

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA QUE SIMULE DE FORMA ESQUEMÁTICA EL PROCESO DE ACTIVACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL AVIÓN”**

**POR:**

**PÁLIZ CEVALLOS FRANCISCO DANIEL**

**Trabajo de graduación como requisito previo para la obtención  
del título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA - AVIONES**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. Francisco Daniel Páliz Cevallos, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA – AVIONES.

---

Tlga. Silvia Molina  
DIRECTORA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Agosto de 2010

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a Dios, por ser quien me ha bendecido en cada momento de la vida cuidándome siempre de todo mal.

A mis padres que con su inmenso amor han sabido inculcar en mí el buen ejemplo de honestidad y sacrificio para facilitarme siempre un buen consejo, guiarme por el camino del bien y darme a cada momento cariño, afecto y ternura.

A mi hermana Mary a quien quiero mucho porque ha sido para mí un gran ejemplo de perseverancia y a mi hermana Sarita que me alegra siempre con su forma de ser.

A mi esposa y a mi hija quienes amo con todo mi corazón y son para mí dos angelitos que me brindan día a día todo su amor y apoyo, dándome las fuerzas necesarias para seguir adelante.

Francisco Daniel Páliz Cevallos

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar esta etapa de mi vida agradezco de manera especial a mis suegros que me han apoyado, acogido, dándome su cariño, aprecio, confianza y comprensión.

Agradezco también a mis profesores por darme todo sus conocimientos y haberme enseñado siempre lo mejor.

A mis amigos por compartir estos tres años conmigo, por haber vivido muchas cosas difíciles, divertidas pero siempre apoyándome y dándome una mano para salir todos juntos.

Francisco Daniel Páliz Cevallos

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. ANTECEDENTES.....	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1 GENERAL.....	3
3.2 ESPECÍFICOS.....	3
4. ALCANCE.....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO.....	5
2.1.1. GENERALIDADES.....	5
2.1.1.1. MÉTODOS DE DETECCIÓN.....	6
2.1.1.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN.....	7
2.1.2. SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO.....	8
2.1.2.1. SISTEMA DE INTERRUPTOR TÉRMICO.....	8
2.1.2.2. DETECTOR DE PUNTO FENWAL.....	10
2.1.2.3. SISTEMAS DE TERMOPAR.....	10
2.1.2.4. SISTEMA DETECTOR DE LOOP – CONTINUO.....	12
2.1.2.5. SISTEMA DE ALERTA DE SOBRE TEMPERATURA.....	15
2.1.3. TIPOS DE FUEGO.....	15
2.1.3.1. FUEGO CLASE “A”.....	16
2.1.3.2. FUEGO CLASE “B”.....	16
2.1.3.3. FUEGO CLASE “C”.....	16
2.1.3.4. FUEGO CLASE “D”.....	17
2.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE EXTINTOR.....	18

2.1.4.1. AGENTE DE HIDROCARBURO HALOGENADO.....	18
2.1.4.2. AGENTE DE GAS INERTE FRÍO.....	19
2.1.5. DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO.....	20
2.1.5.1. GENERALIDADES.....	20
2.1.5.2. CONTENEDORES DEL AGENTE EXTINTOR.....	21
2.1.6. DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO.....	23
2.1.6.1. GENERALIDADES.....	23
2.1.6.2. DETECTOR FOTOELÉCTRICO DE HUMO.....	23
2.1.7. ATTENTION GETTERS.....	25
2.2. ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE LA MAQUETA.....	25
2.2.1. MICROCONTROLADOR PIC 16F819.....	25
2.2.2. CONDENSADOR.....	26
2.2.3 TRANSISTOR 2N3904.....	27
2.2.4. CONDENSADOR CERÁMICO 104.....	28
2.2.5. AMPLIFICADOR OPERACIONAL LM358.....	28
2.2.6. BORNERAS.....	29
2.2.7. RESISTENCIA ELÉCTRICA.....	29
2.2.8. POTENCIÓMETRO.....	30
2.2.9 DIODO LED.....	30
2.2.10. PULSADOR ELÉCTRICO.....	31
2.2.11. PARLANTE.....	31
2.2.12. CIRCUITO INTEGRADO LM35.....	32
2.2.13. BAQUELITA.....	32
2.2.14. PANTALLA LCD.....	33
2.2.14.1 DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL LCD.....	34
2.2.15. REGULADOR DE VOLTAJE L7805CV.....	37
2.2.16. PUENTE RECTIFICADOR.....	37

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

3.1. PRELIMINARES.....	39
3.2. DISEÑO.....	40
3.1 ELABORACIÓN DEL DETECTOR E INDICADOR DE SOBRETENPERA- TURA Y FUEGO.....	40
3.1.1. MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA BAQUELITA.....	41
3.1.2. PASOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CIRCUITO EN LA BAQUELITA.....	41
3.1.3 ENSAMBLE DEL CIRCUITO DETECTOR E INDICAROR DE FUEGO Y SOBRETENPERATURA.....	44
3.1.3.1 GUÍA DE ENSAMBLE.....	44
3.1.4. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	52
3.1.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE “A” DE LA FIG 3-22.....	52
3.1.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE “B” DE LA FIG. 3-22.....	53
3.2 ELABORACIÓN DEL DETECTOR FOTOELÉCTRICO DE HUMO.....	54
3.2.1 ELEMENTOS DEL DETECTOR FOTOELÉCTRICO DE HUMO.....	55
3.2.2 ENSAMBLE DEL DETECTOR FOTOELÉCTRICO DE HUMO.....	55
3.2.2.1 GUÍA DE ENSAMBLE.....	55
3.2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	58
3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO.....	59
3.4 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
3.5 MANUAL DEL USURIO.....	65
3.5.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS SUBSISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL MOTOR APU Y TRES DE ATERRIZAJE.....	65
3.5.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO DEL COMPARTIMENTO DE CARGA Y LAVATORIO.....	67
3.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	67

3.8.1. CIRCUITOS UTILIZADOS PARA PROTECCIÓN DE FUEGO EN LA MAQUETA.....	67
3.8.1.1. PRECAUCIONES.....	68
3.8.1.2. FALLAS DEL SUBSISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO.....	68
3.8.2. CIRCUITOS UTILIZADOS PARA DETECCIÓN DE HUMO EN LA MAQUETA.....	69
3.8.2.1. PRECAUCIONES.....	69
3.8.2.2. FALLAS DEL SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO.....	69

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

4.1. CONCLUSIONES.....	70
4.2. RECOMENDACIONES.....	71
DOCUMENTO DE ACEPTACIÓN DEL USUARIO.....	73
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	75

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1.Detalle de terminales de la pantalla LCD.....	36
---	----

### ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2-1 Circuito del interruptor térmico.....	8
Fig. 2-2 Detector de Punto Fenwal.....	9
Fig. 2-3 Circuito detector de punto Fenwal.....	10
Fig. 2-4 Circuito termopar de advertencia de incendios.....	12
Fig. 2-5 Elemento sensor Kidde.....	13

Fig. 2-6 Elemento sensitivo Fenwall.....	13
Fig. 2-7 Sistema esquemático de detección de incendios Lindberg.....	14
Fig. 2-8 Agentes extintores.....	17
Fig. 2-9 Interruptores en cabina para extinción de fuego.....	21
Fig. 2-10 Conjunto de la esfera contenedora del agente extintor.....	22
Fig. 2-11 Detector fotoeléctrico de humo.....	24
Fig. 2-12 Circuito de prueba del detector de humo.....	24
Fig. 2-13 Microcontrolador PIC 16F819.....	25
Fig. 2-14 Condensador.....	26
Fig. 2-15 Símbolo del capacitor.....	26
Fig. 2-16 Transistor 2N3904.....	27
Fig. 2-17 Transistor de tipo NPN.....	27
Fig. 2-18 Condensador cerámico 104.....	28
Fig. 2-19 Amplificador operacional LM358.....	28
Fig. 2-20 Borneras.....	29
Fig. 2-21 Resistencia eléctrica.....	29
Fig. 2-22 Potenciómetros.....	30
Fig. 2-23 Diodo LED.....	30
Fig. 2-24 Pulsador eléctrico.....	31
Fig. 2-25 Parlante.....	31
Fig. 2-26 Circuito integrado LM35.....	32
Fig. 2-27 Baquelita virgen.....	32
Fig. 2-28 Circuito del LCD.....	33
Fig. 2-29 Vista frontal del LCD.....	33
Fig. 2-30 Regulador de voltaje L7805CV.....	37
Fig. 2-31 Puente rectificador.....	37
Fig. 2-32 Símbolo del puente rectificador.....	38
Fig. 2-33 Señal de corriente alterna.....	38
Fig. 2-34 Señal a la salida del puente rectificador.....	38
Fig. 3-1 Tablero del Avión Airbus A-320.....	39
Fig. 3-2 Tablero del Avión Embraer 170.....	39

Fig. 3-3 Vista superior de la maqueta.....	40
Fig. 3-4 Vista lateral de la maqueta.....	40
Fig. 3-5 Limpieza de película protectora.....	41
Fig. 3-6 Papel transfer sobre la baquelita.....	42
Fig. 3-7 Planchado del papel transfer sobre tela jean.....	42
Fig. 3-8 Remoción del papel transfer.....	43
Fig. 3-9 Baquelita sumergida en ácido férrico.....	43
Fig. 3-10 Placa del circuito detector de fuego y sobre temperatura.....	44
Fig. 3-11 Diagrama esquemático del detector de fuego y sobrettemperatura.....	44
Fig. 3-12 Diagrama de las líneas del circuito en la baquelita.....	45
Fig. 3-13 Puentes y resistencias.....	45
Fig. 3-14 Instalación de bases de circuitos integrados.....	46
Fig. 3-15 Instalación de condensadores electrolíticos y cerámico.....	46
Fig. 3-16 Instalación del puente rectificador.....	47
Fig. 3-17 Instalación del regulador de voltaje L7805CV.....	47
Fig. 3-18 Instalación de los transistores 2n3904.....	48
Fig. 3-19 Instalación de potenciómetros.....	48
Fig. 3-20 Soldadura del cable Ribbon a la pantalla LCD.....	49
Fig. 3-21 Colocación de las borneras.....	49
Fig. 3-22 Pulsadores normalmente abiertos.....	50
Fig. 3-23 Instalación del parlante.....	50
Fig. 3-24 Fuente de alimentación.....	51
Fig. 3-25 Nombre de los pines del sensor LM35DZ.....	51
Fig. 3-26 Diagrama del circuito detector de fuego y sobrettemperatura.....	52
Fig. 3-27 Parte “A” de la Fig. 3-22.....	52
Fig. 3-28 Señal de corriente continua.....	53
Fig. 3-29 Parte “B” de laFig. 3-22.....	54
Fig. 3-30 Diagrama esquemático circuito detector fotoeléctrico de humo.....	55
Fig. 3-31 Circuito para impresión en la placa del detector fotoeléctrico de humo.	56
Fig. 3-32 Relé de 12 Vcc.....	56
Fig. 3-33 Resistencias.....	56

Fig. 3-34 Diodo.....	56
Fig. 3-35 Instalación del condensador cerámico y electrolítico.....	56
Fig. 3-36 Base para circuito integrado de 8 pines.....	57
Fig. 3-37 Transistor.....	57
Fig. 3-38 Potenciómetro.....	57
Fig. 3-39 Instalación del Circuito integrado.....	58
Fig. 3-40 Motor y APU.....	59
Fig. 3-41 Tren de aterrizaje.....	59
Fig. 3-42 Separadores.....	60
Fig. 3-43 Acrílico.....	60
Fig. 3-44 Pantalla del tablero.....	61
Fig. 3-45 Tablero pintado de negro.....	61
Fig. 3-46 Terminal recubierto de estaño.....	62
Fig. 3-47 Pruebas del funcionamiento del circuito detector de fuego y sobre- temperatura del tren de aterrizaje.....	62
Fig. 3-48 Pruebas del funcionamiento del circuito detector de fuego y sobre- temperatura del motor.....	63
Fig. 3-49 Pruebas de funcionamiento del circuito detector de fuego y sobre- temperatura del APU.....	63
Fig. 3-50 Encendido de la alarma.....	64
Fig. 3-51 Apagado de la alarma.....	64
Fig. 3-52 Maqueta del sistema de protección de fuego.....	65
Fig. 3-53 "T" Handle.....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A INVESTIGACIÓN DEL PROBLEMA (ANTEPROYECTO).....	77
ANEXO B PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F819.....	98

## RESUMEN

El presente trabajo nace del concepto de prevenir accidentes por medio de un adecuado aprendizaje de los diferentes sistemas del avión, por lo que en este proyecto se utiliza una recopilación generalizada de las diferentes maneras de detección, indicación y extinción de fuego en la aeronave.

El contenido del proyecto incluye un resumen de las generalidades más importantes del sistema de protección de fuego, así también como los tipos de fuego que podemos encontrar y los diferentes agentes extintores a utilizar.

La fase explicativa del proyecto describe los pasos previos a la construcción y los procedimientos que se utilizó en el diseño, elaboración, operación y pruebas de la maqueta simuladora del sistema de protección de fuego del avión; los cuales fueron realizados de tal manera que al alumno le sea fácil de interpretar, manipular y realizar un mantenimiento oportuno.

Con este proyecto se pretende plantear una manera de innovar el material didáctico utilizado al impartir la materia de protección de fuego con el fin de mejorar el proceso práctico del alumno y contribuir al mejoramiento del Instituto; ya que permite complementar la teoría con la práctica.

## SUMMARY

This work derives from the concept of accidents prevention through proper learning of the various aircraft system, so this project uses a widespread collection of different ways of detection, indication and the fire extinguishing on the aircraft.

The content of the project includes a summary of the most important generals of the fire protection system, as well as the kinds of fires that we found and the various extinguishing agents used.

The explanatory phase of the project describes the steps prior to the construction and the procedures to be used in the design, development, operation and testing of the model simulator of fire protection system of the aircraft, which were made so that the student will be easy to interpret, manipulate and perform timely maintenance.

This project aims to set out a way to innovate the teaching material used to impart fire protection in order to improve the student's practical process and contribute to the improvement of the Institute, and that complements the theory with practice.

## INTRODUCCIÓN

Mediante el presente proyecto de grado se indica los procedimientos utilizados en la elaboración de la maqueta para el estudio del sistema de protección de fuego del avión.

Al elaborar este proyecto se tomó en cuenta en forma general, como se comporta el sistema de protección de fuego en los diferentes modelos de aviones.

La realización del presente proyecto está dividido en cuatro capítulos que son:

**Capítulo I:** describe los Antecedentes, Justificación, Objetivos y Alcance.

**Capítulo II:** determina la fundamentación teórica del sistema de protección de fuego del avión.

**Capítulo III:** describe los pasos previos a la construcción y los procedimientos que se utilizó en el diseño, elaboración, operación y pruebas de la maqueta simuladora del sistema de protección de fuego del avión.

**Capítulo IV:** establece las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegó después de concluido el proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA QUE SIMULE DE FORMA ESQUEMÁTICA EL PROCESO DE ACTIVACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL AVIÓN.**

#### **1. ANTECEDENTES**

En aviación, la prevención de accidentes tiene una gran importancia, es por esta causa que la mecánica de aviación es preventiva y se espera que los componentes siempre estén en buen funcionamiento.

En caso de una emergencia causada por un incendio en el avión el sistema de protección de fuego ayuda a actuar de forma oportuna extinguiéndolo y así salvando muchas vidas; por lo que mantenerlo en un excelente estado, saber su funcionamiento y activación fue el impulso de la realización de este proyecto.

Es importante también tener bien claro los conocimientos de todos los sistemas independientemente de cualquiera que sea.

#### **2. JUSTIFICACIÓN**

El ITSA tiene la meta de ser el mejor Instituto de formación de Mecánicos Aeronáuticos a nivel de Suramérica por lo que se encuentra en un permanente mejoramiento.

El sistema de protección de fuego es muy importante para salvar vidas y el correcto cuidado por parte de mantenimiento es siempre primordial, es por esto que en las Regulaciones Técnicas de la Dirección General de Aviación Civil (RDAC) en su parte 147 de Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico,

Apéndice “A”, literal “b” pone como parte fundamental para la formación de un Mecánico Aeronáutico la materia de protección de fuego con los siguientes requerimientos:

- i. Conocimiento de principios generales y ejecución de un alto grado de aplicación práctica;
- ii. Desarrollo de suficientes habilidades manuales para simular el retorno al servicio; y,
- iii. Instrucción por conferencias, demostración, discusión y un alto grado de aplicación práctica.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Implementar maneras de innovar el material didáctico utilizado al impartir la materia de protección de fuego con el fin de mejorar el proceso práctico del alumno.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Reunir la información necesaria acerca del funcionamiento del sistema de protección de fuego del avión.
- Determinar las generalidades y la información más importante del sistema de protección de fuego.
- Diseñar de forma esquemática la maqueta que representará al sistema de protección de fuego.
- Construir la maqueta que simule de forma esquemática el proceso de activación y funcionamiento del sistema de protección de fuego.

- Elaborar el manual de funcionamiento de la maqueta de protección de fuego del avión.

#### **4. ALCANCE**

La realización del proyecto está dirigida a reforzar los conocimientos teórico - prácticos del alumno del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que siga la materia de protección de fuego.

La simulación del funcionamiento del sistema de protección de fuego se lo elaboró de una forma general, esto quiere decir que su desarrollo no es de un avión en específico.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

El presente marco teórico se lo elaboró de manera general tomando como referencia diferentes dispositivos que pueden ir instalados en distintos modelos de aviones. Los dispositivos que se utilizan para la fabricación del sistema de protección de fuego del avión dependen netamente del fabricante y no necesariamente deben ser los mismos, pero deben cumplir con las exigencias de las diferentes directivas que rigen la aviación de las regiones sobre las cuales el avión volará.

#### **2.1. SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO**

##### **2.1.1. GENERALIDADES<sup>1</sup>**

Puesto que el fuego es una de las amenazas más peligrosas en un avión, las zonas de riesgo potencial de incendio de varios aviones modernos de multi – motor están protegidas por un sistema fijo de protección contra incendios.

Una "zona de fuego" es un área o región de una aeronave designada por el fabricante para requerir protección de fuego y/o equipo de extinción de fuego y un alto grado de resistencia al fuego inherente. El término "fijo" describe un sistema de instalación permanente, en contraste con cualquier tipo de equipo de extinción de incendios portátiles como un extintor manual de CO<sub>2</sub>.

Un sistema completo de protección contra incendios en aeronaves modernas y en muchas aeronaves más antiguas incluye tanto la detección de un incendio y un sistema de extinción de incendios.

---

<sup>1</sup>Airframe and powerplant/Mechanics/Fire protection system/Capítulo 10/Pág. 407

Para detectar los incendios o las condiciones de sobrecalentamiento, los detectores se colocan en las distintas zonas a vigilar. Los incendios se detectan en los aviones con motor a pistón, utilizando uno o más de los siguientes elementos:

- Detectores de sobrecalentamiento.
- Detector de aumento de temperatura
- Detector de fuego
- Observación por miembros de la tripulación.

Además de estos métodos, otros tipos de detectores se utilizan en los sistemas de protección contra incendios en aviones, pero rara vez se utilizan para detectar incendios en los motores; por ejemplo, los detectores de humo son más adecuados para monitorear áreas como los compartimentos de equipaje, donde existe materiales que se queman lentamente, o arden. Otros tipos de detectores en esta categoría incluyen los detectores de monóxido de carbono y equipo de muestras químicas capaz de detectar las mezclas de combustibles que pueden conducir a la acumulación de gases de efecto explosivo.

#### **2.1.1.1. MÉTODOS DE DETECCIÓN**

La siguiente lista de métodos de detección incluyen los elementos comúnmente más utilizados en sistemas de protección contra incendios de aeronaves con motores de turbina. Un sistema completo de protección de fuego de una aeronave incluirá algunos de los siguientes métodos de detección.

- Detector de aumento de temperatura.
- Detectores que censan por radiación.
- Detectores de humo.
- Detectores de sobre temperatura.
- Detectores de monóxido de carbono.
- Detectores de mezcla de combustible.
- Detectores de fibra óptica.
- Observación de cabina o pasajeros.

