



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

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

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN MOTORES**

**TEMA: “REHABILITACIÓN DEL SISTEMA FIRE  
PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD PARA LA  
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”.**

**AUTOR: CBOS. PUETATE ESPINOZA EDMUNDO  
SALVADOR**

**DIRECTOR: ING. RODRIGO BAUTISTA**

**LATACUNGA**

**2015**

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

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **CBOS. TÉC. AVC. PUETATE ESPINOZA EDMUNDO SALVADOR**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**.

ING. BAUTISTA RODRIGO

---

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, Abril de 2015

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

Yo, CBOS. TÉC. AVC. PUETATE ESPINOZA EDMUNDO SALVADOR

DECLARO:

El proyecto denominado **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, si amerita el caso, y 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, Abril 2015

---

**Cbos. Puetate Espinoza Edmundo Salvador**  
**060364519-3**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**

**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, CBOS. TÉC. AVC. PUETATE ESPINOZA EDMUNDO SALVADOR

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **REHABILITACIÓN DEL SISTEMA FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**".

Latacunga, Abril 2015

---

**Cbos. Puetate Espinoza Edmundo Salvador**

**060364519-3**

## DEDICATORIA

Les dedico este trabajo de graduación a mis padres quienes con su apoyo han logrado dejar en mí la mejor herencia que un hijo puede tener, la educación y sus buenos consejos para así poco a poco ir forjando nuestro propio destino y una vida mejor.

A mis queridos hermanos, a mi señora esposa Soraya quien me apoya siempre, a mi hijo Enrique Salvador que es mi motivo de inspiración.

A mis compañeros de estudio, mis maestros y amigos. A todos ellos se los dedico ya que hicieron todo lo posible para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano incondicionalmente.

**Cbos. Puetate Espinoza Edmundo Salvador**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradezco a Dios y a la Virgen santísima por sus bendiciones a lo largo de mi vida.

Agradezco a mis padres por su infinito amor, trabajo y paciencia conmigo, sin su ayuda no estuviera aquí, los amo.

Agradezco a mis queridos hermanos y a toda mi familia que siempre estuvieron pendientes de mí apoyándome en todo momento.

A mis maestros, gracias por transmitirme sus conocimientos, mis compañeros y amigos que han permanecido conmigo durante mucho tiempo estudiando y aprendiendo en las mismas aulas y talleres gracias por todo.

**Cbos. Puetate Espinoza Edmundo Salvador**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	III
AUTORIZACIÓN.....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT .....	XIX
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivos Generales.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	3
1.5. ALCANCE .....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	5

2.2.	SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO .....	5
2.3.	SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALERTA DE FUEGO .....	7
2.3.1.	Detectores de fuego y sistemas de detección de sobrecalentamiento...	8
2.3.2.	Sistema de detección de incendios interruptor tipo térmico .....	9
2.3.3.	Sistema de detección de aumento de la temperatura.....	12
2.3.4.	Sistemas de detección de circuito continuo.....	14
2.3.5.	Sistemas de circuito continuo tipo termistor .....	15
2.3.6.	Detectores de humo y llamas .....	17
2.3.7.	Detectores de monóxido de carbono.....	19
2.3.8.	Detectores de humo fotoeléctricos .....	20
2.3.9.	Detectores de humo que usan ionización.....	21
2.3.10.	Detectores de humo visuales .....	22
2.4.	SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS .....	23
2.5.	AGENTES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS .....	23
2.5.1.	Agua .....	24
2.5.2.	Agentes de gases inertes en frío.....	25
2.5.3.	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	25
2.5.4.	Agentes químicos secos .....	26
2.5.5.	El nitrógeno líquido (N <sub>2</sub> ).....	27
2.5.6.	Hidrocarburos halogenados .....	27
2.5.7.	Extintores de fuego portátiles .....	28
2.6.	SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS .....	30
2.6.1.	Sistemas de extinción con dióxido de carbono.....	30

2.6.2.	Sistemas de extinción (HRD) de alta velocidad de descarga .....	32
2.7.	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL APU .....	33
2.7.1.	Elemento detector de fuego en el motor.....	34
2.7.2.	Detección y extinción de incendios del APU.....	36
2.7.3.	Detectores de humo del compartimiento de carga y extinción de fuego .....	37
2.7.4.	Monitoreo de sobrecalentamiento ala y fuselaje.....	38
2.7.5.	Detección y extinción de humo en lavamanos.....	39
2.8.	MANTENIMIENTO Y REPARACIONES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO .....	40
2.9.	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE FUEGO .....	42
	CAPÍTULO III.....	44
	DESARROLLO DEL TEMA .....	44
3.1.	PRELIMINARES .....	44
3.2.	SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL AVIÓN FAIRCHILD ...	46
3.3.	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS DEL APU .....	46
3.4.	COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO DEL APU.....	47
3.4.1.	Interruptor de detección. ....	47
3.4.2.	Luz de advertencia.....	47
3.4.3.	Bocina de advertencia.....	47
3.4.4.	Interruptor de prueba.....	47
3.5.	PROTECCIÓN DE FUEGO DEL APU.....	48
3.5.1.	EXTINCIÓN .....	48

3.5.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL APU.....	48
3.6. LIMPIEZA DE COMPONENTES DEL SISTEMA.....	49
3.6.1. Limpieza de la barra bus de corriente continua. ....	49
3.6.2. Limpieza del panel de circuit break .....	51
3.6.3. Limpieza del panel de la APU. ....	52
3.6.4. Limpieza de la APU.....	56
3.7. CAMBIO DE TODOS LOS COMPONENTES DEFECTUOSOS.....	63
3.7.1. Instalación de un switch de tres posiciones. ....	64
3.7.2. Cambio de componentes defectuosos en el panel de la APU. ....	66
3.8. INSTALACIÓN DE COMPUERTAS Y PANELES DEL SISTEMA. ....	67
3.8.1. Instalación de compuertas de seguridad de la barra bus.....	67
3.8.2. Instalación del cono de protección del APU .....	68
3.9. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO .....	70
3.9.1. Funcionamiento de la barra bus y panel de circuit break.....	70
3.9.2. Prueba de funcionamiento del switch de tres posiciones.....	71
3.10. MANUAL DE OPERACIÓN.....	76
3.11. MANUAL DE MANTENIMIENTO .....	80
3.12. MANUAL DE SEGURIDAD .....	82
3.13. PRESUPUESTO .....	83
3.13.1. Costos Primarios.....	83
3.13.2. Costos Secundarios .....	84
3.13.3. Costos Totales .....	84

CAPÍTULO IV .....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	85
4.1. Conclusiones .....	85
4.2. Recomendaciones .....	86
GLOSARIO .....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS .....	
HOJA DE VIDA.....	
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS .....	

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Interruptor térmico del detector de fuego bimetálico de terminal simple.....	9
Figura 2. Circuito para un sistema detector de incendios, interruptor térmico de terminal simple. ....	10
Figura 3. Circuito para un sistema detector de incendios de dos terminales interruptor térmico.....	11
Figura 4. Sensor de fuego tipo termopar.....	13
Figura 5. Esquema de aumento de temperatura del circuito de detección de incendios .....	13
Figura 6. Bucle continuo elemento detector de fuego de un conductor .....	15
Figura 7. Circuito de detección de fuego, conductor continuo simple.....	16
Figura 8. Dos conductores, elemento detector de incendios bucle continuo 4 .....	17
Figura 9. Detector de humo .....	18
Figura 10. Detector de humo .....	18
Figura 11. Detector de monóxido de carbono .....	19
Figura 12. Detector de humo fotoeléctrico .....	21
Figura 13. Detector de humo de tipo ionizante.....	22
Figura 14. Indicador de humo de tipo visual.....	23
Figura 15. Extintor de agua.....	24
Figura 16. Extintor de CO2 .....	25

Figura 17. Polvo químico seco.....	26
Figura 18. Extintores portátiles .....	29
Figura 19. Extintores de dióxido de carbono .....	31
Figura 20. Recipiente típico de HRD.....	33
Figura 21. Elemento detector de fuego del motor .....	34
Figura 22. Avisos de fuego .....	35
Figura 23. Botella esférica con agente extintor .....	36
Figura 24. APU panel de control .....	37
Figura 25. Panel de control de incendios .....	38
Figura 26. Panel de control del detector de humo para lavamanos.....	39
Figura 27. Abrazadera de circuito detector de incendios típico .....	41
Figura 28. Fijación correcta de un bucle detector de fuego a la estructura de la aeronave .....	42
Figura 29. Panel de acceso a la barra bus de emergencia .....	50
Figura 30. Limpieza de las barra bus de emergencia.....	50
Figura 31. Limpieza con electronic cleaner .....	51
Figura 32. Limpieza de los circuit break.....	52
Figura 33. Panel de la APU .....	53
Figura 34. Limpieza del panel del APU .....	54
Figura 35. Limpieza de conexiones del panel del APU .....	54

Figura 36. Bocina de alarma.....	55
Figura 37. Bombillo del panel del APU.....	56
Figura 38. APU del avión Fairchild.....	57
Figura 39. APU del avión Fairchild en malas condiciones.....	57
Figura 40. Acceso al cilindro con agente extintor.....	58
Figura 41. Cilindro con agente extintor del APU.....	59
Figura 42. Cilindro y cañerías de extinción.....	59
Figura 43. Conexión de cañerías en mal estado.....	60
Figura 44. Cañería de extinción.....	60
Figura 45. Limpieza de conexión de cañerías.....	61
Figura 46. Limpieza del cilindro extintor.....	61
Figura 47. Termo interruptores.....	62
Figura 48. Limpieza de termointerruptores.....	63
Figura 49. Panel de circuit break completo.....	64
Figura 50. Instalación del switch de tres posiciones.....	65
Figura 51. Conexión del cableado a switch de tres posiciones.....	66
Figura 52. Instalación de bocina y botón de mute.....	67
Figura 53. Instalación de paneles.....	68
Figura 54. Señalización de componentes.....	69
Figura 55. APU del avión Fairchild.....	69

Figura 56. Conexión de planta externa .....	70
Figura 57. Panel de circuit break abierto y cerrado .....	71
Figura 58. Switch de tres posiciones .....	72
Figura 59. Luz de emergencia, switch del TEST y EXT. ....	73
Figura 60. Luz de emergencia encendida .....	74
Figura 61. Test del sistema de protección de fuego del APU .....	75

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Costos primarios para la rehabilitación del sistema Fire Protection de la APU del avión Fairchild.....	83
Tabla 2. Costos secundarios para la rehabilitación del sistema Fire Protection de la APU del avión Fairchild.....	84
Tabla 3. Costos totales para la rehabilitación del sistema Fire Protection de la APU del avión Fairchild .....	84

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA FIRE PROTECCIÓN DE LA APU DEL AVIÓN FAIRCHILD .....
---

## **RESUMEN**

El presente proyecto tiene como objetivo fundamental la rehabilitación del sistema de protección de fuego del APU del avión Fairchild. La información contenida en el proyecto está basado principalmente en el manual de mantenimiento capítulo 26 FIRE PROTECTION del avión Fairchild Hiller FH-227.

Mediante este proyecto se procura incrementar las posibilidades de un mejor entendimiento del sistema de una forma práctica para los alumnos de esta Unidad permitiendo que el proceso de aprendizaje impartido esté acorde al desarrollo tecnológico, para que de esta manera la Institución tenga mayor prestigio. Con la implementación de este proyecto práctico y renovador se trata de mejorar el desempeño profesional de los estudiantes ya que permite realizar prácticas de mantenimiento directas sobre la aeronave.

Los trabajos de mantenimiento y operación del sistema de protección de fuego del APU del avión Fairchild no son complicadas y permitirá simular el correcto funcionamiento de todos los componentes de este sistema.

### **PALABRAS CLAVES:**

**REHABILITACIÓN**

**SISTEMA**

**APU**

**AVIÓN**

**PROYECTO**

## **ABSTRACT**

This project focuses on the reconditioning of Fairchild's APU Fire Protection System. This research contains information from Fire Protection Chapter 26 Hiller FH-227 maintenance manual. This project intends a better system understanding in a practical way for UGT students, since the learning process will be in accordance with the technological development, so the institution becomes more prestigious. The implementation of this practical and renovated project aims to improve the student's professional performance and enable them to do real maintenance practices on the aircraft. The operation and maintenance on the Fairchild aircraft's APU Fire Protection System are not complicated and will allow simulating the proper functioning of all system's components.

### **KEY WORDS:**

- ✓ **RECONDITIONING**
- ✓ **SYSTEM**
- ✓ **APU**
- ✓ **AIRCRAFT**
- ✓ **PROJECT**

---

**Legalized By:** MSc. Rosa E. Cabrera T.

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1. Antecedentes**

En la ciudad de Latacunga se encuentra ubicada la Unidad de Gestión de Tecnologías; es una Institución dedicada a la formación de profesionales en diferentes áreas de la aeronáutica, tales como: Telemática, Mantenimiento de Motores, Mantenimiento de Aviones, Aviónica, Logística.

En el trayecto de su vida académica se ha dedicado a la formación de alumnos militares y civiles por medio de la investigación proyectando al emprendimiento de nuevos proyectos innovadores que permitan el desarrollo de la aviación en el Ecuador.

La Unidad de Gestión de Tecnologías, conocedor de la necesidad de profesionales dentro del campo aeronáutico prepara y capacita personal técnico con un alto nivel de conocimientos en esta área, para enfrentar los retos del futuro y satisfacer el mercado actual de profesionales de gran calidad.

La información con la que cuenta la Unidad de Gestión Tecnológica para la enseñanza están siendo modificados de acuerdo a los avances tecnológicos que requiere la aviación en la actualidad y proyectando hacia el futuro.

Las compañías aéreas están en constante actualización, en cuanto a sistemas mecánicos y aviónica de estos, es así que se ha visto la necesidad de rehabilitar ciertos sistemas del avión, para apreciar y entender de una mejor manera las actualizaciones en el campo de la aeronáutica.

La Unidad de Gestión de Tecnologías, al momento cuenta con un avión Fairchild, de tipo comercial, fabricación norteamericana por Fairchild Hiller, el mismo que fue introducido al mercado aeronáutico por los años 1966, siendo sus principales usuarios, los países de Uruguay, Colombia, Perú, México, entre otros.

Existe también otro tipo de aviones que sirven como material didáctico, así también otros motores que se encuentran en los laboratorios y talleres de mecánica aeronáutica.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

La Unidad de Gestión de Tecnologías, cuenta con laboratorios totalmente equipados, talleres y dispone de los demás elementos necesarios para proporcionar un correcto aprendizaje en las diversas áreas en las que el Instituto brinda educación. A pesar de que sus laboratorios y talleres cuentan con los elementos necesarios, siempre es importante mantener estas dependencias actualizadas para formar tecnólogos con conocimientos acorde con la actualidad aeronáutica.

El sistema Fire Protection del APU, ha estado deshabilitado hace aproximadamente 4 años, desde la llegada del avión Fairchild a la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Al no encontrarse operativo el sistema de Fire Protection, los estudiantes, no pueden visualizar el funcionamiento del mismo, esto no le permite al estudiante obtener los conocimientos necesarios de una manera eficaz para aplicarlos en el campo laboral.

Es por ello que existe la necesidad de rehabilitar este sistema para la enseñanza aprendizaje de los estudiantes de la Unidad; con el fin de conseguir este objetivo es necesario rehabilitar ciertos sistemas del motor del avión escuela que se encuentra en el instituto como una fuente de material didáctico que es de vital importancia en la formación de nuevos tecnólogos.

## **1.3. Justificación**

En una situación como la actual en la que la Unidad de Gestión de Tecnologías tiene como misión, formar los mejores profesionales Aeronáuticos,

íntegros e innovadores, competitivos y entusiastas, a través del aprendizaje por logros aportando así, al desarrollo de nuestra Patria.

Las mejoras en la Unidad de Gestión de Tecnologías, suponen tener en cuenta una serie de parámetros que van desde las mejoras en calidad y seguridad hasta la mejora de las condiciones de trabajo y la optimización de los recursos.

Estos elementos, conceptos estratégicos para el desarrollo industrial, se encuentran a su vez fuertemente interrelacionado, hasta el punto que la solidez, la efectividad y la sostenibilidad de los cambios y medidas que se implementan en una Institución, son resultado de sistemas implantados y adecuaciones contemporáneas a los diferentes talleres y laboratorios.

Esta fuente de aprendizaje como es el avión escuela con las que cuenta la Unidad de Gestión de Tecnologías, debe estar en buenas condiciones para ser utilizadas de una manera entera y segura aprovechando todas las ventajas que brinda.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivos Generales**

Rehabilitar el sistema FIRE PROTECTION del APU del avión FAIRCHILD para el aprendizaje de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías, mediante la renovación de los diferentes componentes y partes de este sistema.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Recopilar y analizar la información necesaria de manuales técnicos referente al sistema Fire Protection del avión Fairchild.
- Identificar o diagnosticar el funcionamiento del sistema Fire Protection del APU del avión Fairchild.
- Habilitar el sistema de Fire Protection del APU del avión Fairchild.

- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Realizar los manuales de funcionamiento, mantenimiento y seguridad, del sistema de protección de fuego del APU del avión Fairchild.

### **1.5. Alcance**

Este trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios a la Unidad de Gestión de Tecnologías, optimizando las diversas áreas en las que brinda educación y de manera primordial a los estudiantes e instructores de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, tanto en su formación académica y práctica, ya que brindará un conocimiento más amplio acerca de los grandes avances que la aviación continuamente lo hace, además facilitará que el estudiante se incentive en el campo aeronáutico, trazándose metas y obteniendo un mejor desenvolvimiento en su vida profesional.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

El sistema de protección contra incendios facilita a la tripulación en cabina avisos y medios de extinción de incendios para el caso de que se produzca una condición de sobre temperatura o de incendio.

Los aviones llevan grandes cantidades de combustible altamente inflamable en una estructura ligera, sujetos a vibración. Esta estructura también lleva los motores que producen continuamente gases de escape muy calientes. Además un complejo sistema eléctrico con motores, relés que producen chispas, transmisores de radio y de radar que emiten radiación electromagnética y tiene un entorno ideal para los incendios.

Sin embargo, los sistemas de detección y extinción de incendios disponibles en los aviones modernos son tan eficaces que hay relativamente pocos incendios en el aire.

