALCANCE.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2.1 PRINCIPIOS DE SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	5
2.1.1 SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTORES RECÍPROCOS	5
2.2. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN EN LOS MOTORES	7
2.2.1 PRINCIPIOS DE LA LUBRICACIÓN EN LOS MOTORES	7
2.2.2 REQUERIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS LUBRICANTES AERONÁUTICOS.....	8
2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES	8
2.2.4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTORES A REACCIÓN	9
2.3 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN MOTORES JET	10
2.3.1 SISTEMA DE VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN	13
2.3.2 SISTEMA DE FLUJO CÍCLICO.....	16

2.4. SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR CF 34 MONTADO EN LOS AVIONES EMBRAER.....	20
2.5. COMPONENTES DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN CF 34	23
2.5.1 DEPÓSITOS DE ACEITE	23
2.5.2 MODULO FILTRANTE DE ACEITE.	24
2.5.3 FILTER IMPENDING BYPASS SWITCH.....	24
2.5.4 INTERCAMBIADOR DE CALOR.	25
2.5.5 LA BOMBA DE SUCCIÓN Y LUBRICACIÓN.	26
2.5.6 CHIP DETECTOR ELÉCTRICO	27
2.5.7 TRANSMISOR CANTIDAD DE ACEITE COMBINADO.	28
2.5.8 EL SWICH DE BAJA PRESIÓN DE ACEITE	29
2.5.9 EL TRANSMISOR DE PRESIÓN DE ACEITE	30
2.6. DISEÑO DE MAQUETAS CON FINES DIDÁCTICOS.	31
CAPÍTULO III.....	32
3.1 INTRODUCCIÓN	33
3.2 MATERIALES PARA LA ETAPA DE ELABORACIÓN	34
3.3. CONSTRUCCIÓN.....	35
3.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	35
3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	35
3.5 DIAGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE	42
3.5.1 DIAGRAMA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	43
3.5.2 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	44
3.5.3 DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	45
3.6 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN	46
3.6.1 MANUAL DE OPERACIÓN	46
3.7 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.....	51
3.7.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO	51
3.8 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD	53
3.8.1 MANUAL DE SEGURIDAD	53
3.9 ESTUDIO ECONÓMICO	54

3.9.1 ESTUDIO ECONÓMICO DE ELABORACIÓN	54
3.9.2 ESTUDIO ECONÓMICO DE IMPLEMENTACIÓN	56
3.9.3 ESTUDIO ECONÓMICO (VARIOS).....	57
3.9.4 ESTUDIO ECONÓMICO TOTAL	58
CAPITULO IV.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1 CONCLUSIONES	59
4.2 RECOMENDACIONES	60
GLOSARIO	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 CARTER HÚMEDO.....	6
FIGURA 2 CARTER SECO.....	6
FIGURA 3 MOTOR CF 34 8E.....	10
FIGURA 4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN FULL FLOW.....	10
FIGURA 5 MOTORES JET.....	12
FIGURA 6 BOMBA DE ACEITE CON BY PASS.....	13
FIGURA 7 SISTEMA DE VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN.....	14
FIGURA 8 FILTRO DE SUCCIÓN.....	14
FIGURA 9 FILTRO DE PRESIÓN DE ACEITE.....	15
FIGURA 10 BOMBA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE COMÚN.....	16
FIGURA 11 BOMBA DE PRESIÓN EN LA GEAR BOX.....	17
FIGURA 12 FILTRO DE SUCCIÓN.....	17
FIGURA 13 FILTRO DIFERENCIAL DE PRESIÓN.....	18
FIGURA 14 INYECTORES DE ACEITE.....	19
FIGURA 15 CHIP DETECTOR.....	20
FIGURA 16 ENFRIADOR DE ACEITE COMBUSTIBLE.....	20
FIGURA 17 MOTOR CF 34 E.....	21
FIGURA 18 UBICACIÓN DE LOS SUMIDEROS DEL MOTOR CF 34.....	21
FIGURA 19 COMPONENTES DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL EMBRAER.....	22
FIGURA 20 DEPÓSITO DE ACEITE.....	23
FIGURA 21 ESQUEMA DEL MÓDULO FILTRANTE.....	24
FIGURA 22 EL SWICH DE BY PASS.....	25
FIGURA 23 INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	26
FIGURA 24 VÁLVULA DE DESCARGA DE PRESIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	26
FIGURA 25 BOMBA DE LUBRICACIÓN Y RECUPERACIÓN.....	27
FIGURA 26 CHIP DETECTOR, Y SU UBICACIÓN.....	27
FIGURA 27 SENSOR DE NIVEL DE ACEITE E INDICACIÓN EN CABINA.....	28

FIGURA 28 UBICACIÓN Y ELEMENTO SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE	29
FIGURA 29 INDICACIÓN EN LA CABINA DE LOW OIL PRESS.....	30
FIGURA 30 TRANSMISOR DE PRESIÓN DE ACEITE.....	30
FIGURA 31 MAQUETA DE AERONAVE DEL MIT.....	31
FIGURA 32 DIAGRAMA SISTEMA DE LUBRICACIÓN	35
FIGURA 33 DIAGRAMA SISTEMA DE LUBRICACIÓN	36
FIGURA 34 MATERIALES EN 3D	37
FIGURA 35 CONSTRUCCIÓN DEL FAN DEL MOTOR CF34 8 E.....	37
FIGURA 36 IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO.....	38
FIGURA 37 ESTRUCTURACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	38
FIGURA 38 PROGRAMACIÓN DEL FLUJO DE ACEITE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN EN LA MAQUETA DIDÁCTICA	39
FIGURA 39 PROGRAMACIÓN SECUENCIA DE ENCENDIDO	39
FIGURA 40 TEST DE ENCENDIDO.....	40
FIGURA 41 TEST DE SINCRONIZACIÓN DE ENCENDIDO	40
FIGURA 42 ARMADO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	41
FIGURA 43 IMPLEMENTACIÓN EN MAQUETA DIDÁCTICA	41
FIGURA 44 DIAGRAMA DEL PROCESO DISEÑO Y MEDICIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	43
FIGURA 45 DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN.....	44
FIGURA 46 DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	45

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	MATERIALES A UTILIZAR.....	34
TABLA 2	SIMBOLOGÍA DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS.....	42
TABLA 3	ESTUDIO ECONÓMICO DE CONSTRUCCIÓN.....	55
TABLA 4	ESTUDIO ECONÓMICO DE IMPLEMENTACIÓN.....	56
TABLA 5	ESTUDIO ECONÓMICO VARIOS.....	57
TABLA 6	ESTUDIO ECONÓMICO TOTAL.....	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra el diseño, elaboración e implementación de una maqueta del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190 con fines didácticos para la materia de sistemas de lubricación. Este proyecto está enfocado en solucionar la creciente necesidad que tienen los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica mención motores, de poder tener aproximaciones reales de carácter didáctico en la materia sistemas de lubricación, de manera tal que sus clases tengan un complemento adecuado a la teoría explicada ya por los docentes del instituto tecnológico superior aeronáutico. Es por esto que se consideró necesario la elaboración de una maqueta didáctica que tenga como objetivo simbolizar la planta motriz de la aeronave Embraer 170-190, gracias a este trabajo de grado la institución podrá añadir un elemento de trabajo dentro del aula para el que estudiante pueda discernir de mejor manera cómo funcionan estos componentes en aeronaves de diversas clases. Y conocer mediante el mismo el funcionamiento ideal de cada componente distribuido alrededor del sistema de lubricación, con fin de interpretar la funcionalidad del accesorio que se encuentra desde un inicio del sistema hasta la finalización del mismo, logrando interpretar la operación específica del sistema de lubricación, logrando así un alcance significativo al estudiante en el ámbito tecnológico, actual de los nuevos sistemas aeronáuticos.

Palabras claves:

- **MATERIAL DIDÁCTICO**
- **SISTEMA DE LUBRICACION**
- **MOTOR CF 34 E**
- **EMBRAER 170-190**
- **MONITOREO Y CONTROL,**

SUMMARY

This research summarizes the design, development and implementation of a model of the lubrication system for CF34E engine mounted on Embraer 170-190 aircraft for training purposes of lubrication systems. This project is focused on solving the need growing for students of aeronautical mechanics mention engines, to have real didactic approaches for lubrication systems, so that their classes are a suitable complement to the theory as explained by teachers. So that it is considered necessary to develop a teaching model that aims to symbolize the power plant of the Embraer 170-190 aircraft, with this work the institution may add an element of work in the classroom deemed essential for that student that may distinguish how these components work in various aircraft. And to know by the same ideal operation of each component distributed around the lubrication system with the functionality to interpret accessory that is from the beginning of the system until the end of it, managing to interpret the specific operation of the lubrication system, thus achieving a significant extent the student in the technology, the current scope of the new aeronautical systems.

KEY WORDS:

- ✓ **TEACHING MATERIAL**
- ✓ **OIL SYSTEM**
- ✓ **MOTOR CF 34 E**
- ✓ **EMBRAER 170-190**
- ✓ **MONITORING AND CONTROL**

CAPÍTULO I

1.1 Tema

“Implementación de una maqueta didáctica del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190, para los estudiantes de mecánica aeronáutica mención motores, en la Unidad de Gestión de Tecnologías”

1.2 Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnologías en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE es un ente educativo enfocado en formar profesionales competentes en el campo de la aviación en la rama del mantenimiento aeronáutico.

Para lograr este fin cuenta con un personal calificado además de laboratorios y aulas con las más altas normas de eficiencia y seguridad en la que los estudiantes, a diario, cumplen con su jornada estudiantil.

En base a esto, se puntualizara que la asignatura de sistema lubricación del motor es transcendental para la formación del futuro mecánico en su proceso formativo de conocimiento globalizado y entendimiento del motor.

Es así que esta asignatura con el paso del tiempo y las experiencias docentes y estudiantiles, ha sido fortalecida a través de la implementación de diversos sistemas como son: cursos básicos de entrenamiento, maquetas didácticas, animaciones y recursos digitales entre otros, todo esto con el objetivo de lograr un eficaz y eficiente sistema de aprehensión de conocimientos concernientes a esta materia.

A lo largo del tiempo las maquetas se han utilizado como un medio de representación, para mostrar de forma tridimensional algo de relevancia, es una herramienta muy útil que refleja de forma clara y comprensible aquello

que los planos expresan, a menudo de forma poco didáctica para los estudiantes.

Se ha recurrido a la elaboración de maquetas como método pedagógico y didáctico que permita al alumno comprender las relaciones existentes dentro de la representación bidimensional expuestas en los planos.

Es importante recalcar que en la Unidad de Gestión de Tecnológicas, existen pequeñas plataformas que representan los sistemas de lubricación de otras aeronaves como el T33 STAR FIRE de los años 60, así como otra pequeña maqueta del sistema de lubricación de los motores recíprocos, lastimosamente se carece de maquetas didácticas que representen la forma como están ensamblados y funcionan los componentes que cumplen con la tarea de lubricar y mantener en óptimas condiciones los parámetros de funcionalidad del motor, y en particular el sistema del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190.

De tal manera que a pesar de la existencia de herramientas físico tecnológicas que permitan familiarizarse con los sistemas de enfriamiento del motor se considera necesario el incremento de una que simbolice el sistema descrito anteriormente, el cual es planta motriz de la aeronave Embraer 170-190, es así que la materialización de este proyecto permitirá tener varios diseños para el que estudiante pueda discernir de mejor manera cómo funcionan estos componentes en aeronaves de diversas clases.

1.3 Planteamiento del Problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE carece de una maqueta didáctica a escala que represente el conjunto de componentes y funcionamiento del sistema de lubricación del motor CF34-8E montado en los aviones EMBRAER 170/190. La carencia de esta maqueta genera dificultades a los estudiantes que están en el período de asimilación de las materias de formación profesional, esto ocurre porque el aprendizaje de las materias de aviación, demandan de quien las estudia

una gran cantidad de esfuerzo ya que no es sencillo sensibilizarse con la gran cantidad de componentes con los que cuenta una aeronave.

Por ende, es de mucha utilidad esgrimir en este tipo de aprendizaje maquetas escaladas que le den a los que las observan la oportunidad de absorber de mejor manera aquellos conocimientos que por lo general son más difíciles de abstraer. A largo plazo el futuro profesional en mantenimiento en aviación podría tener dificultades al momento de sensibilizarse con sistemas de enfriamiento del motor en su recinto laboral, no solo si se tratara de la aeronave a la que se hace referencia este documento si no también otras que trabaja de maneras similares o equiparables, en funcionamiento y objetivo.

1.4 Justificación

La implementación de una maqueta didáctica a escala que represente el conjunto de componentes y funcionamiento del sistema de lubricación del motor CF34-8E montado en los aviones EMBRAER 170/190 es de suma importancia puesto que las maquetas que se encuentran siendo utilizadas actualmente en su mayoría solo son propuestas didácticas que referencian a aeronaves que se están saliendo de la línea de ejercicio en las aerolíneas.