Hay tres tipos de detectores comúnmente más usados por su rápida detección de fuego, son los de incremento de temperatura, sensores a base de radiación y detectores de sobre-temperatura.

### **2.1.1.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN**

Los sistemas de protección contra incendios en aeronaves modernas no dependen de la observación de miembros de la tripulación como principal método de detección de incendios. Un sistema ideal de detección de fuego incluirá el mayor número posible de las siguientes características:

- Un sistema que no cause falsas alarmas en cualquier vuelo o en tierra.
- La indicación y localización rápida y precisa de fuego.
- Indicación precisa de la extinción del fuego
- Indicación de que un fuego se ha reavivado.
- Indicación continua de la duración de un incendio.
- Medios para probar el sistema eléctrico de indicación en la cabina del avión.
- Detectores que sean resistentes a la exposición de: petróleo, agua, vibraciones, temperaturas extremas y a la manipulación dada en el mantenimiento.
- Detectores que son de peso ligero y fácilmente adaptables a cualquier posición de montaje.
- Circuito detector que opera directamente desde el sistema de energía de aeronaves sin inversores.
- Requisitos mínimos de corriente eléctrica cuando no se indica un incendio.
- Cada sistema de detección debe accionar una luz en cabina de vuelo que indique la ubicación del incendio y un sistema de alarma audible.
- Un sistema de detección independiente para cada motor.

Hay una serie de detectores o dispositivos de detección disponibles. Muchos modelos de los aviones más viejos que siguen funcionando cuentan con algún tipo de sistema de interruptor térmico o sistema termopar.

## 2.1.2. SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO<sup>2</sup>

Un sistema de detección de incendios debe señalar la presencia de fuego. Unidades del sistema se instalan en lugares donde hay mayores posibilidades de un incendio. Tres sistemas de detección de uso común son el sistema de interruptor térmico, el sistema de termopar, y el sistema de loop-continuo (bucle-continuo).

### 2.1.2.1. SISTEMA DE INTERRUPTOR TÉRMICO

Un sistema de interruptor térmico consta de una o más luces energizadas por el sistema de energía del avión e interruptores térmicos que controlan la operación de la luz(s). Estos interruptores térmicos son unidades sensibles al calor, que cierran los circuitos eléctricos a una temperatura determinada. Están conectados en paralelo entre sí, pero en serie con las luces indicadoras (figura 2-1). Si la temperatura sube por encima de un valor establecido en cualquier sección del circuito, el interruptor térmico se cerrará, completando el circuito de la luz para indicar la presencia de un incendio o una condición de sobrecalentamiento.

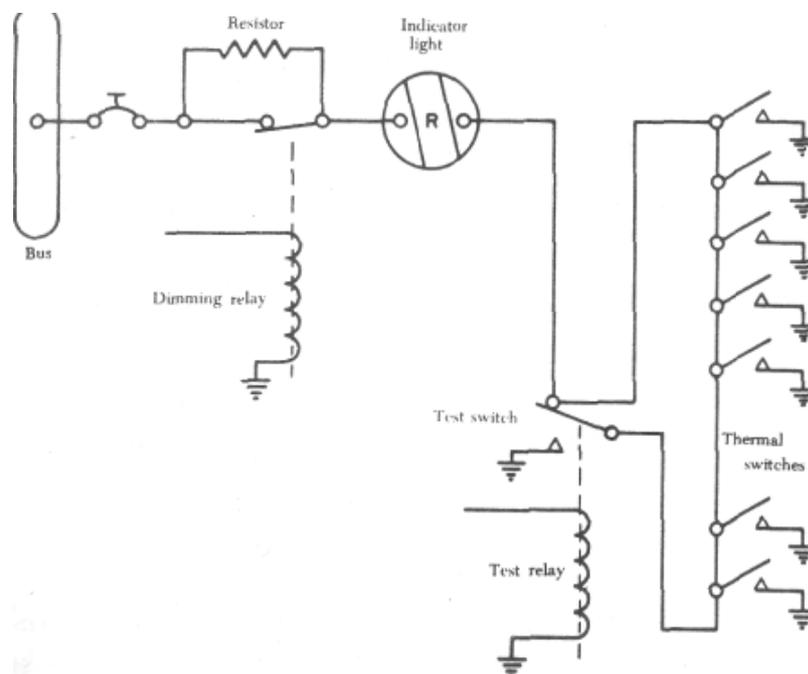


Fig. 2-1 Circuito del interruptor térmico

<sup>2</sup>Airframe and powerplant/Mechanics/Fire protection system/Capítulo 10/Pág.408

No hay un número establecido de interruptores térmicos necesarios; el número exacto se determina generalmente por el fabricante de aviones. En algunas instalaciones varios detectores térmicos están conectados a una luz, en otros puede haber sólo un interruptor térmico por cada luz indicadora.

Algunas luces de alerta son de tipo "push-to-test". El bulbo es probado empujándolo para completar un circuito de pruebas auxiliares. El circuito de la figura 2-1 incluye una prueba de relés. Con el contacto de relé en la posición mostrada, hay dos posibles caminos para el flujo de corriente de los interruptores de la luz. Esta es una característica de seguridad adicional. Energizando los relés se completa un circuito en serie probando así los cables y la bombilla.

También se incluye en el circuito que se muestra en la figura 2-1 un relé de atenuación. Al energizar el relé de atenuación, el circuito es modificado para incluir una resistencia en serie con la luz. En algunas instalaciones, varios circuitos están conectados a través de un relé de atenuación, y todas las luces de advertencia pueden ser atenuadas, al mismo tiempo.

El sistema de interruptor térmico utiliza un termo-switch bimetalico o detector de punto similar a la que se muestra en la figura 2-2. Cada unidad consta de un detector de thermo-switch bimetalico. La mayoría de los detectores de punto son termoswiches de doble terminal.

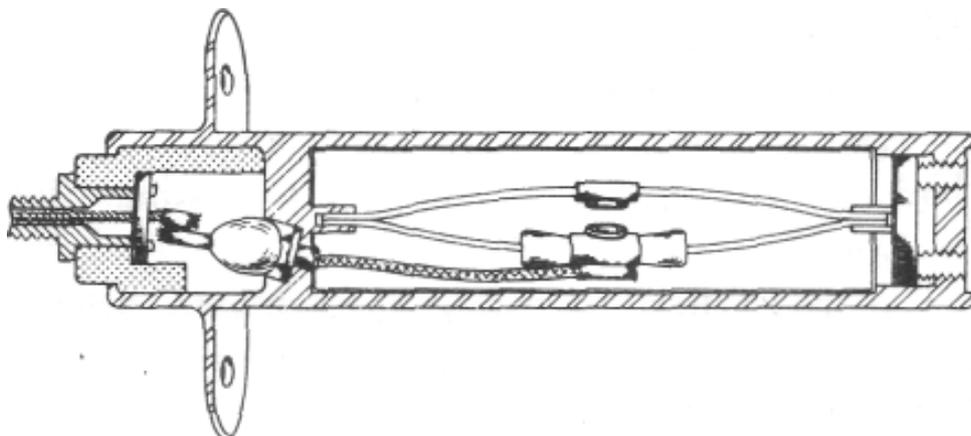


Fig. 2-2 Detector de Punto Fenwal

### 2.1.2.2. DETECTOR DE PUNTO FENWAL

Los detectores de punto Fenwal están conectados en paralelo entre dos loops de cableado completo, como se ilustra en la figura 2-3. Así, el sistema puede soportar un fallo, ya sea un circuito abierto o un cortocircuito, sin sonar una advertencia de incendio falso. En el caso de un incendio o una condición de sobrecalentamiento, el interruptor del detector de punto se cierra y se completa un circuito para que suene una alarma.

El sistema detector de punto Fenwal funciona sin una unidad de control. Cuando existe una condición de sobrecalentamiento o un incendio, el interruptor de un detector se cierra, se enciende la alarma, suena la campana y una luz de alerta para la zona afectada.

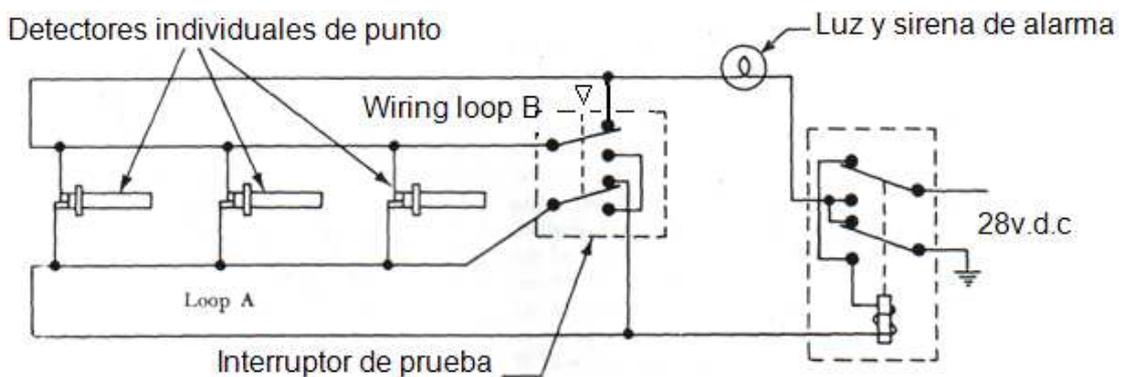


Fig. 2-3 Circuito detector de punto Fenwal

### 2.1.2.3. SISTEMAS DE TERMOPAR

El sistema termopar de alerta de incendios opera en un principio completamente diferente que el sistema de interruptor térmico. Un termopar depende de la tasa de aumento de la temperatura y no le dará una advertencia cuando el motor se recalienta lentamente o un cortocircuito se desarrolla. El sistema consta de una caja de relés, luces de aviso, y termopares. El sistema de cableado de estas unidades se pueden dividir en los siguientes circuitos (Figura 2-4): (1) El circuito detector (2) el circuito de alarma, y (3) el circuito de prueba.

La caja de relés contiene dos relés, el relé sensible y el relé esclavo, y la unidad de prueba térmica. Esta caja puede contener de uno a ocho circuitos idénticos,

dependiendo del número de zonas de riesgo potenciales de incendio. Los relés de control de las luces de advertencia. A su vez, los termopares controlan el funcionamiento de los relés. El circuito consta de varios termopares en serie entre sí y con el relé sensitivo.

El termopar está formado por dos metales diferentes, tales como el cromo y constantán. El punto donde estos metales se unen y se expone al calor de un fuego es llamado cruce caliente. Hay también una unión de referencia incluido en un espacio de aire muerto entre dos bloques de aislamiento. Una jaula de metal rodea el termopar para dar protección mecánica sin obstaculizar la libre circulación de aire a la unión caliente.

Si la temperatura sube rápidamente, el termopar produce una tensión a causa de la diferencia de temperaturas entre la unión de referencia y de la unión caliente. Si ambas uniones se calientan a la misma velocidad, no hay tensión y no dará lugar a la señal de advertencia dada.

Si hay un incendio, sin embargo, la unión caliente se calentará más rápidamente que la unión de referencia. La tensión resultante provoca un flujo de corriente en el circuito detector. Cada vez que la corriente más de 4 mA (0,004 amperios), el relé sensitivo se cerrará. Esto completará un circuito del sistema de energía del avión a la bobina del relé esclavo, que se cierra y completa el circuito a la luz de alerta de incendios.

El número total de los termopares utilizados en los circuitos del detector individual dependerá del tamaño de la zona de fuego y la resistencia total del circuito. La resistencia total no suele superar los 5 ohmios. Como se muestra en la Figura 2-4, el circuito tiene dos resistencias. La resistencia conectada entre los terminales del relé esclavo absorbe el voltaje inducido de la bobina. Esto es para prevenir la formación de arcos a través de los puntos del relé sensitivo, puesto que los contactos del relé sensitivo son tan frágiles que se pueden quemar por la soldadura del arco, si se permite.

Cuando el relé sensitivo se abre, el circuito del relé esclavo se interrumpe y el campo magnético alrededor de su bobina colapsa. Cuando esto sucede, la bobina recibe un voltaje a través de auto-inducción, pero con la resistencia en los

terminales de la bobina, hay un camino para cualquier flujo de corriente como resultado de esta tensión. Así, se elimina la formación de arcos en los contactos del relé sensitivo.

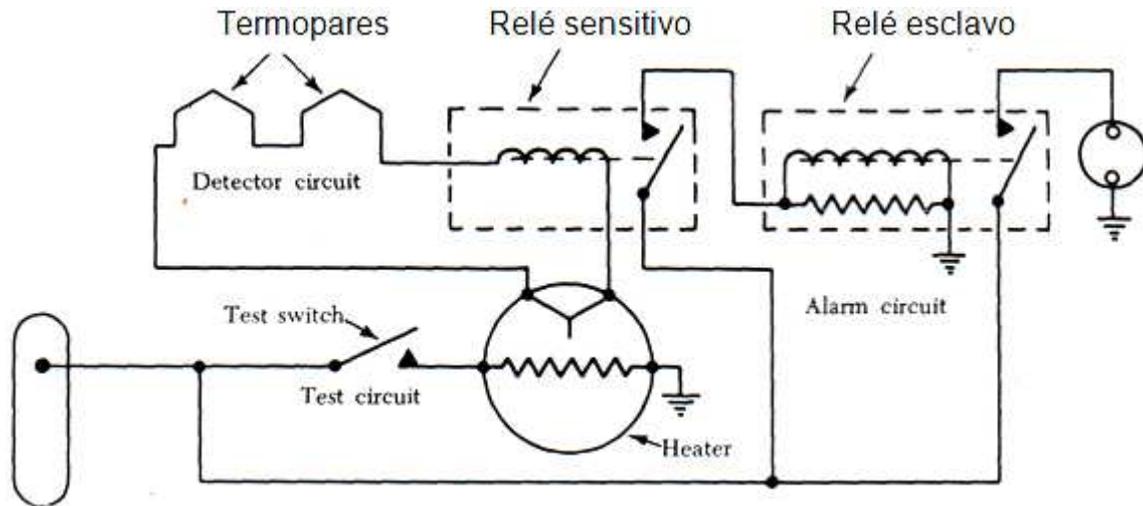


Fig. 2-4 Circuito termopar de advertencia de incendios

#### 2.1.2.4. SISTEMA DETECTOR DE LOOP – CONTINUO

Un detector de Loop continuo o sistema de detección permite una cobertura más completa de una zona de peligro de incendio que cualquier otro detector de temperatura de tipo Punto. Los sistemas de Loop continuo son versiones del sistema de interruptor térmico. Estos son sistemas de sobre-temperatura, unidades sensibles que cierran circuitos eléctricos a una temperatura determinada. No hay aumento de la sensibilidad al calor en el sistema de loop continuo. Dos tipos ampliamente utilizados de sistemas de loop continuo son los Kidde y los sistemas Fenwal.

En el sistema de loop continuo Kidde Figura 2-5 dos cables están integrados en una base de cerámica especial dentro de un tubo de Inconel.

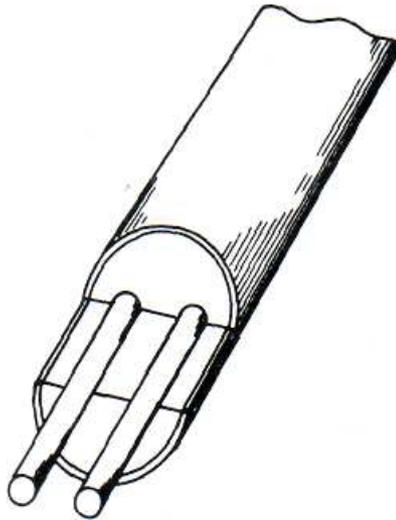


Fig. 2-5 Elemento sensor Kidde

Uno de los dos cables en el sistema de detección de Kidde se suelda a la carcasa en cada extremo y actúa como una descarga a tierra interna. El segundo cable es un conductor caliente (por encima de potencial de tierra) que proporciona una señal de corriente cuando el material del núcleo cerámico cambia su resistencia con un cambio en la temperatura.

Otro sistema de circuito continuo, es el sistema de Fenwal (Figura 2-6), usa un solo cable rodeado por una cadena continua de cuentas de cerámica en un tubo de Inconel.

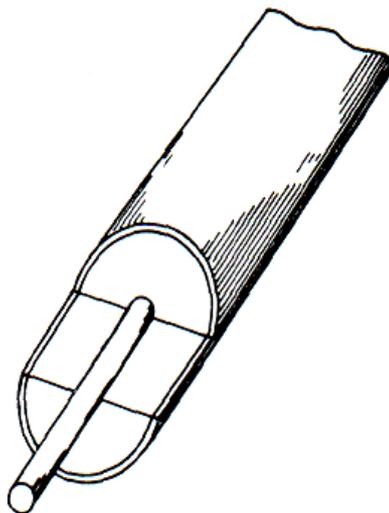


Fig. 2-6 Elemento sensitivo Fenwall

Las cuentas en el detector de Fenwal se han humedecido con una sal eutéctica que posee la característica que de repente reduce su resistencia eléctrica como el elemento de detección alcanza su temperatura de alarma. En tanto el Kidde y los sistemas Fenwal, la resistencia de la cerámica o núcleo de material de sal eutéctica impide que la corriente eléctrica fluya a temperaturas normales. En el caso de un incendio o una condición de sobrecalentamiento, la resistencia del núcleo gotea y la corriente fluye entre el cable de señal y tierra, energizando el sistema de alarma.

Los elementos sensores Kidde están conectados a una unidad de control de relé. Esta unidad mide constantemente la resistencia total del sensor Loop. El sistema detecta la temperatura media, así como cualquier punto caliente individual. Ambos sistemas monitorean continuamente temperaturas en los compartimentos afectados, y ambos se reajustarán automáticamente después de un incendio o una alarma de sobrecalentamiento, después de una condición de sobrecalentamiento o de que el fuego sea apagado.

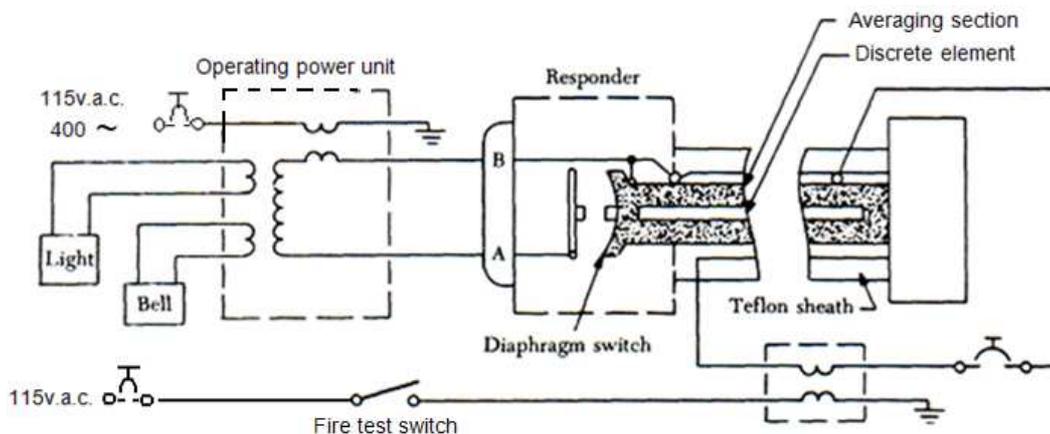


Fig. 2-7 Sistema esquemático de detección de incendios Lindberg.

El sistema de detección de incendios Lindberg (Figura 2-7) es un detector que consiste en un tubo de acero inoxidable que contiene un elemento discreto. Cuando la temperatura aumenta (debido a un incendio o condición de sobre temperatura) a la temperatura de funcionamiento, el calor generado hace que el gas sea liberado del elemento. La liberación del gas hace que la presión en el tubo de acero inoxidable aumente. Este aumento de la presión mecánica acciona

el interruptor de diafragma en la unidad de respuesta, la activación de las luces de advertencia y una señal de alarma.

Un interruptor de prueba de fuego se utiliza para calentar los sensores, expandiendo el gas atrapado. La presión generada cierra el interruptor del diafragma, activando el sistema de alerta.