#### **2.2. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO**

Un incendio durante el vuelo ha sido siempre uno de los peligros y más temidos, la planta de energía es la fuente más probable para que se de inicio a un incendio, además los combustibles líquidos y los aceites lubricantes siempre están presentes, a menudo bajo una presión considerable, y los componentes del sistema de escape muy calientes tienen el potencial de encender los líquidos rociados en ellos. La ubicación e instalación de la mayoría de las plantas de energía hacen que los sistemas que detectan y extinguen los incendios sean muy importantes para el técnico de mantenimiento de aviación y el piloto.

Un sistema completo de protección contra incendios detecta una condición de fuego o sobrecalentamiento tan pronto como sea posible, y permite que la tripulación de vuelo analice la situación y pueda cumplir eficientemente en el momento de peligro. Los sistemas de descarga no suelen ser totalmente

automáticos; advierten a la tripulación de vuelo de un problema inminente, para que la tripulación pueda accionar el sistema en un mínimo de tiempo.

### **2.2.1. Tipos de Incendios**

El fuego es el resultado de una reacción química entre algún tipo de combustible y oxígeno. Cuando se produce esta reacción, se libera energía en forma de calor y luz.

Para que se pueda iniciar el fuego, debe haber combustible, oxígeno y una temperatura suficientemente alta para iniciar la reacción. Los incendios pueden extinguirse mediante la eliminación del combustible o de oxígeno o mediante la reducción de la temperatura a un nivel inferior a la necesaria para la reacción.

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios ha categorizado incendios e identificado los tipos de agentes de extinción para cada tipo de fuego. Las cuatro categorías son las clases A, B, C, y D.

Fuegos de clase A, son alimentados por materiales combustibles sólidos como madera, papel y tela. Estos incendios se puede producir en cualquier parte donde se puedan encontrar estos materiales, por lo que cualquier agente de extinción utilizados para fuegos clase A son seguros para este tipo de fuegos.

Fuegos de clase B, son alimentados por combustibles líquidos como la gasolina, el combustible de la turbina del motor, el aceite lubricante y líquido hidráulico, se presentan típicamente en los compartimentos de motores.

Los incendios clase C, afectan al equipo eléctrico. Estos incendios pueden ocurrir en casi cualquier parte de la aeronave y demanda especial cuidado por el peligro de una descarga eléctrica.

Fuegos de clase D, son aquellos que son producidos por metales tales como el magnesio.

Estos incendios se producen normalmente en los frenos y ruedas, y se encienden con una gran intensidad. Nunca se debe usar agua en un metal ardiente, esto sólo intensifica el fuego.

### **2.2.2. Zonas de Fuego**

El propósito de diseñar un sistema eficaz de protección contra incendios en áreas de la planta de potencia se ha dividido en zonas de fuego basado en el volumen y la suavidad del flujo de aire.

Zonas de fuego Clase A, tienen grandes volúmenes de aire que fluye de forma regular sin obstrucciones. Un ejemplo de una clase de una zona de fuego es la parte de potencia de una instalación de motor alternativo donde fluye el aire en los cilindros y por medio de las aletas.

Zonas de incendio Clase B, tienen grandes volúmenes de aire que fluye sobre obstrucciones aerodinámicas. En una instalación de motor alternativo, zonas de fuego de Clase B son los conductos de intercambio de calor y las toberas de escape. En una instalación de motor de turbina, una zona de fuego de Clase B es el interior de la estructura de metal que alberga un motor cubierto con un revestimiento a prueba de fuego.

Zonas de fuego clase C, tienen relativamente un pequeño flujo de aire a través de ellos, por ejemplo, el compartimiento detrás de la pared de cortafuegos de un motor alternativo.

Zonas de fuego Clase D, tienen poco o ningún flujo de aire a través de ellos. Un ejemplo es el área encerrada dentro de la estructura del ala.

Zonas de fuego de Clase X, son áreas en las que grandes volúmenes de flujo de aire a un ritmo irregular. Debido a la imprevisibilidad de las condiciones en estas áreas, los requisitos del agente de extinción son normalmente el doble que para una zona similar con un flujo de aire predecible.

### **2.3. SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALERTA DE FUEGO**

El sistema de detección en las zonas del motor de incendios está controlado por elementos sensores de incendios. Los detectores de humos controlan el sistema de detección interior, cuando está sometido a condiciones de sobre temperatura, de incendio o humo.

Las indicaciones de aviso y alarma se escuchan y visualizan en la cabina de pilotos.

Hay varios tipos de sistemas de detección y alerta de incendios instalados en diferentes partes del avión. Las características de operación dependen de qué tipo de sistema esté instalado. Algunos de los requisitos básicos para un sistema de este tipo son:

- Debe haber un sistema de detección de incendios por separado para cada motor que acciona una alarma audible y una luz de cabina que muestra la ubicación del incendio.
- El sistema no debe dar falsos avisos bajo cualquier condición de operación en vuelo o en tierra. Este debe continuar para indicar la presencia de un incendio siempre que existe y conocer exactamente cuándo se ha extinguido. Debe sonar una bocina de advertencia si el fuego se vuelve a encender.
- Los detectores no deben ser dañados por la exposición al aceite, agua, vibraciones, temperaturas extremas, o manipulación en el mantenimiento normal. Deben ser de peso ligero y adaptable a cualquier posición de montaje.
- El circuito detector debe operar directamente desde el sistema eléctrico de la aeronave y requieren un mínimo de corriente eléctrica cuando no se indica un incendio. Debe haber un medio para probar la integridad del sistema desde la cabina.

Hay dos clasificaciones básicas de detectores: detectores de incendios y detectores de sobrecalentamiento. Un detector de incendios advierte de un fuego que eleva la temperatura de una ubicación en particular a un valor alto predeterminado. Un detector de sobrecalentamiento, por otro lado, inicia una advertencia cuando hay un menor aumento de la temperatura, pero sobre un área mayor. La mayoría de los sistemas de detección instalados en una aeronave a su vez en el motor funcionarían como un semáforo en rojo y sonaría una campana de advertencia de incendios.

### **2.3.1. Detectores de fuego y sistemas de detección de sobrecalentamiento**

Un sistema detector de incendios advierte a la tripulación de vuelo de la presencia de fuego que eleva la temperatura de un lugar en particular.

Un detector de sobrecalentamiento inicia una advertencia cuando hay un pequeño aumento de la temperatura sobre un área mayor. La mayoría de estos sistemas de detección encienden una luz roja y suena una bocina de advertencia de incendios en los diferentes paneles de control.

### 2.3.2. Sistema de detección de incendios interruptor tipo térmico

El interruptor tipo termo tiene un circuito detector de un solo punto con un terminal bimetálico y utiliza un número de detectores puntuales tales como el de la Figura 1. Instalado en un circuito como el de la Figura 2.

Cuando se produce un incendio en la zona protegida por uno de los detectores, el detector se calienta y las tiras en la que los contactos están montados distorsionan y cierran los contactos, completando el circuito entre el bucle y tierra.

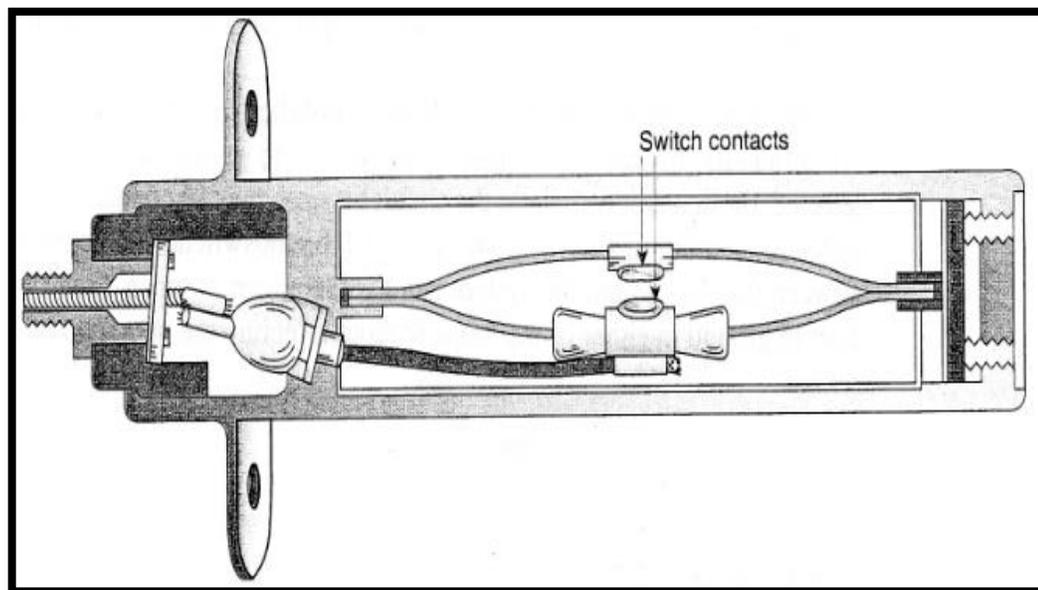


Figura 1. Interruptor térmico del detector de fuego bimetálico de terminal simple.

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

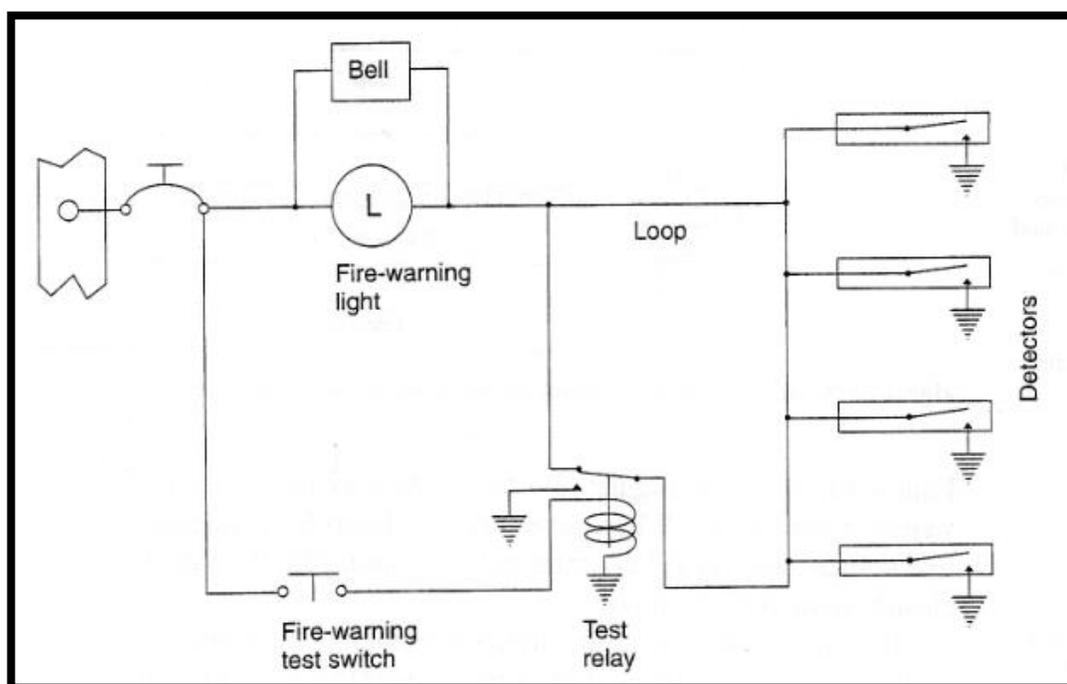


Figura 2. Circuito para un sistema detector de incendios, interruptor térmico de terminal simple.

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

El circuito de la figura 3. Señalará la presencia de un incendio, incluso si el circuito de conexión de los detectores se rompe.

Durante el funcionamiento normal de los detectores obtienen su energía de los dos extremos del bucle, y si se rompe el bucle en cualquier punto, los detectores todavía pueden seguir funcionando.

Si algún detector detecta un incendio, sus contactos se cerrarán y proporcionarán un impulso eléctrico para que la luz del fuego se encienda.

Cierre el interruptor de prueba de fuego y advertencia así se activará el relé prueba, esto quita el poder de un extremo del bucle y enciende la luz del fuego de alerta y hace sonar la bocina. Si hay un circuito abierto entre los detectores la luz no se iluminará.

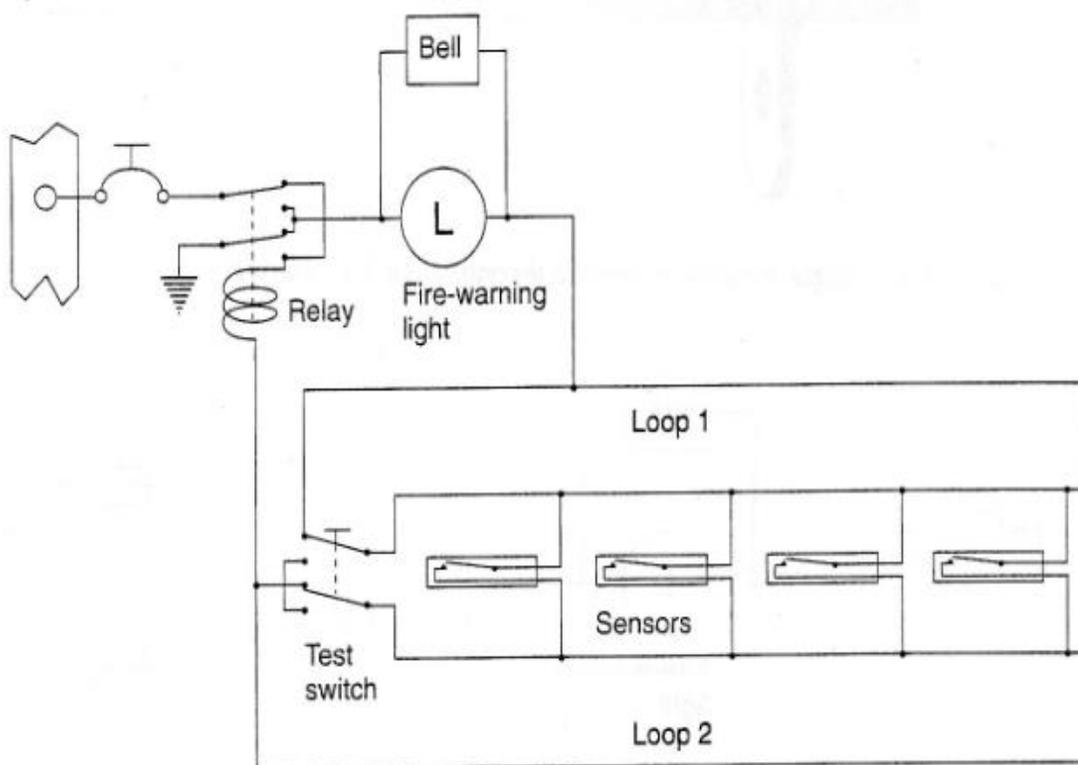


Figura 3. Circuito para un sistema detector de incendios de dos terminales interruptor térmico

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

Otro tipo de detector de punto termo interruptor instalado en algunos aviones tiene dos terminales. En lugar de completar el circuito a tierra cuando se detecta un incendio, el detector completa el circuito entre los dos conductores conectados a sus terminales. Estos termostatos de dos terminales están conectados entre dos bucles, y el sistema puede tolerar, ya sea un circuito abierto o un cortocircuito a tierra en cualquiera de los bucles sin afectar al funcionamiento del sistema.

Un sistema de detección de incendios es instalado alrededor del interior de la zona a proteger. Estos interruptores termo están conectados en paralelo entre dos circuitos separados. Un corto o un circuito abierto pueden existir en cualquiera de los circuitos sin causar una alarma de incendio.

### **2.3.3. Sistema de detección de aumento de la temperatura**

Un sistema de detección de tipo interruptor térmico inicia un aviso de incendio cuando cualquiera de los detectores individuales alcanza una temperatura predeterminada. Pero debido a un incendio puede tener un buen comienzo antes de llegar a esta temperatura, se utiliza el sistema de alerta de incendios termo de tipo doble. Este sistema inicia un aviso de incendio cuando la temperatura en cualquier ubicación específica en el compartimento monitorizado sube mucho más rápido que la temperatura de todo el compartimento. Los sistemas de alerta de incendios de tipo termopar a menudo se instalan en los compartimentos del motor, donde las temperaturas normales de funcionamiento son bastante altas.

Un termopar está formado por dos tipos diferentes de alambre soldados entre sí, y el punto en que los cables se unen se llama un cruce. Cuando varios termopares están conectados en serie en un circuito, existirá una tensión en el circuito que es proporcional a la diferencia en las temperaturas de las diferentes uniones.

Los sensores utilizados con un sistema de termopar son similares a la de la Figura 4. Estos sensores tienen un segmento de cada uno de los dos cables del termopar, por lo general de hierro y constantán, soldados entre sí y montadas en la carcasa que los protege de los daños físicos, sin embargo, permite la libre circulación de aire alrededor de los cables. Se forman las uniones de medición del termopar, y todos ellos están conectados en serie con la bobina de un relé sensible y un termopar de prueba.

Un sistema de detección de incendios que funciona en el principio de la tasa de aumento de temperatura.

Los termopares se instalan alrededor de la zona a proteger, y un termopar está rodeado de un aislamiento que impide que su temperatura cambie rápidamente.

En el caso de un neumático, la temperatura de todos los termopares excepto la protegida utilizará inmediatamente un aviso de incendio.

En el caso de una condición de sobrecalentamiento general, la temperatura de todos los termopares se elevará de manera uniforme y no habrá ninguna advertencia.