Esto no significa que no cumplan con la función de familiarizar a los estudiantes con los sistemas, pero estos con el paso del tiempo han variado en el diseño de las nuevas aeronaves, por lo tanto la actualización de las ayudas didácticas también es imprescindible.

Es por esto que se plantea la necesidad de actualizar o insertar nuevos equipos que esquematicen los sistemas de aeronaves como las de AIRBUS o EMBRAER, mismas que hacen uso de sistemas electrónicos y mecatrónicos para la operación de los mismos. El impacto de este tipo de implementaciones genera un avance y refuerzo en la abstracción del sistema en estudiantes que se encuentran en la fase inicial de instrucción.

En un futuro próximo una de las aplicaciones de este proyecto de grado puede ser manejarlo como un método de evaluación para determinar si el futuro mecánico de aviación conoce y entiende todo lo concerniente al sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190.

1.5 Objetivo General

Implementar una maqueta didáctica del sistema de lubricación del motor CF34E por medio de un software de programación “tarjea Arduino mega” simulando la circulación del aceite montado en los aviones Embraer 170-190, para los estudiantes de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.6 Objetivos Específicos.

- Identificar los elementos que componen el sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190
- Diseñar el sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190 de forma esquemática y didáctica para que pueda tener un uso académico y educativo.
- Construir la maqueta del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190 la cual debe contar con una fidedigna aproximación a la realidad.

1.7 Alcance

El alcance de este proyecto de grado es de carácter global que beneficia a todos los estudiantes de mecánica aeronáutica que se reciban las clases del sistema de Lubricación del motor. De la misma manera brindará sus beneficios a los estudiantes que se encuentren las fases finales de su carrera y deseen acrecentar su conocimiento acerca de los sistemas de enfriamiento y lubricación del motor CF 34, en la Unidad de Gestión de Tecnologías en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Principios de sistema de lubricación

2.1.1 Sistema de lubricación motores recíprocos

Este sistema es el que mantiene lubricadas todas las partes móviles de un motor, a la vez que sirve como medio refrigerante. Tiene importancia porque mantiene en movimiento mecanismos con elementos que friccionan entre sí

La función es la de permitir la creación de una cuña de aceite lubricante en las partes móviles, evitando el contacto metal con metal, además produce la refrigeración de las partes con alta temperatura al intercambiar calor con el medio ambiente cuando circula por zonas de temperatura más baja o pasa a través de un radiador de aceite

1. Reducir el rozamiento entre las piezas metálicas del motor
2. Rellenar imperfecciones internas de forma que siempre exista contacto entre superficies lubricadas.
3. Disminuir el calor generado en las zonas más calientes del motor, absorbiendo parte del calor.
4. Proteger de óxido y corrosión al motor: por medio de aditivos

Los principales sistemas de lubricación son:

- **Por Carter húmedo** (más utilizado en aviación ligera)

El aceite lubricante permanece en su totalidad dentro del motor, para ello se dispone de un dispositivo en la parte inferior del motor, que además refrigera en parte el aceite lubricante. La bomba de aceite suele estar sumergida en el depósito del Carter y los canales/orificios de desagüe de las diferentes partes se unen en el depósito formando en la parte inferior del Carter y esto cae por gravedad.



Figura 1 CARTER HÚMEDO

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

Desde el Carter es aspirado por la bomba y vuelve a seguir su labor de engrase/ refrigeración.

Por Carter seco

La principal diferencia con el sistema de Carter húmedo es el empleo de un depósito en el exterior del motor. Como en este caso el aceite/lubricante se sitúa en una posición algo más alta que la bomba que da la presión al sistema, es necesaria una segunda bomba que impulse al depósito el aceite que cae de los diferentes sistemas después de haberlos lubricado.

Este sistema permite que el motor tenga menor tamaño que el de Carter húmedo

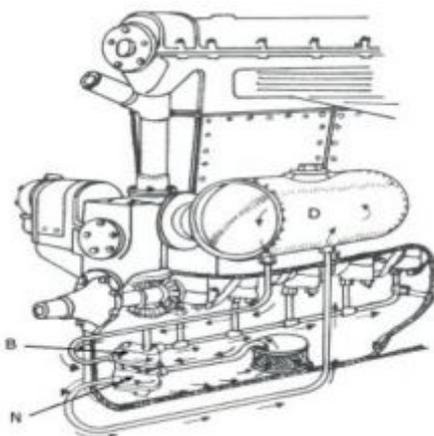


Figura 2 CARTER SECO

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

Consta de un depósito auxiliar (D), donde se encuentra el aceite que envía una bomba (B). Del depósito sale por acción de la bomba (N), que lo envía a presión total a todos los órganos de los que rebosa y, que la bomba B vuelve a llevar a depósito (D).

2.2. Sistemas de lubricación en los motores

2.2.1 Principios de la lubricación en los motores

El propósito primario de un lubricante es reducir la fricción interna producida por el movimiento entre dos superficies, dado que los líquidos lubricantes pueden ser circulados continuamente, se los puede usar en motores de aviación.

En teoría, un fluido lubricante está basado en la separación de las superficies para que el contacto de metal a metal no ocurra, en ese precepto el líquido lubricante entra entre en metal y el otro metal que se encontrarían rozándose, en condiciones ideales el rozamiento debería disminuirse al mínimo.

Adicionalmente para reducir la fricción, la película de aceite actúa como un colchón entre las partes metálicas, ese efecto particular de acojinamiento es importantísimo en especial en motores recíprocos, pues proporcionan un soporte de mantenimiento extra a los componentes como los cilindros y pistones, además de arrastrar las concentraciones de calor que suelen mantenerse e incrementarse en los componentes mecánicos.

No se debe olvidar que además de lubricar el motor la función de los fluidos resbaladizos es de apropiarse de la temperatura y apoyar a que los equipos no excedan las temperaturas a las que deben operar.

2.2.2 Requerimientos y características de los lubricantes aeronáuticos

El lector debe comprender que los fluidos dedicados al mantenimiento de la temperatura, así como a la lubricación de sus partes rígidas está sujeto ciertos factores, uno de los más importantes es la viscosidad que es la resistencia de un fluido a fluir a través de un volumen determinado.

Además de la viscosidad existe el factor de la temperatura a la que opera el líquido lubricante, esto explicado de mejor forma se puede considerar a un aceite lubricante altamente viscoso, que se deja en un lugar demasiado frío, este podría endurecerse y perder las capacidades físicas que se esperan de él, dicho de otra forma podría generarse arrastre y no favorecería al libre movimiento de los objetos dinámicos.

2.2.3 Características de los aceites lubricantes

- **FLASH POINT**, este dato es determinado por los laboratorios, mediante pruebas de ensayo, estas muestran como resultado, la temperatura a la que el fluido comienza a emitir vapores que pueden encenderse con facilidad, es un factor determinante al momento de elegir el lubricante en pos de cada motor, y según sus características operacionales.
- **CLOUD POINT,POUR POINT**, estos dos indicativos muestran, las temperaturas, en el caso del CLOUD P. a la que el fluido comienza a tornarse más viscoso de lo normal, haciendo que comience a generar micro cristales de hielo, por supuesto este fenómeno se da por que las temperaturas son más bajas de lo admitido por el fluido. Por otro lado el POUR P. es la indicación de la mínima temperatura a la que el fluido debe circular, o puede ser purgado.
- **SPECIFIC GRAVITY**, es una comparación del peso de una sustancia con respecto al peso de un volumen igual, a una temperatura específica.

2.2.4 Sistema de lubricación motores a reacción

La lubricación de un motor de reacción ofrece menos dificultades que la de un motor alternativo debido a la menor cantidad de partes móviles. Es muy importante controlar la presión y la temperatura del aceite.

- Rango de temperaturas de operación: De -50 a 100 °C (tª exterior).
- Principales elementos a lubricar
- Cojinetes de apoyo del árbol compresor- turbina.
- Engranajes de la caja de accesorios.
- Caja de reducción (sólo en turbohélices y helicópteros).

LUBRICANTE:

- Cualquier sustancia que reduzca la fricción entre dos superficies.
- Pueden ser minerales, vegetales, animales o sintéticos.
- Los sintéticos no proceden de aceites naturales (96% ésteres y 4% aditivos).
- Poca viscosidad (5 centistokes a 100°C).
- Temperatura normal de trabajo: 60 a 100°C.
- Especificaciones: o NATO: O-15 USA: MIL- PRF- 23699F

PROPIEDADES DE UN LUBRICANTE:

- Altas características antifricción.
- Poca variación de la viscosidad con las temperaturas extremas.
- Gran capacidad de refrigeración.
- Resistencia a la oxidación.
- No ser corrosivo a altas temperaturas.
- No producir residuos sólidos.
- Poca volatilidad a alta temperatura y baja presión.
- Resistente a la formación de espuma.

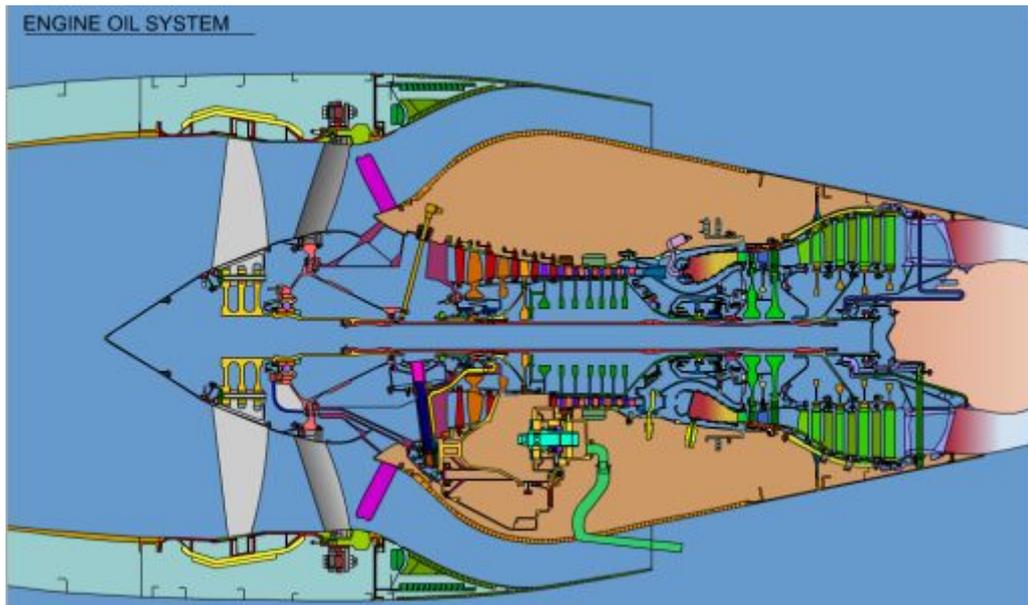


Figura 3 MOTOR CF 34 8E

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.3 Sistema de enfriamiento en motores jet

Para esta parte del documento el lector debe entender que al ser una investigación de tipo aeronáutico se espera que se entienda levemente que son los motores JET, por este motivo, se desglosaran los principales ítems a tomar en cuenta al momento de referirse a motores jet y de los sistema de lubricación que son aplicables a los mismos.

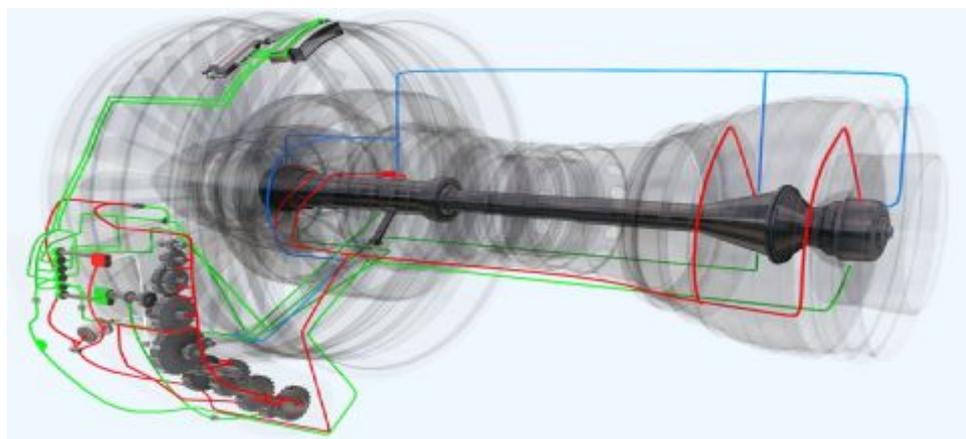


Figura 4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN FULL FLOW

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

Los sistemas de lubricación de aceite para motores de turbina de gas modernos, varían en diseño y plomería.

Sin embargo, la mayoría de los sistemas tienen componentes que realizan funciones similares. En la mayoría de los casos, una bomba de presión envía aceite para lubricar y enfriar varias partes del motor.