#### **2.1.2.5. SISTEMA DE ALERTA DE SOBRE TEMPERATURA**

Los sistemas de alerta de sobre temperatura se utilizan en algunos aviones para indicar zonas de altas temperaturas que puede dar lugar a un incendio. El número de sistemas de alerta de sobre temperatura varía con la aeronave. En algunos aviones se provee a cada turbina de motor y a cada nacela, en otros se proporcionan para las zonas de las ruedas y para el múltiple neumático.

Cuando se produce una condición de sobre temperatura en el área del detector, el sistema enciende una luz de flash en el panel de control de incendios.

En la mayoría de los sistemas el detector es un tipo de interruptor térmico. Cada detector opera cuando el calor se eleva a una temperatura determinada. Esta temperatura depende del sistema y el tipo y modelo de la aeronave. Los contactos del interruptor se cierran cada vez que existe sobre temperatura. Los demás contactos de todos los detectores se conectan en paralelo con el circuito cerrado del circuito de luz de advertencia. Así pues, los contactos cerrados del detector pueden activar cualquiera de las luces de advertencia.

#### **2.1.3. TIPOS DE FUEGO<sup>3</sup>**

Diferentes asociaciones de protección contra incendios en muchos países ha clasificado a los incendios en tres tipos básicos:

---

<sup>3</sup>Airframe and powerplant/Mechanics/Fire protection system/Capítulo 10/Pág. 411

### **2.1.3.1. FUEGO CLASE “A”**

Se define como los incendios de materiales combustibles ordinarios tales como madera, tela, papel, materiales de tapicería, etc.

Para apagar este tipo de fuego se utiliza un agente extintor que actúa enfriando el material por debajo de su temperatura de ignición y remojando las fibras para evitar la re ignición. Se utiliza agua presurizada, espuma o extinguidores de polvo químico seco de uso múltiple.

### **2.1.3.2. FUEGO CLASE “B”**

Se define como los incendios de los productos petrolíferos inflamables, líquidos inflamables o combustibles grasas, disolventes, pinturas, etc

Para apagar este tipo de fuego se utiliza un agente extintor que actúa removiendo el oxígeno, evitando que los vapores alcancen la fuente de ignición o impidiendo la reacción química en cadena. La espuma, el Dióxido de Carbono, el polvo químico seco común y los extinguidores de uso múltiple de polvo químico seco y de halón, se pueden utilizar para combatir fuegos clase "B".

### **2.1.3.3. FUEGO CLASE “C”**

Definida como incendios de equipos eléctricos energizados, donde la no conductividad de los medios de extinción es de importancia. En la mayoría de los casos en que el equipo eléctrico está desactivado, los extintores adecuados para el uso en fuegos de clase A o B pueden ser empleados de manera eficaz.

El Dióxido de Carbono, el polvo químico seco común, los extinguidores de fuego de halón y de polvo químico seco de uso múltiple, pueden ser utilizados para combatir fuegos clase "C". No se debe utilizar, los extinguidores de agua para combatir fuegos en los equipos energizados.

### 2.1.3.4. FUEGO CLASE “D”

Se refiere al fuego causado con metales, como el Magnesio, el Titanio, el Potasio y el Sodio.

Se debe utilizar agentes extinguidores de polvo seco, especialmente diseñados para estos materiales. En la mayoría de los casos, estos absorben el calor del material enfriándolo por debajo de su temperatura de ignición.

Los extinguidores químicos de uso múltiple, dejan un residuo que puede ser dañino para los equipos delicados, tales como las computadoras u otros equipos electrónicos. Los extinguidores de Dióxido de Carbono de halón, se prefieren en estos casos, pues dejan una menor cantidad de residuo.

	A Agua	AB Agua + Espuma Química	ABC Polvo Químico Seco	BC Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	ABC Halotron 1	D Polvo Químico D	K Potasio
 Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
 Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
 Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
 Metales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
 Grasas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

Fig. 2-8 Agentes extintores

Los incendios de las aeronaves, en vuelo o en tierra, pueden incluir uno o todos estos tipos de incendios. Hay sistemas de detección, sistemas de extinción y agentes de extinción que deben ser considerados al aplicar a cada tipo de

incendio. Cada tipo de fuego tiene las características que requieren un manejo especial. Los agentes utilizados en los incendios de clase A no son aceptables en los incendios de clase B o C. Los agentes efectivos en los incendios de clase B o C tendrán algún efecto sobre los incendios de clase A, pero no son los más eficientes.

#### **2.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE EXTINTOR<sup>4</sup>**

Los agentes de extinción de incendios de aeronaves tienen algunas características comunes que los hacen compatibles con los sistemas de extinción de incendios de aeronaves. Todos los agentes pueden ser almacenados por largos períodos de tiempo sin afectar negativamente a los componentes del sistema o la calidad del agente.

Los agentes en uso actual no se congelan a temperaturas atmosféricas que normalmente se espera. La naturaleza de los dispositivos dentro de un compartimento de motor que exige a los agentes que no sólo sean útiles contra los incendios de líquidos inflamables, sino también eficaz en materia de incendios causados eléctricamente. Los agentes se clasifican en dos categorías generales basadas en la acción de la mecánica de extinción: los agentes de hidrocarburo halogenado y los agentes de gas inerte frío.

##### **2.1.4.1. AGENTE DE HIDROCARBURO HALOGENADO**

Los halógenos utilizados para formar compuestos de extinción son el flúor, cloro y bromo. El yodo se puede utilizar, pero es más caro, sin ventaja compensatoria. La extinción de los compuestos están formados por el elemento de carbono en todos los casos, junto con diferentes combinaciones de hidrógeno, flúor, cloro y bromo. Los agentes totalmente halogenados no contienen átomos de hidrógeno en el compuesto, por lo tanto son más estables en el calor asociado con el fuego, y son considerados más seguros. Los compuestos incompletamente halogenados, son los que tienen uno o más átomos de hidrógeno, se clasifican como agentes

---

<sup>4</sup>Airframe and powerplant/Mechanics/Fire protection system/Capítulo 10/Pág. 412

extintores de incendio, pero en determinadas condiciones puede llegar a ser inflamables.

El probable mecanismo de extinción de los agentes halogenados es una "interferencia química" en el proceso de combustión entre el combustible y el oxidante. La evidencia experimental indica que el método más probable de la transferencia de energía en el proceso de combustión es de "fragmentos de moléculas" resultante de la reacción química de los componentes. Si estos fragmentos están bloqueados desde la transferencia de su energía a las moléculas de combustible sin quemar el proceso de combustión puede ser más lento o se detiene completamente (apagado). Se cree que los agentes halogenados reaccionar con los fragmentos moleculares, lo que impide la transferencia de energía. Esto puede ser llamado "enfriamiento químico" o "el bloqueo de la transferencia de energía." Este mecanismo de extinción es mucho más eficaz que la dilución de oxígeno y de refrigeración.

Desde que los agentes halogenados reaccionan con los fragmentos moleculares, se forman nuevos compuestos que en algunos casos presentan peligros mucho mayores que los propios agentes. El tetracloruro de carbono, por ejemplo, puede formar fosgeno, utilizado en la guerra como un gas venenoso.

#### **2.1.4.2. AGENTE DE GAS INERTE FRÍO**

Tanto los agentes extintores de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y nitrógeno (N<sub>2</sub>) son eficaces. Ambos están disponibles en formas líquidas y gaseosas, su principal diferencia está en las temperaturas y presiones necesarias para almacenar en su fase compacta líquida.

El dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, se ha utilizado durante muchos años para extinguir los incendios de líquidos inflamables y de incendios de equipos eléctricos. Es incombustible y no reacciona con la mayoría de las sustancias. Proporciona su propia presión para la descarga desde su embase de almacenamiento, excepto en climas extremadamente fríos, donde una carga de refuerzo de nitrógeno puede ser agregado al sistema "en invierno". Normalmente, el CO<sub>2</sub> es un gas, pero es

fácilmente licuado por compresión y enfriamiento. Después de su licuefacción, el CO<sub>2</sub> se mantendrá en un recipiente cerrado, como líquido y gas. Cuando el CO<sub>2</sub> se descarga a la atmósfera, la mayor parte del líquido se expande a gas. El calor absorbido por el gas durante la vaporización se enfría el líquido restante a -110 °C y se convierte en un blanco sólido finamente dividido, el hielo seco "nieve".

El CO<sub>2</sub> es de aproximadamente 1 ½ veces más pesado que el aire que le da la posibilidad de reemplazar el aire por encima de la quema de superficies y mantener una atmósfera asfixiante. El CO<sub>2</sub> es eficaz como un extintor, principalmente porque se diluye el aire y reduce el contenido de oxígeno para eliminar la combustión. Bajo ciertas condiciones, un cierto efecto de enfriamiento es también realidad. El CO<sub>2</sub> se considera sólo ligeramente tóxico, pero puede causar la inconsciencia y la muerte por asfixia si a la víctima respira CO<sub>2</sub> mediante la extinción de algún incendio durante el lapso de 20 a 30 minutos. El CO<sub>2</sub> no es eficaz como un extintor de incendios con productos químicos que contienen su propio suministro de oxígeno, tales como el nitrato de celulosa (algunas pinturas de los aviones). También incendios de magnesio y el titanio (utilizado en las estructuras de las aeronaves y ensamblaje) no pueden ser extinguidos por CO<sub>2</sub>.

## **2.1.5. DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO**

### **2.1.5.1. GENERALIDADES**

Por lo general existe en cabina indicaciones para fuego y humo. Las áreas que suelen ser protegidas y monitoreadas por el sistema de protección de fuego son:

- Los motores
- Pylons
- APU
- Compartimento de carga
- Los baños
- Adicionalmente existe como mínimo un extintor en cabina.

Se podría decir que el sistema de protección de fuego se encuentra dividido en subsistemas que son:

- Subsistema de detección de fuego
- Subsistema de detección de humo
- Subsistema de extinción

Si se detectara fuego en el motor o APU, este, se lo apagará con su respectivo subsistema de extinción de fuego desde la cabina (Fig. 2-9).

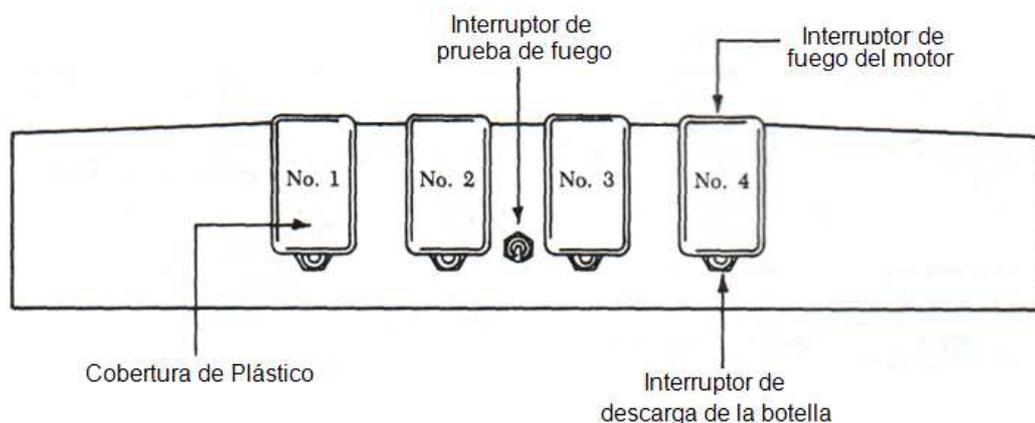


Fig. 2-9 Interruptores en cabina para extinción de fuego

Cuando se activa en cabina los interruptores de descarga del agente extintor hacia cualquiera de los motores o APU, se desactivan en su respectivo motor o APU lo siguiente:

- Fluido de combustible
- Fluido hidráulico
- Aire de sangrado

### 2.1.5.2. CONTENEDORES DEL AGENTE EXTINTOR

El agente extintor es almacenado en contenedores esféricos de acero. Los contenedores grandes pesan cerca de 33 Lbs. Los contenedores se cargan con nitrógeno seco, además de un peso específico de un agente extintor. La carga de nitrógeno proporciona la presión suficiente para la descarga completa del agente. El conjunto de bonete contiene un cartucho de potencia de encendido eléctrico que rompe el disco, permitiendo que el agente extintor sea forzado a salir de la esfera por la carga de nitrógeno (Fig. 2-10).

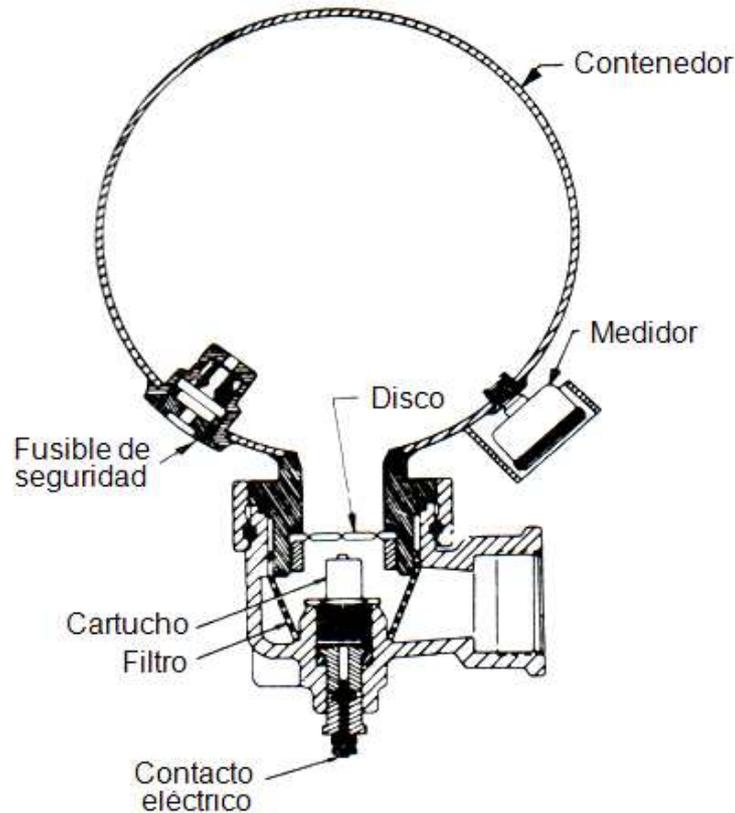


Fig. 2-10 Conjunto de la esfera contenedora del agente extintor

La función de las piezas mostradas, son las siguientes:

- El filtro impide que las piezas del disco roto entren en el sistema.
- El fusible de seguridad se funde y libera el líquido cuando la temperatura está entre 97 °C y 104 °C.
- El medidor muestra la presión en el contenedor.
- El cartucho detona y rompe el disco.

El medidor en el envase debería ser evaluado para una indicación de la presión especificada, tal como se ve en la figura 2-10. Además hay que asegurarse que el cristal del indicador no esté roto y que la botella está montada de forma segura.

Algunos tipos de agentes extintores corroen rápidamente la aleación de aluminio y otros metales, especialmente en condiciones húmedas. Cuando un sistema que utiliza un agente corrosivo ha sido dado de alta, el sistema debe ser purgado completamente con aire limpio y seco, comprimido tan pronto como sea posible.

## **2.1.6. DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO<sup>5</sup>**

### **2.1.6.1. GENERALIDADES**

Un sistema de detección de humo monitorea la carga y compartimientos de equipaje para detectar la presencia de humo, lo cual es indicativo de una condición de fuego. Los instrumentos de detección de humo, que recogen el aire para el muestreo, se montan en los compartimientos en lugares estratégicos. Un sistema de detección de humo se utiliza cuando el tipo de incendio que se prevea se espera que genere una gran cantidad de humo antes de los cambios de temperatura, esto es suficiente para accionar un sistema de detección de calores. Los instrumentos de detección de humo se clasifican por el método de detección de la siguiente manera:

- Tipo I - Medición de monóxido de carbono (detector de CO).
- Tipo II - Medición de la transmisibilidad de la luz en el aire (dispositivos fotoeléctricos), y
- Tipo III - La detección visual de la presencia de humo, esto quiere decir que se observa directamente las muestras de aire en busca de anomalías.

Para ser fiable, los detectores de humo deben ser mantenidos de tal forma que el humo en un compartimiento se indicará el momento en que comienza a acumularse. Los detectores de humo, respiraderos y conductos no deben estar obstruidos.

### **2.1.6.2. DETECTOR FOTOELÉCTRICO DE HUMO**

Este tipo de detector consta de una célula fotoeléctrica con un faro de luz, una luz de prueba, y una trampa de luz, todo montado en un laberinto. La acumulación del 10% de humo en el aire hace que la célula fotoeléctrica conduzca corriente eléctrica. La figura 2-11 muestra los detalles del detector de humo, e indica cómo las partículas de humo refractan la luz a la célula fotoeléctrica. Cuando se activa

---

<sup>5</sup>Airframe and powerplant/Mechanics/Fire protection system/Capítulo 10/Pág. 430

por el humo, el detector proporciona una señal al amplificador del detector de humo. La señal del amplificador activa una luz de advertencia y una señal audible.

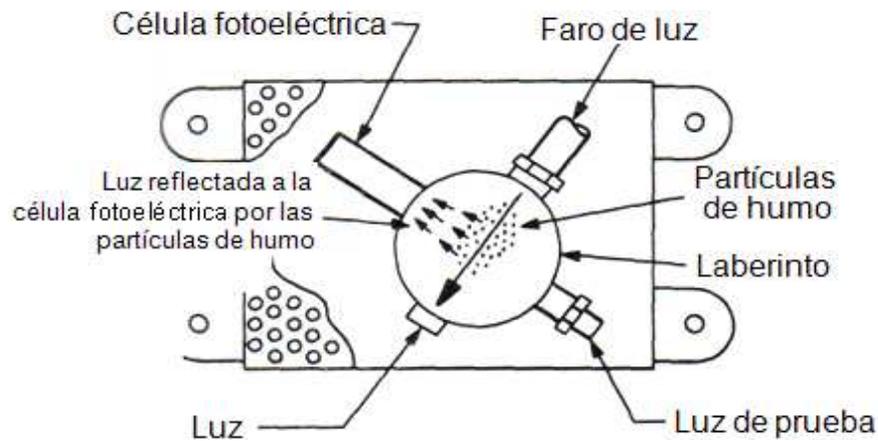


Fig. 2-11 Detector fotoeléctrico de humo

Un interruptor de prueba (figura 2-12) permite comprobar el funcionamiento del detector de humo. Cierra el interruptor de corriente continua que se conecta a 28Vdc. y al relé de prueba. Cuando el relé de prueba se energiza, el voltaje es enviado a través del faro de luz y lámpara de prueba en serie a tierra. Una indicación de fuego sólo se observará si los circuitos del faro, lámpara de prueba, célula fotoeléctrica, el amplificador detector de humo, y asociados son operables. Después de una instalación se debería hacer un chequeo funcional y posteriormente a intervalos frecuentes.

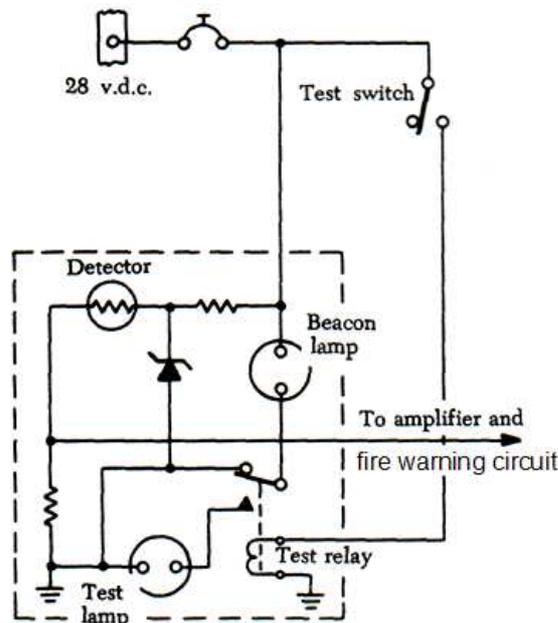


Fig. 2-12 Circuito de prueba del detector de humo

### **2.1.7. ATTENTION GETTERS**

Los mensajes de advertencia van acompañados por un “Máster de advertencia” un “Máster de Precaución” y una advertencia sonora.

Los Attention Getters se utilizan para llamar la atención en caso de una emergencia de manera visual y sonora.