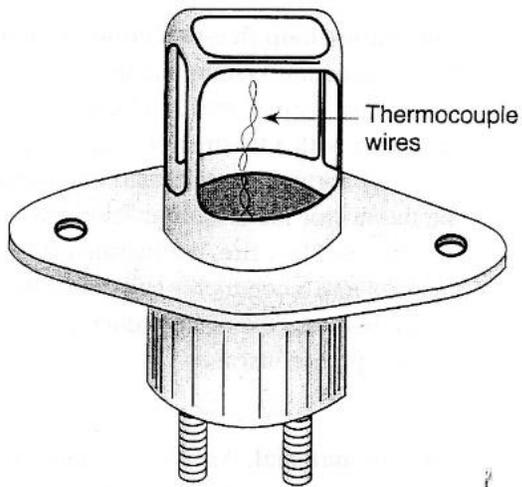


Figura 4. Sensor de fuego tipo termopar

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

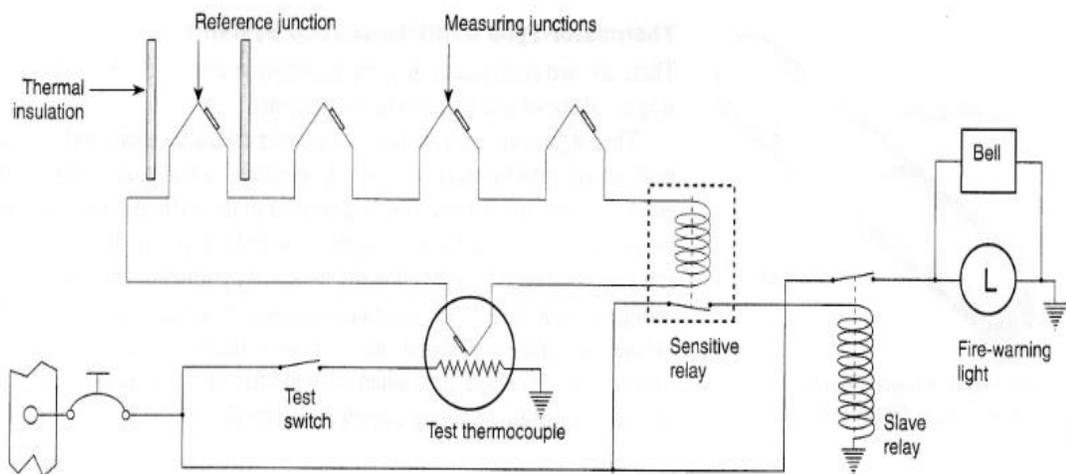


Figura 5. Esquema de aumento de temperatura del circuito de detección de incendios

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

Los sensores están montados en lugares estratégicos de todo el compartimento supervisado.

Un sensor está montado dentro de un escudo aislante térmico que lo protege de la circulación de aire directa, sin embargo, permite que alcance la temperatura del aire dentro del compartimento. Este sensor se llama la unión de referencia.

Cuando no hay fuego, todas las uniones tienen la misma temperatura y no fluye corriente en el circuito de termopar.

Cuando se arranca el motor y la temperatura del compartimento del motor se eleva, las temperaturas de todos los termopares se elevan juntos y todavía no hay flujo de corriente. Pero si hay un incendio, la temperatura de uno o más de los termopares se elevará inmediatamente, mientras que la temperatura del termopar de referencia aislada se eleva mucho más lentamente. Mientras haya una diferencia de temperaturas entre cualquiera de las uniones, hay una diferencia de voltaje entre ellos.

Los contactos cerca del relé sensible transportan corriente a la bobina del relé lo suficiente para cerrar sus contactos y permitir que la corriente fluya a la luz y la bocina de aviso de incendio.

Un sistema de detección de incendios termopar se prueba mediante el cierre del interruptor de prueba y se mantiene cerrada por un número determinado de segundos. La corriente fluye a través del calentador en el interior del alojamiento del termopar de ensayo y se calienta la unión de prueba.

Esta intersección está en serie con todas las demás uniones, hay una diferencia de voltaje, y por lo tanto suficientes flujos de corriente para energizar el relé sensible e iniciar un aviso de incendio.

#### **2.3.4. Sistemas de detección de circuito continuo**

Los compartimentos de motores, instalaciones del APU, y pasos de rueda son lugares difíciles de monitorear el fuego, y los detectores de tipo bucle continuo se utilizan a menudo en estas áreas en lugar de detectores

individuales, tales como interruptores termo o termopares. Hay dos tipos de detección de fuego de bucle continuo y sistemas de detección de sobrecalentamiento: termistor y neumático.

Un sistema de detección de incendios utiliza un bucle continuo de dos conductores separados por un aislante de tipo termistor.

Bajo condiciones normales de temperatura, el material termistor es un aislante, pero si se expone a un fuego, el termistor se transforma en un conductor y completa el circuito entre los dos conductores, iniciando un aviso de incendio.

El material eutéctico o termistor es una aleación o solución que tiene el punto de fusión muy bajo.

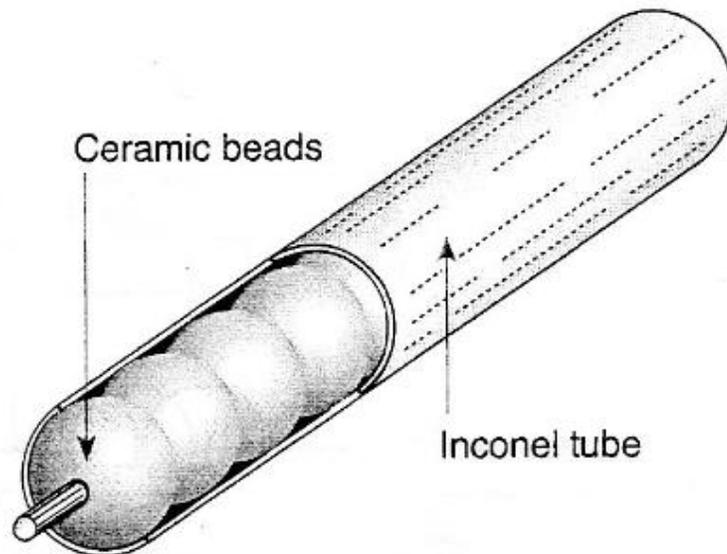


Figura 6. Bucle continuo elemento detector de fuego de un conductor

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

### 2.3.5. Sistemas de circuito continuo tipo termistor

Hay dos elementos de tipo termistor de bucle continuo:

De un solo conductor y de dos conductores. El elemento conductor que solo tiene un conductor central apoyado en un tubo de inconel de pared delgada de

cuentas de cerámica. Una conexión eléctrica se realiza con el conductor, y el tubo exterior está conectado a tierra a la estructura del avión.

El espacio entre los terminales se llena con un eutéctico o termistor (bajo punto de fusión) cuya resistencia disminuye drásticamente cuando se derrite.

Cuando alguna parte del tubo se calienta lo suficiente para fundir este termistor la resistencia entre el conductor central y tubo externo decae, y emite una señal de flujo de corriente para iniciar un aviso de incendio. Cuando el fuego se extingue, se solidifica el termistor fundido y su resistencia aumenta lo suficiente para que la corriente de aviso de incendio ya no fluya.

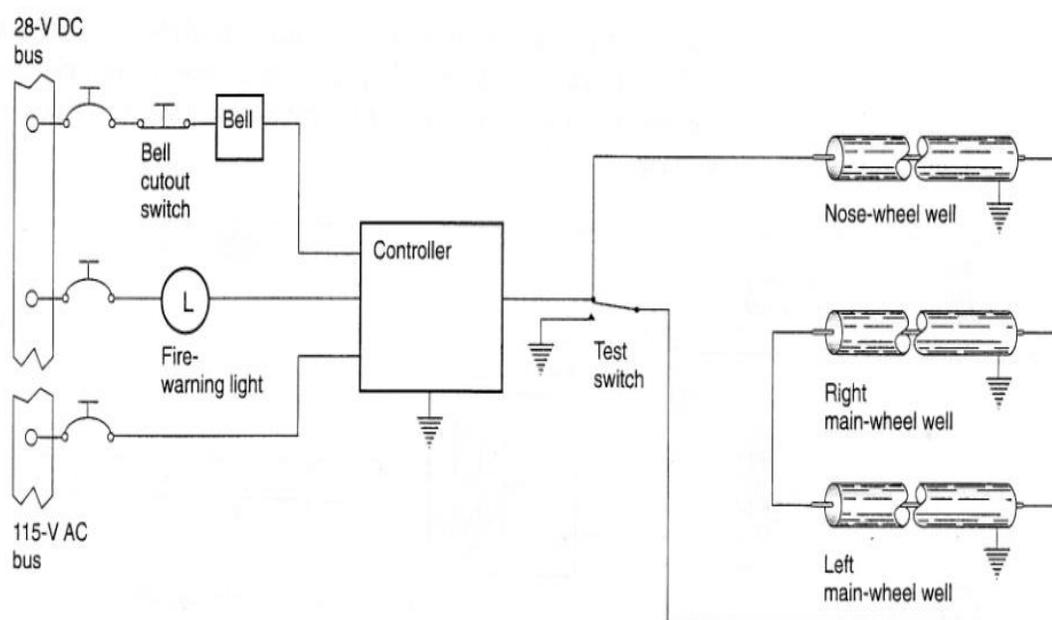


Figura 7. Circuito de detección de fuego, conductor continuo simple

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

El bucle de dos conductores también se monta en un tubo inconel, y tiene dos alambres paralelos incrustados en un material termistor cuya resistencia disminuye a medida que su temperatura aumenta. Uno de los cables tiene una conexión a tierra en el tubo exterior, y el otro termina en un conector que está conectado a una unidad de control y mide continuamente la resistencia total del bucle de detección.

Mediante la supervisión de la resistencia, esta unidad detectará una condición de sobrecalentamiento general, así como un único punto caliente. El material del termistor es un material con un coeficiente de temperatura negativo que tiende a disminuir su resistencia a medida que aumenta su temperatura.

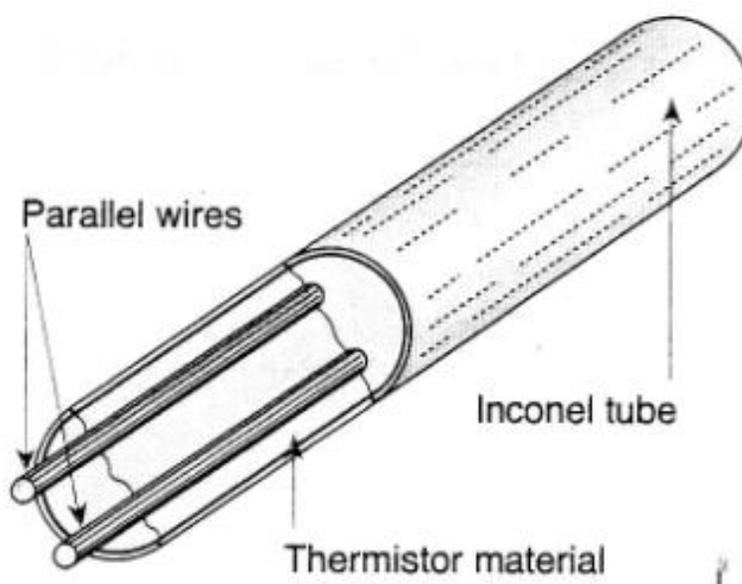


Figura 8. Dos conductores, elemento detector de incendios bucle continuo 4

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

### 2.3.6. Detectores de humo y llamas

Ciertas áreas en un avión pueden producir una gran cantidad de humo antes de que las llamas aparezcan en realidad, y es importante en estas áreas para detectar el primer indicio de humo.

Los compartimientos de equipaje y carga están generalmente protegidas por detectores de humo, de los cuales hay cuatro tipos: los detectores de CO<sub>2</sub>, detectores fotoeléctricos, detectores de tipo de ionización y detectores visuales. Detectores de CO<sub>2</sub>, miden el nivel de monóxido de carbono en el aire. Detectores fotoeléctricos, indican la presencia de humo en el aire extraído de un compartimento mediante la medición de la refracción de un rayo de luz a través de la muestra de aire.

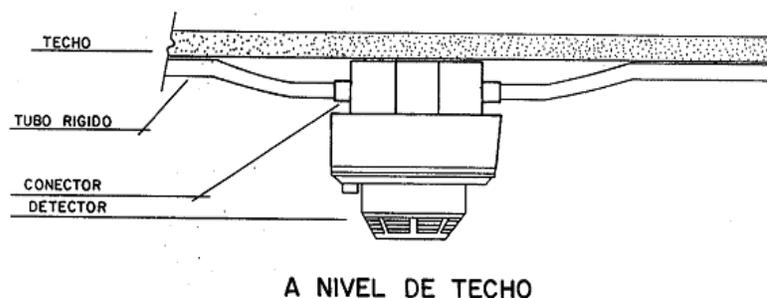


Figura 9. Detector de humo

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos73/sistema-deteccion-incendio/sistema-deteccion-incendio.shtml>

Detectores de tipo de ionización, miden la corriente que fluye a través del aire ionizado, y los detectores visuales, detectan la presencia de humo por las muestras de aire que se extrae a través de la cámara del detector de humo.

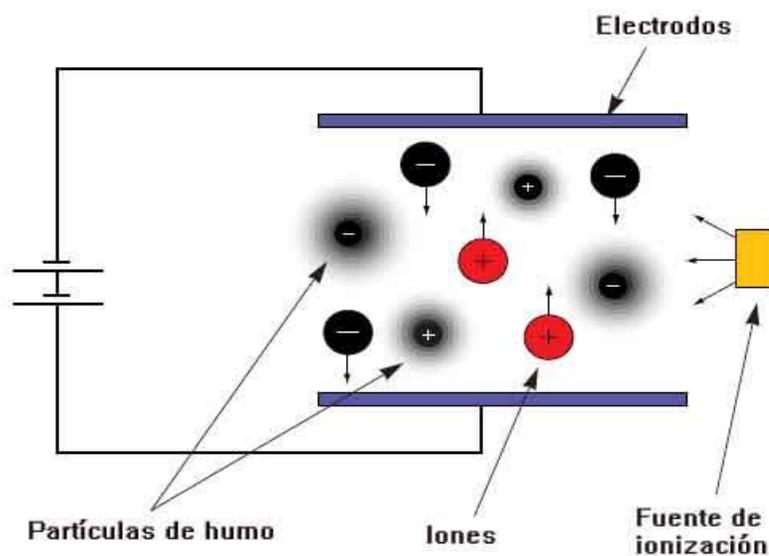


Figura 10. Detector de humo

Fuente: <http://www.tcas.es/lavatory-smoke>

Los detectores de llamas son generalmente detectores de luz que son sensibles a la radiación infrarroja. Estos detectores están montados en un circuito eléctrico que amplifica su voltaje suficiente para iniciar una señal de incendio de alerta.

### 2.3.7. Detectores de monóxido de carbono

El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que es un subproducto de la combustión incompleta de casi todos los combustibles de hidrocarburos y está presente en todo el humo. Es letal incluso en pequeñas concentraciones, y su presencia debe ser detectada a tiempo.



Figura 11. Detector de monóxido de carbono

Fuente: <http://es.rs-online.com/web/p/deteccion-de-gas/7249552/>

Los detectores de CO<sub>2</sub> no se utilizan por lo general en carga y equipaje al igual que otros detectores de humo, sino que se utilizan en las áreas de cabina. Los detectores de CO<sub>2</sub> más utilizados son pequeñas tarjetas con un bolsillo transparente que contienen cristales de gel de sílice que son tratadas con un producto químico que cambia de color cuando se expone a la CO<sub>2</sub>. Normalmente, los cristales son de color amarillo o marrón claro, pero cuando son expuestos a CO<sub>2</sub>, que cambiar de color a verde o negro.

El más drástico el cambio, mayor es el contenido de CO<sub>2</sub> en el aire. Estos pequeños detectores tienen un material adhesivo que les permite fijarse al

panel de instrumentos, en el panel de la tripulación de vuelo para advertir de la presencia de CO<sub>2</sub> deberán ser sustituidos periódicamente con indicadores frescos.

El detector de humo es un dispositivo que advierte a la tripulación de vuelo de la presencia de humo en los compartimientos de carga o los compartimientos para equipaje. Algunos detectores de humo son de tipo visual. Otros son dispositivos fotoeléctricos o de ionización.

La radiación electromagnética cuyas longitudes de onda son más largas que las de la luz visible.

### **2.3.8. Detectores de humo fotoeléctricos**

Desde el compartimiento monitorizado se extrae el aire a través de la cámara del detector y un haz de luz que brilla en él. Una célula fotoeléctrica instalada en la cámara detecta la luz que es refractada por las partículas de humo. La fotocélula está instalada en un circuito de puente que mide los cambios en la cantidad de corriente que conduce. Cuando no hay humo en el aire que fluye a través de la cámara, no hay luz se refracta, y la fotocélula lleva a cabo una cantidad de referencia de la corriente. Cuando hay humo en el aire, algo de la luz se refracta y detectada por la célula fotoeléctrica, y sus cambios de conductividad, cambiando la cantidad de corriente. Estos cambios en la corriente se amplifican y se utilizan para iniciar una señal de aviso de humo.

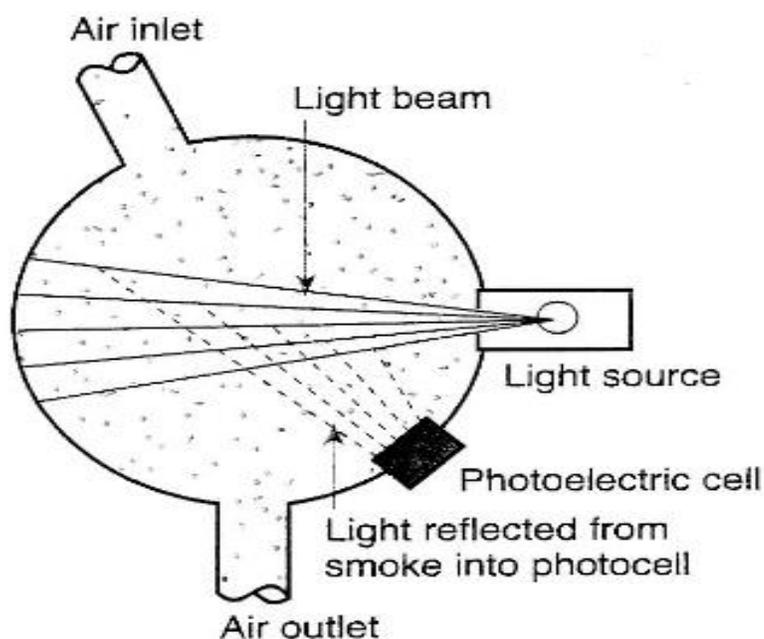


Figura 12. Detector de humo fotoeléctrico

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

### 2.3.9. Detectores de humo que usan ionización

Los detectores de humo que usan ionización funcionan según el principio básico de los detectores que se encuentran en muchos hogares.

Una pequeña cantidad de material radiactivo está montado en un lado de la cámara del detector. Este material impulsa las moléculas de oxígeno y nitrógeno en el aire que pasa a la cámara y se ioniza en una medida referencial de la corriente que puede fluir en la cámara a través del gas ionizado a un circuito externo. El humo fluye en la cámara cambiando el nivel de ionización y disminuyendo la corriente. Cuando la corriente se reduce a una cantidad específica, el circuito externo inicia una señal de humo de alerta.