Un sistema de barrido (SCAVENGING) devuelve el aceite al depósito para su reutilización, el sobrecalentamiento es un problema en motores de turbina de gas, y este es más grave cuando el motor se detiene, mientras se está el sistema OIL circulando, el flujo de aceite, lo que normalmente enfría los cojinetes, se detiene.

El calor almacenado en la rueda de turbina ahora eleva la temperatura de los cojinetes a mucho más altas que cuando el motor estaba en marcha. Mientras el aceite aleja el calor de los rodamientos para evitar el sobrecalentamiento. La mayoría de los sistemas incluyen un intercambiador de calor para enfriar el aceite. Muchos sistemas tienen sumideros a presión y un tanque de aceite a presión.

Este equipo garantiza una presión de carga constante a la bomba de lubricación a presión para evitar la cavitación de la bomba a gran altura. El consumo de aceite es relativamente bajo en un motor de turbina de gas en comparación con un motor de tipo pistón.

El consumo de aceite en el motor de la turbina depende principalmente de la eficiencia de los sellos o empaques. Sin embargo, el aceite se puede perder a través de fugas internas, y, en algunos motores, por mal funcionamiento de la presurización o sistema de ventilación.

El sellado de aceite es muy importante en un motor a reacción. Cualquier humectación de las aspas o álabes de vapor de aceite provoca la acumulación de polvo o suciedad. Dado que el consumo de aceite es tan

bajo, los tanques de aceite se hacen pequeños para disminuir los problemas de peso y de almacenamiento.

Las partes principales de la turbina que requiere lubricación y refrigeración son, el rodamiento junto con los engranajes de transmisión de accesorios GEAR BOX. Por lo anterior explicado, la lubricación del motor de turbina de gas debe ser simple.

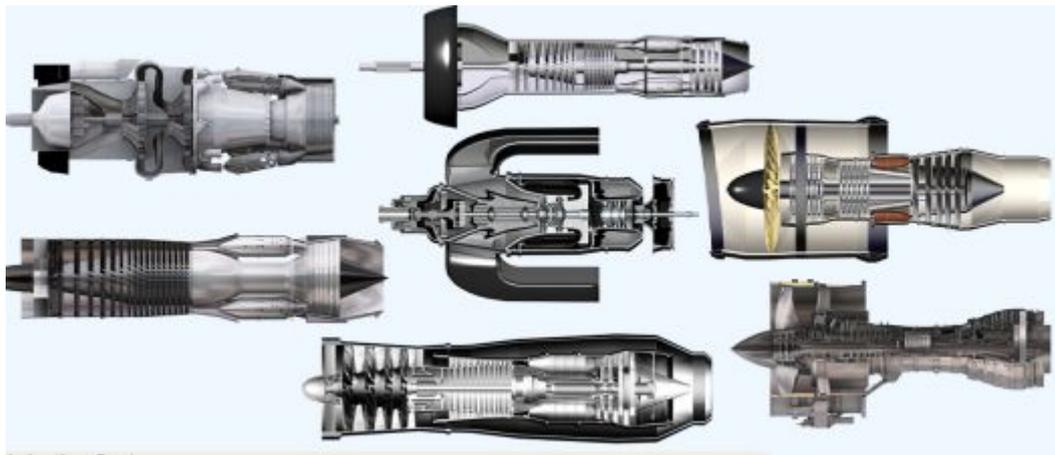


Figura 5 MOTORES JET

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

En algunos motores el aceite opera el servomecanismo de los controles de combustible y controla la posición de los de área variable álabes de tobera de escape.

Debido a que cada soporte de motor obtiene su aceite desde una abertura de medida o calibrado, el sistema de lubricación se conoce como el tipo de calibrado, con pocas excepciones, el sistema de lubricación es del diseño de cárter seco.

Este diseño lleva la mayor parte del aceite en una célula o tanque separado motor suministrado. En el sistema de cárter húmedo, el aceite se lleva en el propio motor. Todos los sistemas de lubricación de motores de turbina de gas normalmente utilizan aceite sintético.

Es palpable que existen diferentes tipos de turbinas, y la forma en la que se lubrican o enfrían difieren unas de otras, pero por lo general se agrupan en dos sub métodos de entrega de aceite al motor, a continuación se describe que tipos de métodos existen para suministrar el aceite a los ejes y rodamientos.

2.3.1 Sistema de válvula de alivio de presión

Es necesario aclarar que este sistema es particular de los motores turbo jet, aplicable a equipos que montan hélices en sus motores, pero al ser también parte de un motor jet se describirá que es este tipo de sistema y sus elementos, primero es importante decir que el sistema que descarga la presión se encuentra en paralelo a la bomba de presión, esto limita la presión que es enviada por la bomba haciendo que el exceso de fluido lubricante, regrese dentro de la bomba, de esa forma controla la presión total del sistema.

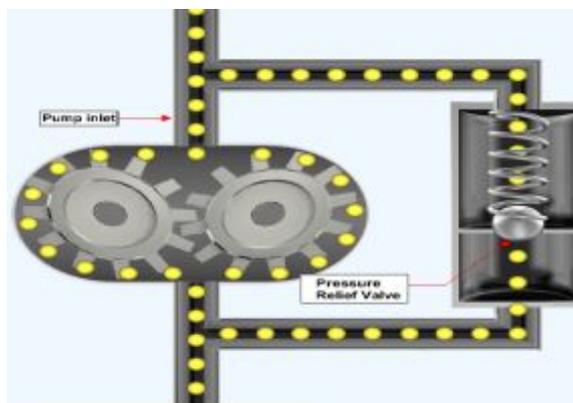


Figura 6 BOMBA DE ACEITE CON BY PASS.

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

Teóricamente el sistema mantiene la presión constante sobre todo el motor, y además también mantiene al fluido lubricante dentro de los parámetros de temperatura, y de velocidad de flujo que va a través de las líneas de lubricación.

A continuación se describen de forma rápida los componentes que conforman el sistema que aquí se describe, también se recomienda hacer uso de la imagen de referencia para poder identificar la ubicación de cada componente a través de su nombre.

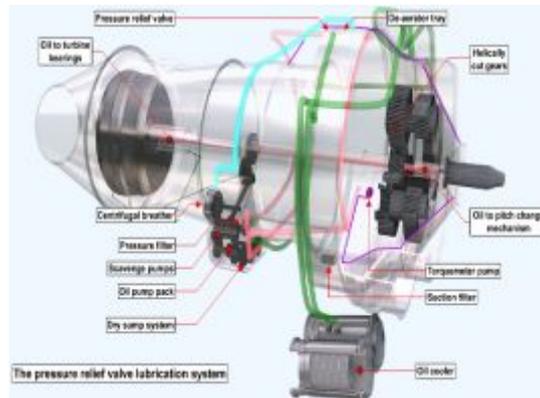


Figura 7 SISTEMA DE VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN.

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **FILTRO DE SUCCIÓN.**- desde la bomba de presión es extraído el aceite mediante el filtro de succión, este elemento protege a la bomba de daños, además es recalable que la bomba de presión del sistema suelen estar contenidas en un OIL PUMP PACK, este a su vez contiene varias bombas de recuperación esto con el objetivo de que se mantenga el sistema DRY SUMP o sumidero seco.

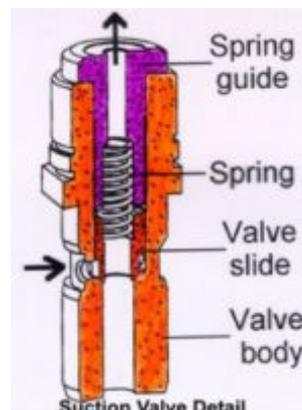


Figura 8 FILTRO DE SUCCIÓN

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **FILTRO DE PRESIÓN.**- desde la bomba de presión el aceite pasa a través de un filtro que es removida de allí cualquier pequeña partícula que provocaría un repentino bloqueo de los FEED JETS o inyectores de aceite, además podrían provocar así el aumento en la temperatura de los rodamientos del motor.

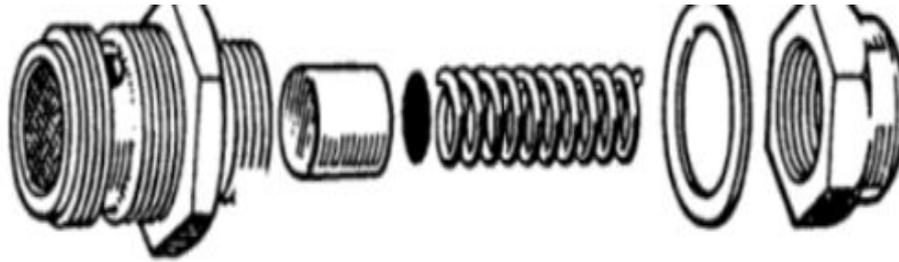


Figura 9 FILTRO DE PRESIÓN DE ACEITE

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **VÁLVULA LIBERADORA DE PRESIÓN.**- el aceite va a través de la válvula de alivio de presión esto para mantener la presión constante en los FEED JETS o los inyectores de aceite, el aceite pasa a los inyectores por medio de pequeñas perforaciones, internas y boquillas de despliegue del fluido.
- **BOMBA MEDIDORA DE TORQUE.**- es usada para impulsar el motor de presión a un rango considerablemente más alto de lo que trabaja el sistema, esto es utilizado generalmente para balancear el empuje axial de los engranajes que no posean una caja de reducción.
- **BOMBA DE RECUPERACIÓN.**- los fluidos lubricantes suelen tener deficiencias al momento de regresar al tanque colector, puesto que en ocasiones pueden estar cargadas de limallas, esto generaría un DRAG adicional al que se esperaría del fluido, por esta razón existen las bombas de recuperación, estas se encargan de rescatar el aceite lubricante que se encuentra en los diversos sumideros luego de realizar su tarea.



Figura 10 BOMBA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE COMÚN

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **ENFRIADOR DE ACEITE.**- la bomba impulsa el aceite hacia un enfriador de aceite, existen de dos tipos, enfriados por aire, o por combustible.
- **AIREADOR.**- este elemento es el que realiza la función de extraer cualquier vestigio de aire que se encuentre en forma de burbuja, luego de realizada la función de separa-miento el aceite es redirigido a la GEAR BOX.

2.3.2 Sistema de flujo cíclico.

El sistema FULL FLOW SISTEM o sistema de flujo cíclico, logra el flujo de aceite requerido permitiendo que la bomba de presión supla a los inyectores de aceite sin la necesidad de un sistema que regule la presión de salida en los FEED JETS, este sistema es más común en los motores de aviación más convencionalmente utilizados, a continuación se describirán los componentes del que está formado el sistema, así como la imagen de direccionamiento para encontrar la ubicación relativa en el motor.

- **BOMBA DE PRESIÓN.**- la bomba de presión es el método por el cual el combustible es empujado desde el reservorio, este tiene una presión relativa más baja con respecto al del sistema explicado en la parte anterior,

también para purgar está ayudada por varias bombas de retorno o recuperación.



Figura 11 BOMBA DE PRESIÓN EN LA GEAR BOX

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **FILTRO DE SUCCIÓN.**- es el filtro destinado a la recogida de aceite proveniente de la bomba de presión, también se encarga de realizar un embudo para las impurezas que estuvieran presentes en el aceite, y así entregar un fluido más limpio a los cojinetes del motor.



Figura 12 FILTRO DE SUCCIÓN

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **HIGHT PRESSURE FILTER.**- la alta presión de aceite generada por la bomba de alta presión, es recibida por el filtro de alta presión, este filtra, el

aceite a un grado más alto de filtración, es decir filtra a un nivel de micras alto, es por eso que debe recibir a alta presión el aceite, para que pase por el material filtrante.

- **DIFERENTIAL PRESSURE SWICH.**-Este elemento queda después del filtro de alta presión, y se encarga de dar una indicación en la cabina en caso de pérdida de la presión, esto lo hace mediante el paso de una señal eléctrica que se realiza por el censado de la diferencia de presión entre la salida de la válvula, y la entrada.

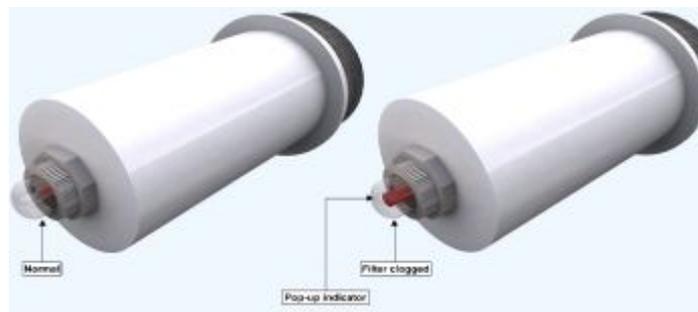


Figura 13 FILTRO DIFERENCIAL DE PRESIÓN

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **ALERTADORES DE PRESION DE ACEITE.**-en ocasiones suele existir perdida de presión en el circuito, esto debe ser detectado, por este motivo existen los alertadores de baja presión de aceite, ellos envían una señal a la tripulación, sea atreves de una señal eléctrica, como puede ser una señal computada.
- **SENSORES DE TEMPERATURA DE ACEITE.**- los sensores de temperatura de aceite, son importantes porque estos le dan a la tripulación una idea del monitoreo de los parámetros no solo del motor si no de la integridad de toda la aeronave, porque si la lubricación fallara, el motor debería pararse, para evitar el sobrecalentamiento y la eminente fractura de la planta motriz.