Para el Máster de Advertencia o “Master Warning” se utiliza una luz de color rojo como indicación visual y para el Máster de Precaución o “Master Caution” se utiliza una luz de color ámbar como advertencia visual.

## **2.2. ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE LA MAQUETA**

Debido a que el material aeronáutico es muy costoso y difícil de conseguir, además de los impedimentos que existen en la utilización de los derechos intelectuales en la reproducción de componentes aeronáuticos, se utilizó elementos que son de fácil adquisición y conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera de Mecánica Aeronáutica – Aviones y se los implementó en la construcción de la maqueta.

### **2.2.1. MICROCONTROLADOR PIC 16F819**



Fig. 2-13 Microcontrolador PIC 16F819

Este microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).

El nombre actual no es un acrónimo. En realidad, el nombre completo es PICmicro, fabricados por Microchip Technology Inc.

El PIC original se diseñó para ser usado con la nueva CPU.

La arquitectura del PIC es sumamente minimalista. Esta caracterizada por las siguientes prestaciones:

Una cantidad relativamente pequeña de espacio de datos direccionable (típicamente, 256 bytes), extensible a través de manipulación de bancos de memoria.

### 2.2.2. CONDENSADOR

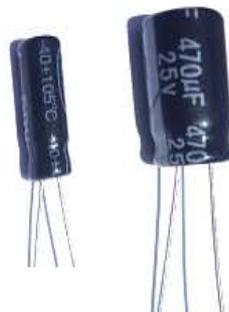


Fig. 2-14 Condensador

El condensador o capacitor almacena energía en la forma de un campo eléctrico (es evidente cuando el capacitor funciona con corriente directa) y se llama capacitancia o capacidad a la cantidad de cargas eléctricas que es capaz de almacenar. Los condensadores deben ser conectados con su respectiva polaridad por lo que existen dos pines que salen del capacitor, el pin más largo corresponde al positivo.

El símbolo del capacitor es el siguiente:

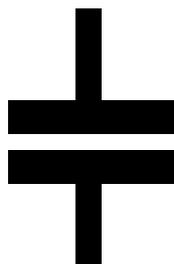


Fig. 2-15 Símbolo del capacitor

La capacidad depende de las características físicas del condensador:

- Si el área de las placas que están frente a frente es grande la capacidad aumenta.
- Si la separación entre placas aumenta, disminuye la capacidad.
- El tipo de material dieléctrico que se aplica entre las placas también afecta la capacidad.
- Si se aumenta la tensión aplicada, se aumenta la carga almacenada.

### 2.2.3 TRANSISTOR 2N3904



Fig. 2-16 Transistor 2N3904

Las principales características son:

- Baja corriente con un máximo de 200 mA.
- Baja tensión con un máximo de 40V.

Se lo usa principalmente como un interruptor de alta velocidad por lo que se lo conoce también como transistor de tipo interruptor.

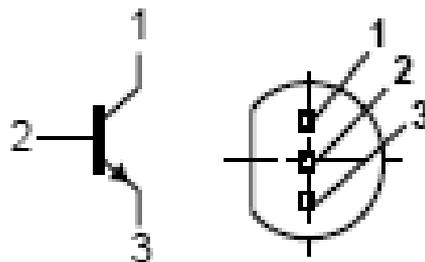


Fig. 2-17 Transistor de tipo NPN

En la Fig. 2-17 se ilustra lo siguiente:

- Pin 1: colector o entrada.
- Pin 2: base o tierra.
- Pin 3: emisor o salida.

#### 2.2.4. CONDENSADOR CERÁMICO 104



Fig. 2-18 Condensador cerámico 104

Este condensador evita los parásitos eléctricos, pues no permite cambios bruscos en la corriente, se encarga de cortar picos y entregar una señal más pura.

Se lo utiliza principalmente para evitar interferencias con los equipos electrónicos como las que se pueden dar por ejemplo: la televisión, el celular o una cafetera.

#### 2.2.5. AMPLIFICADOR OPERACIONAL LM358



Fig. 2-19 Amplificador operacional LM358

Internamente el amplificador operacional contiene un gran número de transistores, resistores, capacitores, etc.

Está diseñado para funcionar con un amplio rango de tensiones entre 3V a 32V.

### 2.2.6. BORNERAS



Fig. 2-20 Borneras

Dispositivo eléctrico que es utilizado como unión entre terminales de alambres y el circuito de la baquelita, poseen orificios por donde se introducen los terminales y un perno que sirve de ajuste.

### 2.2.7. RESISTENCIA ELÉCTRICA



Fig. 2-21 Resistencia eléctrica

Se denomina resistencia eléctrica, simbolizada habitualmente como  $R$ , a la dificultad u oposición que presenta un cuerpo al paso de una corriente eléctrica para circular a través de él. En el Sistema Internacional de Unidades, su valor se expresa en ohmios, que se designa con la letra griega omega mayúscula,  $\Omega$ . Para su medida existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmímetro.

### 2.2.8. POTENCIÓMETRO

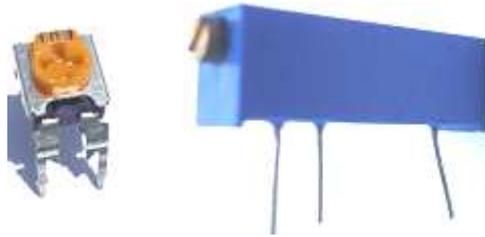


Fig. 2-22 Potenciómetros

Un potenciómetro es un resistor al que se le puede variar el valor de su resistencia. De esta manera, indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que hay por una línea si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial de hacerlo en serie.

Los potenciómetros rotatorios son potenciómetros de mando que se controlan girando su eje. Son los más habituales pues son de larga duración y ocupan poco espacio.

Existen los potenciómetros tipo “trimmer” que son también resistencias variables pero de alta precisión ya que tienen un rango de aproximadamente 30 vueltas, estos son muy útiles para calibrar temperaturas, contrastes o brillos.

### 2.2.9 DIODO LED



Fig. 2-23 Diodo LED

El LED es un diodo que emite luz cuando se lo polariza de forma directa.

Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia, el LED es un tipo especial de diodo que trabaja como un diodo común, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz.

### 2.2.10. PULSADOR ELÉCTRICO



Fig. 2-24 Pulsador eléctrico

También llamados interruptores momentáneos. Este tipo de interruptor requiere que el operador mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos. Un ejemplo de su uso lo podemos encontrar en los timbres de las casas.

### 2.2.11. PARLANTE



Fig. 2-25 Parlante

Es un transductor eléctrico-mecánico-acústico, es decir, un dispositivo destinado a la conversión de ondas eléctricas en energía mecánica y de mecánica en acústica.

### 2.2.12. CIRCUITO INTEGRADO LM35



Fig. 2-26 Circuito integrado LM35

Este circuito integrado se encuentra encapsulado como un transistor pero funciona de manera diferente ya que su principal característica es la de variar 10mV por cada grado centígrado que aumente o disminuya.

Su rango de operación está entre los 0°C y los 150° C.

### 2.2.13. BAQUELITA



Fig. 2-27 Baquelita virgen

Es sintetizada a partir de moléculas de fenol y 32 formaldehído. La baquelita puede moldearse a medida que se forma y resulta duro al solidificar. No conduce la electricidad, es resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable.

El alto grado de entrecruzamiento de la estructura molecular de la baquelita le confiere la propiedad de ser un plástico termoestable: una vez que se enfría no puede ablandarse nuevamente. Esto lo diferencia de los polímeros



de una estructura metálica que la protege. Desde el punto de vista eléctrico, hay un conector que tiene 16 pines debido a que posee iluminación propia.

Mediante las señales apropiadas enviadas y recibidas por este conector, el display es capaz de representar los caracteres.

#### **2.2.14.1 DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL LCD**

Antes de conectar el LCD, es necesario asegurarse que todo esté en correcto orden, para no dañar de forma permanente el LCD.

a) Pines empleados en la alimentación y contraste del LCD.

- Pin 1: (VSS) se debe conectar al negativo de la alimentación.
- Pin 2: (Vdd/Vcc) va unido al positivo (5V).
- Pin 3: permite el ajuste del contraste del panel. Se puede unir al pin 1 mediante una resistencia de  $220\Omega$  para obtener un contraste adecuado (pero fijo) o bien utilizar un potenciómetro o preset de  $10\text{ K}\Omega$  para variar el contraste a gusto.

b) Pines que controlan el funcionamiento del display.

- Pin 4: llamado "RS" (RegistrationSelect), indica al controlador interno del LCD el valor presente en el bus de datos es un comando (cuando RS=0) o bien un carácter para representar (cuando RS=1).
- Pin 5: llamado "R/W"(Read/Write), permite decidir si se desea enviar datos al display (R/W=0) o bien nos interesa leer lo que el display tiene en su memoria o conocer su estado (R/W=1).
- Pin 6: llamado "E"(Enable) es el que selecciona el display a utilizar. Es decir, se puede tener varios LCD conectados a un mismo bus de datos (pines 7-14) de control, y mediante E seleccionar cual es el que debe usarse en cada momento.

c) Los pines 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 son el “bus de datos” del controlador de la pantalla. Llamados DB0-DB7 son los encargados de recibir (o enviar) los comandos o datos desde o hacia el display. DB0 es el bit de menor valor y DB7 es el más significativo.

d) Por último, los pines 15 y 16 son los que se utilizan para alimentar el LED de fondo de la pantalla, que brindan la iluminación (backlight). El pin 15 debe ser conectado a 5 voltios y el 16 al negativo o masa de la fuente. En estas condiciones, la luz de fondo esta encendida a 100% de su brillo. Como se mencionó anteriormente, se puede utilizar un potenciómetro para ajustar el brillo.

A continuación se detalla en resumen los terminales de la pantalla LCD:

**TABLA 2.1. Detalle de terminales de la pantalla LCD**

1	Vss	Alimentación tierra GND
2	Vdd	Alimentación de 5 V CC
3	Vo	Ajuste de contraste (pantalla)
4	RS	Selección de registro control
5	R/W	Lectura escritura en LCD R/W= 0 escritura R/W= 1 lectura
6	E	Habilitación
7	D0	Vacío
8	D1	Vacío
9	D2	Vacío
10	D3	Vacío
11	D4	Pin 6 del microcontrolador
12	D5	Pin 7 del microcontrolador
13	D6	Pin 8 del microcontrolador
14	D7	Pin 9 del microcontrolador
15	A	Alimentación backlight
16	K	Tierra backlight

**Fuente:** <http://www.monigot.com/tutoriales/LCD/>

**Elaborado por:** Daniel Páliz C.

### 2.2.15. REGULADOR DE VOLTAJE L7805CV



Fig. 2-30 Regulador de voltaje L7805CV

Es un regulador fijo de 5Vcc tiene una capacidad máxima de 1 Ampere y soporta hasta 40Vcc en la entrada. Tiene 3 pines:

- El pin izquierdo es la entrada
- El central es negativo
- El pin derecho es la salida (5Vcc).

Requiere de un disipador de calor si la tensión de entrada es muy alta con respecto a la salida ó si la corriente se llega a aproximar al límite. Requiere que la entrada sea cuando menos de 7Vcc u 8Vcc para que regule a 5Vcc.

### 2.2.16. PUENTE RECTIFICADOR



Fig. 2-31 Puente rectificador

Se utiliza este componente para obtener un voltaje rectificado cuando se maneja corriente alterna, lo cual se puede lograr también usando cuatro diodos que van desde la nomenclatura 1N4001 a la 1N4007

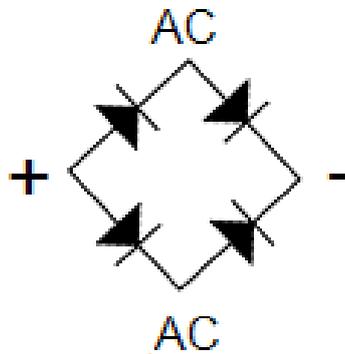


Fig. 2-32 Símbolo del puente rectificador

Gracias a este puente rectificador se puede utilizar corriente continua o corriente alterna, ya que si a la entrada tenemos una señal como la de la Fig. 2-33

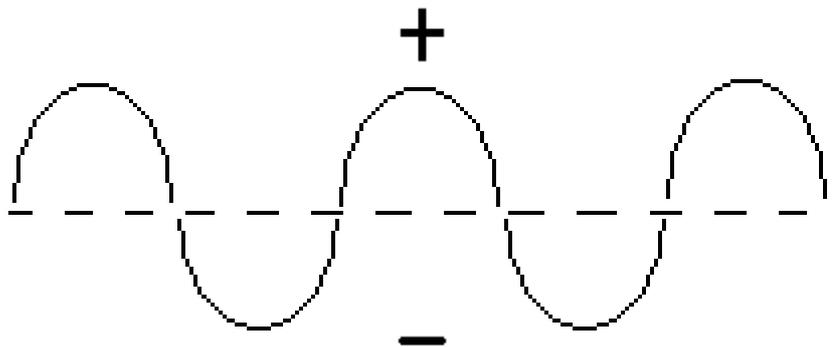


Fig. 2-33 Señal de corriente alterna

A la salida del puente rectificador se obtendrá una señal como la de la Fig. 2-34

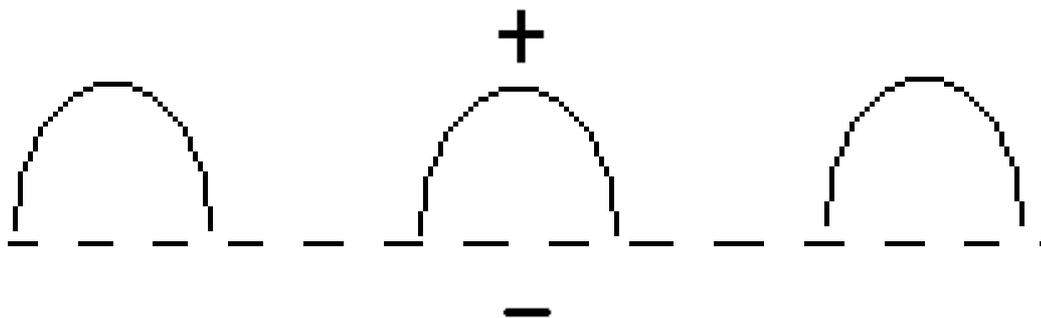


Fig. 2-34 Señal a la salida del puente rectificador

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

#### 3.1. PRELIMINARES

Este proyecto se elaboró de forma general, no está basado en un avión en específico.

Las ideas para el diseño surgieron en base a modelos ya establecidos de funcionamiento, activación e indicación, como por ejemplo el tablero de indicación y activación del sistema de protección de fuego de los aviones Airbus A3-19 y de al avión Embraer 170.

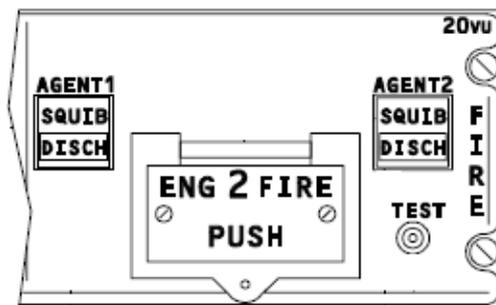


Fig. 3-1 Tablero del Avión Airbus A-320

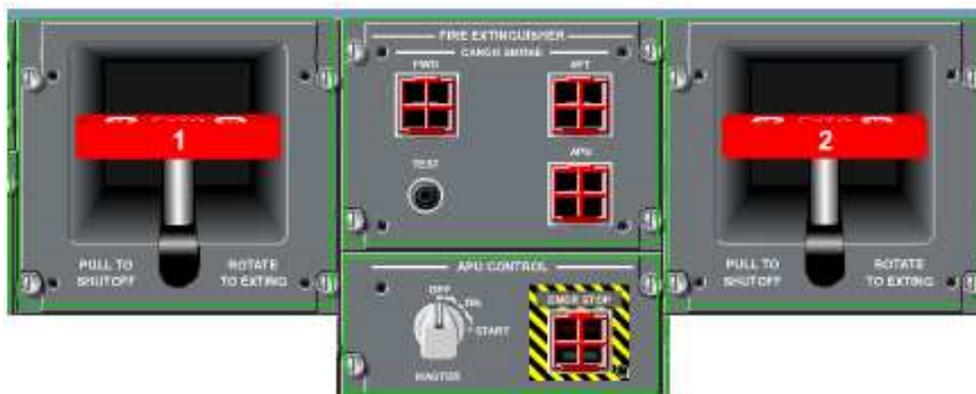


Fig. 3-2 Tablero del Avión Embraer 170

### 3.2. DISEÑO

Una vez investigadas las diferentes maneras de de indicación y activación se procedió a fusionar las partes generales y a diseñar el banco en el cual irá montado el sistema.

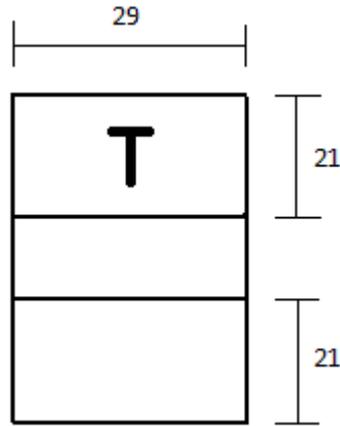


Fig. 3-3 Vista superior de la maqueta

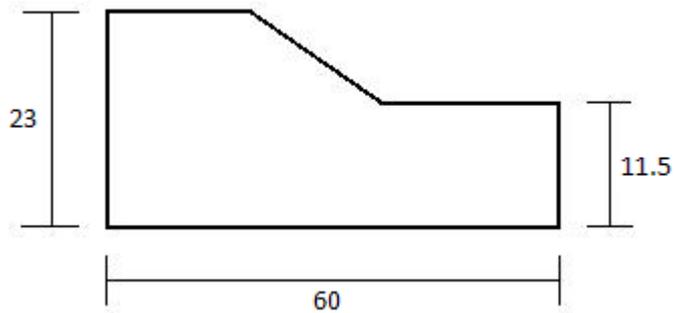


Fig. 3-4 Vista lateral de la maqueta

### 3.3 ELABORACIÓN DEL DETECTOR E INDICADOR DE SOBRETENPERATURA Y FUEGO

La elaboración de esta maqueta se realizó de una manera en la que el usuario pueda entender parte del funcionamiento del sistema de protección de fuego de forma sencilla.

Se utilizó un microcontrolador PIC, el cual fue programado en lenguaje Basic para controlar el circuito. (Ver anexo B)

### 3.3.1. MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA BAQUELITA

- Baquelita.
- Hoja adhesiva A4.
- Plancha (las que se usan para planchar la ropa).
- Lija fina o lustre para limpiar la película de protección que viene en la baquelita.
- Broca 1mm.
- Acido férrico.
- Recipiente.

### 3.3.2. PASOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CIRCUITO EN LA BAQUELITA

- a) Baquelita virgen
- b) Se despegó las dos partes que conforman la hoja adhesiva (esto es importante ya que se debe tomar una de las dos para hacer la impresión del circuito), para esto se tomó la hoja que no tiene el pegamento.

El procedimiento que se siguió se llama “método de transferencia térmica” por lo que se imprimió el circuito en la hoja adhesiva mediante una impresora “LASER”.

- c) Se limpió la película de protección de la baquelita con un lustre hasta que quedó brillante.



Fig. 3-5 Limpieza de película protectora

- d) Se cortó la baquelita y el papel transfer a la misma medida.

e) Se fijó el papel transfer a la baquelita.



Fig. 3-6 Papel transfer sobre la baquelita

f) Se aplicó una plancha a su máxima temperatura sobre el papel transfer. Este proceso se lo realizó con la ayuda de una tela “jean”



Fig. 3-7 Planchado del papel transfer sobre tela jean

g) Se sumergió la baquelita en un recipiente con agua hasta que el papel se suavizó, de esa manera la impresión quedó sobre la baquelita y el papel transfer se lo pudo remover de manera fácil.



Fig. 3-8 Remoción del papel transfer

- h) Las líneas que se perdieron, fueron grabadas con un marcador indeleble.
- i) Se preparó la mezcla de ácido férrico con agua en el recipiente hasta una medida que pudo cubrirse la baquelita.
- j) Una vez preparada la mezcla se sumergió la baquelita por unos 20 a 30 minutos moviéndola constantemente hasta que se removió todo el cobre que no se necesitaba.