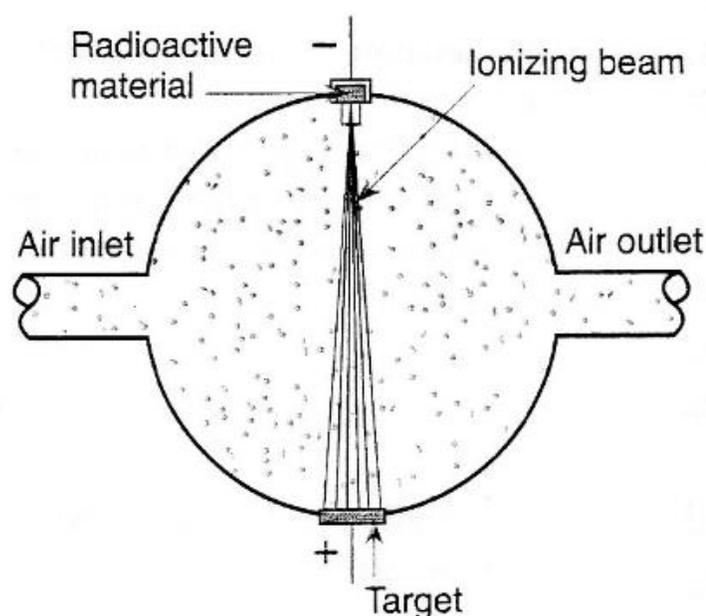


Figura 13. Detector de humo de tipo ionizante

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

### 2.3.10. Detectores de humo visuales

Algunos aviones jet tienen detectores de humo de tipo visual similar a la de la figura 14. Se instala en el panel del ingeniero de vuelo.

El interior de la cámara está pintado de negro no reflectante, y las ventanas de observación de vidrio. Una luz brilla a través de la cámara de tal manera que va a iluminar cualquier humo que está presente. La muestra de aire tomada de los compartimentos que se están supervisando, fluye a través de la cámara de detección. Cuando no hay humo en este aire, la luz no es visible en la ventana, pero cuando hay humo, la luz incide sobre ella y se puede ver en la ventana. La luz no es visible cuando no hay humo, un indicador de luz verde en la parte frontal del detector se ilumina para mostrar al ingeniero de vuelo cuando la luz está encendida.

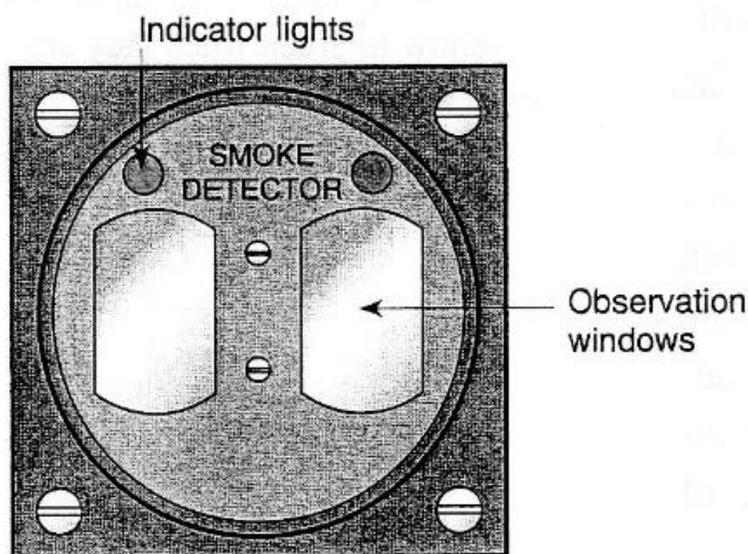


Figura 14. Indicador de humo de tipo visual

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

#### 2.4. SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

El sistema de protección contra incendios se dividen lógicamente en dos partes: sistema de detección de incendios y de extinción de incendios.

El sistema de extinción es una instalación fija que contiene extintores presurizados con capacidad de efectuar más de un disparo cada uno. Estos extintores pueden ser disparados independientemente, para apagar un incendio en uno u otro motor así como también en la APU.

Los medios de extinción de incendios consisten también en varios extintores portátiles operados manualmente situados dentro de la zona de cabina.

#### 2.5. AGENTES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

El fuego es la reacción química entre un combustible con oxígeno, se puede controlar al interferir con esta reacción. Esto puede implicar la eliminación de combustible, sofocando el combustible con una sustancia que excluye el oxígeno, o bajando la temperatura del combustible. El método más eficaz para

la extinción de incendios de aeronaves implica el uso de un compuesto químico que se combina con el oxígeno para evitar que se combine con el combustible.

### 2.5.1. Agua

Los fuegos de Clase A pueden ser extinguidos con un agente tal como agua, que reduce la temperatura del combustible.

Pequeños extintores portátiles contienen agua que está protegida de manera adecuada con un agente anticongelante. Cuando se tuerce la manija de estos extintores, el sello en un cartucho de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es roto, y el CO<sub>2</sub> presuriza el agua y lo descarga en la forma de un aerosol. Cuando el agua se evapora y cambia de un líquido a vapor, que absorbe el calor del aire sobre el fuego y disminuye su temperatura suficiente para enfriar el ardor de Clase A de combustible suficiente para hacer que el fuego se apague.

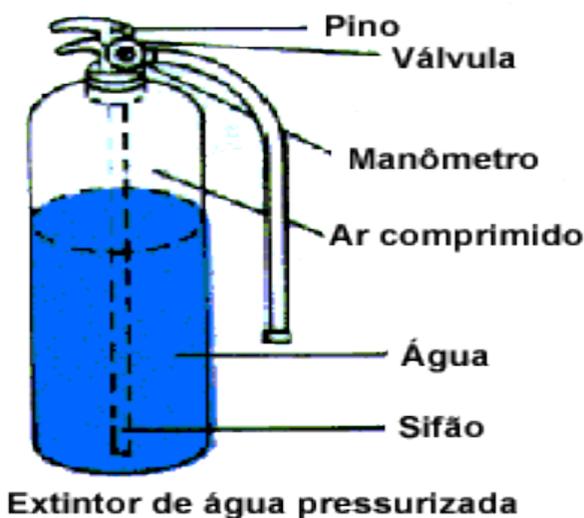


Figura 15. Extintor de agua

Fuente: [http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/fogo.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/fogo.html)

Nunca use agua en incendios de Clase B, C o D. La mayoría de los líquidos inflamables flotan en el agua, y el uso de agua en incendios de clase B, sólo extenderá el fuego. El agua conduce la electricidad, y su uso en un fuego de Clase C constituye un peligro de electrocución definida. Agua pulverizada sobre

metal ardiendo en un fuego Clase D, se intensificará el fuego en lugar de apagarlo.

### 2.5.2. Agentes de gases inertes en frío

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y nitrógeno líquido (N<sub>2</sub>) son dos agentes extintores de incendio eficaces. Ambos tienen una toxicidad muy baja.

### 2.5.3. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

El CO<sub>2</sub> es más pesado que el aire, y cuando se pulveriza sobre un fuego que permanece en la superficie y excluye el oxígeno del proceso de combustión, y el fuego se apaga. CO<sub>2</sub> ha sido un agente de extinción favorecido durante muchos años. Es relativamente barato, no tóxico, seguro de manejar, y tiene una larga vida en almacenamiento.



Figura 16. Extintor de CO<sub>2</sub>

Fuente: <http://tecnologiaortizlopez.blogspot.com/>

Extintores de CO<sub>2</sub> se encuentran en casi todos los talleres de mantenimiento, en la mayoría de las líneas de vuelo, y en la mayoría de los vehículos terrestres. La mayoría de los aviones más viejos tenían extintores de

CO<sub>2</sub> de mano montados en artefactos en los camarotes y cabinas y sistemas de extinción de CO<sub>2</sub> fijado en las góndolas de motor. Estos extintores en el aire han sido sustituidos en los aviones modernos por los tipos más eficientes.

Extintores de CO<sub>2</sub> de mano se pueden utilizar para extinguir incendios en equipo eléctrico energizado, pero no deben usarse a menos que las boquillas están hechas de un material no conductor. Afortunadamente la mayoría de las boquillas están hechas de fibra prensada no conductora.

El CO<sub>2</sub> es generalmente un gas y se almacena en botellas de acero bajo presión. Cuando se libera, se expande y se enfría lo suficiente como para transformarse en nieve finamente dividido de hielo seco.

#### 2.5.4. Agentes químicos secos

Los extintores polvo químicos seco rocían un polvo muy fino de bicarbonato de sodio NaHCO<sub>3</sub>, bicarbonato de potasio KHCO<sub>3</sub>, o fosfato de amonio ((NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) que cubre por completo el combustible ardiente e impide que el oxígeno llegue a las llamas.



Figura 17. Polvo químico seco

Fuente: <http://extintoreslagarantia.galeon.com/extinseco2.html>

Los extintores químicos secos pueden ser utilizados en los incendios de Clase A, B, y C. Son eficaces, pero requieren una extensa limpieza después de la

extinción del fuego. Ellos son el extintor de elección para fuegos de clase D que implican la quema de metal de magnesio, tales como incendios en frenos de la aeronave.

### **2.5.5. El nitrógeno líquido (N<sub>2</sub>)**

El nitrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido e inerte por lo general (no reactivo).

Se utiliza para reducir el riesgo de incendio en los sistemas militares de combustible de la aeronave<sup>1</sup>.

El nitrógeno líquido N<sub>2</sub> es más eficaz que el CO<sub>2</sub>, porque es un líquido criogénico y se debe mantener en una botella Dewar.

La botella Dewar es un recipiente diseñado para minimizar las transferencias de energía por conducción, convección y radiación. Tal recipiente se usa para almacenar líquidos fríos o calientes durante largos periodos de tiempo<sup>2</sup>

### **2.5.6. Hidrocarburos halogenados**

Esta clasificación de los agentes de extinción de incendios incluye los agentes más utilizados hoy en día, así como algunos de los agentes utilizados en el pasado que ya no se consideran aptos.

Estos agentes son compuestos de hidrocarburos en el que uno o más de los átomos de hidrógeno han sido reemplazados con un átomo de uno de los elementos de halógeno tales como flúor, cloro, o bromo.

En el proceso de la combustión, las moléculas del combustible se combinan con los de oxígeno de una manera ordenada, pero si uno de los compuestos de halógeno se mezcla con el oxígeno esta combinación se interrumpe y se puede detener por completo; el fuego se apagará.

---

<sup>1</sup><http://elementos.org.es/nitrogeno>

<sup>2</sup><https://bjalmonte.wordpress.com/2012/01/10/la-botella-dewar/>

Uno de los hidrocarburos halogenados se usó como un agente de extinción de incendios. En aviones era el tetracloruro de carbono, generalmente conocido como carbón tet, tetrabromuro de carbono o por su nombre comercial, pireno. Cuando una pequeña cantidad de pireno líquido se rocía en un incendio, se evapora y se extingue la llama.

Pireno es un hidrocarburo aromático policíclico que consiste en cuatro anillos de benceno fusionados, lo que resulta en sistema aromático plana.

La fórmula química es C<sub>16</sub>H<sub>10</sub>. Este sólido incoloro, es el más pequeño PAH peri-condensado, se forma en la combustión incompleta de compuestos orgánicos<sup>3</sup>

Hay serios inconvenientes con el tetrabromuro de carbono; que es inestable en altas temperaturas y se convierte en un gas tóxico conocido como fosgeno. También tiene un efecto tóxico acumulativo perjudicial sobre el cuerpo humano, por lo que ya no se utiliza como agente de extinción de incendios, ni como un fluido de limpieza en seco.

Los dos hidrocarburos halogenados más utilizados son bromotrifluorometano (CBrF<sub>3</sub>), ampliamente conocido como Halon 1301, y bromo cloro difluoro metano (CBrClF<sub>2</sub>), conocido como Halon 1211. Ambos de estos compuestos, a menudo llamados por el nombre comercial Freón, tienen una toxicidad muy baja. Halon 1301 es el menos tóxico de todos los agentes comúnmente utilizados. Ambos son muy eficaces como agentes de extinción de incendios. Ellos no son corrosivos, se evaporan rápidamente, no dejan residuos y no requieren limpieza o neutralización. Halon 1301 no requiere ningún agente de presurización, pero Halon 1211 puede ser presurizado con nitrógeno o con 1301.

### **2.5.7. Extintores de fuego portátiles**

Regulaciones de la Aviación Federal, parte 135 Operaciones de Cercanías y bajo demanda requiere que los aviones de transporte de pasajeros operado

---

<sup>3</sup> [Docsetools.com/artículos-enciclopedicos/article\\_91373.html](http://Docsetools.com/artículos-enciclopedicos/article_91373.html)

bajo esta parte tiene al menos un extintor portátil situado en la cubierta de vuelo y al menos una en el habitáculo. Durante años, los extintores más populares han sido de tipo CO<sub>2</sub>, pero los desarrollos modernos han hecho halón 1301 y halón 1211 los extintores de elección. Estos agentes de extinción son los menos tóxicos de todos y son eficaces en casi todos los tipos de fuego que puedan ser encontrados en una cabina de avión. Estos extintores están disponibles en pequeñas, medianas y grandes tamaños.



Figura 18. Extintores portátiles

Fuente: [http://saludocupacional1629.blogspot.com/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://saludocupacional1629.blogspot.com/2011_10_01_archive.html)

Los extintores pequeños son adecuados para los incendios de hasta un pie cuadrado de superficie, extintores medianos son adecuados para los incendios de hasta dos metros cuadrados de superficie, y los extintores de gran tamaño son adecuados para los incendios de hasta cinco metros cuadrados.

Halon 1301 es uno de los mejores agentes de extinción de incendios de hidrocarburos halogenados ubicados en la cabina y de la planta de energía, es

muy eficaz y es el menos tóxico de los agentes extintores disponibles. El nombre técnico de Halon 1301 es bromotrifluorometano.

Halon 1211 es un agente de extinción de incendios de hidrocarburos halogenados en muchas HRD (de alta velocidad de descarga)

Sistemas para la protección de las plantas de energía de extinción de incendios.

El nombre técnico de Halon 1211 es bromoclorodifluorometano.

Freón es el nombre comercial registrado para muchos de los hidrocarburos halogenados como extintores de incendios y refrigerantes.

Extintores con halon 1211 usa propulsor nitrógeno comprimido, pero halón 1301 tiene suficiente presión que no requiere un agente de propulsión independiente.

Todos los extintores de halón han incorporado manómetros para indicar la presión del agente extintor.

Los extintores de CO<sub>2</sub> de mano todavía se utilizan en muchos aviones. El tamaño de un kilo se suele instalar en las cabinas de los aviones. El estado de carga de un extintor de CO<sub>2</sub> se determina pesándolo.

Los extintores de polvo químico seco utilizan neumáticos de nitrógeno comprimido para expulsar a un polvo seco, tal como bicarbonato de sodio o bicarbonato de potasio. Producto químico en polvo es un agente de extinción eficaz, pero nunca se debe utilizar en una cabina de avión en vuelo, ya que el polvo suelto en el aire obstruye la visibilidad.

## **2.6. SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

Aviones modernos usan dos tipos de sistemas de extinción de incendios instalados: los sistemas de CO<sub>2</sub> instalados en los compartimentos del motor de los aviones más antiguos, y los sistemas de alta velocidad de descarga (DRH) utilizados en la mayoría de aviones de reacción de transporte moderno.

### **2.6.1. Sistemas de extinción con dióxido de carbono**

Sistemas primarios de CO<sub>2</sub> fueron instalados de la mayoría de motores y aviones de transporte de cuatro y dos motores en la era de la Segunda Guerra Mundial.

El CO<sub>2</sub> se lleva en botellas de acero y a menudo se presuriza con nitrógeno comprimido para ayudar en la expulsión del CO<sub>2</sub> en condiciones de muy baja temperatura.

Las botellas tienen una válvula operada remotamente y están conectados a un mango selector que permite al piloto para seleccionar el motor en la que se descargará el CO<sub>2</sub>. Cuando se selecciona el motor, el mango en forma de T se tira. La botella se vacía en la sección de potencia del motor a través de un tubo de aluminio perforado que rodea el motor. Algunos de los sistemas más grandes tenían dos botellas que permitieron al piloto liberar la segunda botella en el fuego si no se extingue por el primero.

### EXTINTORES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)



Figura 19. Extintores de dióxido de carbono

Fuente: <http://www.extintoresexdifa.com/extintores/>

Sistemas de CO<sub>2</sub> tienen dos discos de indicadores, de color rojo y amarillo, que se encuentran en la parte exterior del fuselaje cerca de las botellas.

Si las botellas son accionadas por el piloto accionando el mango en T, el disco puede escaparse. En la inspección normal alrededor de la aeronave, el

miembro de la tripulación de vuelo puede decir, a partir de estos discos, el estado del sistema de CO<sub>2</sub>.

### **2.6.2. Sistemas de extinción (HRD) de alta velocidad de descarga**

Aviones más modernos de motor con turbina tienen su zona central eléctrica protegida por dos o más botellas de DRH esféricas o cilíndricas de Halon 1211 o 1301 cargadas de nitrógeno comprimido se suele colocar en el recipiente para asegurar que el agente se disperse en el menor tiempo posible. Los contenedores se sellan con un disco frágil que se rompe cuando se dispara un cortador en él mediante un squib o detonador, que se enciende cuando el piloto acciona el interruptor de descarga del agente. La totalidad del contenido de la botella se descarga aproximadamente en 0,08 segundos después de que el conmutador de descarga de agente está cerrado.

Figura 20. Muestra una vista en sección transversal de una botella de HRD esférica típica.

El squib se acciona eléctricamente y acciona el cortador en el disco y libera el agente. El filtro impide que cualquiera de los discos rotos entre en el sistema de distribución.

El tapón de seguridad está conectado a un disco indicador rojo en el exterior del compartimento del motor. Si la temperatura del compartimento en el que está montada la botella se eleva lo suficiente para aumentar la presión del gas a un nivel peligroso, el tapón de seguridad se funde y libera el gas.

A medida que el gas expulsa el aire hacia la atmósfera, se apaga el disco indicador rojo, mostrando que la botella ha sido dado de alta debido a una condición de sobrecalentamiento. Si la botella es descargada por el funcionamiento normal del sistema, un disco indicador amarillo sopla hacia fuera. El medidor muestra la presión del agente y el gas en el recipiente.

Extintor HRD es un extintor de incendios que lleva el agente extintor en una esfera o cilindro sellado. El agente se libera cuando se activa un detonador o

squib que impulsa un cortador a través de un disco frágil. El contenedor se vacía en menos de un segundo.