- **LUBRICACIÓN DE LA GEAR BOX.-** es de vital importancia mantener lubricada la GEAR BOX, es por eso que la mayoría de cantidad del lubricante es enviada para esta tarea, por medio de múltiples inyectores que introducen el lubricante en el compartimento deseado.
- **INYECTORES DE ACEITE FEED JETS.-** los inyectores de aceite, son elementos, metálicos macizos que se encargan de distribuir el aceite a presión en un punto específico, como puede ser un rodamiento del motor, estos se encuentran lo más cerca posible de la parte que se desea lubricar.

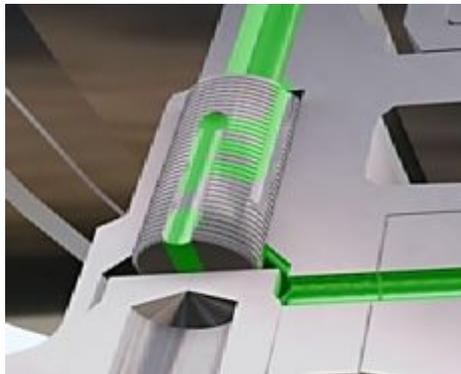


Figura 14 INYECTORES DE ACEITE.

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **BOMBAS DE RECUPERACIÓN.-** son bombas que se encargan de recuperar el fluido lubricante para enviarlo de regreso al tanque de reservorio, esto lo realiza mediante cañerías que se encuentran apuntaladas a los sumideros de recolección.
- **CHIP DETECTOR.-** elemento activado mediante magnetismo permanente inducido, es capaz de crear un campo magnético idóneo para atraer a él todos los fragmentos metálicos, como podrían ser limallas u otros, este detector es de fácil inspección y alcance para que pueda ser periódicamente revisado.

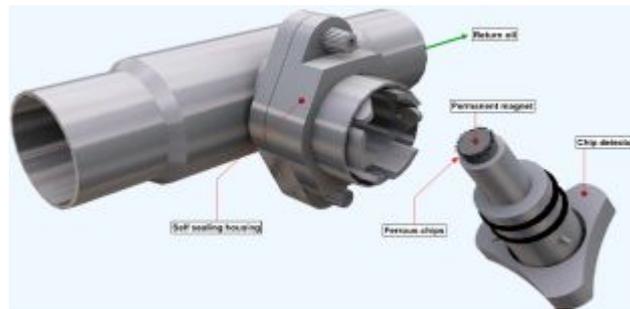


Figura 15 CHIP DETECTOR

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **OIL COOLERS.**- como se explicó antes el oil cooler que en este caso sería de intercambiado de combustible, es el elemento designado para transferir temperatura fría para que el aceite baje la suya y así ingresar a las zonas de lubricación frío, realizando también de esta forma la tarea de enfriar los componentes.

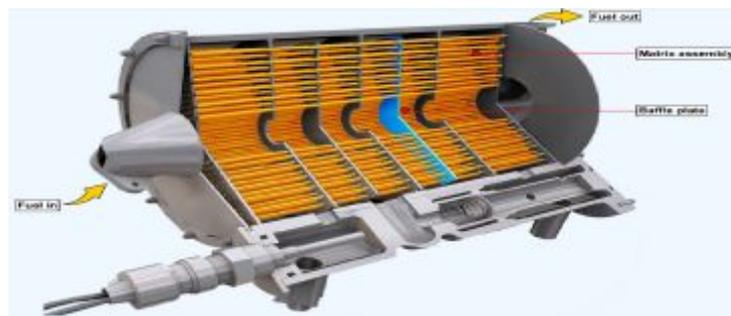


Figura 16 ENFRIADOR DE ACEITE COMBUSTIBLE

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.4. Sistema de lubricación del motor CF 34 montado en los aviones Embraer.

El propósito del sistema de aceite del motor es el de proporcionar lubricación y refrigeración de los cojinetes del eje principal del motor de turbina y de los cojinetes de la caja GEAR BOX. El sistema de aceite del motor se puede dividir en los siguientes subsistemas:



Figura 17 MOTOR CF 34 E

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- El sistema de presión de aceite,
- El sistema de barrido de aceite,
- Ventilación del sistema y sistema de cierre,
- El sistema de indicación de aceite.

Cada motor tiene un sistema de suministro de lubricación independiente que contiene una bomba de desplazamiento positivo tipo de paletas accionado por el motor para suministrar aceite a los distintos componentes del motor que requieren refrigeración y lubricación.

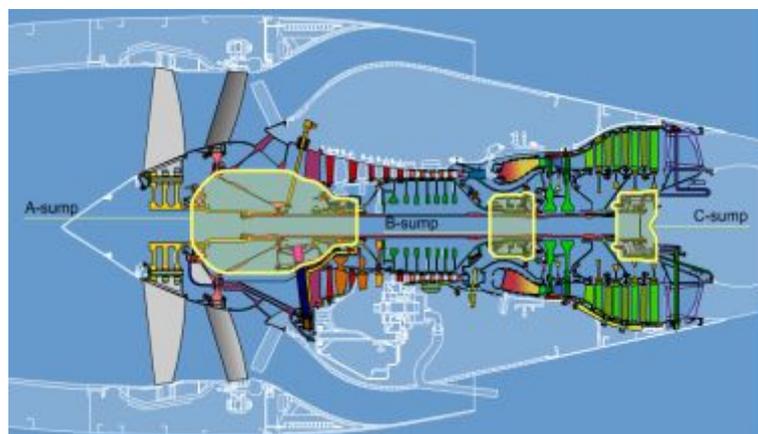


Figura 18 UBICACIÓN DE LOS SUMIDEROS DEL MOTOR CF 34

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

Existen tres sumideros en el motor que requieren lubricación: El sumidero A, que contiene los cojinetes # 1 y # 2 de baja presión del FAN del rotor, y la fuerza de despegue, y el cojinete # 3. El Un sumidero es sellado en cada extremo por sellos de laberinto, con presión regulada etapa 4 del compresor de aire. El cárter B mantiene el cojinete # 4 y se sella con dos sellos de carbono bore-roce, presurizado con la etapa 4 del aire. El sumidero C mantiene el cojinete # 5 y se sella con una junta de laberinto combinación WINDBACK, presurizada con regulado etapa 4 del aire. El sistema de lubricación del motor contiene los siguientes componentes principales: un depósito de aceite, que es una parte integral de la caja de accesorios, el módulo de filtración de aceite, el intercambiador de calor aceite / combustible, el lubricante y la bomba de barrido, el detector de CHIP DETECTOR, el interruptor de baja presión de aceite, el transmisor de presión de aceite, el interruptor de derivación del filtro de aceite inminente, y el sensor de nivel de aceite combinado y el sensor de temperatura del aceite tipo RTD.

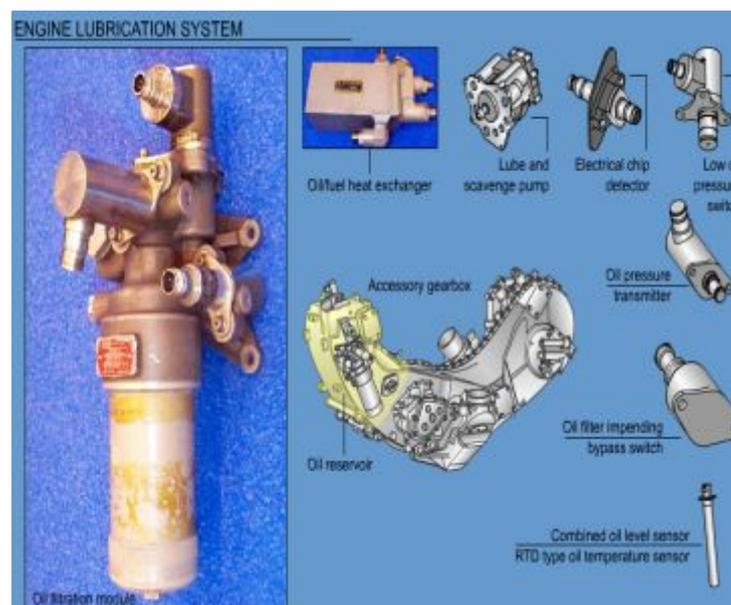


Figura 19 COMPONENTES DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL EMBRAER

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5. Componentes del sistema de lubricación CF 34

2.5.1 Depósitos de aceite

El depósito de aceite es una parte integral de la AGB. (Caja de accesorios) Incluye el puerto de llenado por gravedad a distancia, la gravedad de la aleta opera la válvula de cierre para evitar que el depósito de aceite sea sobre llenado, la tapa de llenado de aceite, el nivel de aceite junto con el sensor de temperatura, indican "lleno" a través de una luz indicadora situada en la tapa de llenado.

Este indicador es una parte integral del sensor de temperatura y aceite, y es operado por un interruptor de láminas en el sensor de temperatura / nivel de aceite.

El depósito de aceite tiene 7,2 cuartos (6,8 litros) Capacidad de aceite utilizable, y otro de US 10,5 cuartos (9,9 L) capacidad total de hidrocarburos.

El aceite puede ser drenado mediante la eliminación de un tapón de drenaje en la parte inferior del depósito.

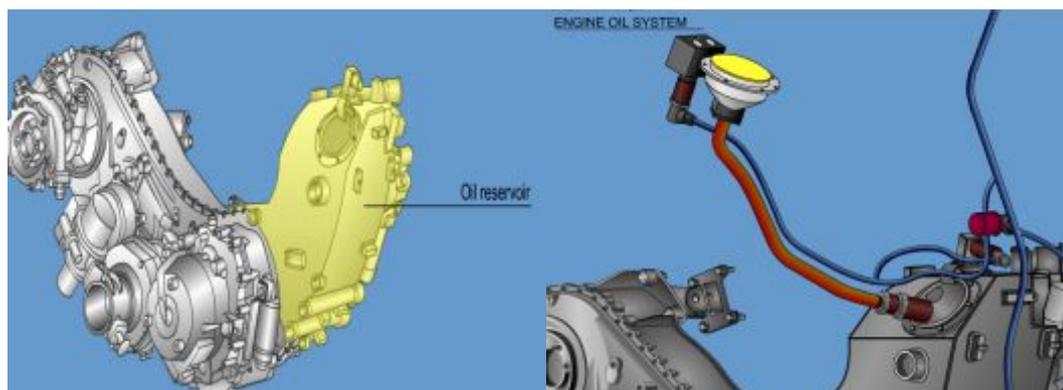


Figura 20 DEPÓSITO DE ACEITE.

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.2 Modulo filtrante de aceite.

Todo el aceite de lubricación debe pasar a través de un filtro desechable contenida en el módulo de filtro.

El módulo incorpora tanto una válvula BY PASS del filtro y una válvula de alivio de arranque en frío para eludir aceite de alta viscosidad en una condición de baja temperatura.

El filtro de suministro de lubricación contiene una válvula de alivio BY PASS, que permite el flujo total de la alimentación del aceite del motor en el caso de que el filtro se obstruya o se bloquee.

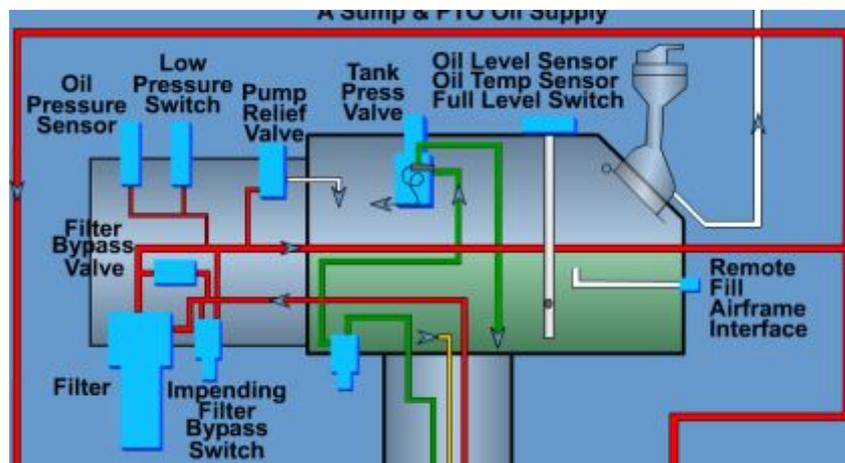


Figura 21 ESQUEMA DEL MÓDULO FILTRANTE

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.3 Filter impending bypass switch.