Fig. 3-9 Baquelita sumergida en ácido férrico

- k) Al terminar el proceso de remoción del cobre no deseado se limpió la baquelita con tinner y se realizó las perforaciones.

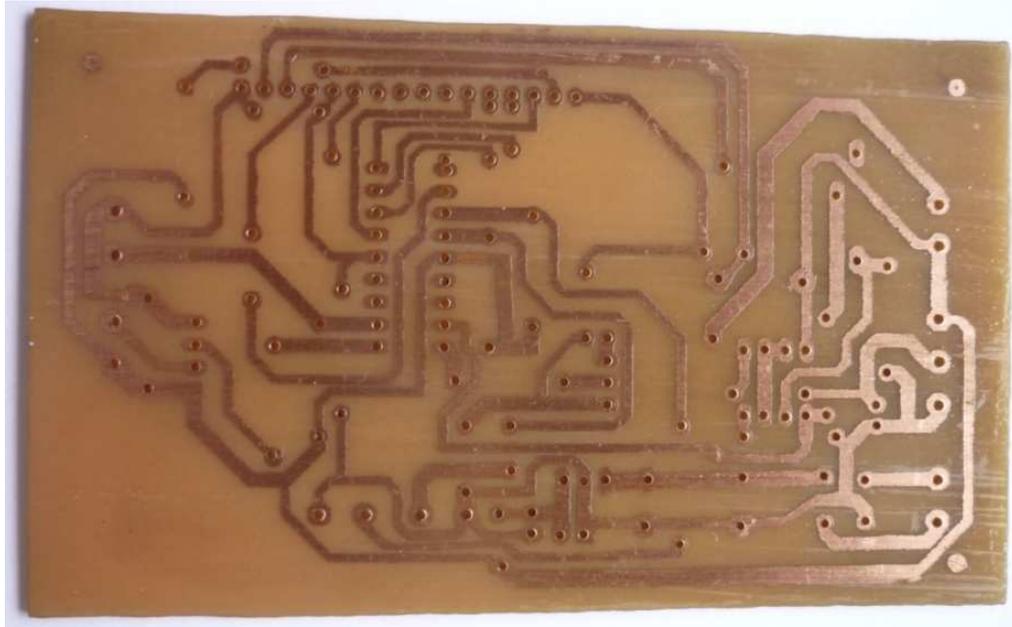


Fig. 3-10 Placa del circuito detector de fuego y sobre temperatura

### 3.3.3 ENSAMBLE DEL CIRCUITO DETECTOR E INDICADOR DE FUEGO Y SOBRETENPERATURA

#### 3.3.3.1 GUÍA DE ENSAMBLE

A continuación se detallan dos diagramas que sirvieron de guía para evitar errores en el ensamble del circuito detector e indicador de sobretemperatura y fuego.

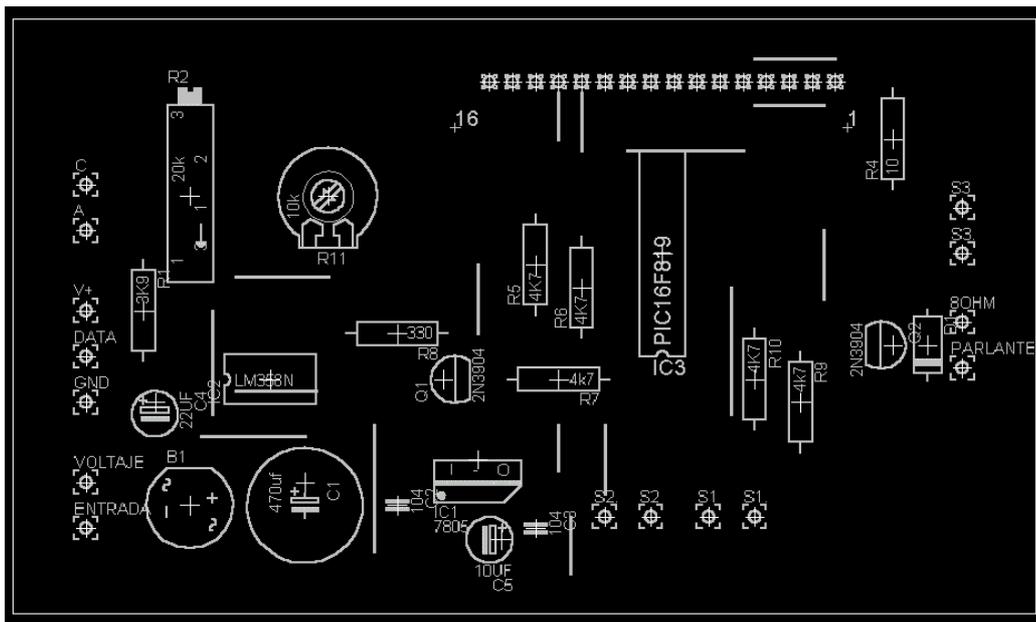


Fig. 3-11 Diagrama esquemático del detector de fuego y sobretemperatura

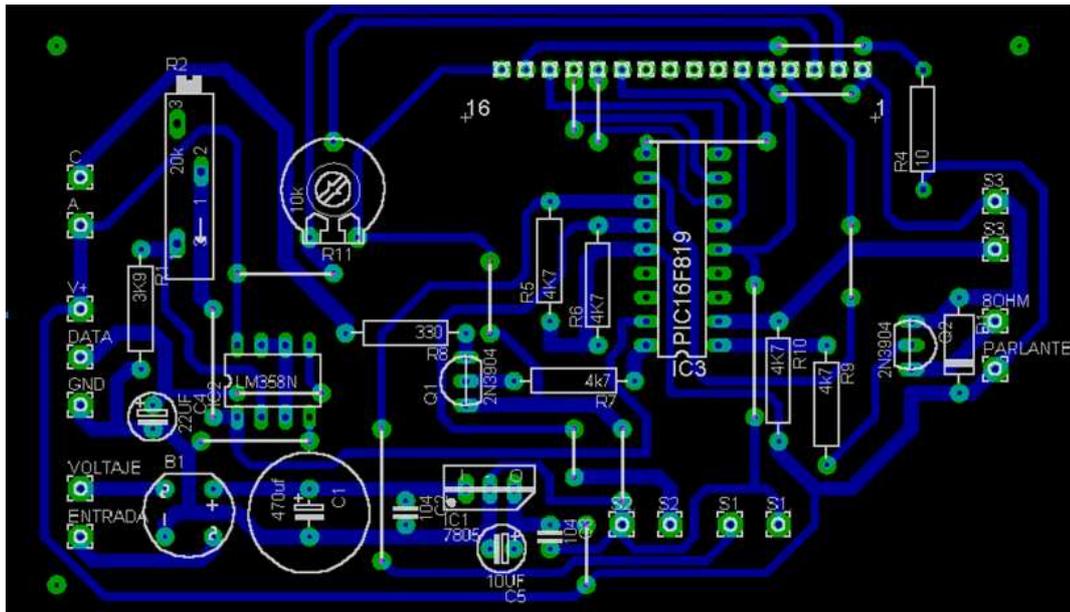


Fig. 3-12 Diagrama de las líneas del circuito en la baquelita

- a) Se instalaron los puentes de alambre desnudo (líneas blancas Fig. 3-13) y las resistencias en su respectiva posición

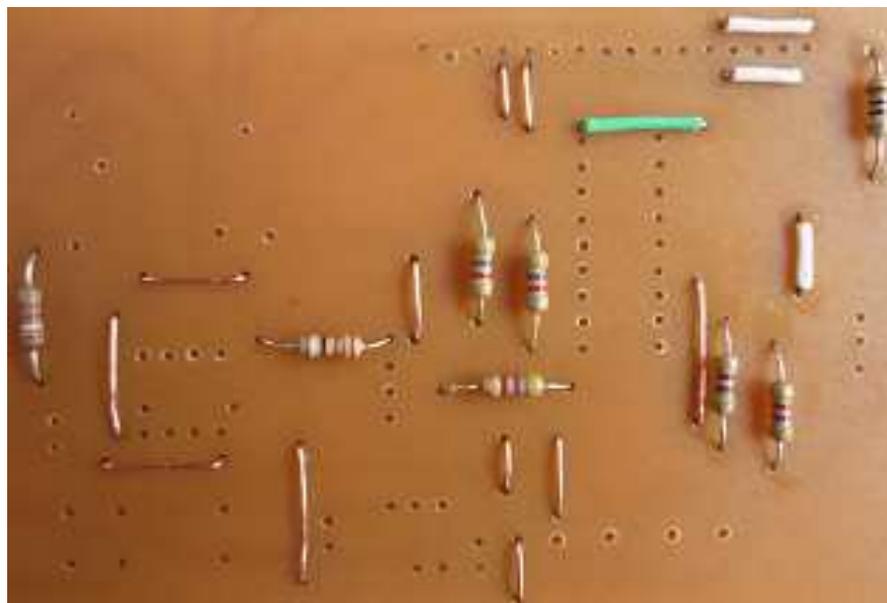


Fig. 3-13 Puentes y resistencias

- b) Se soldó las bases para los circuitos integrados, de 18 y 8 pines, tienen una sola posición, se guía por el destaje en uno de sus lados.

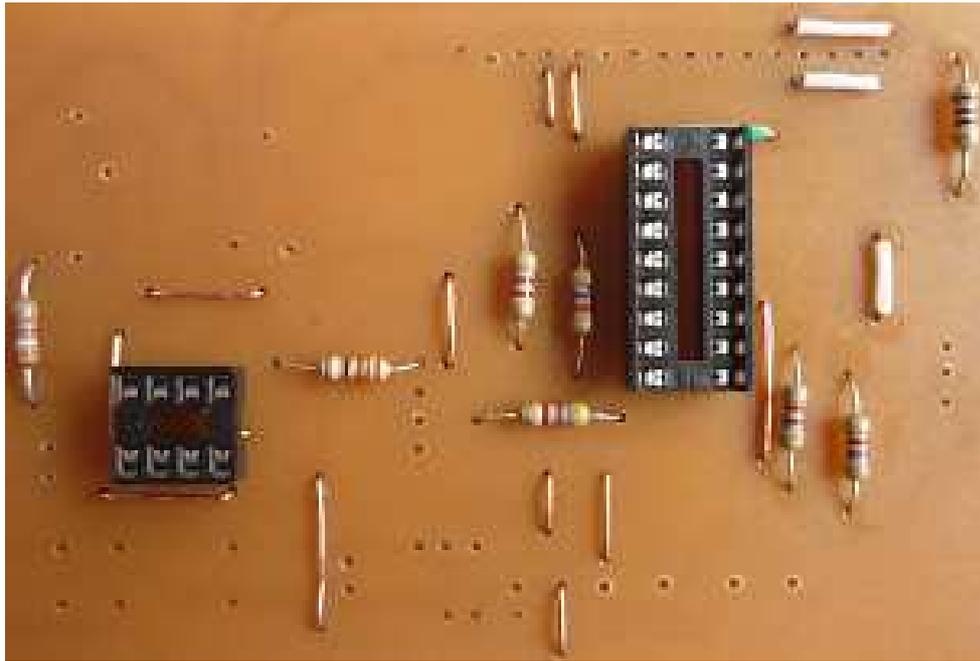


Fig. 3-14 Instalación de bases de circuitos integrados

- c) Se soldó el condensador cerámico (no tiene polaridad) y los condensadores electrolíticos que tienen una sola polaridad (+ y -), el pin más largo corresponde al positivo y el más corto al negativo.

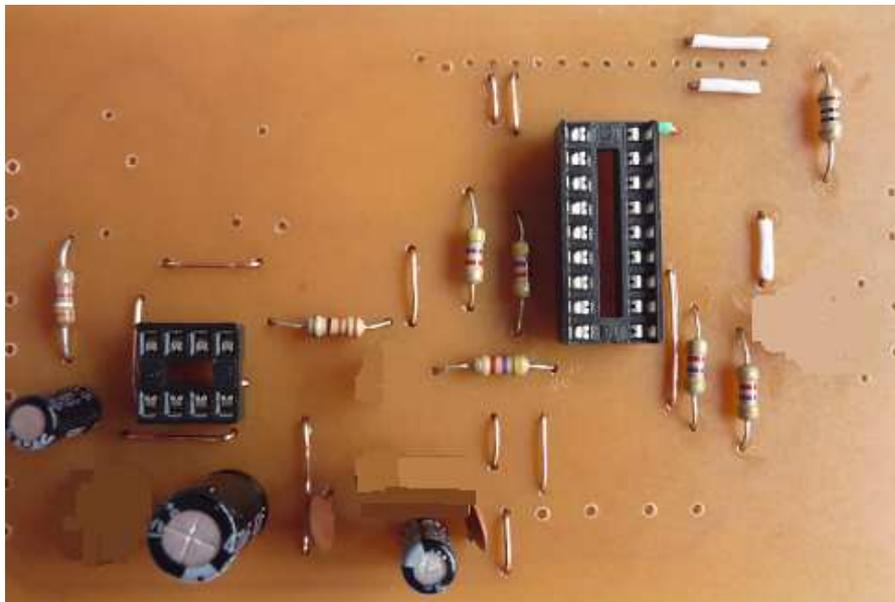


Fig. 3-15 Instalación de condensadores electrolíticos y cerámico

- d) Se soldó el puente rectificador, tiene una sola polaridad, como se puede apreciar en la figura 2-12, el pin más largo es el positivo, además que está marcado sobre este un signo (+), el opuesto a ese pin es el negativo.

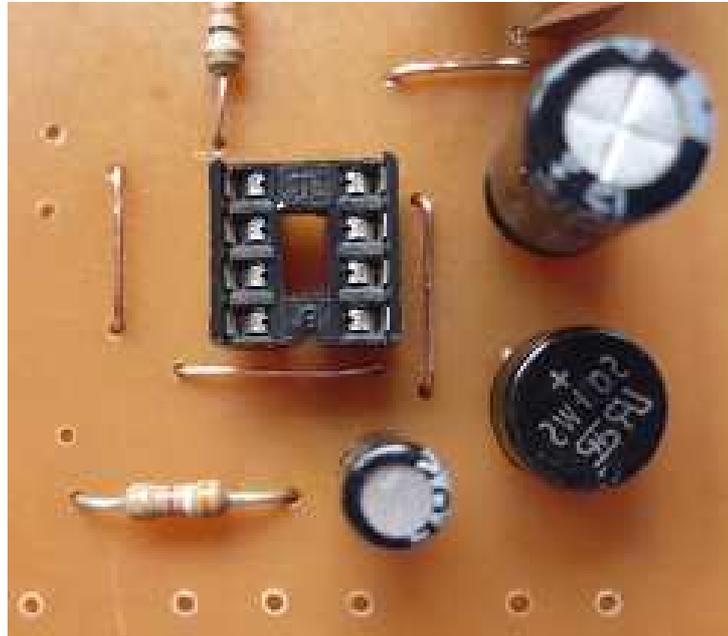


Fig. 3-16 Instalación del puente rectificador

- e) Se colocó el regulador de voltaje L7805CV utilizando como guía los diagramas, el regulador posee una sola polaridad.



Fig. 3-17 Instalación del regulador de voltaje L7805CV

- f) Se instalaron los transistores 2n3904 y guiándose en el diagrama, tienen un lado plano.

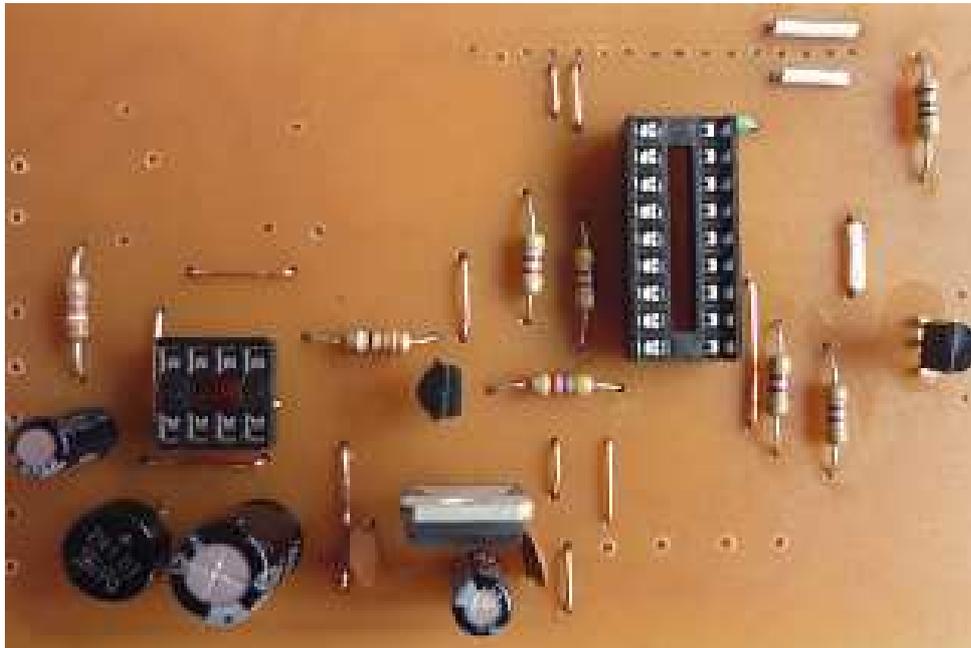


Fig 3-18. Instalación de los transistores 2n3904

- g) Se colocaron los potenciómetros de 10k y 20K en su posición correcta.

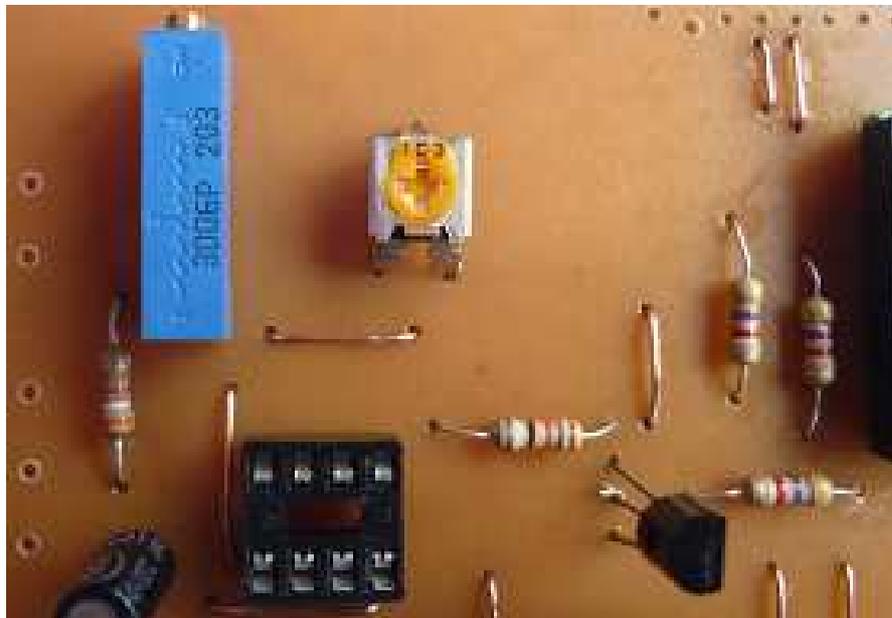


Fig. 3-19 Instalación de potenciómetros

- h) Se soldó el cable ribbon a la placa y a la pantalla LCD.