El squib es un artefacto explosivo en la válvula de descarga de un recipiente de alta presión de descarga de agente de extinción de incendios. El detonador impulsa un cortador hacia sello del recipiente para descargar el agente.

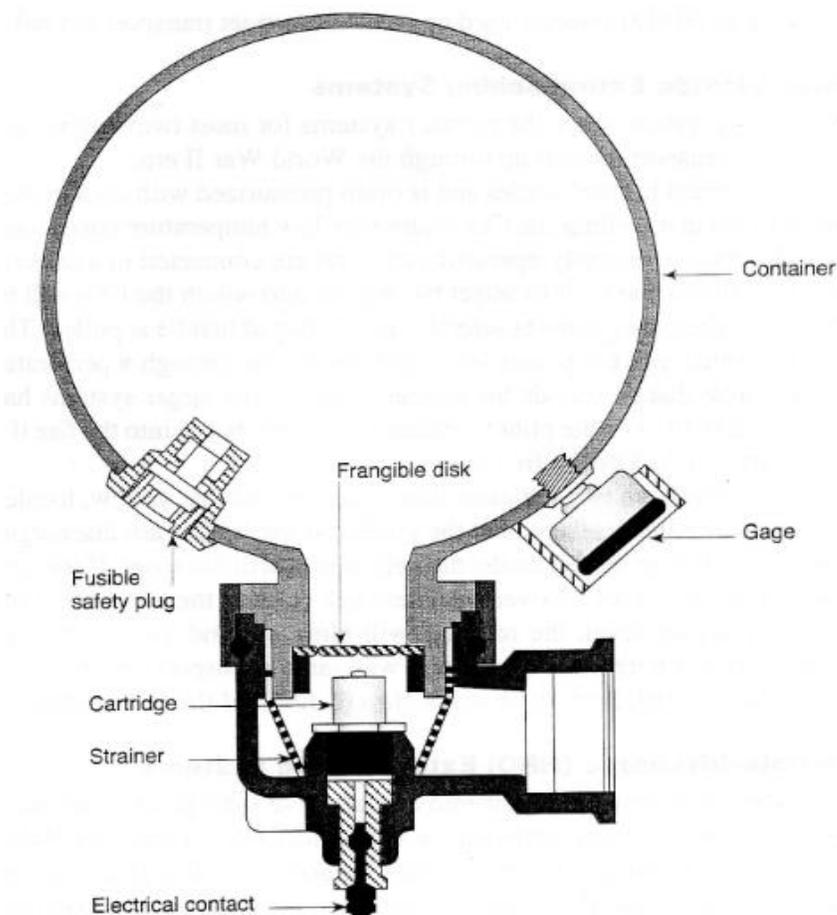


Figura 20. Recipiente típico de HRD

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

## 2.7. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL APU

Un sistema completo de protección contra incendios incorpora tanto los sistemas de detección y extinción. En esta sección, se va a considerar el sistema completo de protección contra incendios instalado en un avión jet

bimotor de transporte. Tiene detectores de sobrecalentamiento para ambos motores, detectores de incendios del APU y el tren de aterrizaje principal, detectores de sobrecalentamiento para el ala y fuselaje, y detectores de humo en el baño.

### 2.7.1. Elemento detector de fuego en el motor

Si la temperatura en el compartimiento del motor aumenta lo suficiente como para indicar la presencia de un incendio, la presión de gas en el bucle detector se incrementará lo suficiente como para cerrar el interruptor de fuego en el detector de incendios. Véase la Figura 21.

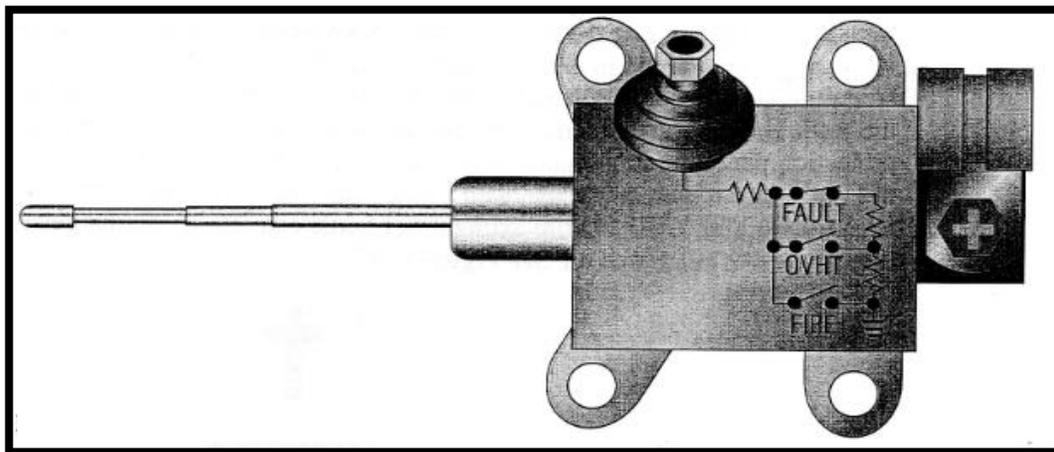


Figura 21. Elemento detector de fuego del motor

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

Esta condición activa a la unidad de aviso sonoro, se ilumina la luz roja en el interruptor de aviso de incendio del motor y la manija del interruptor de extinción.



Figura 22. Avisos de fuego

Fuente: [www.aeromundomag.com](http://www.aeromundomag.com)

Cuando se tira de la manija del interruptor pasara lo siguiente:

1. Se cerrará la válvula de corte de combustible del motor
- 2.-El inversor de control de potencia y empuje se apaga
3. Se cierra la válvula de ahorro de combustible
4. Se cierra la válvula de purga de aire
5. Se cierra la válvula de cierre hidráulico

Cuando la manija del interruptor de aviso de incendio se gira hacia la derecha, 28 voltios DC se envían al detonador en la botella derecha de extinción de incendios y la carga de pólvora en ese detonador se inflama, el disco se rompe y el agente extintor Halón se vacía en el área protegida. Al girar el interruptor de la izquierda envía voltaje a la botella izquierda y libera su gas halón.

Cuando se vacía bien la botella, la luz de botella descargada en el panel de protección de sobrecalentamiento y fuego se enciende.

La cañería que transporta el agente de extinción de incendios de las botellas a los motores está marcado con el color marrón de cinta reflectora de código de colores que ayuda a los técnicos que son daltónico o para su uso en la luz tenue.

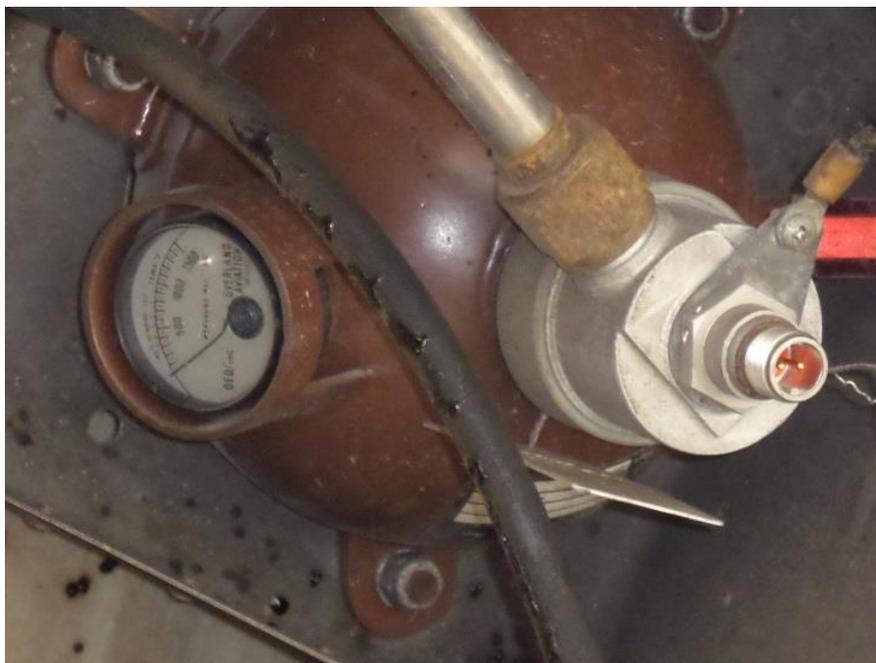


Figura 23. Botella esférica con agente extintor

### 2.7.2. Detección y extinción de incendios del APU

La unidad de potencia auxiliar APU está protegida por su propio sistema de detección y extinción de fuego.

Cuando se detecta un incendio en el compartimiento del APU o cerca del tubo de escape, la unidad de aviso sonoro produce un sonido de campana y la luz roja en el interruptor de aviso de incendio del APU se ilumina y el APU se apaga automáticamente. Al girar el interruptor hacia la derecha o hacia la izquierda envía voltaje al detonador de descarga de la botella extintora del APU. Actúa el detonador y el gas halón se libera en el compartimiento del APU. Cuando se descarga la botella, se iluminará una luz en el panel de protección de fuego y sobrecalentamiento. La luz de advertencia de fuego en el panel de control del APU en tierra y la bocina de advertencia de fuego se activarán en caso de existir fuego. La botella extintora del APU también puede ser descargada desde el panel de control en tierra. Véase la Figura 24.

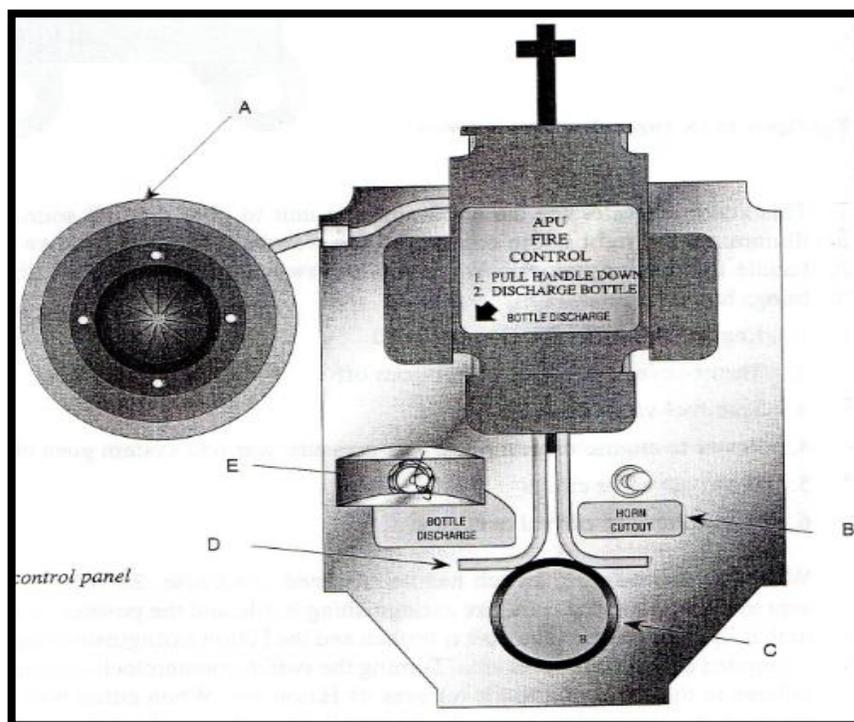


Figura 24. APU panel de control

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

- A.- Bocina de advertencia de fuego del APU
- B.-Interruptor silenciador de la bocina de alarma del APU
- C.- Luz de advertencia de fuego del APU
- D.-Palanca de control de incendios del APU
- E.-Interruptor de descarga de botellas con agente extintor

### 2.7.3. Detectores de humo del compartimiento de carga y extinción de fuego

Los dos compartimentos de carga inferiores, están protegidos por detectores de humo y una botella de agente extintor de nitrógeno presurizado Halon 1301.

El panel de control de fuego de carga está localizado en la cabina Figura 25. Permite a la tripulación de vuelo controlar los detectores de humo electrónicos

en los dos compartimentos. Si se detecta humo, la unidad de aviso acústico suena y el circuito de extinción puede estar armado presionando el botón ARM. Luego, cuando se pulsa el botón de descarga, se activa el detonador de la botella descargando suficiente Halon en el compartimiento para protegerlo durante aproximadamente 60 minutos. Cuando se descarga la botella, la luz DISCH ámbar se enciende.

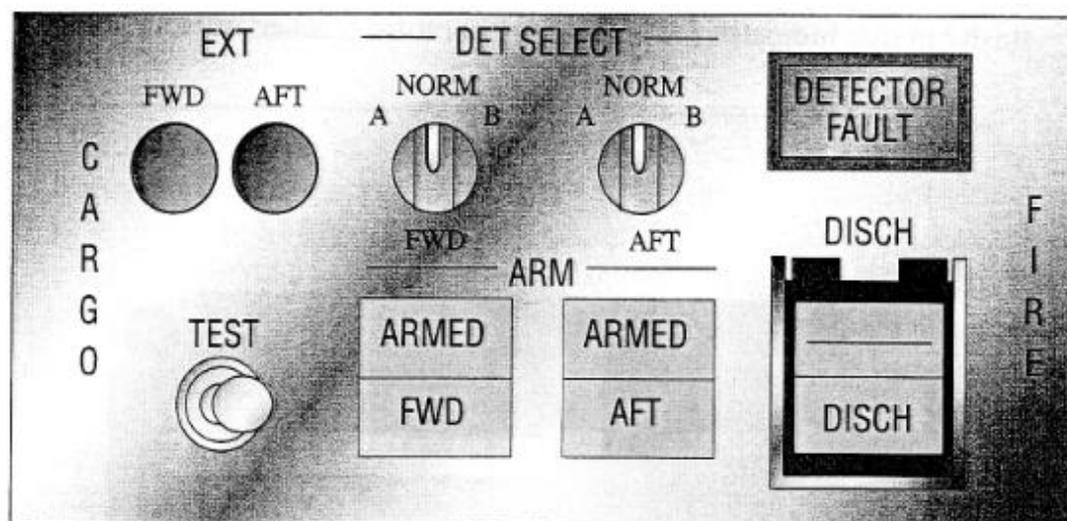


Figura 25. Panel de control de incendios

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

#### 2.7.4. Monitoreo de sobrecalentamiento ala y fuselaje

Los compartimentos de equipos, de carga y de aire acondicionado se controlan con detectores de tipo termistor para una indicación de una condición de sobrecalentamiento.

Si la temperatura en estas zonas se eleva por encima de aproximadamente 124°C se envía una señal que genera un código que informa de la condición. El borde de ataque y cavidades de soporte del motor se controlan de la misma manera para advertir que se ha alcanzado una temperatura de aproximadamente 155 ° C.

### 2.7.5. Detección y extinción de humo en lavamanos

El peligro está siempre presente ya que algunos pasajeros desobedecen la norma de no fumar en el lavabo y poner en peligro el vuelo ha requerido que la parte del baño y lavamanos sean equipados con detectores de humo y extintores electrónicos.

En caso de un incendio, el extintor rocía el área debajo del lavabo y en el área de la bandeja de basura con un gas inerte que extingue el fuego.

Cuando se detecta humo, se enciende la luz del panel de control del detector de humo en el tocador Figura 26.

Si existe fuego, tapones eutécticas en la botella extintor se funden y el gas inerte se libera automáticamente. Hay una cinta térmica que indica la temperatura cerca del contenedor de basura que indica la temperatura más alta alcanzada en este lugar.

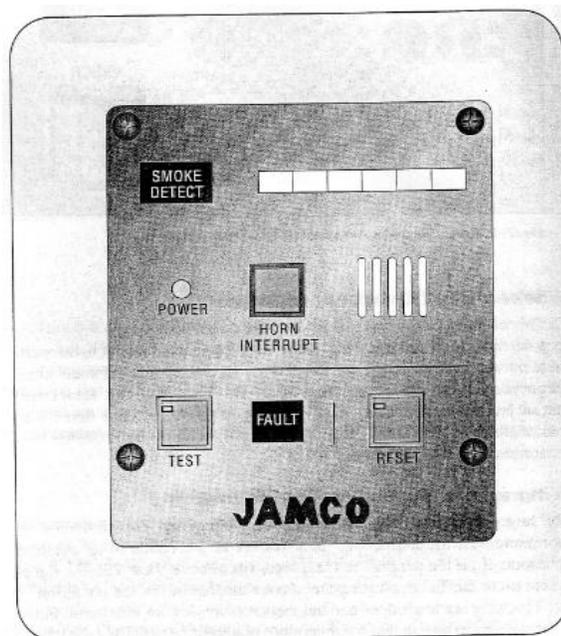


Figura 26. Panel de control del detector de humo para lavamanos

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

## **2.8. MANTENIMIENTO Y REPARACIONES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO**

Los elementos de detección utilizados en los sistemas de protección contra el sobrecalentamiento y fuego son dispositivos de precisión que requieren atención y cuidados especiales para su instalación y mantenimiento. El único mantenimiento requerido por un sistema de detección de incendios es reemplazar los sensores dañados y verificar que todo el cableado se apoya adecuadamente y en buenas condiciones.

Los sensores utilizados en los sistemas de tipo bucle continuo están particularmente sujetos a daños por un manejo descuidado durante el mantenimiento rutinario del motor.

Esto debe ser cuidadosamente revisado para las secciones abolladas, retorcidas o aplastadas ya que una avería de este tipo puede causar una advertencia falsa de incendio. Al sustituir los elementos sensores de bucle continuo, asegúrese de seguir las instrucciones del manual de mantenimiento de la aeronave.

Instalar los elementos como se muestra en el manual de mantenimiento y asegúrese de mantener el espacio requerido entre los elementos y la estructura de la aeronave.

La ubicación para todos los componentes de un sistema de detección de incendios han sido escogidos con especial cuidado por los ingenieros del fabricante de la aeronave, y todos los componentes deben ser mantenidas en la ubicación exacta especificada.

Estos detectores se accionan a diferentes temperaturas, y es muy importante utilizar sólo los detectores con el número de parte correcto al sustituir uno.

### **Algunos de los elementos específicos para inspeccionar son:**

1. Compruebe la abrasión del bucle causado por los elementos de roce en el carenado, accesorios o elementos estructurales.
2. Asegúrese de que no queden segmentos de alambre de frenado o pedazos de metal que podría producir un cortocircuito de un detector.