El filter impending bypass switch supervisa la presión diferencial entre la entrada del filtro de lubricación y la descarga del filtro de lubricación.

Se proporciona una salida eléctrica discreta a la MAU aeronave cuando el filtro está contaminado. La MAU envía una señal a la EICAS para alertar a la tripulación de vuelo.

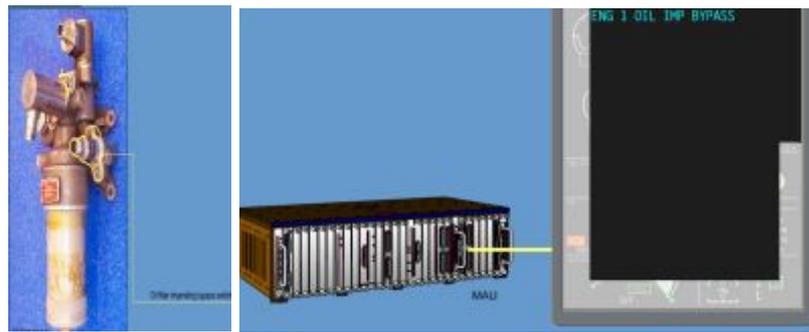


Figura 22 EL SWICH DE BY PASS.

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.4 Intercambiador de calor.

El intercambiador de calor enfría el aceite y calienta el combustible, y se encuentra en el sistema de combustible entre la bomba de combustible y la bomba de combustible de alta presión.

El aceite que sale del filtro es portado desde el lado de popa del depósito de aceite en el intercambiador de calor donde se enfría, justo antes de ser bombeado en el motor para el rodamiento y la lubricación del sello.

El intercambiador de calor también sirve como un calentador de combustible, y está dimensionado para mantener la temperatura del combustible en el sistema de control por encima del punto de congelación en todas las condiciones.

Una válvula de alivio de presión pasa el combustible en el caso de un bloqueo excesivo, entonces se debe mantener el flujo de combustible al motor.



Figura 23 INTERCAMBIADOR DE CALOR

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)



Figura 24 VÁLVULA DE DESCARGA DE PRESIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.5 La bomba de succión y lubricación.

La bomba de lubricación y de barrido es una bomba de tipo de paletas rotativas. El eje de la bomba es accionada por la caja de accesorios y proporciona flujo de aceite cada vez que el motor de núcleo está girando. La bomba de lubricación y de succión, proporciona aceite a presión a los cojinetes del motor y engranajes, y luego se recupera el aceite para su reutilización

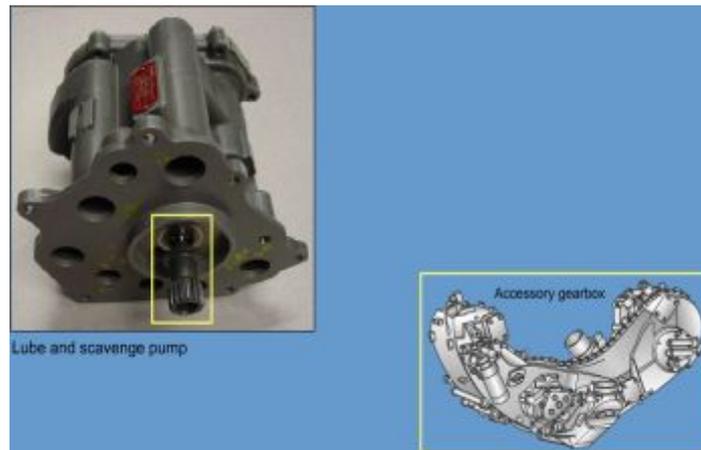


Figura 25 BOMBA DE LUBRICACIÓN Y RECUPERACIÓN

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.6 Chip detector eléctrico

El detector de chip eléctrico está diseñado como una trampa magnética de partículas que están suspendidas en el aceite recuperado. Esto se logra con el uso de un imán permanente sumergido en el aceite recuperado que fluye desde la bomba de recuperación y lubricación, volviendo al depósito de aceite. Una malla instalada en el detector recoge los desechos no magnéticos para la inspección y la identificación. Una válvula de cierre automático sella la línea de retorno de barrido para evitar el drenaje de aceite cuando se retira el detector de chip.

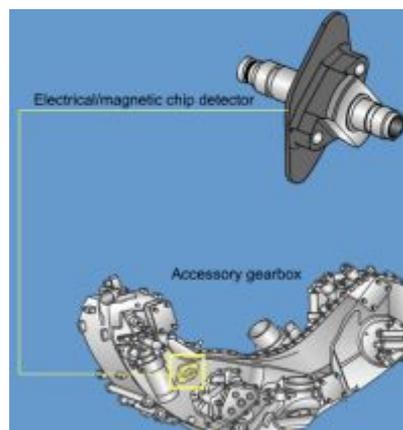


Figura 26 CHIP DETECTOR, Y SU UBICACIÓN

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.7 Transmisor cantidad de aceite combinado.

El transmisor cantidad de aceite combinado, tipo RTD, el sensor de temperatura del aceite está montado en la parte superior del depósito de aceite, y proporciona indicación del nivel de aceite en la página de estado de MFD y la temperatura del aceite dentro del depósito de aceite en la EICAS.

Para indicar el nivel de aceite, el transmisor incorpora una serie de interruptores de tipo de lámina como imanes montados a un conjunto de flotador que se mueven hacia arriba o hacia abajo junto a una serie de interruptores, estos son de tipo láminas del cierre, como un relé eléctrico, este produce una inducción de una tensión eléctrica a través de resistencias separadas de cada interruptor. La resistencia total, como una señal de divisor de tensión de cada uno de los circuitos individuales, se visualizará en la MFD.

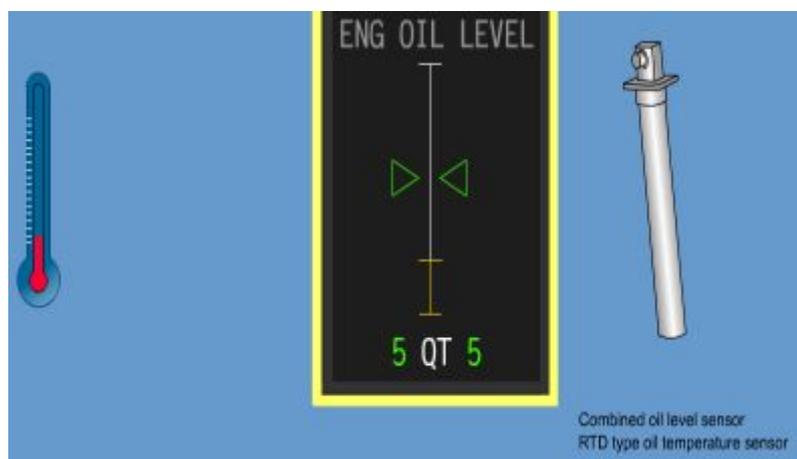


Figura 27 SENSOR DE NIVEL DE ACEITE E INDICACIÓN EN CABINA

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.8 El swich de baja presión de aceite

El interruptor de baja presión de aceite se encuentra en el conjunto del módulo de filtro de aceite.

Se utiliza la presión del sistema de la bomba de lubricante y de recuperación y también la presión del sumidero de ventilación además de la presión de aire del sumidero B.

El funcionamiento del interruptor de baja presión de aceite en el motor de arranque es el siguiente: cuando las presiones del aceite son bajas, el circuito del interruptor envía una señal a la aeronave que indica baja presión.

A medida que aumenta la presión del aceite, los contactos del interruptor permanecen abiertos y la señal a la cabina ya no se muestra. En caso de disminución de la presión de aceite debido a un mal funcionamiento, los contactos del interruptor se cerrarán y otra vez enviar una señal a la cabina del piloto.

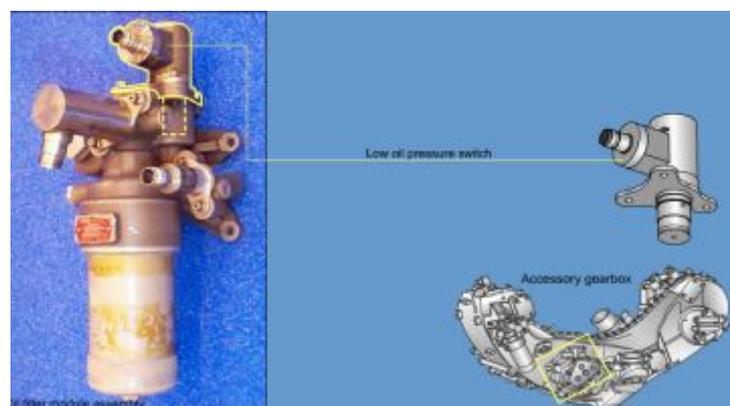


Figura 28 UBICACIÓN Y ELEMENTO SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

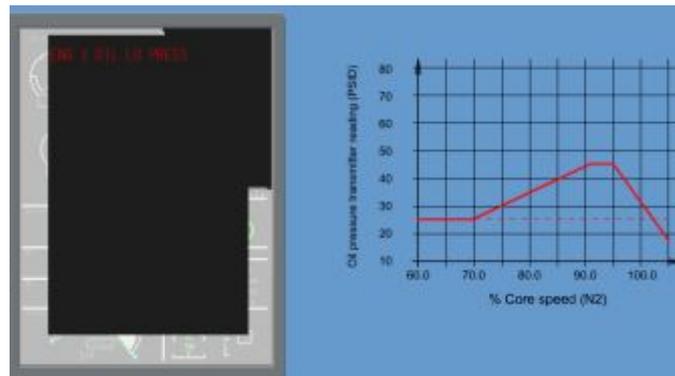


Figura 29 INDICACIÓN EN LA CABINA DE LOW OIL PRESS

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

2.5.9 El transmisor de presión de aceite

El transmisor de presión de aceite se encuentra en el conjunto del módulo de filtro de aceite, y proporciona una señal eléctrica equivalente a la presión de suministro de aceite y del sumidero B, que ventila la presión de aire. Esta diferencia de presión se convierte en una señal eléctrica que se envía a la EICAS.

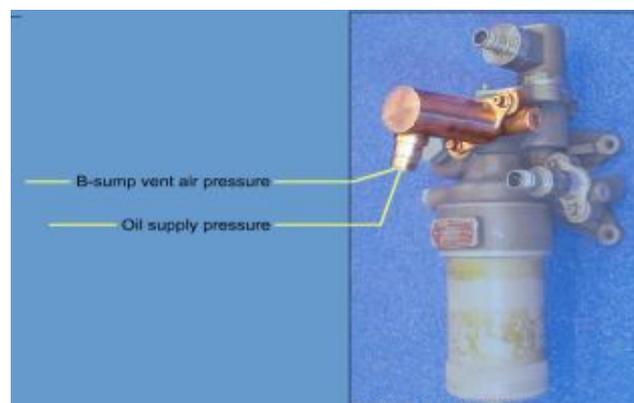


Figura 30 TRANSMISOR DE PRESIÓN DE ACEITE

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

El flujo de aceite del motor comienza cuando se arranca el motor. El aceite del depósito ingresa en la bomba principal de presión para lubricación y de barrido. A partir de este elemento de presión, el aceite pasa a través del módulo de filtrante, donde se cuela el aceite. Desde el filtro de aceite el

aceite fluye hacia el intercambiador de calor del combustible / aceite, que enfría el aceite. Después de dejar el intercambiador, el flujo de aceite se divide en varios circuitos que lubrican el A, B, y C-sumideros, la AGB, y la bomba principal de lubricación y de barrido.

2.6. Diseño de maquetas con fines didácticos.

Las maquetas constituyen excelentes medios didácticos para la enseñanza de diferentes disciplinas y asignaturas técnicas, como puede ser el mantenimiento aeronáutico, pues brindan una representación muy aproximada a la realidad objetiva, pudiéndose hacer sus representaciones a través de planos y en un ordenador como elemento simulador a través de su representación en modelos tridimensionales de partes aeronáuticas, los cuales ofrecen la posibilidad de llevarnos a través del empleo de novedosas tecnologías que nos permiten adentrarnos en el amplio mundo de la informatización y de la ciencia (Pérez, López y González, 1998). En el presente trabajo se da a conocer la utilización de las maquetas en la enseñanza de los componentes comprendidos con el empleo de este tipo de técnicas.

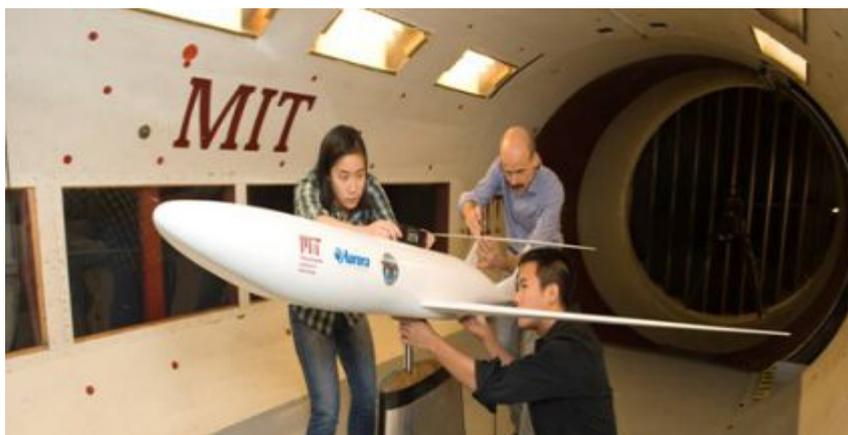


Figura 31 MAQUETA DE AERONAVE DEL MIT.