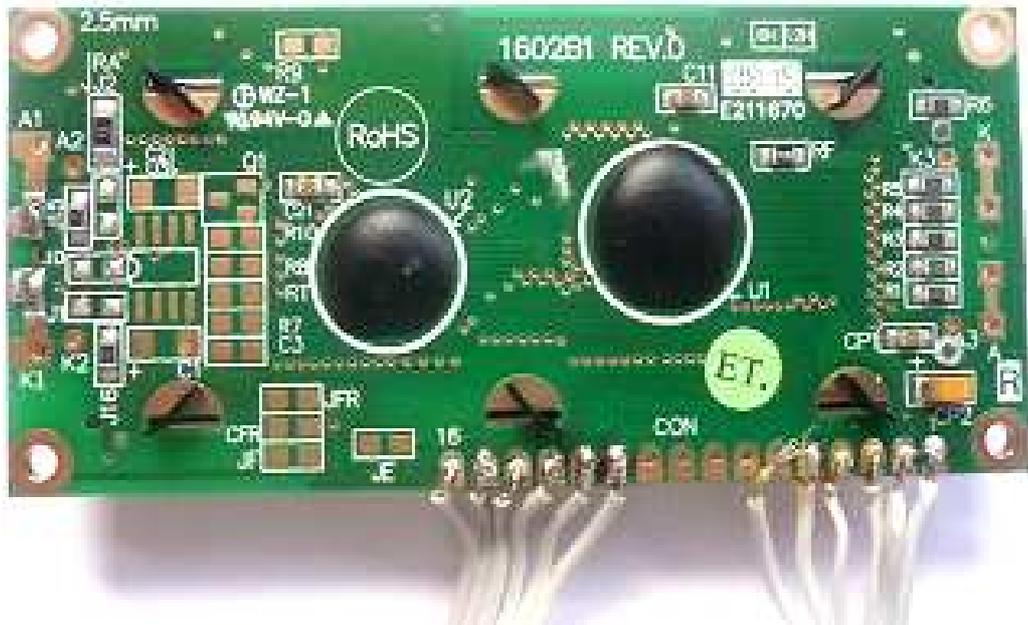


Fig. 3-20 Soldadura del cable Ribbon a la pantalla LCD

La pantalla tiene una sola posición, se debe tomar en cuenta la numeración que va del pin 1 al 16, el pin 16 está numerado.

- i) Se colocaron las borneras de dos y tres pines en su posición correcta

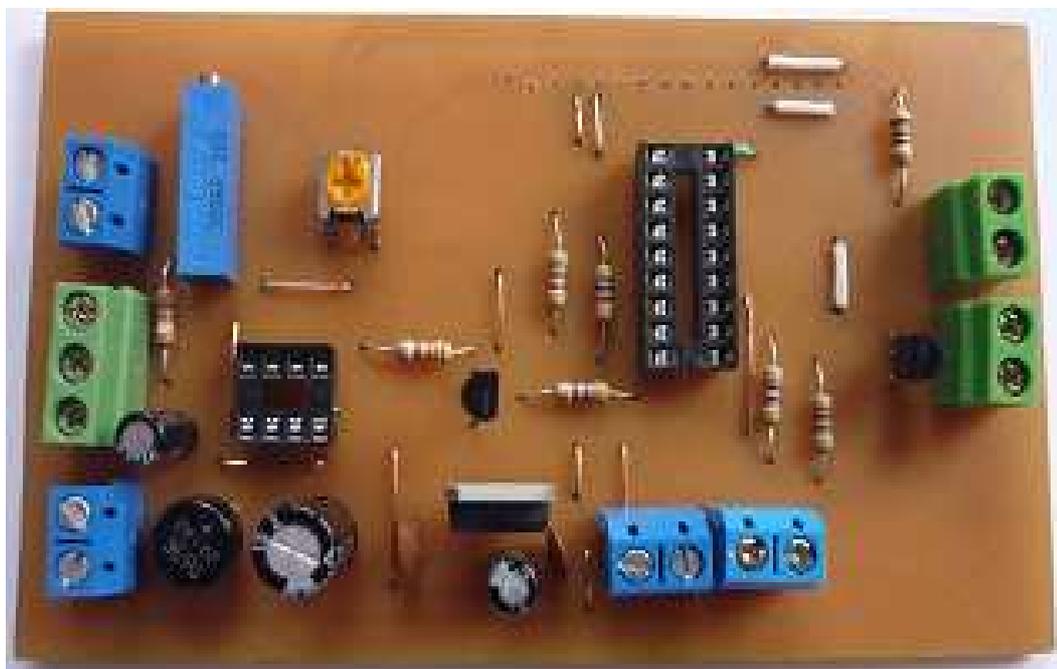


Fig. 3-21 Colocación de las borneras

En la bornera de nomenclatura (A, C) se colocó el diodo led en su respectiva posición (ánodo y cátodo).

- j) Se colocaron los switches pulsadores y de palanca. En S1, S2 (switches pulsadores) y S3 (switch de palanca).



Fig. 3-22 Pulsadores normalmente abiertos

- k) Se instaló el parlante de 8 OHM (no tiene polaridad).



Fig. 3-23 Instalación del parlante

- l) Se conectó el transformador de 110Vca a 5Vcc (fuente de alimentación).



### 3.3.4. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

La siguiente figura es un diagrama eléctrico que sirve de ayuda para entender el funcionamiento del circuito.

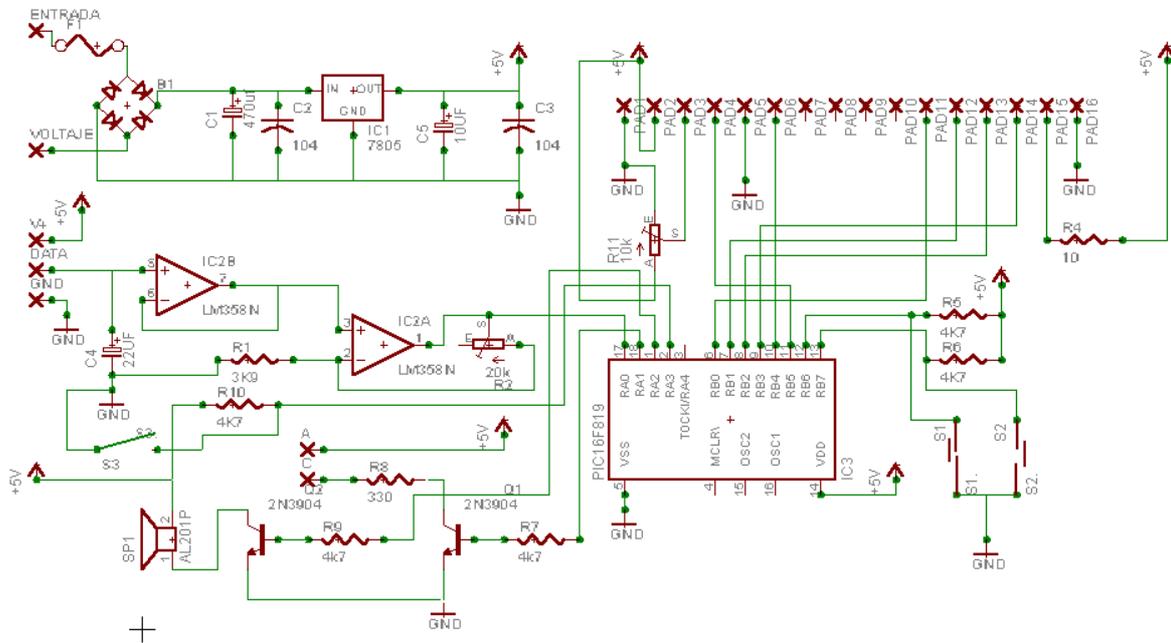


Fig. 3-26 Diagrama eléctrico del circuito detector de fuego y sobret temperatura

Para mayor entendimiento se dividió el diagrama de la Fig. 3-26 en dos partes.

#### 3.3.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE “A” DE LA FIG 3-26

En la parte “A” de la Fig. 3-26 se encuentran números que sirven para detallar lo que sucede en cada una de las fases.

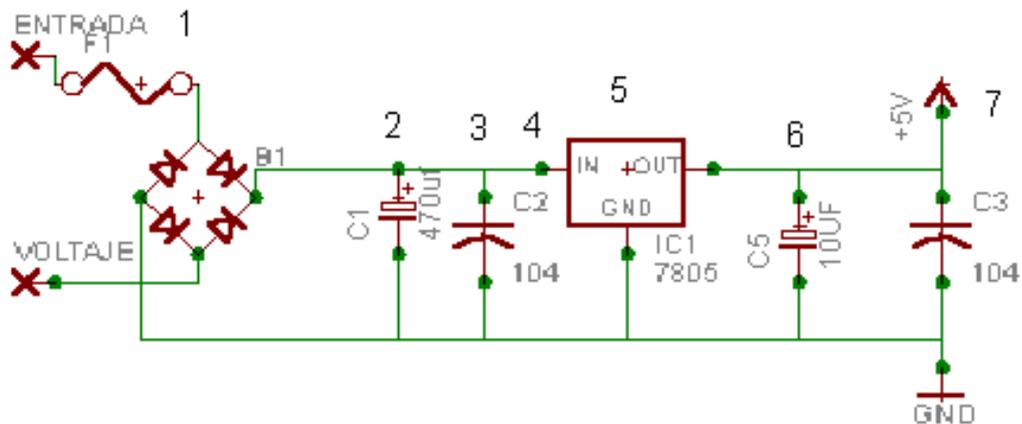


Fig. 3-27 Parte “A” de la Fig. 3-26

- a) Fase 1 y 2: actúa para rectificar el voltaje cuando existe en la entrada corriente alterna, transformándola en corriente continua.
- b) Fase "3": el condensador no polarizado 104 se encarga de cortar los picos generados; por ejemplo al encender una cafetera, licuadora, celular, etc.
- c) Fase "4": se obtiene un voltaje de corriente continua pura gracias al condensador no polarizado 104.



Fig. 3-28 Señal de corriente continua

- d) Fase "5": se encuentra el regulador de corriente directa, este, regula el voltaje ya que el sistema trabaja con 5Vcc
- e) Fase "6": está un condensador, el cual es indispensable para usar el regulador. Esto es una configuración típica.
- f) Fase "7": está un condensador no polarizado para controlar las altas frecuencias. Se controla los picos para obtener un óptimo funcionamiento del sistema.

#### 3.3.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE "B" DE LA FIG. 3-26

En la parte "B" del diagrama 3-26 se encuentran números que sirven para detallar lo que sucede en cada uno de ellos.

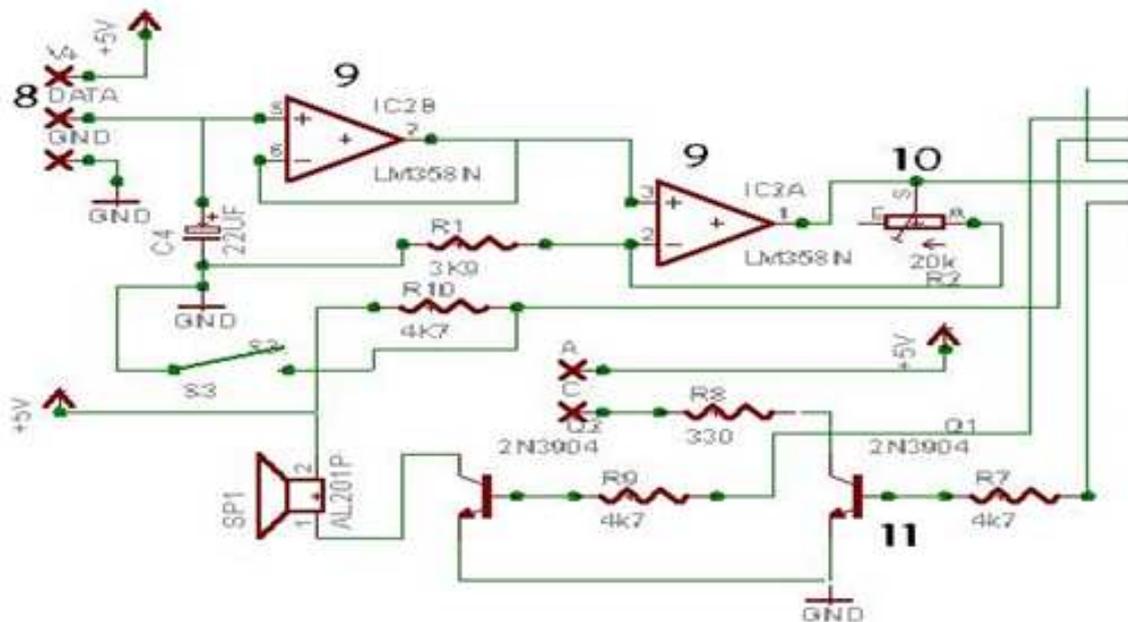


Fig. 3-29 Parte “B” de la Fig. 3-26

- Fase “8”: se conecta el sensor de temperatura LM35DZ, este tiene la característica de aumentar o disminuir 10mV por cada  $^{\circ}\text{C}$ . Este circuito integrado soporta un máximo de 150  $^{\circ}\text{C}$ .
- Fase “9”: está un amplificador operacional que amplifica la señal enviada por el sensor de temperatura LM35DZ al microcontrolador.
- Fase “10”: está un potenciómetro de precisión que sirve para calibrar la temperatura con ayuda de un termómetro previamente calibrado.
- Fase “11”: está el transistor 2N3904 el cual funciona como un “switch”. Cuando el pin 18 del microcontrolador PIC16F819 se polariza (0 – 1) el “switch” se cierra.

### 3.4 ELABORACIÓN DEL DETECTOR FOTOELÉCTRICO DE HUMO

El elemento principal de este detector es una fotocelda la cual se podría decir que funciona como un potenciómetro que aumenta o disminuye su resistencia automáticamente en presencia de la intensidad de luz que exista.



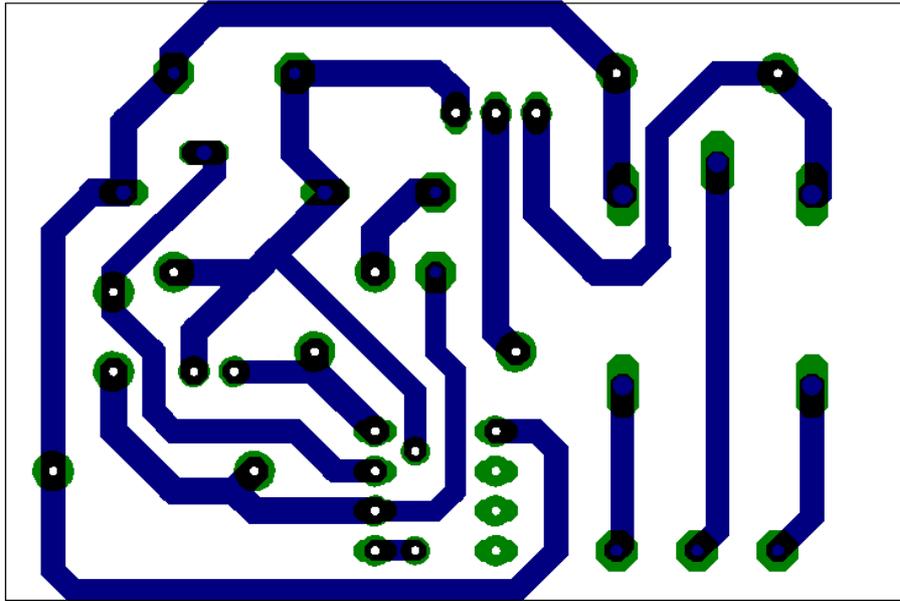


Fig. 3-31 Circuito para impresión en la placa del detector fotoeléctrico de humo

a) Se insertaron y soldaron: el relé, las resistencias y el diodo



Fig. 3-32 Relé de 12 Vcc



Fig. 3-33 Resistencias



Fig. 3-34 Diodo

b) Se insertaron y soldaron: el condensador cerámico 104 y el condensador electrolítico



Fig. 3-35 Instalación del condensador cerámico y electrolítico

- c) Se soldó la base del circuito integrado de 8 pines, tiene una sola posición, se debe guiar por la muesca en uno de sus lados.

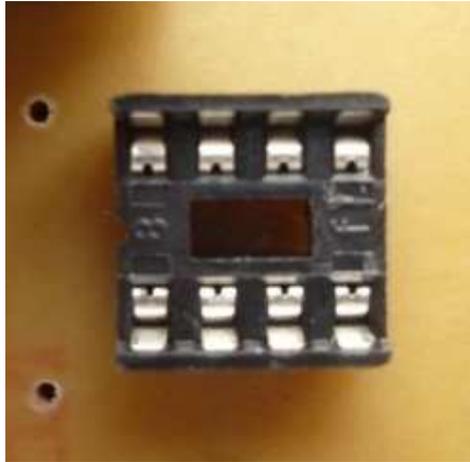


Fig. 3-36 Base para circuito integrado de 8 pines

- d) Se soldó el transistor 2N3904, tiene una sola posición.



Fig. 3-37 Transistor

- e) Se colocó el potenciómetro de 100KΩ.

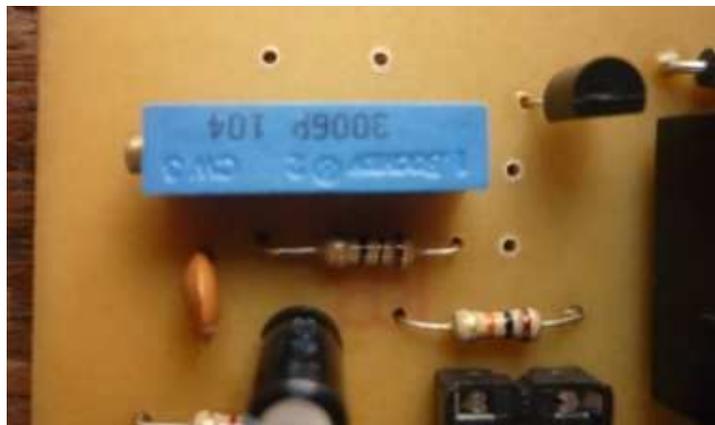


Fig. 3-38 Potenciómetro

f) Se insertó el circuito integrado en su correcta posición.

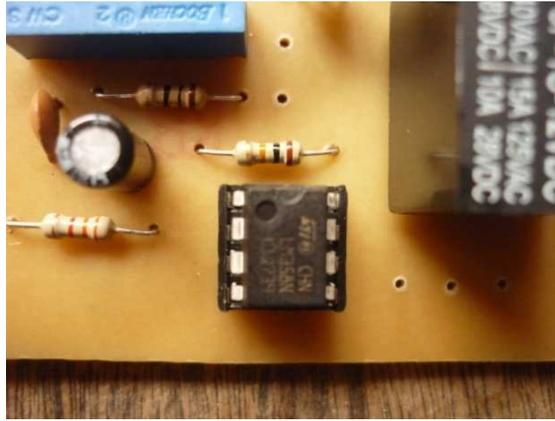


Fig. 3-39 Instalación del Circuito integrado

### 3.4.2.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

Existen 5 elementos principales del circuito: el relé, la resistencia variable de 100K $\Omega$ , el circuito integrado LM358N, el transistor 2N3904 y la fotocelda

La resistencia variable de 100K $\Omega$  permite calibrar la sensibilidad de la fotocelda a la luz, determinando el voltaje con el cual el circuito integrado LM358N polarizará el transistor 2N3904 cuando la luz aumente, activando el relé con la respectiva carga.

La fotocelda se encuentra instalada en el compartimento de carga y del lavatorio, dentro del diseño del detector fotoeléctrico de humo de la figura 2-36

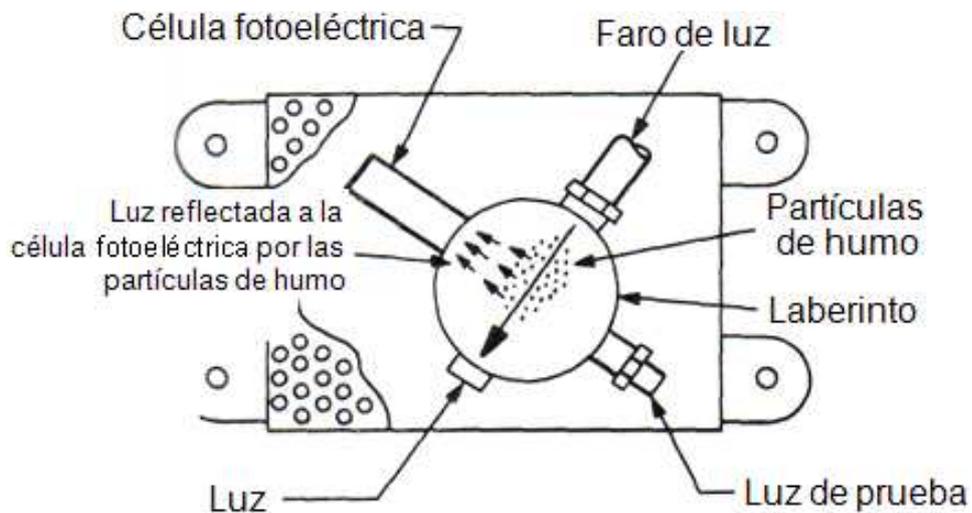


Fig. 2-36 Detector fotoeléctrico de humo

En presencia del fuego, la luz del LED se refleja como espejo en las partículas de humo, la fotocelda detecta la presencia de la luz reflejada en dichas partículas, activando el circuito detector fotoeléctrico de humo.