3. Asegúrese de que no hay arandelas de goma en las abrazaderas de montaje tienen una indicación de daño a partir de aceite o sobrecalentamiento, y asegúrese de que todos los ojales están instalados correctamente. La ranura en la arandela debe mirar hacia el exterior de la curva más cercana para evitar que el elemento de rozaduras en la abrazadera. Véase la Figura 27.
4. Compruebe tuercas sueltas o alambre de seguridad roto en los extremos de los elementos de detección. Siga las instrucciones del fabricante con respecto al torque y los tipos de arandelas que se van a utilizar. Véase la Figura 28.
5. Al reemplazar un sensor termopar, asegúrese de que los cables están conectados al terminal adecuado del sensor. Los dos elementos del termopar están hechos de diferentes metales por lo que es importante que sean conectados correctamente.

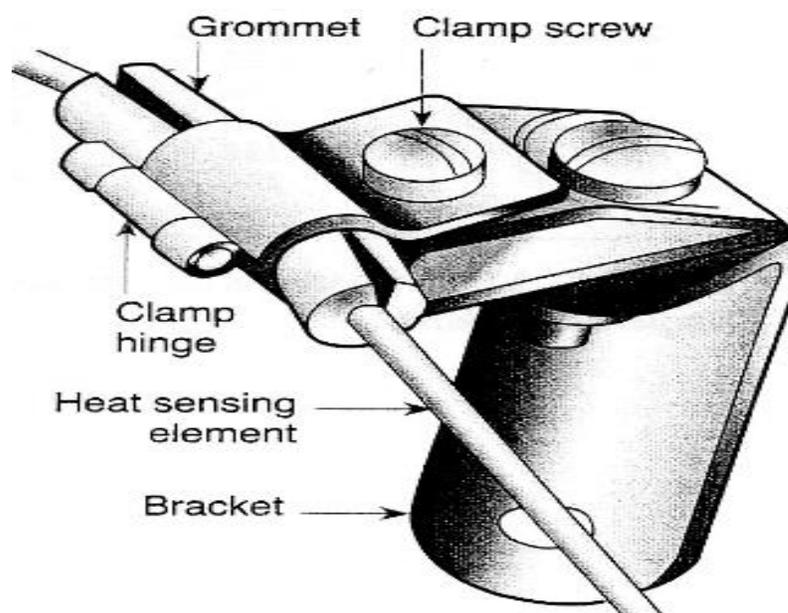


Figura 27. Abrazadera de circuito detector de incendios típico

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

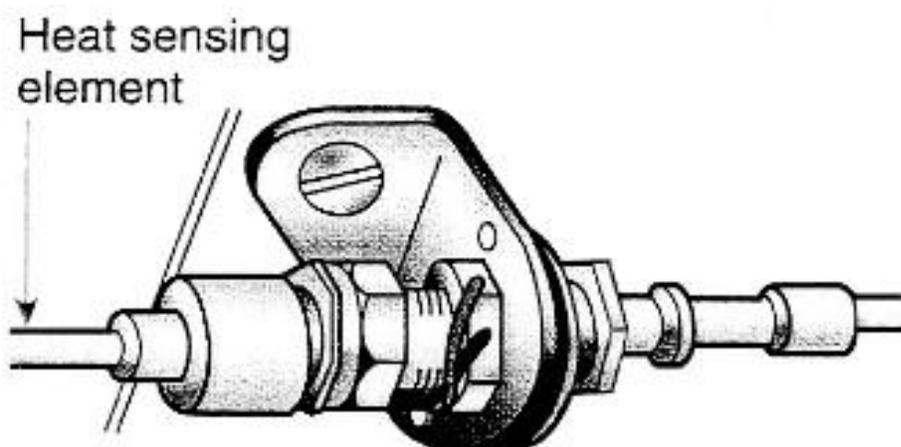


Figura 28. Fijación correcta de un bucle detector de fuego a la estructura de la aeronave

Fuente: Aviation Maintenance technician series Airframe, Vol 2: Systems

## 2.9. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE FUEGO

Las botellas de agente de extinción de incendios deben mantenerse completamente cargadas.

La mayoría de estas botellas tienen medidores montados directamente sobre ellos. La presión del agente varía con la temperatura, cuando la presión sea mayor se puede hacer una corrección. Si la presión cae fuera del rango permitido, el contenedor debe ser eliminado y reemplazado con uno que está bien cargada.

Los cartuchos de descarga para un contenedor HRD son componentes con vida limitada, y la fecha de sustitución se mide a partir de la fecha impresa en el cartucho.

Los cartuchos de descarga de extintores de fuego no son normalmente intercambiables entre las válvulas. La distancia del punto de contacto sobresale del cartucho puede variar de un cartucho a otro, y se debe tener cuidado si un cartucho se retira de la válvula de descarga que el cartucho correcto se vuelve a instalar en la válvula. Si se utiliza un cartucho intercambiado, hay una posibilidad de que no habrá continuidad eléctrica.

Es de suma importancia comprobar las conexiones eléctricas al extintor, utilizar las recomendaciones del fabricante. Asegúrese de que la corriente utilizada para probar el cableado es menor que la requerida para detonar la carga explosiva.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### REHABILITACIÓN DEL SISTEMA FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.

##### 3.1. PRELIMINARES

El FIRE PROTECTION del APU es un sistema encargado de la protección contra fuego en el compartimento de la unidad de potencia auxiliar del avión, este sistema está compuesto por termoswitchs que detectan la presencia de fuego o sobrecalentamiento del APU y emiten una señal eléctrica hacia el panel de control donde se activan los avisos o señales de emergencia por presencia de fuego en el APU, estos avisos se manifiestan de forma visual mediante una luz roja en el panel que indica fuego, también mediante un fuerte sonido que emite la bocina de alarma que se encuentra junto al panel de control en la cabina del avión para desde ahí ser controlado mediante un switch de corte de fuego que emite una señal hacia la botella con agente extintor para que este sea liberado y extinga el fuego en el menor tiempo posible.

Antes de empezar esta rehabilitación se realizó un chequeo minucioso para determinar las condiciones en que se encuentra el sistema de protección de fuego del avión Fairchild.

Mediante este chequeo se logró determinar que es factible y muy necesaria la rehabilitación del sistema de protección de fuego del avión, un sistema de vital importancia, el mismo que una vez ya rehabilitado servirá para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en las aulas.

Para empezar con la presente rehabilitación por seguridad se verificó que el avión no se encuentre conectado a una fuente de corriente externa y se encuentre desenergizado, también se desconectó los circuit break del avión.

Se empezó desmontando el panel de acceso a la barra bus de emergencia, aquí se observó la presencia de corrosión y conexiones eléctricas sulfatadas por la falta de mantenimiento, se realizó la limpieza y mantenimiento correspondiente desconectando los cables de poder y las conexiones principalmente del panel de circuit break del sistema de protección de fuego del APU.

Luego se desmontó el panel de circuit break para realizar la limpieza y mantenimiento, aquí se observó que este panel no se encuentra completo, le faltaban algunos circuit break que luego se colocaron para que este panel esté completo. Realizada la limpieza y mantenimiento se procedió a conectar el nuevo cableado que proviene de la barra bus hacia el panel de circuit break y de aquí hacia el panel principal de protección de fuego del APU que se encuentra en la cabina del piloto, también este cableado es conectado con un switch de tres posiciones que se instaló al costado derecho de la cabina junto al copiloto.

Este switch de tres posiciones es quien accionará al sistema para que funcione de la siguiente manera:

Al accionar el switch hacia arriba permite realizar un test del sistema, con la posición en el centro se apaga y cuando se coloca en la posición hacia abajo va a simular la presencia de fuego en el sistema, activando así los avisos que se manifiestan de manera auditiva y visual; auditiva mediante una bocina que emite un sonido de alarma en la cabina y visual mediante una luz de color roja que se enciende en el panel del APU.

Luego se retiró el panel de control del APU para verificar el estado de los componentes y realizar la limpieza y mantenimiento del mismo, aquí se colocó la bocina de alarma que le faltaba al sistema así también un botón tipo pulsador para silenciar la bocina y se reemplazó el bombillo de color rojo del panel del APU para garantizar su funcionamiento.

Luego de conectar el cableado nuevo desde la barra bus hacia los circuit break, el switch de tres posiciones y el panel del APU se colocó en el cableado la identificación de cada uno y hacia donde se conecta para así facilitar la

detección de una futura avería que podría tener por algún problema eléctrico, también se colocó la identificación de cada componente del sistema.

Luego de realizar la limpieza, mantenimiento y conexiones de los circuit break, el switch de tres posiciones y el panel del APU, se procedió a instalar los paneles que fueron retirados, posterior a esto se realizó los chequeos de funcionamiento del sistema, se verificó que el sistema funcione correctamente y se realiza una guía de operación y mantenimiento de este sistema con las debidas recomendaciones de seguridad al mantenimiento de utilizarlo. Y así el sistema de protección de fuego del APU fue rehabilitado.

### **3.2. SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL AVIÓN FAIRCHILD**

La protección contra incendios se compone de un sistema de detección y extinción de fuego en los motores y APU, y extintores portátiles ubicados dentro de la cabina. El sistema de detección y extinción de fuego se proporciona por separado para cada motor y la unidad de potencia auxiliar.

Los extintores portátiles se encuentran ubicados en diferentes partes del avión. Con la excepción de los aviones ligeros que llevan un extintor portátil y tanto en la cabina como los compartimentos de carga están provistos de un dispositivo de detección de humo. El sistema detectará humo o gas que tiene un valor de transmisión de luz de 60% a 80% de la de aire puro.

### **3.3. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS DEL APU**

El sistema de detección de fuego del APU del avión Fairchild consta de termo interruptores de detección, una luz de aviso, una bocina de alarma y un interruptor de prueba. En el caso de un incendio, la APU se apagará automáticamente, una bocina de alarma a lado del panel de protección de fuego del APU sonará y la luz de advertencia será iluminada en el panel del APU.

El sistema funciona con 28 voltios DC provenientes de la barra bus de emergencia.

El sistema de detección es de accionamiento eléctrico que detecta la presencia de fuego en el compartimiento del APU.

### **3.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO DEL APU.**

#### **3.4.1. Interruptor de detección.**

Mediante dos termointerruptores, uno ubicado sobre la caja de reducción y uno por debajo de la turbina, proporcionan la detección de incendios del APU. Una condición de sobrecalentamiento en los compartimientos, hace que uno o dos de los termo interruptores se cierren, proporcionando una señal hacia el panel de protección de fuego del APU.

#### **3.4.2. Luz de advertencia.**

Una luz de advertencia de detección de fuego en el panel de protección de fuego del APU en la cabina del avión, sirven como advertencia de incendio en el compartimiento. La luz es energizada desde la barra bus de emergencia.

#### **3.4.3. Bocina de advertencia.**

La bocina de alarma está instalada junto al panel de protección de fuego del APU. La bocina proporciona una indicación audible de incendio en el compartimiento, esta es energizada desde la barra bus de emergencia a través del panel de protección de fuego del APU.

#### **3.4.4. Interruptor de prueba.**

Un interruptor de prueba del sistema de protección de fuego se encuentra junto a la luz de aviso en el panel de protección de fuego del APU, se realiza un test o prueba para comprobar el funcionamiento del sistema. El interruptor simula una condición de incendio en el compartimiento, haciendo que las luces de detección se iluminen y la bocina de alarma suene.

### **3.5. PROTECCIÓN DE FUEGO DEL APU**

#### **3.5.1. EXTINCIÓN**

La protección contra incendios del APU es proporcionada por un sistema extintor, usando como agente extintor el Bromocloro metano.

El sistema consiste en un cilindro de almacenamiento de agente extintor, que tiene incorporada una válvula de seguridad y un manómetro, dos interruptores de control, cañerías de conexión y distribución para cubrir el compartimento del APU.

El bromoclorometano puede ser perjudicial, se recomienda no tocar el líquido o inhalar sus vapores.

El interruptor de extinción de fuego del APU se encuentra en el panel de protección de fuego del APU ubicado en la parte superior central de la cabina del avión.

El sistema funciona con 28 voltios de corriente continua desde la barra bus de emergencia. El sistema de extinción de fuego del APU consiste en un cilindro de accionamiento eléctrico controlado desde el panel de protección de fuego del APU. Una línea de distribución proporciona la cantidad suficiente de agente extintor para cubrir el compartimento del APU en el caso de existir fuego.

#### **3.5.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL APU.**

##### **3.5.2.1. Cilindro extintor y manómetro.**

Un cilindro de acero que contiene Bromocloro metano, se llena con 25 libras de líquido extintor y se carga con nitrógeno a 600 psi. Una válvula de seguridad por sobrecalentamiento y un medidor de presión están instalados en el cilindro para evitar la expansión térmica excesiva dentro del cilindro y para proporcionar una indicación visual de la presión que contiene el cilindro con agente extintor. El medidor también incluye una escala de temperatura en grados Fahrenheit. Cuando la botella está correctamente cargada, el puntero indicará la presión de

la botella interna y una temperatura del aire ambiente igual o superior a la temperatura del aire circundante. Una lectura de temperatura inferior a la ambiente indica una botella defectuosa o descargada. El acceso al cilindro se obtiene a través del tren de aterrizaje derecho.

### **3.5.2.2. Panel de control.**

El interruptor de extinción de fuego del APU se encuentra en el panel de protección de fuego del APU ubicado en la parte superior central del compartimiento de la tripulación. El switch es energizado desde la barra bus de emergencia a la botella extintora. El accionamiento del interruptor para descargar la botella con el agente extintor en la APU también se apaga automáticamente la operación del APU.

## **3.6. LIMPIEZA DE COMPONENTES DEL SISTEMA**

### **3.6.1. Limpieza de la barra bus de corriente continua.**

Se analizó en forma general todo lo que se va a necesitar para rehabilitar el sistema de protección de fuego del APU, tomando en cuenta las herramientas, materiales de limpieza y mantenimiento para realizar el trabajo de la forma adecuada.

Se debe asegurar que el avión no se encuentre conectado a la fuente de corriente externa y no esté energizado, a continuación se procedió a realizar la limpieza de todos los componentes del sistema de protección de fuego del APU.

Utilizando la herramienta correcta se realizó el desmontaje de todas las partes que se va a limpiar, se utiliza un desarmador tipo estrella para desmontar el panel de acceso hacia la barra bus de corriente continua para realizar la respectiva limpieza, una vez retirado este panel se puede apreciar la presencia de polvo y las conexiones con manchas blancas producto de la sulfatación por falta de mantenimiento y limpieza.



Figura 29. Panel de acceso a la barra bus de emergencia

Para realizar la limpieza en las conexiones de la barra bus de emergencia primeramente se desconectó el cable de corriente que alimenta a la barra bus así como también las otras conexiones de los demás sistemas que son alimentados por esta barra de corriente continua, entre estos el sistema de protección de fuego.

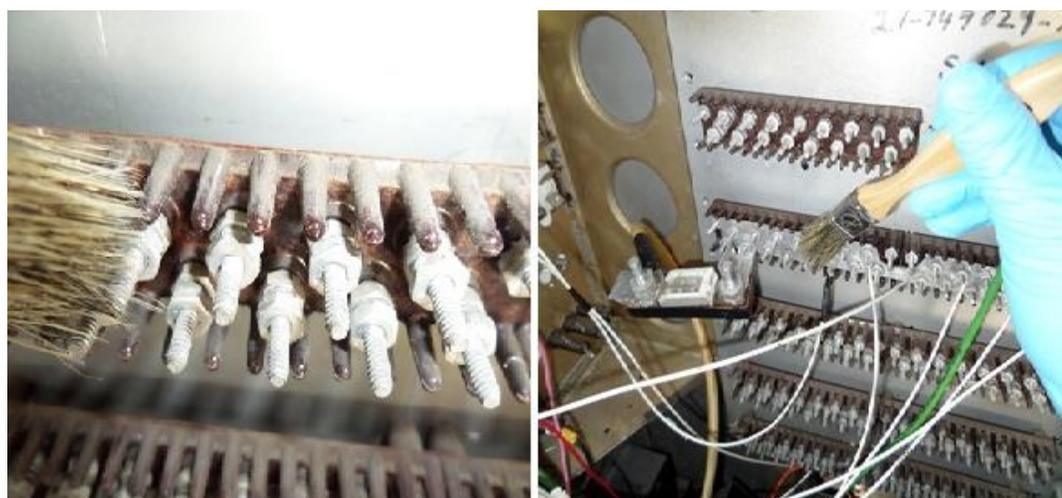


Figura 30. Limpieza de las barra bus de emergencia

Utilizando una brocha se retiró el exceso de polvo que se encuentra en la barra de bus de emergencia, y en los puntos de conexión, luego de retirar el exceso de polvo, se concluye la limpieza utilizando electronic cleaner, un líquido adecuado para la limpieza de circuitos conexiones eléctricas.



Figura 31. Limpieza con electronic cleaner

### 3.6.2. Limpieza del panel de circuit break

Una vez concluida la limpieza de la barra bus y sus conexiones, se realizó el desmontaje del panel de circuit break del sistema de protección de fuego, para realizar la limpieza y mantenimiento del mismo, para esto primeramente se desconectó el cableado que va conectado desde la barra bus. Este panel se encuentra incompleto, observando que le falta un circuit break de extinción de fuego, posterior a su limpieza se colocará este circuit break faltante para tener el panel completo, de igual forma se realizó la limpieza retirando el exceso de polvo y utilizando el líquido de limpieza de contactos, electronic cleaner.