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR CF34E MONTADO EN LOS AVIONES EMBRAER 170-190, PARA LOS ESTUDIANTES DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES, EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

CAMPO:	Mecánica aeronáutica
ÁREA:	Motores
ASPECTO:	Construcción e implementación de partes u Componentes como material didáctico
TEMA:	Implementación de una maqueta didáctica del sistema de lubricación del motor cf34e montado en los aviones Embraer 170-190, para los estudiantes de mecánica aeronáutica mención motores, en la unidad de gestión de tecnologías
BENEFICIARIOS:	Estudiantado y docentes de la UGT
INSTITUCIÓN EJECUTORA:	Unidad de Gestión de Tecnologías
UBICACIÓN:	Amazonas y Río Topo (Aeropuerto)
COSTO:	\$ 751,25

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se encontrara la materialización del trabajo de grado. A continuación se muestra detallado el proyecto en todas las etapas de diseño e implementación de los componentes del sistema de lubricación motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190. El cual tiene como objetivo ser un apoyo didáctico dentro del aula de clases de la materia “Sistema de Lubricación”.

Al cabo de mi proceso personal de formación estudiantil, pude encontrar ciertas falencias didácticas materiales dentro de pensum académico. Es así que se encuentra la clara necesidad de desarrollar este proyecto que sirve como apoyo académico para los estudiantes que aún se encuentran en proceso de formación y que pertenecen a la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Esta necesidad se ve plasmada día tras día, ya que al ser esta una carrera teórico práctica es necesario enfatizar los conocimientos abstractos y puntualizarlos en realidades materiales; esto quiere decir que las maquetas son un claro instrumento de ayuda escolar y dentro la mencionada materia tan solo se cuenta con prototipos de sistemas de lubricación de motores recíprocos los cuales si bien es cierto son fundamentales al inicio del proceso de aprendizaje; como estudiantes se crean una brecha de tipo digital ya que el mundo gira en constante actualización tecnológica y los sistemas de lubricación no se ven aislados de esta realidad.

Esto se puede apreciar el momento en que las clases son explicadas teóricas de sistemas de lubricación recíprocos, pero también existe la necesidad de conocer los nuevos sistemas de lubricación de motores a reacción.

Dada esta falencia didáctica y ante la creciente necesidad de subsanar estos vacíos materiales dentro del aula clase se crea el proyecto de grado sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190.

Si bien es cierto la diversidad de conocimientos impartidos en clases es amplia, este proyecto soluciona puntualmente la aplicación práctica del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190, su justificación es clara ya que estos motores montados en los aviones 170-190 que son de fabricación EMBRAER que es ensamblado en Brasil y su uso se ha vuelto cotidiano para las aerolíneas en los últimos tiempos. Al volverse común este uso, también es importante conocer detalladamente cada uno de los componentes del sistema de del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190.

3.2 MATERIALES PARA LA ETAPA DE ELABORACIÓN

Tabla 1

Materiales a utilizar

ITEM	QTY	UNIT	DETALLE
1.	15	Mts	LEDS
2.	1	Tarjeta	ARDUINO DE PROGRAMACIÓN
3.	1	Fond	PLOTTER
4.	10	Pliegos A4	FOAMY
5.	1	Plancha	Acrílico
6.	1		IMPRESIONES 3D
7.	1		MANGUERAS DE AEROMODELISMO
8.	1	Pegamento	HIPÓXICA
9.	½	LTR	Fondo automotriz Blanca masquen
10	1	EA	Rollo de cinta de
11	1	EA	Fondo automotriz Blanca masquen
12	1	EA	Tubo de silicona color aluminio

3.3. CONSTRUCCIÓN

3.3.1 Consideraciones generales

Para el desarrollo de esta investigación basado en la construcción e implementación del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190 es necesario puntualizar que la maqueta a construir está enfocado en el uso como material didáctico a fin de facilitar el buen desarrollo de prácticas en los estudiantes y docentes de la carrera mecánica aeronáutica mención motores, el beneficio que esto proporciona en la obtención de un mayor nivel práctico de conocimientos en las técnicas a seguir durante un procedimiento de mantenimiento aeronáutico de los sistemas de lubricación indicados anteriormente.

3.4 Diseño del sistema de lubricación

Para facilitar el objetivo de esta investigación basado en la construcción del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190, se crearon varias etapas a cumplir para así llegar al fin descrito, las mismas que se detallan a continuación.

- **Etapa 1:** Esta etapa inicio basándose en el estudio y análisis del diagrama real del avión del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190.

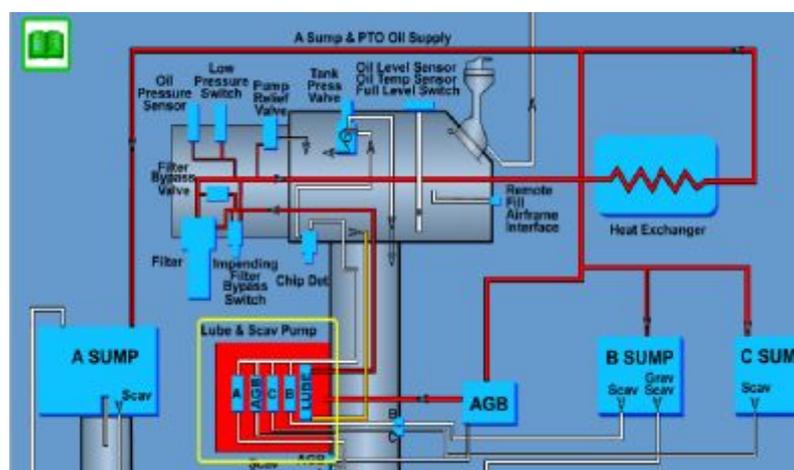


Figura 32 DIAGRAMA SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Fuente: (CBT EMBRAER, 2002)

- **Etapa 2:** Elaboración de diagrama electrónico

Como referencia principal al diagrama real del avión del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190. Se realizó diagrama realizando un símil didáctico del mismo.

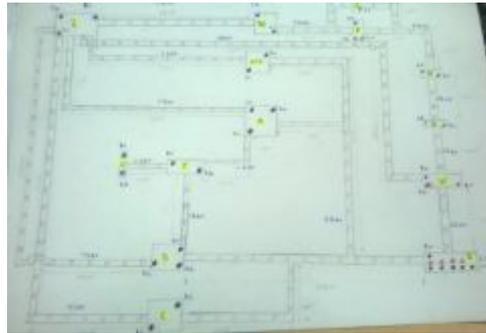


Figura 33 DIAGRAMA SISTEMA DE LUBRICACIÓN

- **Etapa 3:** Elaboración de materiales a usarse en la maqueta didáctica del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190

Por lo que se realizó cada componente del sistema, los cuales se enlistan a continuación.

- Reservorio
- Bomba de presión
- Filtro
- By pass
- Oil pressure sensor
- Low pressure switch
- Pump relief valve
- Intercambiador de calor
- A SUMP
- B SUMP
- C SUMP
- AGB



Figura 34 MATERIALES EN 3D



Figura 35 CONSTRUCCIÓN DEL FAN DEL MOTOR CF34 8 E

CONCLUSIÓN:

Producto de este análisis detallado se concluye que no existió un cambio significativo con respecto al sistema original, logrando así tener un sistema muy parecido al original con similar funcionalidad pero con un objetivo de creación didáctico.

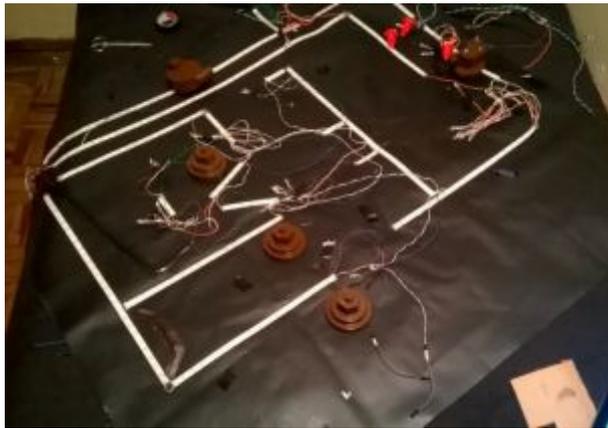


Figura 36 IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO

Etapa 4 Materialización del diseño

En esta etapa se realizó la materialización del diseño del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190.

Se tomaron como punto de partida las cañerías de lubricación las cuales para efectos visuales de este diseño se realizaron a través de tiras leds, simulando de esta manera el transcurso progresivo del aceite por medio del proceso de lubricación.

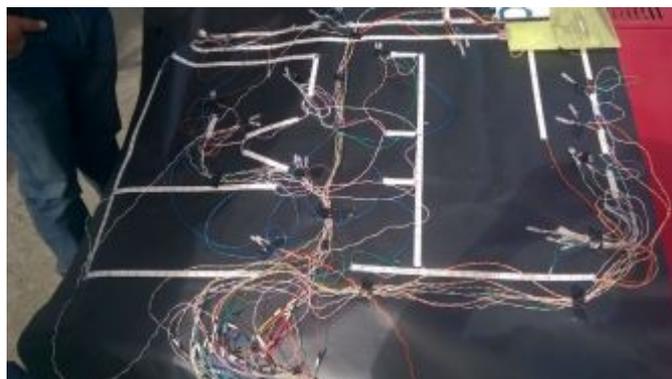


Figura 37 ESTRUCTURACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Etapa 5: Etapa de programación del sistema de lubricación

Basados en el diseño real del sistema de lubricación, se realizó una programación que se encargará de simular el transcurso del aceite por cada componente del sistema de lubricación, con el fin de lubricar los rodamientos del motor.

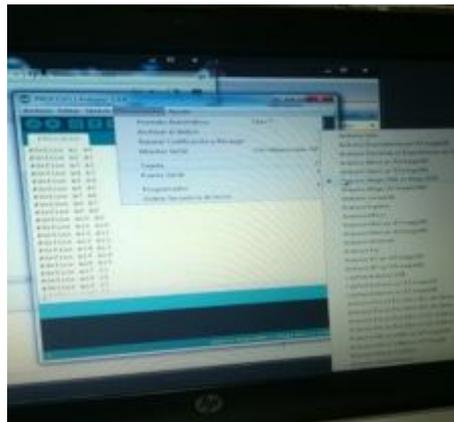


Figura 38 PROGRAMACIÓN DEL FLUJO DE ACEITE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN EN LA MAQUETA DIDÁCTICA

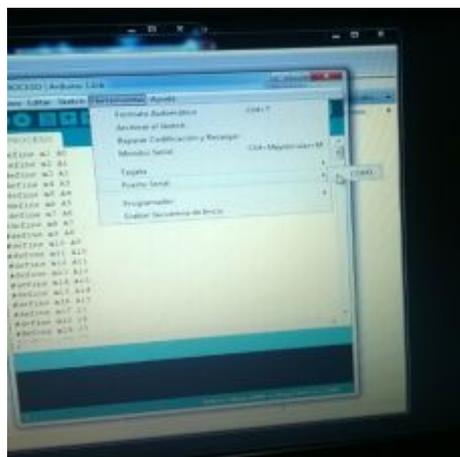


Figura 39 PROGRAMACIÓN SECUENCIA DE ENCENDIDO

Etapa 6: Test de prueba de la programación del sistema de lubricación

Para verificar la confiabilidad y fidelidad en el correcto funcionamiento del recorrido del aceite a través de las tiras de LEDS se realizó un test de prueba

Con la finalidad de comprobar el funcionamiento de la programación y/o circulación del aceite desde el inicio del sistema hasta la recuperación del mismo terminando un ciclo cerrado.



Figura 40 TEST DE ENCENDIDO

El resultado del test de prueba de la programación del sistema de lubricación después de las consideraciones antes mencionadas tuvo un resultado favorable.



Figura 41 TEST DE SINCRONIZACIÓN DE ENCENDIDO

Etapa 7: Armado del sistema de lubricación

Después de realizar todos los pasos anteriores se procedió al armado final de la maqueta didáctica, la cual es una simulación del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190, con fines educativos.



Figura 42 ARMADO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Etapa 8: Implementación de la maqueta en su lugar definitivo de exhibición

Se procedió a la instalación de la maqueta en una mesa de metal, la cual se exhibirá dentro del bloque 42 enfocados a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.