### 3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO

Se construyó una representación en miniatura de las siguientes partes del avión: turbina, APU, tren de aterrizaje, compartimento de carga y lavatorio.



Fig. 3-40 Motor y APU



Fig. 3-41 Tren de aterrizaje

Se procedió a asegurar los circuitos al cajón del tablero mediante pernos de 1/8" y separadores que sirven para prevenir cortocircuitos provocados por el contacto de la placa con el metal del tablero.

Los separadores son recubrimientos de cable sólido #8



Fig. 3-42 Separadores

Para la pantalla del tablero se utilizó acrílico de color azul.



Fig. 3-43 Acrílico

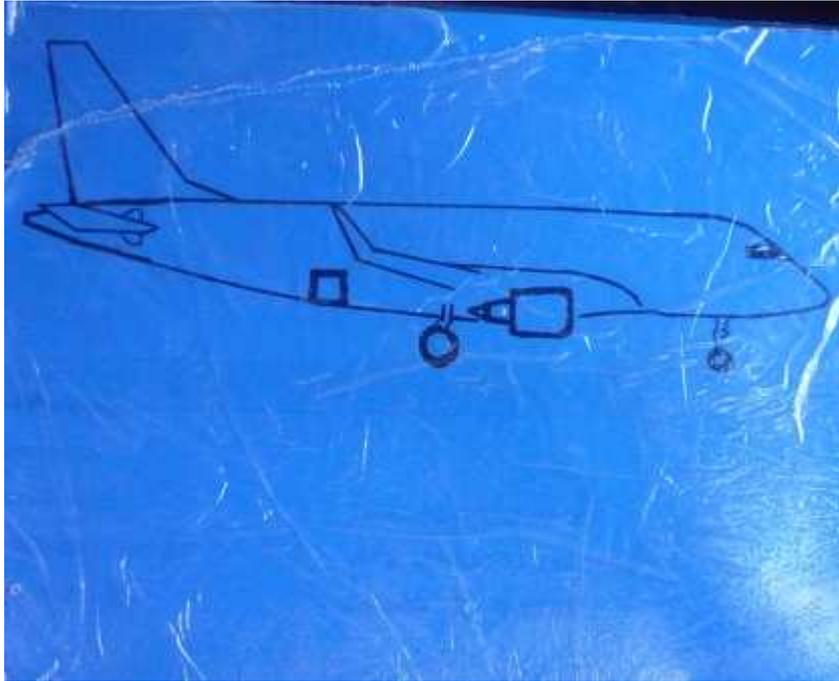


Fig. 3-44 Pantalla del tablero

Una vez lijado y limpiado el tablero con sus partes, se procedió a la pintura del mismo.



Fig. 3-45 Tablero pintado de negro

Todos los terminales de los cables se aseguraron recubriéndolos con estaño, de esa manera se asegura una correcta conexión con las borneras.



Fig. 3-46 Terminal recubierto de estaño

### 3.6 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se procedió a probar el funcionamiento de cada uno de los circuitos como se muestra en las siguientes figuras.

a. Se describe a continuación las pruebas y análisis de resultados que se realizaron para los circuitos de protección de fuego del motor, APU y tren de aterrizaje como uno solo ya que poseen los mismos circuitos.

Se encuentra una falla al conectar de manera errónea el sensor de temperatura, las pantallas LCD no se encienden.

Al conectar el sensor de manera correcta, las pruebas de funcionamiento aplicadas a los circuitos fueron aceptables y no se encontraron ninguna anomalía, todo se nota operando en perfectas condiciones.

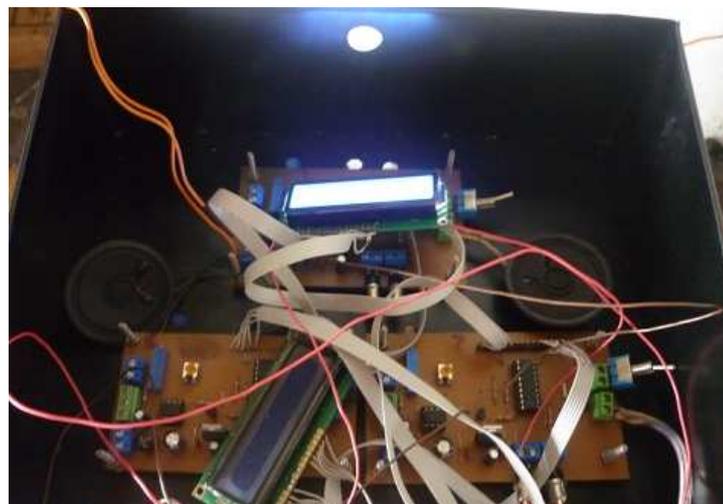


Fig. 3-47 Pruebas del funcionamiento del circuito detector de fuego y sobretemperatura del tren de aterrizaje

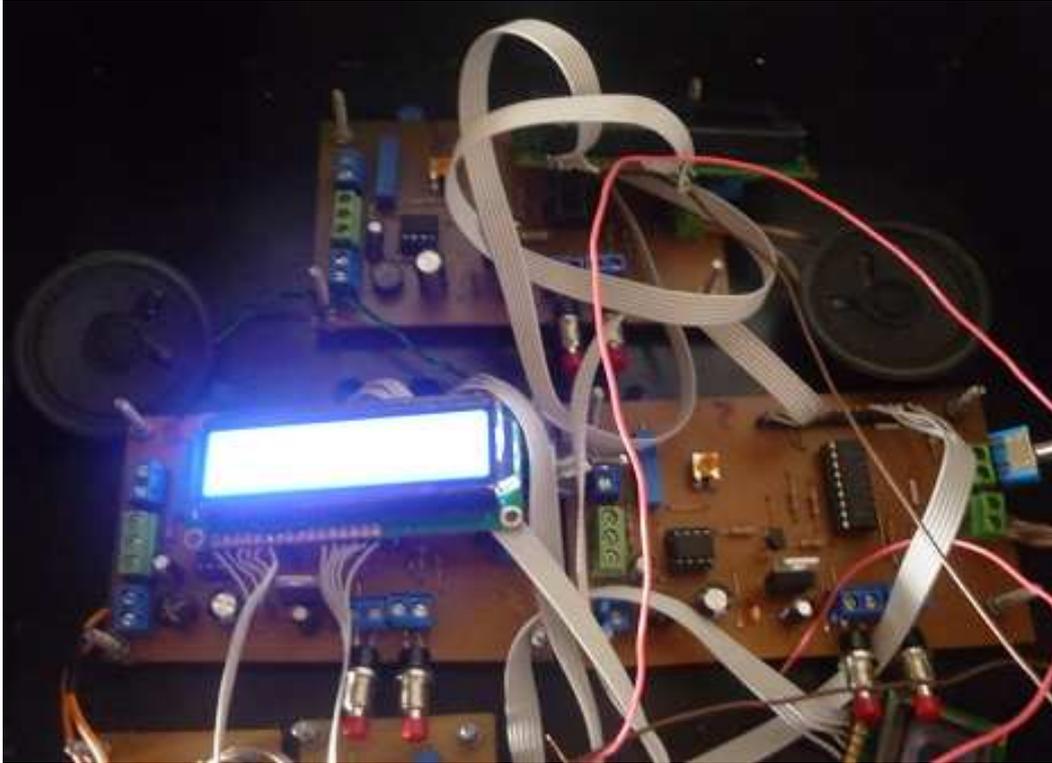


Fig. 3-48 Pruebas del funcionamiento del circuito detector de fuego y sobretemperatura del motor

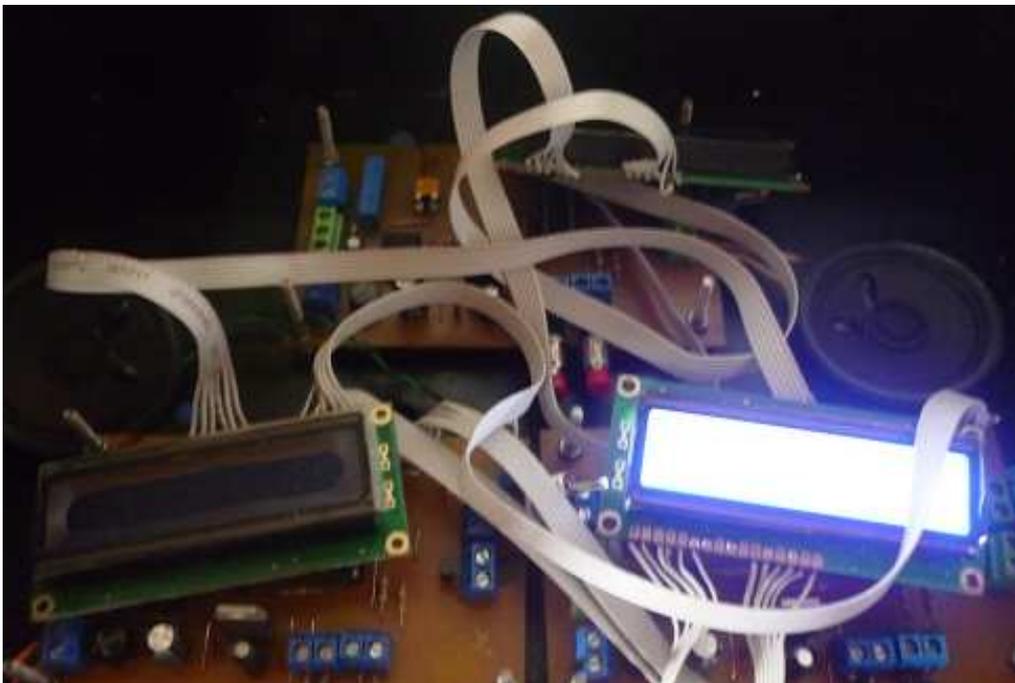


Fig. 3-49 Pruebas de funcionamiento del circuito detector de fuego y sobretemperatura del APU

b. Se utilizaron los mismos circuitos detectores fotoeléctricos de humo para el lavatorio y el compartimento de carga.

Se encuentra una falla al proporcionar energía de manera inversa al circuito, por lo que se quema el circuito integrado LM358 y el transistor 2N3904

Una vez reemplazadas las partes dañadas y conectados los circuitos de manera correcta se realizan las pruebas de funcionamiento de los circuitos detectores fotoeléctricos de humo los cuales dan resultados aceptables y no se encuentra ninguna anomalía, todo se nota operando en perfectas condiciones.

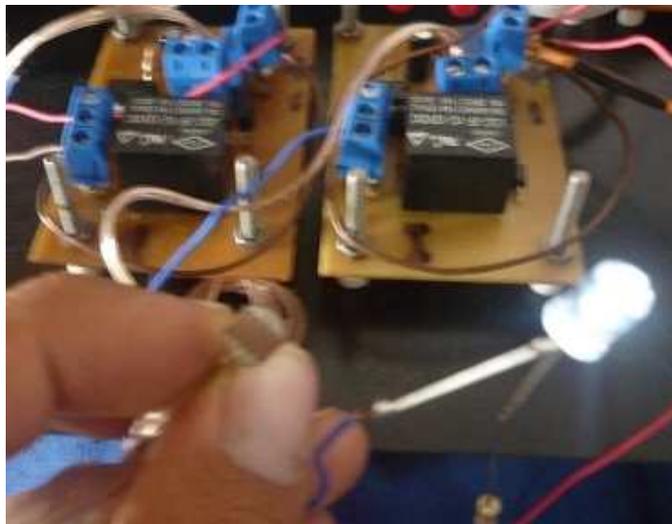


Fig. 3-50 Encendido de la alarma

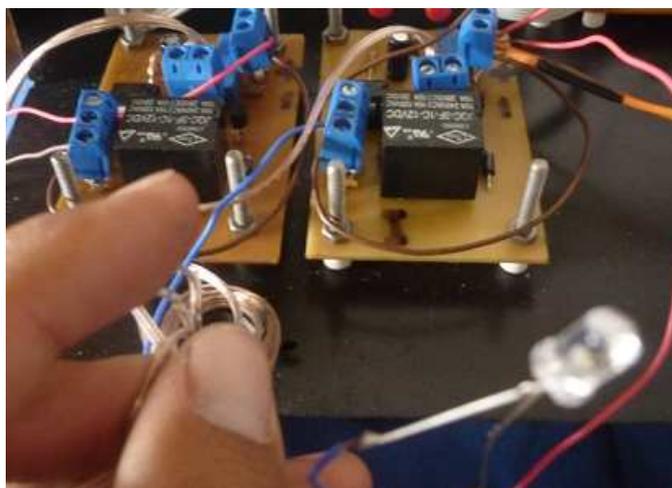


Fig. 3-51 Apagado de la alarma

### 3.7 MANUAL DEL USUARIO

La maqueta se encuentra provista de etiquetas con los nombres de cada subsistema y los nombres para cada interruptor, botón y manija.

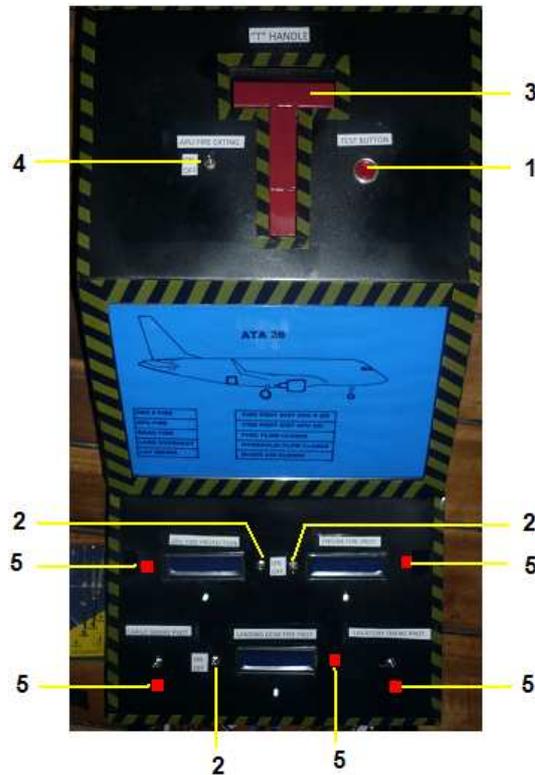


Fig. 3-52 Maqueta del sistema de protección de fuego

#### 3.7.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS SUBSISTEMAS DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL MOTOR, APU Y TREN DE ATERRIZAJE

En la maqueta, los circuitos de protección de fuego del motor, tren de aterrizaje y APU se encuentran conectados en paralelo a un solo jack, por lo que antes de ser usados deberán ser conectados a una fuente mayor de 6V y menor de 15V, no importa la polaridad ni el tipo de corriente.

Una vez conectados a la fuente de energía se debe seguir los siguientes procedimientos para encendido y operación:

1. Compruebe con el Test Button que todo esté funcionando de manera correcta. (1)

2. Ponga en ON los interruptores de encendido de los tres subsistemas (2)
3. Ponga en ON los interruptores de control de sonido “Master Warning” y “Master Caution” de los tres subsistemas. (5)
4. Programe la temperatura de alarma a la que desea que el circuito opere.
5. Ajuste el brillo de las pantallas LCD a su gusto.
6. Si se detecta fuego en el motor, hale la “T handle” (3).
7. Si se detecta fuego en el APU, ponga en ON el interruptor de “APU FIRE EXTING.” y siga el procedimiento que indique su instructor (4)
8. Para apagar los circuitos ponga en “OFF” los botones de Master Caution y Master Warning (5) y luego en “OFF” los interruptores de encendido de los circuitos, no desconecte directamente de la fuente (2).

Al detectarse un exceso de temperatura, los sensores localizados en el motor, APU y tren de aterrizaje en la maqueta envían un mensaje eléctrico al circuito detector de temperatura y fuego, el cual lo interpreta enviando una señal audible y visual con un mensaje de “PELIGRO, FUEGO” y luces rojas que parpadean.



Fig. 3-53 “T” Handle

### **3.7.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO DEL COMPARTIMENTO DE CARGA Y LAVATORIO**

En la maqueta, los subsistemas de detección de humo en lavatorios y compartimento de carga se encuentran conectados en paralelo a un mismo jack y para su funcionamiento primero deberán ser provistos de 12Vcc y conectados con su respectiva polaridad.

Una vez conectados a la fuente de energía se debe seguir los siguientes procedimientos para encendido y operación:

1. Compruebe el funcionamiento de todo el sistema con el botón de prueba "TEST BUTTON"
2. Ponga el interruptor en "ON" para encender el circuito
3. Asegúrese que el interruptor de encendido del sonido esté en "ON"
4. Para apagar los circuitos ponga en "OFF" los interruptores del sonido y luego en "OFF" los interruptores de encendido de los circuitos, no desconecte directamente de la fuente.

Al detectarse humo, el detector fotoeléctrico localizado en el compartimento de carga y lavatorio de la maqueta envía un mensaje eléctrico a su respectivo circuito detector de humo, el cual lo interpreta enviando una señal de alerta audible y visual con luces rojas que parpadean.

### **3.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO**

#### **3.8.1. CIRCUITOS UTILIZADOS PARA PROTECCIÓN DE FUEGO EN LA MAQUETA.**

En la maqueta se utilizan los mismos circuitos para protección de fuego en: motor, tren de aterrizaje y APU, por esto se describe a continuación como uno solo el mantenimiento y los cuidados necesarios para los tres circuitos.

### **3.8.1.1. PRECAUCIONES**

- \* No utilizar la maqueta con ropa inadecuada.
- \* Trabaje alejado de líquidos o situaciones que puedan causar algún cortocircuito.
- \* Se debe tener cuidado con la parte inferior de la placa del circuito ya que se puede ocasionar un cortocircuito.
- \* En caso de que un cortocircuito ocurra, se debe desconectar de manera inmediata la fuente de energía ya que además del daño al circuito, se corre el riesgo de que explote el condensador electrolítico.
- \* Asegúrese de que el voltaje que va a utilizar esté entre 6V a 15V y el amperaje no sobrepase los 10mA, no importa si se utiliza corriente continua o corriente alterna.
- \* Luego de haber reemplazado cualquier componente, revise con un multímetro que no existan cortocircuitos.

### **3.8.1.2. FALLAS DEL SUBSISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO**

- \* En caso de que haya ocurrido un cortocircuito lo más probable es que se haya dañado el PIC16F819 o el transistor 2N3904, compruebe su funcionamiento antes de reemplazar un componente por otro.
- \* Si la pantalla LCD no despliega algún mensaje revise la conexión desde la placa hasta la pantalla buscando alguna soldadura rota.
- \* Si el parlante no suena, compruebe que esté bien conectado.
- \* Si el LED no funciona, compruebe que esté conectado en la polaridad correcta.

\* En caso de que el mensaje que se despliega en la pantalla es muy impreciso puede ser que el sensor de temperatura no esté bien conectado o esté dañado.

\* Si la temperatura ha sobrepasado los 150°C y el mensaje que se despliega en la pantalla es muy impreciso, lo más probable es que el sensor de temperatura se haya quemado.

### **3.8.2. CIRCUITOS UTILIZADOS PARA DETECCIÓN DE HUMO EN LA MAQUETA.**

En la maqueta se utilizan los mismos circuitos para detección de humo en: lavatorio y compartimento de carga, por esto se describe a continuación como uno solo el mantenimiento y los cuidados necesarios para los dos circuitos.

#### **3.8.2.1. PRECAUCIONES**

\* No hacer cortocircuitos

\* Se debe tener precaución con los cables

\* Asegúrese que debajo de la placa no haya elementos que puedan causar cortocircuito

\* Desconecte inmediatamente en caso de cortocircuito

#### **3.8.2.2. FALLAS DEL SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO**

\* En caso de un cortocircuito lo más probable es que se hayan averiado el condensador de 47 $\mu$ f, el circuito integrado LM358N y el transistor 2N3904.