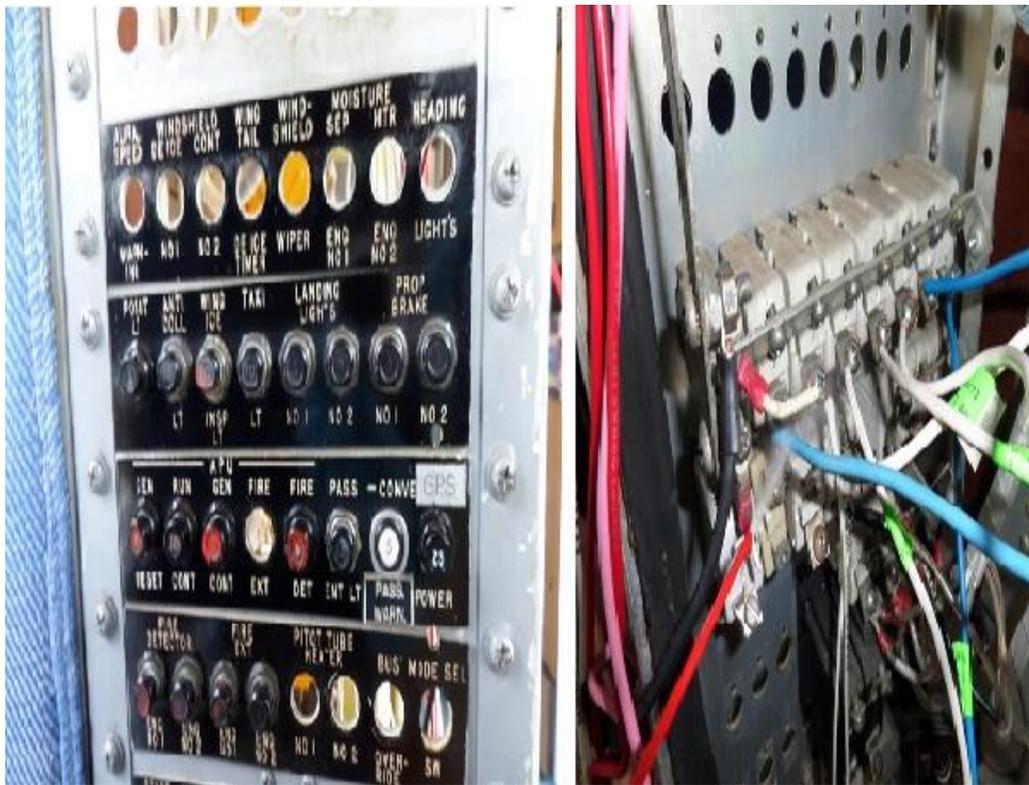


Figura 32. Limpieza de los circuit break

Una vez concluida la limpieza, se detecta dos circuit break defectuosos, los mismos que fueron reemplazados por unos circuit break en buen estado.

### 3.6.3. Limpieza del panel de la APU.

De igual forma utilizando las herramientas correctas se procedió a desmontar el panel de protección de fuego del APU, en este caso se utilizó un desarmador estrella para retirar los tornillos que sujetan el panel.



Figura 33. Panel de la APU

Luego de desmontar el panel se puede observar que dentro del panel hay presencia de pequeños puntos de corrosión y polvo, para esto utilizó una brocha pequeña para retirar el exceso de polvo entre las conexiones, luego con las debidas precauciones se procede a limpiar con un líquido para limpieza de contactos electronic cleaner ya que en este panel está compuesto de instrumentos, interruptores, luces y otras terminaciones eléctricas de este panel.



Figura 34. Limpieza del panel del APU

Luego de esto se procedió a un chequeo de los componentes, cableado y demás partes de este panel para posterior realizar el cambio o ajuste según lo requiera.



Figura 35. Limpieza de conexiones del panel del APU

Después de realizar el desmontaje, limpieza y chequeo del panel, se procedió a chequear la bocina de alarma que es parte del sistema y se encuentra junto al panel de la APU.

Aquí se pudo observar que este sistema está incompleto ya que no se encontró la bocina y el botón tipo pulsador que es utilizado para silenciar la alarma de fuego, para esto se logró conseguir una bocina muy similar a la original para instalarlo posteriormente al igual que el botón tipo pulsador.



Figura 36. Bocina de alarma

El bombillo de luz de advertencia que se encuentra en el panel estaba en mal estado, el mismo que fue reemplazado para su asegurar el funcionamiento.



Figura 37. Bombillo del panel del APU

#### **3.6.4. Limpieza de la APU.**

El APU del avión Fairchild se encuentra en la parte posterior del motor en el ala derecha, de igual forma se realizó una limpieza para preservarlo ya que no se encuentra en funcionamiento, parte importante de la APU es el sistema de protección de fuego el mismo que se va a rehabilitar, para esto primeramente se procedió a retirar el cono de protección del APU, se pudo apreciar que en su parte exterior se encuentra mucho polvo y partes con oxido, además que todas sus conexiones eléctricas no están en buenas condiciones.



Figura 38. APU del avión Fairchild

El sistema de protección de fuego que básicamente está compuesto por una botella con agente extintor, la cañería, los orificios de descarga del agente extintor y los termointerruptores, todo el sistema requirió una rigurosa limpieza y mantenimiento.



Figura 39. APU del avión Fairchild en malas condiciones

Un cilindro de acero que contiene Bromoclorometano. El cilindro se llena con 25 libras de agente extintor y se carga con nitrógeno a 600 psi. La botella es de color ámbar.

Para llegar hacia la botella con agente extintor del sistema de protección de fuego del APU se tiene acceso por la parte interior del tren de aterrizaje principal derecho.



Figura 40. Acceso al cilindro con agente extintor

Los cables de accionamiento de la botella, fueron desconectados para una mejor limpieza y mantenimiento para comprobar su estado.

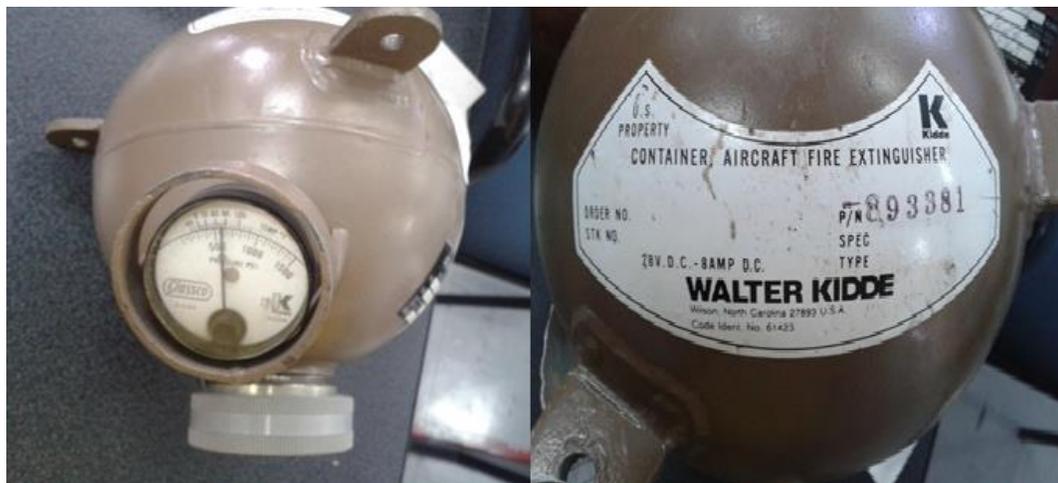


Figura 41. Cilindro con agente extintor del APU

Las conexiones eléctricas y el cableado desde el panel y la botella son limpiadas cuidadosamente y de igual forma observando alguna anomalía para posterior darle una solución.

Las cañerías que salen desde la botella hacia los orificios de descarga en la parte superior del APU, los termointerruptores están ubicados uno debajo de la caja de reducción del APU y el otro encima de la turbina del APU.



Figura 42. Cilindro y cañerías de extinción

Se realizó la limpieza de las boquillas de descarga del agente extintor, así también del conjunto de cañerías y termointerruptores verificando que estos se encuentren en buen estado.

De igual forma se revisó las conexiones de la cañería donde se observa que se encuentran en malas condiciones y con mucho óxido.



Figura 43. Conexión de cañerías en mal estado

Para limpiar estas partes se desconectó la cañería y luego utilizando aceite de preservación WD 40 y wype se realizó la limpieza para su posterior conexión.



Figura 44. Cañería de extinción

Como se aprecia en las imágenes el cambio luego de realizada la limpieza de estos elementos.



Figura 45. Limpieza de conexión de cañerías



Figura 46. Limpieza del cilindro extintor

Dos termos interruptores básicamente son los que detectan la presencia de fuego en el compartimiento del APU y emiten una señal eléctrica hacia el panel de protección de fuego del APU en la cabina de mando, estos se encuentran en malas condiciones, requieren una limpieza y cambio de sus conexiones.

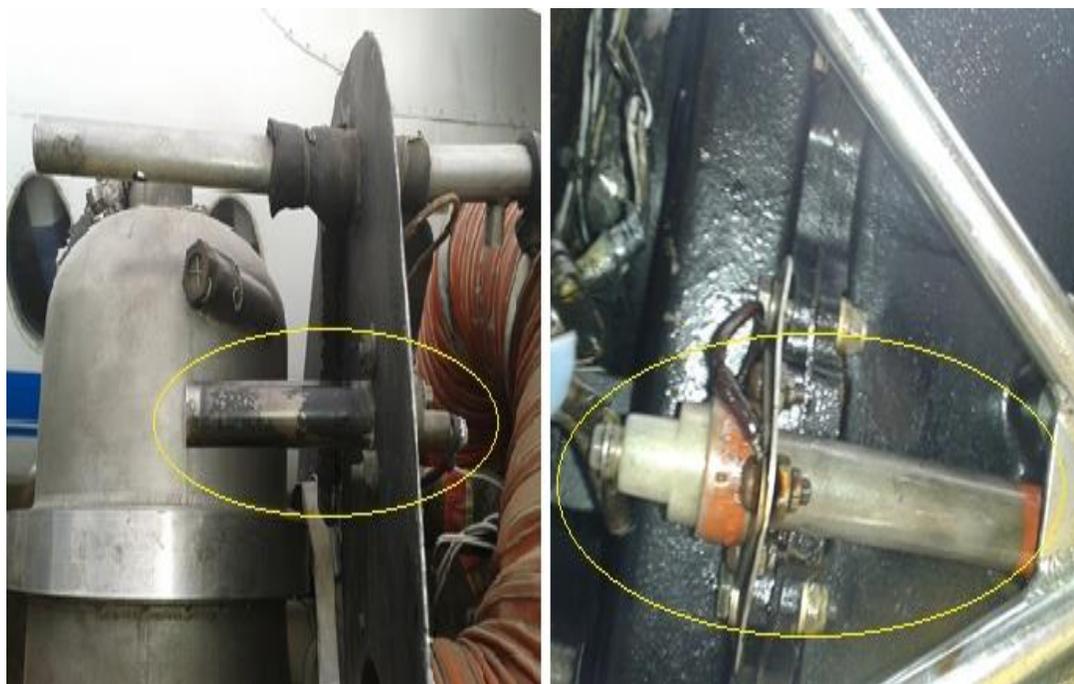


Figura 47. Termos interruptores

Se realizó la limpieza de los termos interruptores con electronic cleaner, y wype, se desconectó el cableado, se cambió las conexiones a tierra las cuales se encuentran en malas condiciones y se colocó nuevas, las mismas que fueron ajustadas y se verificó alguna novedad luego de su limpieza.

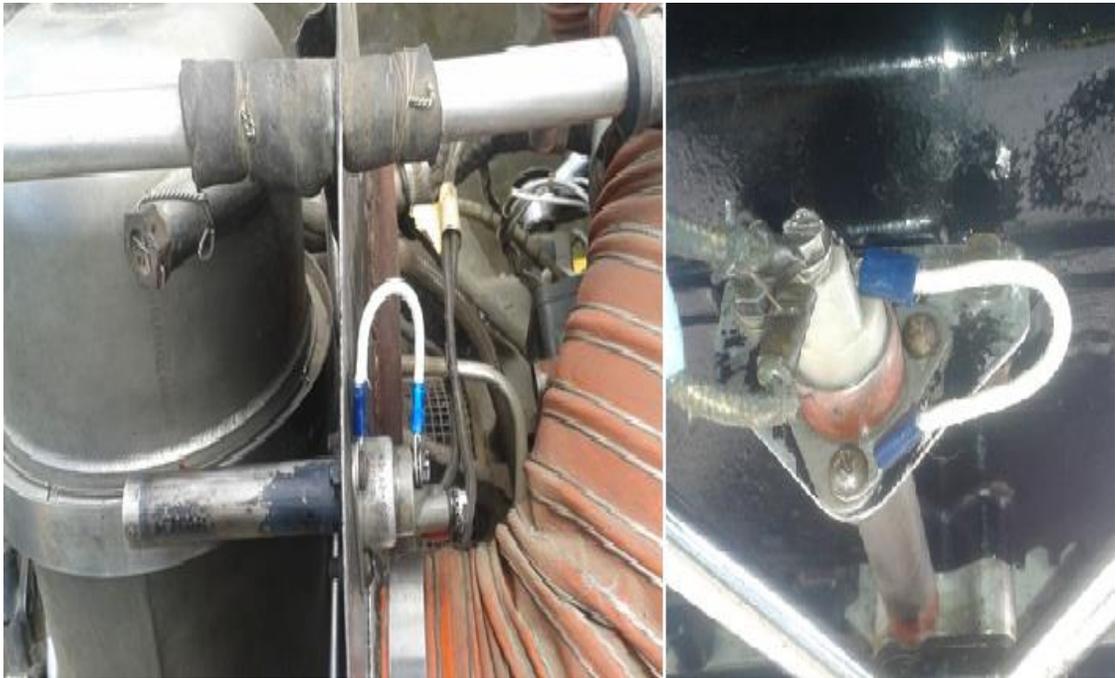


Figura 48. Limpieza de termointerruptores

### **3.7. CAMBIO DE TODOS LOS COMPONENTES DEFECTUOSOS.**

Luego de haber terminado la limpieza de los componentes del sistema de protección de fuego del APU y la parte exterior del APU, se procedió a cambiar los componentes que se encuentran en mal estado, así como también el cableado y algunos interruptores del sistema.

Se empezó conectando el cableado desde la barra bus de emergencia hacia el resto del sistema. Es así como se conectó el cable número 20 desde la barra bus de emergencia hacia el panel de los circuit break del APU. Se ajustaron los tornillos donde van conectados los cable utilizando un destornillador estrella. Cabe mencionar que se colocó los circuit breaks faltantes.

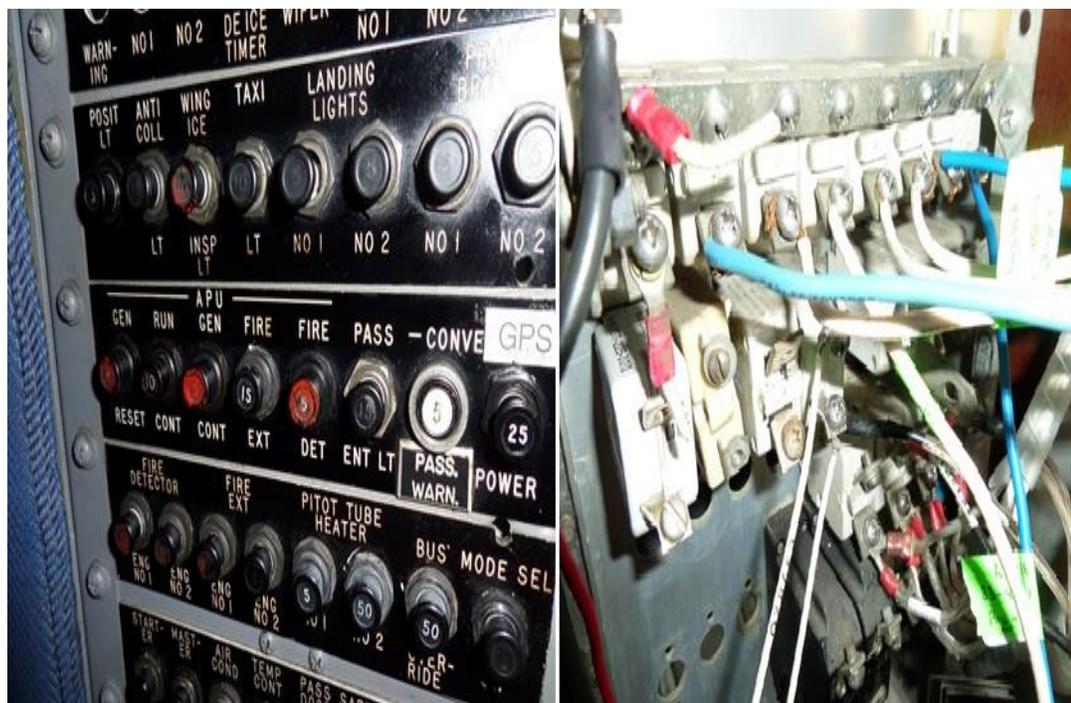


Figura 49. Panel de circuit break completo

De igual forma se coloca el cableado desde los circuit break hacia el switch de tres posiciones para posterior tener dos salidas desde este switch hacia el panel de control del APU, mediante este cableado que sale desde este switch se va a energizar el panel para que pueda cumplir con las funciones de simulación de fuego en el sistema y corte de fuego, como también la función de test del sistema de protección de fuego del APU, el cable que se utilizó para esta conexión es el cable número 20.

### 3.7.1. Instalación de un switch de tres posiciones.

Para hacerlo más didáctico y tener mejor entendimiento se colocó un switch de tres posiciones en la parte lateral al lado derecho del asiento del copiloto, esto se instaló retirando los paneles laterales inferiores a lado del copiloto, este switch sirve para realizar funciones muy importantes como es el test y simular la presencia de fuego en el sistema.

Se conectó el cable número 20 desde el switch de 3 posiciones hacia el panel de control del APU, este cable fue asegurado en las terminales de conexión tanto del switch como en la terminal de conexión de los componentes del panel de control del APU con sus respectivos tornillos de sujeción, así también se realizó el aislamiento con cinta aislante en las terminales conectadas.



Figura 50. Instalación del switch de tres posiciones

En la posición de hacia arriba es utilizado para simular fuego en el compartimiento del APU, la posición central no energiza se encuentra en off y por último la posición hacia abajo del switch será para energizar el sistema de test del panel y mediante esto realizar las funciones del sistema.

Se colocó la respectiva identificación en el switch de tres posiciones para visualizar con facilidad cuáles son sus respectivas funciones.

También se colocó la identificación en los cables que conectan desde el panel de circuit breaks hacia este switch y de aquí hacia el panel con sus respectivas funciones como es el test del sistema y la simulación de fuego.



Figura 51. Conexión del cableado a switch de tres posiciones.

### 3.7.2. Cambio de componentes defectuosos en el panel de la APU.

En el panel se tuvo que reemplazar el switch de test que se encontró en mal estado, este switch es de dos posiciones.

Una vez ya colocados los interruptores en el panel se conectó el cableado desde el switch de tres posiciones, asegurando las conexiones y utilizando un desarmador estrella.

Se procedió a conectar también el cableado hacia el botón pulsador y la bocina de alarma, como se mencionó anteriormente estos últimos fueron adaptados ya que no se encontraron los componentes originales, presuntamente fue extraído anteriormente. De igual forma se coloca su respectiva identificación en la bocina y el botón tipo pulsador que sirve para silenciar el sonido de la alarma cuando está en emergencia por presencia de fuego en el sistema.