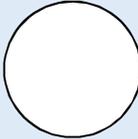
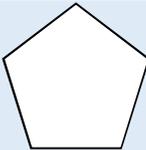
Figura 43 IMPLEMENTACIÓN EN MAQUETA DIDÁCTICA

3.5 Diagrama de construcción y ensamblaje

Los diagramas de procesos tienen como objetivo describir cada uno de los procedimientos realizados mediante el uso de símbolos. En la siguiente tabla se puede observar las figuras que serán utilizados en los diagramas.

Tabla 2

Simbología de los diagramas de procesos

ITEM	ACTIVIDAD	FIGURA	DETALLE
1	Operación		Se realiza una acción o se fabrica algo
2	Inspección o comprobación		Se verifica o se inspecciona cada uno de los detalles
3	Ensamble		Proceso terminado
4	Conector		Secuencia del proceso

3.5.1 Diagrama del Diseño del sistema de lubricación

Material: *PLOTTER Y TIRAS DE LEDS*

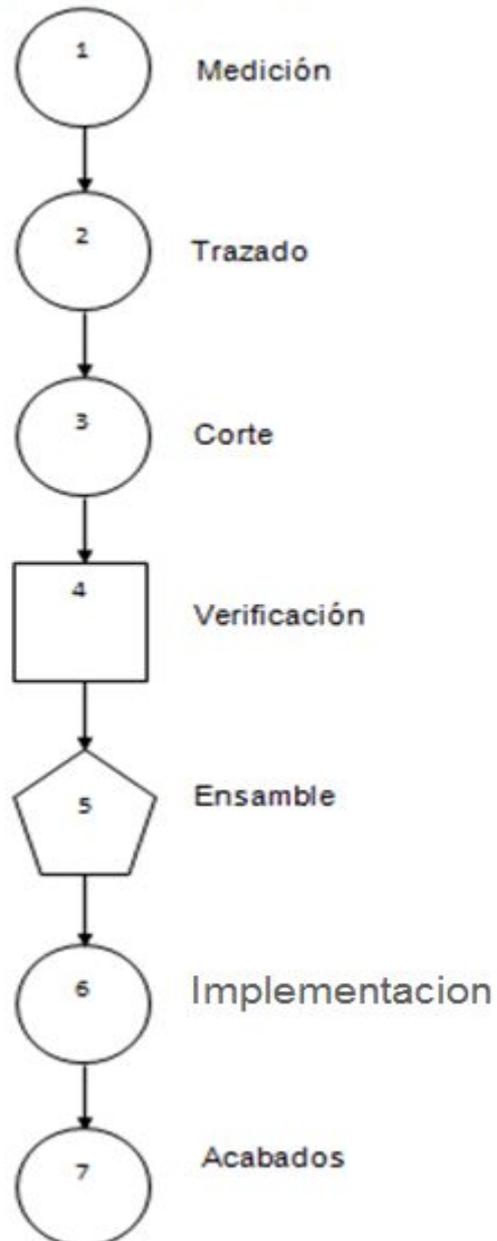


Figura 44 DIAGRAMA DEL PROCESO DISEÑO Y MEDICIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

3.5.2 Programación del sistema de lubricación

Material: Tarjeta arduino mega

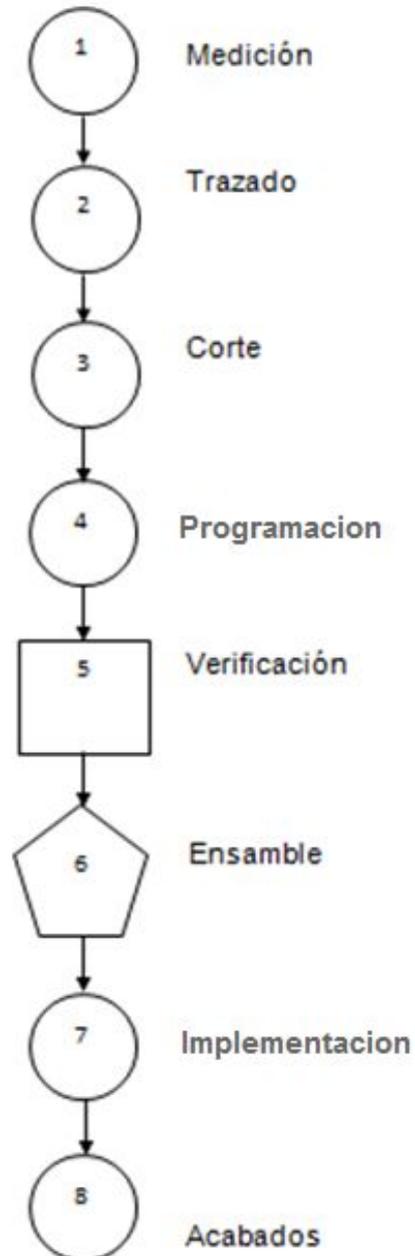


Figura 45 DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN

3.5.3 Diagrama de Implementación del sistema de lubricación

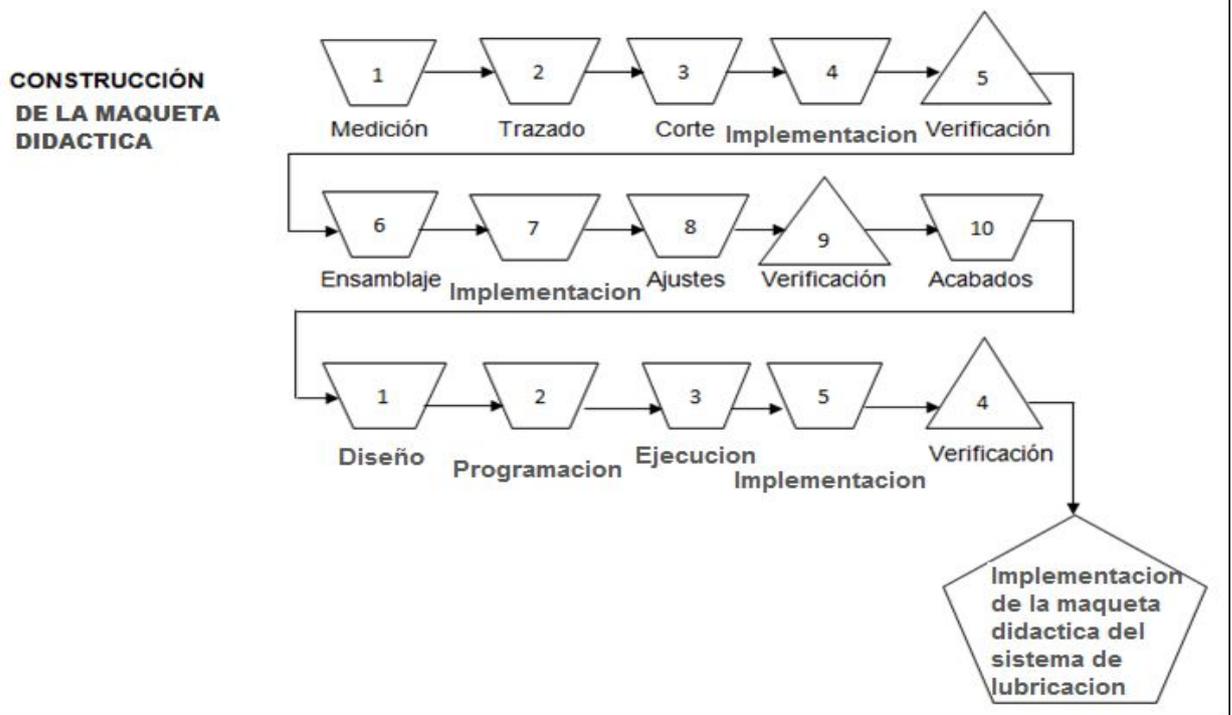


Figura 46 DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

3.6 Descripción de procedimientos de operación

3.6.1 Manual de Operación

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS	
	Manual de Operación
Código: LMB-MI-32	
CASE DE LA SECCIÓN DE ESCAPE PARA EL MOTOR PT6A-25 DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS	
Elaborado por: Carlos Wilfrido Cortez Oviedo	Revisión No. 1
Aprobado por: Tlg Maritza	Fecha: Abril-2015
I. Objetivo Indicar los procedimientos que se deben seguir para realizar la simulación del flujo del sistema de lubricación	
II. Manual de operación 1. Alcance: Docentes, técnicos y estudiantes capacitados.	
2. Personal Requerido: 2 Personas	

3. Información técnica del proceso y operación:

Guía de entendimiento y simulación CBT Embraer 170

4. Equipo para Simulación

Laptop , programa arduino mega , tarjeta arduino mega , cargador de 12 voltios

Cable USB “laptop-tarjeta”

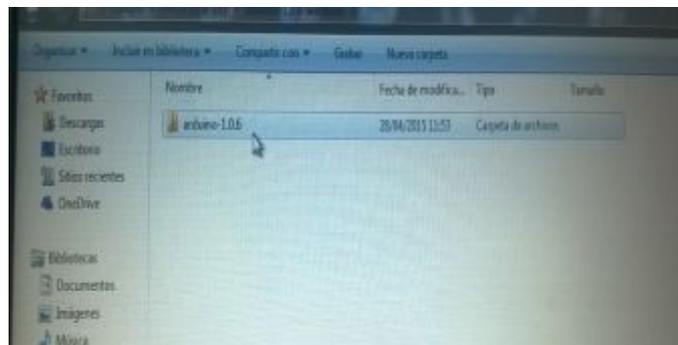
6. Condiciones requeridas:

Tener en cuenta las normas de seguridad que se debe seguir en el taller y las mencionadas en el manual de seguridad.

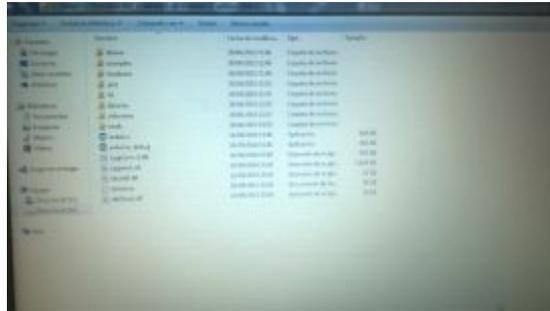
7. Procedimiento

Instalación del programa Arduino Mega

- Para la simulación de sistema de lubricación montada maqueta didáctica debe tener instalado el programa Arduino Mega , con el cual podrá hacer correr la programación del flujo de encendido por el sistema

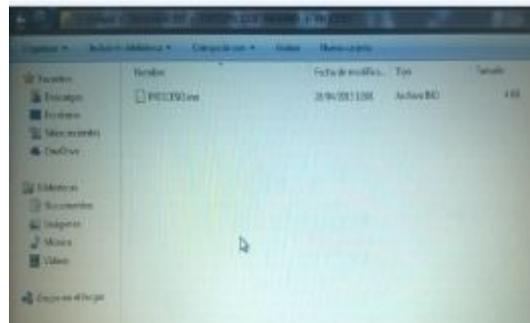


- Identifique que todos los elementos del programa se encuentren instalados

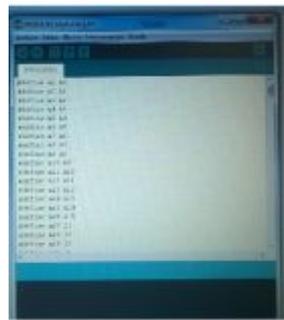


IDENTIFICAR CIRCUITO DE ENCENDIDO

- Para el inicio del encendido del circuito , debe tener guardado el archivo “PROCESOS “ que es con el cual dará inicio al encendido

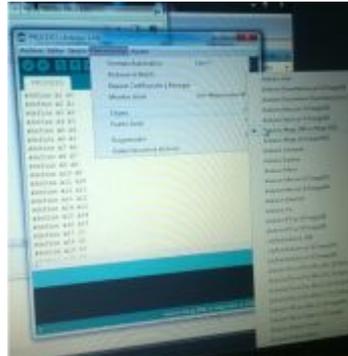


- ya obtenido el programa y el archivo para la simulación dar doble click enel Archivo “Procesos” y a continuación le aparecerá la siguiente imagen

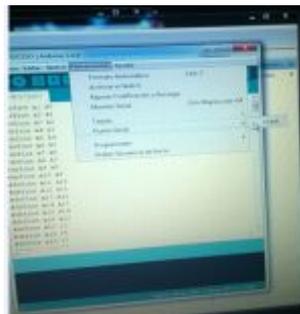


NOTA: Antes de accionar el sistema de encendido verificar ciertos requerimientos que se detallan a continuación

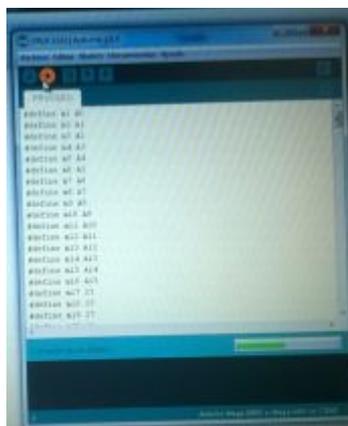
1. Dirigirse a: herramientas - tarjeta-. y escoger **Arduino Mega 2560**