Figura 52. Instalación de bocina y botón de mute

Una vez terminada la instalación de cableado y el cambio de componentes que estaban en mal estado e inoperativos, se realiza nuevamente un chequeo minucioso para asegurarse que todo se encuentre bien instalado y conectado para no tener contratiempos al momento que se vaya a energizar el sistema.

### **3.8. INSTALACIÓN DE COMPUERTAS Y PANELES DEL SISTEMA.**

#### **3.8.1. Instalación de compuertas de seguridad de la barra bus.**

Luego de realizar una rápida inspección de todo el sistema, cableado y conexiones se procedió a colocar las compuertas de acceso a la barra bus de emergencia, utilizando un desarmador plano.

Posteriormente se colocó el panel de control del APU en su lugar utilizando un desarmador estrella se sujeta con sus respectivos tornillos para que quede firme.



Figura 53. Instalación de paneles

### 3.8.2. Instalación del cono de protección del APU

Antes de colocar el cono que protección del APU se coloca adhesivos de identificación en las partes más importantes del sistema de protección del fuego del APU, es así como se colocó la identificación en la botella con agente extintor, la cañería que va desde la botella con agente extintor y pasa hasta a lo largo del APU por la parte superior.

La cañería termina en dos agujeros que sirven como orificios de descarga del agente extintor, uno de estos orificios dirige su descarga hacia la parte interna por arriba de la turbina del APU, mientras que su otro orificio dirige la descarga hacia la tobera del APU. También se colocó la respectiva identificación de los termointerruptores.



Figura 54. Señalización de componentes



Figura 55. APU del avión Fairchild

Ya terminado de colocar las respectivas identificaciones en el sistema se procede a colocar el cono de protección del APU.

### 3.9. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

#### 3.9.1. Funcionamiento de la barra bus y panel de circuit break.

Realizada la limpieza, cambio de componentes en mal estado e instalación de los mismos se procedió a realizar el chequeo funcional del sistema.



Figura 56. Conexión de planta externa

Para esto primeramente se energizó el sistema mediante una fuente de corriente externa que se conecta al avión, la salida de corriente de esta fuente externa es de 28 V DC que es la requerida para el funcionamiento del sistema.

Una vez conectada la fuente externa al avión mediante un interruptor se acciona el paso de corriente, esta corriente llega a la barra bus de emergencia, de aquí mediante sus conexiones se energizan todos los sistemas del avión.

Ya energizada la barra bus se debió dirigir al panel de circuit break del APU, estos por seguridad estuvieron abiertos lo cual no permitió el paso de corriente al sistema.



Figura 57. Panel de circuit break abierto y cerrado

Para seguir con el chequeo funcional se cerró y se colocó en la posición cerrada todos los circuit break de este panel permitiendo así el paso de corriente al sistema.

### 3.9.2. Prueba de funcionamiento del switch de tres posiciones.

Ya colocados los circuit break se pudo chequear el funcionamiento del switch de 3 posiciones que se colocó al lado derecho del asiento del copiloto, este switch está claramente identificado con una pequeña placa sus tres funciones: FIRE/FUEGO, OFF, TEST.



Figura 58. Switch de tres posiciones

Este switch energiza directamente al panel del APU en la cabina del avión, el panel de control del APU consta de los siguientes componentes: una luz de color roja que se ilumina cuando existe presencia de fuego en el compartimiento del APU, también esta se debe encender al momento que se realiza el test de funcionamiento del sistema.

El switch de corte de fuego, al ser accionado este emite un impulso eléctrico hacia a la botella para que libere el agente extintor y apague el fuego.

Mediante este switch de test, se realiza la comprobación del funcionamiento del sistema en la cabina, aquí pues se comprueba que la luz de emergencia se ilumine, la bocina de alarma funcione así también su botón silenciador.



Figura 59. Luz de emergencia, switch del TEST y EXT.

### 3.9.2.1. Funcionamiento del switch en la posición FIRE/FUEGO

Accionando el switch en la posición hacia arriba que indica FIRE/FUEGO, al colocar el switch en esta posición se va a tener una simulación de fuego en el compartimiento del APU logrando así la activación de las señales de aviso tanto sonoras como visuales en el panel de control del APU, se enciende la luz roja de emergencia, también la bocina emite un fuerte sonido de alarma el cual se puede silenciar mediante un botón pulsador ubicado junto a la bocina a un costado del panel del APU.

La luz roja que se enciende por existencia de fuego en la APU no se apagará sino hasta que el fuego haya sido extinguido, para extinguir el fuego se acciona un switch ubicado en el panel de la APU, que está cubierto por un capuchón de seguridad de color rojo e identificado con las letras de FIRE EXT.

Para accionar el switch de extinción de fuego se levanta el capuchón de seguridad y se procede a activar la descarga del agente extintor que se

encuentran en la botella, luego de ser extinguido el fuego del APU se apagará la luz de emergencia y también la bocina de alarma dejara de sonar.



Figura 60. Luz de emergencia encendida

Esta simulación de fuego del APU es lo más parecido a una emergencia de fuego real que se da en el compartimiento del APU que mediante sus detectores emiten señales eléctricas hacia el panel del APU en la cabina de mando.

Luego de realizar el chequeo de funcionamiento de la simulación de fuego del APU se coloca el switch en la posición OFF.

### 3.9.2.2. Funcionamiento del switch en la posición TEST.

Se debió realizar el chequeo de funcionamiento de TEST, esto se realiza accionando el switch a la posición señalada como TEST. Colocando el switch en TEST se va a energizar el panel del APU, para realizar el test de funcionamiento del sistema de protección de fuego del APU se acciona el switch del panel del APU que indica TEST, una vez accionado el switch se

mantiene así durante unos segundos para comprobar el funcionamiento de la luz de emergencia en el panel, la bocina de alarma y el pulsador silenciador. Una vez verificado el funcionamiento se suelta el switch de test que vuelve a su posición normal.



Figura 61. Test del sistema de protección de fuego del APU

Ya realizado el test se colocó el switch de tres posiciones en OFF para que el panel quede desenergizado y con esto se termina el chequeo de funcionamiento, el mismo que no presenta ninguna novedad, posterior a este primer chequeo se realizan varios chequeos de funcionamiento más para estar seguro que el sistema funciona correctamente por lo tanto se concluye que el sistema de protección de fuego del APU esta rehabilitado y listo para su uso como un medio de enseñanza practico.

### 3.10. Manual de operación

UGT-ESPE	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág. 1 de 1
	<p>SISTEMA DE FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.</p>	Código:
		Revisado N° :1
	Elaborado por: Cbos: Puetate Espinoza Edmundo S.	
Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista		
<p><b>OBJETIVO.</b></p> <p>Este manual tiene como objetivo proporcionar una guía para realizar <b>LA OPERACIÓN</b> del <b>SISTEMA DE FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.</b></p> <p><b>ALCANCE.</b></p> <p>Tiene como alcance todos los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías.</p> <p><b>PROCEDIMIENTOS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL APU</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conecte el cable de salida de corriente de la fuente externa.</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Verifique que el indicador de la fuente externa marque 28 voltios.</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Accione el interruptor de paso de corriente para energizar el avión.</li> </ol>		

**PARA SIMULAR FUEGO EN EL COMPARTIMIENTO DEL APU.**

1. Verifique que los circuit break se encuentren cerrados (todos adentro).



2. Coloque el switch de 3 posiciones en FIRE/FUEGO.



3. Se simulará fuego en la APU, lo cual activará las señales de emergencia: audibles y luminosas.
4. Si el sonido es muy intenso se puede silenciar presionando el botón MUTE.



5. La luz no se apagará mientras el fuego se haya extinguido, por lo tanto: para simular la extinción de fuego, en el panel del APU se levanta el capuchón rojo de FIRE EXT y se acciona el switch.



6. Luego de simular el corte o extinción de fuego se coloca el switch de tres posiciones en OFF.



### PARA REALIZAR EL TEST DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL APU.

1. Verifique que los circuit break se encuentren cerrados (todos adentro).



2. Coloque el switch de 3 posiciones en TEST.



3. En el panel de la APU accione el switch de test y sin soltarlo se verifica el funcionamiento.
4. Una vez realizado el test suelte el switch.



5. Colocar el switch de 3 posiciones en OFF.



**NOTA:** Posterior a la operación del sistema de protección de fuego del APU del avión Fairchild revisar que los circuit break se encuentren abiertos y los switch tanto del panel del APU como el switch de tres posiciones se encuentren en OFF.

### 3.11. Manual de Mantenimiento

UGT-ESPE	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>	Pág. 1 de 1
	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.	Código:
		Revisado N° :1
	Elaborado por: Cbos: Puetate Espinoza Edmundo S.	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	
<p><b>OBJETIVO.</b></p> <p>Este manual tiene como objetivo garantizar un óptimo desempeño así como también prolongar su funcionamiento tanto de sus componentes como del <b>SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.</b></p> <p><b>ALCANCE.</b></p> <p>Para todos estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías.</p> <p><b>HERRAMIENTAS NECESARIAS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarmadores (PLANO Y ESTRELLA)</li> <li>• Multímetro</li> <li>• Pinza</li> </ul> <p><b>MATERIALES.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Franela o wype</li> <li>• Brocha pequeña</li> <li>• Electronic cleaner</li> <li>• Aceite de preservación WD 40</li> </ul> <p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.</b></p> <p><b>MANTENIMIENTO TRIMESTRAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realice la limpieza de conexiones eléctricas</li> </ol>		

2. Revise que las conexiones eléctricas se encuentren fijas
3. Limpie las partes metálicas con aceite WD-40 (barra bus, paneles y parte externa del APU)
4. Revise el funcionamiento de switches

#### **MANTENIMIENTO SEMESTRAL**

1. Realice el mantenimiento trimestral
2. Revise la condición de fusibles del panel de circuit brake del sistema de fire protection del APU
3. Revise la condición de la luz indicadora de fuego en el panel del APU
4. Revise el funcionamiento de la bocina y swith pulsador
5. Chequee el funcionamiento del switch de 3 posiciones
6. Realice la limpieza del cilindro extintor y cañerías

#### **MANTENIMIENTO ANUAL**

1. Realice el mantenimiento semestral
2. Chequee la continuidad de la barra bus
3. Chequee la continuidad del cableado del sistema de protección de fuego del APU
4. Lubrique las partes metálicas del sistema con WD-40 para evitar la corrosión

### 3.12. Manual de seguridad

UGT-ESPE	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	Pág. 1 de 1
	MANUAL DE SEGURIDAD PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.	Código:
		Revisado N° :1
	Elaborado por: Cbos: Puetate Espinoza Edmundo S.	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	
<p><b>OBJETIVO.</b></p> <p>Este manual tiene como objetivo garantizar la seguridad de los estudiantes que de una u otra forma van a estar relacionados con la manipulación del <b>SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.</b></p> <p><b>ALCANCE.</b></p> <p>Para todos estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías.</p> <p><b>MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA OPERAR EL SISTEMA DE FIRE PROTECTION DEL APU DEL AVIÓN FAIRCHILD.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es importante utilizar overol, guantes y zapatos de seguridad para evitar el contacto con la corriente</li> <li>2. Conecte la fuente externa antes de accionar el paso de corriente hacia el avión</li> <li>3. No manipule la barra bus de emergencia mientras el avión esta energizado</li> <li>4. No manipule las conexiones eléctricas del sistema mientras el avión se encuentre energizado</li> <li>5. Para realizar cualquier tipo de trabajo de mantenimiento del sistema revise que el avión no se encuentre conectado a una fuente de corriente externa</li> </ol>		

### 3.13. Presupuesto

Se realizó un análisis de costos con la finalidad de exponer la cantidad requerida para realizar el presente proyecto.

#### 3.13.1. Costos Primarios

**Tabla 1. Costos primarios para la rehabilitación del sistema Fire Protection de la APU del avión Fairchild**

CANT	MATERIAL	V/P.U	V/P.T
30	CABLE FLEXIBLE N°20	1,50	45,00
1	SWITCH DE 3 POSICIONES	5,00	5,00
2	SWITCH DE 2 POSICIONES	4,00	8,00
1	SWITCH PULSADOR	3,00	3,00
5	FUSIBLES	1,00	5,00
1	BOCINA	15,00	15,00
2	LUCES DE 28.5	1,50	3,00
3	ACEITE WD-40	6,00	18,00
3	ELECTRONIC CLEANER	5,00	15,00
1	BROCHA PEQUEÑA	1,00	1,00
3	WYPE	0,80	2,40
<b>TOTAL</b>		<b>43,80</b>	<b>120,40</b>

### 3.13.2. Costos Secundarios

Costos secundarios invertidos en el proyecto.

**Tabla 2. Costos secundarios para la rehabilitación del sistema Fire Protection de la APU del avión Fairchild**

CANT	MATERIAL	V/P.U	V/P.T
6	Anillados	1,50	9,00
5	Empastados	8,00	40,00
1	Alimentación	200,00	200,00
1	Transporte	100,00	100,00
500	Copias	0,02	10,00
1	Material de oficina	80,00	80,00
<b>TOTAL</b>		<b>389,52</b>	<b>439,00</b>

### 3.13.3. Costos Totales

Costos totales invertidos para el desarrollo del proyecto

**Tabla 3. Costos totales para la rehabilitación del sistema Fire Protection de la APU del avión Fairchild**

Costos Primarios	120,40
Costos Secundarios	439,00
Costo total del proyecto	559,40

El costo total del presente proyecto tiene un costo total de \$ 559,40 dólares americanos.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se resumen las observaciones finales, una vez que todo el trabajo de rehabilitación ha sido terminado y comprobado, sin presentar ninguna falla o desperfecto.

#### 4.1. Conclusiones

- La recopilación de información fue esencial para la ejecución de este trabajo de rehabilitación, mediante esto se logró obtener información clara e importante para su elaboración.
- Se realizó un análisis de todos los componentes del sistema logrando así tener de una forma clara la posibilidad de realizar este trabajo de rehabilitación.
- Se rehabilitó el sistema de FIRE PROTECTION del APU del avión Fairchild, que sin duda será de gran ayuda ya que se lograra un mejor entendimiento del sistema rehabilitado de forma práctica.
- Se efectuó varias pruebas de funcionamiento del sistema de protección de fuego del APU del avión Fairchild sin presentar fallas.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Efectuar más trabajos de rehabilitación ya que no se encuentran todos los sistemas habilitados lo cual es necesario para el desarrollo completo de las prácticas en el avión Fairchild para adquirir todas las habilidades y destrezas en los alumnos.
- Realizar un cronograma de mantenimiento preventivo para realizar una limpieza y preservación de los componentes del sistema.
- Realizar una breve inspección de la aeronave antes y después de cada práctica, para verificar que no existan instrumentos y cableado desconectados o averiados en alguna parte del sistema del Fire Protection del APU del avión Fairchild.
- En las prácticas con los alumnos de la Unidad de Gestión de Tecnologías, es necesario tener el manual de procedimientos para operar el sistema de forma ordenada y segura.

## GLOSARIO

**APU:** Unidad de potencia auxiliar.

**Botella de Dewar:** Un buque diseñado para contener gases licuados. Tiene paredes dobles con el espacio entre ser evacuados para evitar la transferencia de calor.

**Corrosión:** La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

**Detector de humo:** Un dispositivo que advierte a la tripulación de vuelo de la presencia de humo en la carga y / o los compartimentos para equipaje. Algunos detectores de humo son de tipo visual. Otros son dispositivos fotoeléctricos o de ionización.

**Detector de monóxido de carbono:** Un paquete de cristales químicos montado en la cabina de un avión o de cabina en lugares fácilmente visibles.

**El material eutéctico o termistor:** Es una aleación o solución que tiene el punto de fusión muy bajo.

**Eutéctico:** Es una mezcla de dos componentes con unto de fusión o de vaporización mínimo, inferior al correspondiente a cada uno de los compuestos en estado puro.

**Extintor HRD:** Un extintor de incendios que lleva el agente extintor en una esfera o cilindro sellado. El agente se libera cuando una carga de pólvora encendida impulsa un cortador a través de un disco frangible. El contenedor se vacía en mucho menos de un segundo.

**Freón:** Es el nombre comercial registrado para muchos de los hidrocarburos halogenados como extintores de incendios y refrigerantes.

HRD. De alta velocidad de descarga.

**Halon 1301:** es uno de los mejores agentes de extinción de incendios de hidrocarburos halogenados ubicados en la cabina y de la planta de energía.

Es muy eficaz y es el menos tóxico de los agentes extintores disponibles. El nombre técnico de Halon 1301 es bromotrifluorometano.

**Halon 1211** : Es un agente de extinción de incendios de hidrocarburos halogenados en muchas HRD

El nombre técnico de Halon 1211 es bromoclorodifluorometano.

**Hielo seco:** Dióxido de carbono solidificado. Sublima el hielo seco, o cambios de un sólido directamente en un gas, a una temperatura de  $-78.5^{\circ}\text{C}$ .

**Interruptor térmico:** Un interruptor eléctrico cierra un circuito cuando se expone a una alta temperatura especificada.

**Lámina bimetálica:** Una tira de metal hecha de dos tipos diferentes de metal sujeta juntos lado a lado. Cuando se calientan, los dos metales se expanden diferentes cantidades y las deformaciones tira, o pliegue.

**Material de termistor:** Es un material con un coeficiente de temperatura negativo que tiende su resistencia a disminuir a medida que aumenta su temperatura.

**Líquido criogénico:** Un líquido que hierve a temperaturas de menos de aproximadamente  $110^{\circ}\text{K}$  ( $-163^{\circ}\text{C}$ ) a presiones atmosféricas normales.

**Radiación infrarroja:** La radiación electromagnética cuyas longitudes de onda son más largas que las de la luz visible.

**Squib:** Un artefacto explosivo en la válvula de descarga de un recipiente de alta tasa de descarga de agente de extinción de incendios.

**Termopar:** Un dispositivo eléctrico que consiste en un bucle hecho de dos tipos diferentes de alambre.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **LIBROS**

Aviation Maintenance technician series

Airframe, Volumen 2: Systems

### **MANUALES TÉCNICOS**

Manual de mantenimiento del avión Fairchild Hiller FH-227, ATA 26 SISTEMA FIRE PROTECTION.

Manual de mantenimiento avión Casa CN-235, ATA 26 FIRE PROTECTION

### **INTERNET**

[http://www.aviastar.org/air/usa/fair\\_fh-227.php](http://www.aviastar.org/air/usa/fair_fh-227.php)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

<http://www.monografias.com/trabajos73/sistema-deteccion-incendio/sistema-deteccion-incendio.shtml>

**ANEXOS**