2. Dirigirse a : herramientas – puerto serial – y escoger COM 3



- Para el encendido del sistema de dirigirse al programa “ Procesos “ y dar click en el elemento cargar , luego le aparecerá la siguiente imagen

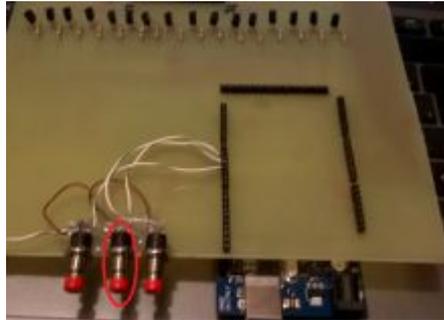


NOTA: Esperar unos segundos mientras se carga el sistema

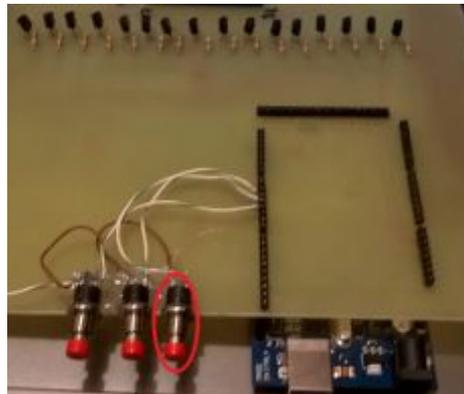
- Accionar el primer switch ubicada en la placa Arduino

-

Nota: Terminado el primer circuito presionar el segundo switch ubicado en la placa Arduino



- Terminado el circuito numero dos presionar el switch número 3



- Al finalizar el circuito , se habrá concluido , el encendido del circuito
- Finalizando así y test de comprobación del sistema

3.7 Descripción de procedimientos de Mantenimiento

3.7.1 Manual de Mantenimiento

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS	
	Código: LMB-MI-32
Manual de Mantenimiento	
SISTEMA DE LUBRICACION DE LOS MOTORES CF34E DE LOS AVIONES EMBRAER 170-190	
Elaborado por: CORTEZ OVIEDO CARLOS WILFRIDO	Revisión No. 1
Aprobado por: Tlga Maritza Nauñay	Fecha: MAYO 2015
<p>I. Objetivo</p> <p>Indicar los procedimientos que se deben seguir para dar el mantenimiento respectivo al Sistema de lubricación de los motores CF34E de los aviones Embraer 170 - 190</p>	
<p>II. Manual de mantenimiento</p> <p>El mantenimiento se deberá realizar semestralmente, donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar puntos de suelda y condición de los led y cintas led - Inspeccionar que el programa instalado en la tarjeta arduino mega funcione en su totalidad 	

1. Alcance:

Docentes, técnicos y estudiantes capacitados.

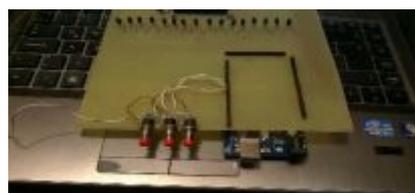
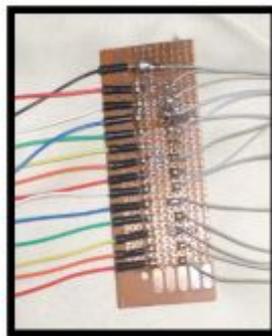
2. Procedimiento:

El siguiente mantenimiento debe ser realizado por el personal que utilice el equipo:

- Examinar la condición de la superficie de la Gear box exteriormente por pandeo, ondulación o distorsión alguna.



- Inspeccionar las soldaduras de todas las uniones de las cintas led por la parte inferior del tanque de combustible.



3.8 Descripción de procedimientos de seguridad

3.8.1 Manual de Seguridad

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS	
	Manual de Seguridad
Código: LMB-MI-32	
SISTEMA DE LUBRICACION DE LOS MOTORES CF34E DE LOS AVIONES EMBRAER 170-190	
Elaborado por: Cortez Oviedo Carlos Wilfrido	Revisión No. 1
Aprobado por: Tlga Maritza Nauñay	Fecha: Mayo 2015
<p>I. Objetivo</p> <p>Indicar los procedimientos de seguridad que se deben seguir para operar y realizar el proceso de encendido del sistema de lubricación de los motores CF34E de los aviones Embraer 170-190</p>	
<p>II. Manual de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar ropa de trabajo adecuada: overol, botas punta de acero, guantes, gafas de protección. • El personal capacitado, para su funcionamiento • Obedecer las indicaciones de la persona a cargo: Docentes y técnicos. 	

- Utilizar las herramientas de forma segura y adecuada para prevenir daños personales y al Case de la sección de escape.
- El área donde se va realizar el desmontaje debe estar libre de obstáculos para evitar percances personales.



3.9 ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez que se ha finalizado este proyecto es necesario realizar un estudio económico minucioso de todos los gastos hechos durante el desarrollo de la construcción e implementación del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190.

Para una mejor comprensión del detalle del rubro total se dividió en varias tablas tanto para el proceso de construcción, de implementación, y sin olvidar gastos varios; donde se especifican todos los costos de los materiales, accesorios y demás materiales que se necesitaron para realizar el proyecto.

3.9.1 Estudio económico de elaboración

Para la elaboración del sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190 existieron los siguientes gastos que se detallan a continuación.

Tabla 3**ESTUDIO ECONÓMICO DE CONSTRUCCIÓN**

ITEM	QTY	UNIT	DETALLE	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	1	EA	Gear box	50,00	50,00
2	1	EA	Reservorio	10,00	10,00
3	2	EA	Bomba 3D	35,00	70,00
4	1	EA	Filtro	10,00	10,00
5	1	EA	By pass	5,00	5,00
6	1	EA	Oil pressure sensor	5,00	5,00
7	1	EA	Low pressure	5,00	5,00
8	1	EA	Pump relieve valve	10,00	10,00
9	1	EA	Heat exchanger	10,00	10,00
10	3	EA	A,B,C sump	30,00	30,00
11	1	EA	VENT AIR-OIL	10.00	10.00
12	1	EA	TIRA DE LEDS	45.00	45.00
13	1	EA	TARJETA ARDUINO	70.00	70.00
14	30	EA	RESISTENCIAS	00.30	3.00
15	30	EA	LEDS	00.10	3.00
16	3	EA	SWITCH	00.25	00.75
17	1	EA	PLACA	1.50	1.50
18				Total	341,25

3.9.2 Estudio económico de implementación

Aquí se especifican y detallan todos los costos de los accesorios que necesita el sistema de lubricación del motor CF 34 E montado en los aviones Embraer 170-190

Tabla 4

ESTUDIO ECONÓMICO DE IMPLEMENTACIÓN

<i>ITEM</i>	<i>QTY</i>	<i>UNIT</i>	<i>DETALLE</i>	<i>VALOR UNIT</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
1	1	EA	Cortes acrílico	50.00	50.00
2	1	EA	Cortes 3D	60.00	60.00
3	1	EA	Programación	50.00	50.00
4	1	EA	Plotter	20.00	20.00
5	1	EA	Diseño programa ARDUINO	30.00	30.00
				Total	210,00

3.9.3 Estudio económico (varios)

En este estudio económico se explican los gastos varios de todos los aspectos secundarios necesarios referentes al desarrollo y culminación del proyecto tanto práctico como escrito, incluyendo los honorarios cancelados a los dos técnicos que colaboraron con la elaboración

Tabla 5

ESTUDIO ECONÓMICO VARIOS

<i>ITEM</i>	<i>QTY</i>	<i>UNIT</i>	<i>DETALLE</i>	<i>VALOR UNIT</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
1	1	MOVILIZACIÓN	Traslado de la maqueta didáctica desde Quito hacia Latacunga	20.00	20.00
2	1	MOVILIZACIÓN	Traslado del motor desde el CEMA a la UGT	20.00	20.00
3	1	RESMA (500 hojas)	Impresiones	0.10	50.00
4	1	HONORARIO	Pago al Programador	80.00	80.00
5	1	HONORARIO	Pago al técnico en impresiones en 3D	30.00	30.00
				Total	200,00

3.9.4 Estudio económico total

Se explica el costo total del proyecto que incluye a los valores del estudio económico de construcción, implementación, y sumado el de los rubros varios.

Tabla 6

ESTUDIO ECONÓMICO TOTAL

<i>ITEM</i>	<i>DETALLE</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
1	Estudio económico de materiales	341,25
2	Estudio económico de implementación	210,00
3	Estudio económico varios	200,00
<i>COSTO TOTAL</i>		751,25

Realizado todo el estudio económico del proyecto, el costo total del mismo fue de setecientos cincuenta y uno con veinte y cinco dólares de los Estados Unidos de América (\$ 751,25).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El prototipo de maqueta didáctica del sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190, cumple con los estándares necesarios para los estudiantes de mecánica aeronáutica mención motores, en la Unidad de Gestión de Tecnologías puedan tener una ayuda didáctica funcional en su clase de sistemas de lubricación.
- El análisis previo e identificación de los elementos que componen el sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190 permitió que el prototipo presentado nos dote de referencias reales que hacen de esta maqueta un fundamental apoyo didáctico dentro del aula de clases.
- Se diseñó un eficaz y eficiente prototipo de sistema de lubricación del motor CF34E montado en los aviones Embraer 170-190 de forma esquemática y didáctica para que los alumnos en proceso de formación puedan darle un uso académico y educativo.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los próximos estudiantes que vayan a utilizar esta maqueta deban poseer una mínima cantidad de conocimientos requeridos para el uso académico de este prototipo didáctico, de manera tal que puedan maximizar su abstracción de conocimientos dentro del aula.
- Debido a la escasez de los recursos materiales como una causal de los numerosos problemas de aprendizaje de los sistemas de lubricación es necesaria el mantenimiento de nuevas maquetas que ayuden a los estudiantes en proceso de formación académica a materializar sus conocimientos teóricos en una muestra práctica de los conocimientos impartidos. Esto contribuye en gran manera dentro del proceso de profesionalización dentro de la carrera.
- Es conveniente la existencia de una maqueta didáctica del sistema de lubricación de los motores CF34E montados en los aviones Embraer 170190 que garantizará un aprendizaje minucioso de los componentes reales del sistema de lubricación del mismo motor.

GLOSARIO

FIABILIDAD: Se define como la probabilidad de que un mecanismo u objeto funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas como por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, fricción, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones.

MANTTO: Mantenimiento.

SHP: En inglés Shaft Horsepower que normalmente significa caballos de potencia o kilowatios que se mide por su potencia en eje en los motores turbohélice, al igual que los turboeje.

Poli metacrilato: Es un material acrílico, que procede del ácido acrílico y de la polimerización de éste último. El poli metacrilato de metilo es un plástico (Termoplástico) duro, resistente, transparente, de excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción, buena resistencia al envejecimiento y a la intemperie.

Viscosidad: La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales, es debida a las fuerzas de cohesión moleculares. Todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal.

Cojinete: Un cojinete en ingeniería es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.

Presurización: La presurización de cabina es el bombeo activo de aire comprimido en la cabina de una aeronave para garantizar la seguridad y confort de los ocupantes. Es necesario cuando un avión alcanza una altitud importante, ya que la presión atmosférica natural es demasiado baja como para suministrar el suficiente oxígeno a los ocupantes. Sin la presurización se puede sufrir mal de montaña o incluso una hipoxia.

GEAR BOX: (También llamada simplemente caja) es el elemento encargado de obtener en las ruedas el par motor suficiente para poner en movimiento el vehículo desde parado, y una vez en marcha obtener un par suficiente en ellas para vencer las resistencias al avance, fundamentalmente las derivadas del perfil aerodinámico, de rozamiento con la rodadura y de pendiente en ascenso.

Sumidero: Agujero y conducto por donde sale el agua de un recipiente o del lugar en que están contenida

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAER. (2010). Multimedia Based Training. Brasil.

Aeropuertos, R. d. (3 de Noviembre de 2014). Airline92.com.

Recuperado el 15 de Abril de 2015, de

http://www.airline92.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3884:ge-celma-inaugura-nuevas-instalaciones-para-motores-cf-34-e-inspeccionara-los-nuevos-genx-usados-por-los-boeing-787-y-7478-en-brasil&catid=1:noticias&Itemid=55%20www.gloturbparts.c

Embraer Commercial Aviation. (s.f.). Recuperado el 27 de Marzo de 2015, de

<http://www.embraercommercialaviation.com/Pages/Market-Info.aspx>

MUÑOZ, M. (s.f.). Manual de Vuelo. Recuperado el 6 de Mayo de 2015, de Sistema Funcional :
<http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF36>

ANEXOS