\* Si se conecta el circuito con polaridad inversa, considere como un cortocircuito

## CAPÍTULO IV

### 4.1. CONCLUSIONES

Terminado el proyecto se concluye que:

- Se ha recopilado la información necesaria para la elaboración del presente proyecto.
- Se ha elaborado la maqueta en base a las generalidades más importantes del sistema de protección de fuego.
- La maqueta del sistema de protección de fuego se encuentra operando en óptimas condiciones.
- Se elaboró el manual del usuario para su correcta operación.
- El sistema de protección de fuego es primordial en toda aeronave.
- No importa el método que se utilice para construir un sistema de protección de fuego siempre y cuando cumpla con las especificaciones técnicas permitidas por las agencias reguladoras de aviación.
- Un error en mantenimiento de aviación puede ser fatal para muchas personas.
- El mantenimiento preventivo es primordial en aviación, no se debe esperar que se dañen los componentes sino que se los deben reemplazar y mantener antes de que eso suceda.

- Nunca es suficiente el material didáctico utilizado cuando se quiere llegar a la excelencia académica.
- Existen muchas formas de construir un sistema independientemente de cualquiera que sea, el límite lo pone nuestra imaginación.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Se debe tener presente que un descuido puede provocar severos daños en el circuito electrónico.
- Utilizar adecuadamente para que no haya cortocircuitos.
- Si no se obtiene un buen resultado, realizar una inspección visual de las soldaduras y elementos mal ubicados.
- Si no se visualiza nada en la pantalla LCD, puede ser que el contraste este en el máximo o mínimo, para ello hay que mover el potenciómetro de 10K.
- Antes de conectar el LCD, es necesario asegurarse que todo esté en correcto orden, para no dañar de forma permanente el LCD.
- Se debe tener precaución con la polaridad de los elementos en los circuitos ya que si se polariza de forma inversa se puede ocasionar severos daños a las demás piezas.
- Se debe tener extremo cuidado con los capacitores ya que pueden causar daño a las personas en caso de ser polarizados de manera inversa o se sobrepase el voltaje para el cual fueron diseñados.
- Para los circuitos detectores de fuego y sobre temperatura no importa la polaridad con la cual se lo conecte ni el tipo de corriente que se utilice.

- En los circuitos detectores fotoeléctricos de humo se debe tener cuidado la polaridad y se debe usar 12Vcc.
- Si se ha conectado con polaridad invertida en el circuito detector fotoeléctrico de humo se debe desconectar inmediatamente ya que el capacitor corre el riesgo de explotar.
- En caso de una conexión inversa en el circuito detector fotoeléctrico de humo lo más probable es que sufra una avería del circuito integrado LM358N y del transistor 2N3904.

Latacunga, Julio de 2010

Documento de aceptación del usuario

Yo, Sgtop. César Rivas en calidad de encargado de los laboratorios de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, me permito informar lo siguiente:

El proyecto de graduación elaborado por el señor: PÁLIZ CEVALLOS FRANCISCO DANIEL, con el tema: **“ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA QUE SIMULE DE FORMA ESQUEMÁTICA EL PROCESO DE ACTIVACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE FUEGO DEL AVIÓN”**. Ha sido efectuado en forma satisfactoria y el mismo cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual extendiendo éste aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante.

Atentamente,

Sgtop. César Rivas  
ENCARGADO DE LOS LABORATORIOS DE MECÁNICA  
AERONÁUTICA

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Capacitancia.**- Se refiere a la cantidad de cargas eléctricas que es capaz de almacenar un condensador.
  
- **Electroluminiscencia.**-Es la emisión de luz por parte de un material cuando es sometido a la aplicación de un voltaje.
  
- **Eutéctico.**- Se denomina así a la mezcla en tales proporciones que el punto de fusión es tan bajo como sea posible. El término “eutéctico viene de la palabra griega “eutekcos” que significa “derretido fácilmente”
  
- **Fosgeno.**- Este gas puede ser incoloro o puede verse como una nube. En bajas concentraciones, tiene un olor agradable como a hierba recién cortada y puede no ser nocivo, pero es posible que no todas las personas expuestas se den cuenta del olor. En altas concentraciones, el olor puede ser fuerte, desagradable y perjudicial para la salud.  
El fosgeno, por sí mismo, no es inflamable (no se enciende ni se quema con facilidad) pero puede causar que se enciendan las sustancias inflamables que hay a su alrededor.
  
- **Inconel.**- Es una marca de Special Metals Corporation que se refiere a un compuesto de níquel-cromo basado en super aleaciones. Las aleaciones de inconel se utilizan normalmente en aplicaciones de altas temperaturas. A menudo se hace referencia en inglés como "Inco" (o de vez en cuando "Iconel")

## BIBLIOGRAFÍA

- \* U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, Federal Aviation Administration, (1972). "Airframe and Powerplant Mechanics Airframe Handbook" Primera Revisión 1976. WASHINGTON, D.C. - EEUU.
  
- \* <http://www.monografias.com/trabajos5/prevfuegos/prevfuegos.shtml>
- \* <http://www.todo-matafuegos.com.ar/images/tipos-de-matafuegos.jpg>
- \* <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20081104201140AAKsopD>
- \* [http://www.onsemi.com/pub\\_link/Collateral/MC7800-D.PDF](http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/MC7800-D.PDF)
- \* [http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador\\_PIC](http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC)
- \* <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>
- \* [http://www.unicrom.com/Tut\\_condensador.asp](http://www.unicrom.com/Tut_condensador.asp)
- \* <http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml#esquem>
- \* [http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_el%C3%A9ctrica)
- \* <http://es.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B3metro>
- \* <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>
- \* [http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_el%C3%A9ctrico)
- \* [http://es.wikipedia.org/wiki/Placa\\_de\\_pruebas](http://es.wikipedia.org/wiki/Placa_de_pruebas)
- \* <http://www.soundlogics.com/PARLANTE%20O%20ALTA VOZ.html>
- \* <http://blog.espol.edu.ec/ideastecnologia/tag/baquelita/>

# **ANEXOS**

**ANEXO “A” INVESTIGACIÓN DEL PROBLEMA (ANTEPROYECTO)**  
**DATOS REFERENCIALES**

**CAPÍTULO I**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El parque aeronáutico existente en el Ecuador requiere de personal calificado para la correcta operación y manejo de sus recursos materiales y humanos es por eso que en la ciudad de Latacunga el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), con el fin de dar a las aeronaves del país un correcto mantenimiento y operación de las mismas posee la carrera de Mecánica Aeronáutica mención (–) Aviones, la cual comprende como parte de su plan analítico la materia de Protección del Fuego, esta, es muy importante ya que al no tener claro los conocimientos se cometen muchos errores en mantenimiento o se actúa de forma incorrecta en el avión cuando existe una emergencia causada por fuego.

Como mecánicos de aviones debemos estar preparados siempre para cualquier situación de mantenimiento, para conservar operativo el sistema de protección de fuego, saber las causas de las fallas y actuar de forma correcta también en situaciones de peligro de forma inmediata y sin errores, es por eso que el ITSA prepara alumnos aptos para actuar de manera oportuna en cualquier situación que se presente.

**1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo mejorar la didáctica de enseñanza en la materia de protección del fuego del avión de la carrera de Mecánica Aeronáutica – Aviones para optimizar el conocimiento de los estudiantes?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El ITSA tiene la meta de ser el mejor instituto de formación de mecánicos aeronáuticos a nivel de Suramérica por lo que se encuentra en un permanente mejoramiento continuo.

El sistema de protección del fuego es muy importante para salvar vidas y el correcto cuidado por parte de mantenimiento es siempre primordial por esto es que en las Regulaciones Técnicas de la Dirección General de Aviación Civil (RDAC) en su parte 147 de Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico pone como parte su malla para la formación de un mecánico aeronáutico la materia de protección del fuego y dice que para escuelas de nivel 3 de enseñanza se requiere:

- i. Conocimiento de principios generales y ejecución de un alto grado de aplicación práctica;
- ii. Desarrollo de suficientes habilidades manuales para simular el retorno al servicio; y,
- iii. Instrucción por conferencias, demostración, discusión y un alto grado de aplicación práctica.

Es muy importante estar en dentro del rango que da la DGAC como nivel 3 de enseñanza si queremos alcanzar la excelencia y ser los mejores.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Plantear maneras de innovar el material didáctico utilizado al impartir la materia de protección del fuego con el fin de mejorar el proceso práctico del alumno.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Reunir información del funcionamiento y activación del sistema de protección del fuego en el avión.
- b. Verificar la importancia del sistema de protección del fuego en el avión.
- c. Identificar la mejor manera en la que aprende el estudiante.

- d. Identificar la mejor forma de representar el sistema de protección del fuego.
- e. Programar las actividades.
- f. Implementar los objetivos específicos antes mencionados en la elaboración del anteproyecto.

## **1.5. ALCANCE**

La realización del proyecto estará dirigida a reforzar los conocimientos teórico - prácticos del alumno del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que siga la materia de protección del fuego.

La simulación del funcionamiento del sistema de protección del fuego se lo elaborará de una forma general, esto quiere decir que su desarrollo no será de un avión en específico por lo que utilizará como referencia el manual de entrenamiento para la obtención de la licencia de mecánico de la FAA.

## **2. PLAN METODOLÓGICO**

### **2.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Se utilizará una modalidad básica de campo "Participante" ya que el investigador será parte activa del estudio a realizarse debido a su calidad de estudiante del ITSA, también se utilizará la modalidad Bibliográfica Documental ya que se acudirá a información documentada ya existente del tema.

### **2.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Este anteproyecto se lo realizará con un tipo de investigación no experimental ya que no habrá manipulación de las variables ni asignación al azar de los sujetos a investigarse.

### **2.3. NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

Se utilizará el nivel exploratorio ya que esta clase de investigación estará enfocada en la realización de métodos a utilizar en estudios más profundos.

## **2.4. UNIVERSO POBLACIÓN Y MUESTRA**

Universo: Aeropuerto Río Amazonas.

Población: Fundación amazónica Alas de esperanza.

Muestra: Personal aeronáutico.

## **2.5. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los datos se recolectarán mediante una entrevista personal dirigida al mecánico de la Fundación Amazónica Alas de Esperanza y a sus pilotos debido a su vasta experiencia como profesionales certificados por la DGAC.

### **2.5.1. TÉCNICAS**

- Se utilizará el cuestionario para la entrevista personal.
- Se analizarán las respuestas de los entrevistados

## **2.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se analizarán una a una las diferentes respuestas dadas por el personal aeronáutico de la fundación.

## **2.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Los datos se interpretarán y analizarán de acuerdo a los resultados obtenidos por las entrevistas mediante lo cual se podrá deducir si el tema es necesario o no.

## **2.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Se concluirá y recomendará una vez finalizada la investigación

### **3. EJECUCIÓN DEL PLAN**

#### **3.1. MARCO TEÓRICO**

##### **3.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación se lleva a cabo ya que a mi criterio como próximo profesional en el ámbito aeronáutico, en el tiempo de estudio en el ITSA he aprendido que es importante tener bien claro los conocimientos de todos los sistemas independientemente de cualquiera que sea. En aviación a la prevención de accidentes se le da una gran importancia, es por esta causa que a los diferentes componentes del avión no se espera a que se dañen para cambiarlos sino que se espera que siempre estén en buen estado. En caso de una emergencia causada por fuego en el avión el sistema de protección del fuego nos ayuda a actuar de forma oportuna extinguiéndolo y así salvando muchas vidas por lo que mantenerlo en un excelente estado y saber su uso y utilización es el impulso de la realización de este proyecto.

##### **3.1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

###### **PROCESO DE COMUNICACIÓN**

En el manual del alumno del Instituto Aeronáutico de la Escuela Técnica de Aviación Civil (revisión: Enero – 2007) "TRAINAIR" dice que la capacidad para comunicar es una técnica que puede aprenderse. Su importancia está ilustrada por los resultados de estudios sobre como los alumnos retienen lo que se les enseñan. Estos estudios mostraron que, en el promedio, los alumnos recuerdan:

20 por ciento de los que solo escucharon;

30 por ciento de lo que solo vieron;

50 por ciento de lo que escucharon y vieron;

90 por ciento de lo que ejecutaron por si mismos, es decir aquello en lo que contribuyeron con su propio pensamiento.

Por esto se hace evidente que el aprendizaje activo es el más efectivo. Las técnicas de instrucción seleccionadas para alcanzar el mayor nivel de eficiencia posible serán aquellas donde el alumno participe activamente.

## **SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL FUEGO EN EL AVIÓN**

Debido a que el fuego es una de las más grandes amenazas en aviación, las potenciales zonas de fuego de aviones multi – motor son protegidas por un sistema fijo de protección del fuego.

Una "zona de fuego" es una área o región de un avión designada por el fabricante a requerir detección de fuego y / o equipo de extinción de incendios y un alto grado de resistencia al fuego inherente.

El término "fijo" describe un sistema instalado permanentemente en contraste con algún tipo de equipo de protección del fuego portátil.

Un sistema completo de protección del fuego en aviones modernos y muchas de las aeronaves antiguas incluyen ambos, detección y un sistema de extinción del fuego.

Este sistema corresponde al ATA 26 y consiste de un sistema detector de fuego y un sistema detector de humo los cuales envían señales a cabina advirtiendo la presencia de fuego o humo, y un sistema extintor de incendios con el cual el fuego es apagado.

## **SISTEMA DE ALERTA DE SOBRE TEMPERATURA**

El sistema de alerta de sobre temperatura es usado en algunos aviones para indicar áreas de alta temperatura que pueden conducir al fuego.

En algunos aviones, se provee a cada motor y a cada nacela, en otros se provee al área de los neumáticos.

Cuando una ocurre una condición de sobre temperatura ocurre en el área de los detectores, el sistema envía una luz parpadeante al panel de control.

En la mayoría de sistemas el detector es un interruptor térmico. Cada detector es operado por el aumento de calor a una temperatura específica.

NOTA: El investigador posee toda la información bibliográfica necesaria para la realización de este proyecto y se lo detallará de mejor manera en el trabajo escrito del proyecto de grado, por lo que por ahora en el anteproyecto solo se describe a este sistema de una forma muy general.

## **FUNDACIÓN ALAS DE ESPERANZA**

La fundación Wings Of Hope (Alas de la Esperanza, que se formó en 1962 y está presente en 44 países), se ha convertido en Ecuador en una gran ayuda para grupos indígenas, gobiernos seccionales y comunidades marginales amazónicas.

## **PARQUE AERONÁUTICO DEL ECUADOR**

Comprende todas las aeronaves registradas en el Ecuador con matrícula HC

## **RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS**

Los recursos materiales se refieren a toda la infraestructura física, equipos, materiales de trabajo, etc

Los recursos humanos se refieren a todo el talento humano que posee una institución, los conocimientos y habilidades con los cuales pueden aportar a un objetivo.

## **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

El 08 de noviembre de 1999, mediante Acuerdo Ministerial No. 3237 del Ministerio de Educación Pública, Cultura y Deportes, la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea se transforma en Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), constituyéndose de esta manera en un centro académico de formación tecnológica superior regida por las leyes y reglamentos de educación superior

correspondiente y registrado en el CONESUP con el número 05-003 de fecha 20 de Septiembre del 2000.

## **AERONAVE**

Según la OACI, aeronave es Toda máquina que puede desplazarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

## **EMERGENCIA**

Situación de peligro o desastre que requiere una acción inmediata.

## **MATERIAL DIDÁCTICO**

Se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de conceptos habilidades, actitudes o destrezas.

## **ACCIDENTE**

Evento indeseado que da lugar a la muerte, enfermedad, lesión, daño u otra pérdida.

## **INCIDENTE**

Evento que da lugar a un accidente o que tiene el potencial para producir un accidente (Un incidente en que no ocurre ninguna lesión, enfermedad, daño, u otra pérdida es denominado también "cuasi - pérdida". El término "incidente" incluye las "cuasi - pérdidas".

### 3.1.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En las Regulaciones Técnicas de la Dirección General de Aviación Civil (RDAC) en la parte 147, subparte B para los requerimientos de certificación en el numeral 147.17 nos habla de los requerimientos de equipos de instrucción y dice que:

*a) Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener los siguientes equipos de instrucción, como sean apropiados para las habilitaciones que solicita:*

*1. Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y componentes de aeronaves, motores, sistemas y componentes de motores (incluyendo las hélices) de una cantidad y tipo conveniente para COMPLETAR LOS PROYECTOS PRÁCTICOS REQUERIDOS POR SU PLAN DE ESTUDIOS APROBADO; y,*

*2. Al menos una aeronave de un tipo actualmente certificado por la D.G.A.C. para operación privada o comercial, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizaje, y otros EQUIPOS Y ACCESORIOS EN LOS CUALES EL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO PODRÍA SER REQUERIDO PARA TRABAJAR Y CON LOS CUALES EL TÉCNICO DEBE ESTAR FAMILIARIZADO;*

*b) El equipo requerido por el párrafo (a) de esta sección, NO NECESITA ESTAR EN CONDICIÓN AERONAVEGABLE. Sin embargo, si estuviere dañado, éste debería ser reparado lo suficiente para conservar su integridad;*

*c) En aquellas aeronaves, motores, hélices, aparatos y componentes en los cuales la instrucción se va a dar, y de los cuales se va a ganar experiencia práctica, deben ser tan diversificados como para mostrar los diferentes métodos de construcción, ensamblaje, inspección y operación cuando están instalados en la aeronave para su uso. DEBEN HABER UNIDADES SUFICIENTES, DE MANERA QUE NO MÁS DE OCHO ALUMNOS TRABAJEN EN UNA UNIDAD AL MISMO TIEMPO.*

En el apéndice “C” nos habla de las materias del plan de estudios de Aeronaves, en esta, está escrito acerca de las materias que se deben impartir para los Sistemas y Componentes de la Aeronave y en su literal “j” discute la materia de Protección del Fuego.

Esto indica que no habría ningún impedimento legal por parte de la DGAC para realizar éste proyecto ya que se encuentra dentro de los parámetros de enseñanza establecidos por dicha institución.

### **3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para esta investigación se utiliza la modalidad básica de campo ya que la investigación se la realiza a profesionales de la aviación y se la efectúa de una forma participante debido a que el investigador a formado parte activa, también se utiliza una modalidad bibliográfica documental porque se recurre a fuentes bibliográficas, primarias, secundarias e internet.

### **3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación a utilizarse será no experimental ya que no habrá manipulación intencional de las variables tanto dependiente (optimizar los conocimientos de los estudiantes) como independiente (mejorar la didáctica de enseñanza) ni elección al azar de los sujetos a investigarse.

### **3.4. NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

Se utiliza el nivel de investigación exploratorio ya que se enfoca esencialmente a familiarizarse con un tema desconocido, poco estudiado o novedoso a los estudiantes que empiecen con el estudio de la materia de Sistema de Protección del Fuego además esta investigación se la utilizará para desarrollar métodos a utilizarse en estudios más profundos.

### **3.5. UNIVERSO POBLACIÓN Y MUESTRA**

Se escogió como Universo al Aeropuerto Río Amazonas ya que aquí se encuentran muchos profesionales de aviación, como población a la Fundación Alas de Esperanza debido a la facilidad de ingreso y discusión del encuestador con el personal que labora en dicha institución y como muestra al personal aeronáutico debido a su experiencia laboral en el mundo de la aviación.

### **3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para recolectar los datos se usó el cuestionario en la entrevista personal ya que es una forma segura de hacerlo, debido a que se la realizará a personas profesionales certificadas por la DGAC para desempeñar sus cargos.

Como extra para alcanzar los objetivos específicos se realizó una entrevista personal a la Profesora de Protección del fuego la Tlga. Silvia Molina.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se entrevistó a la profesora de protección de fuego del ITSA la Tgla. Silvia Molina y al personal aeronáutico de la fundación Alas de Esperanza conformada por:

\* Mecánico de aviones Sr. Ramiro Quishpe con más de 10 años de experiencia y licencia de la DGAC Nro. MM1800 con habilitación en Fuselaje y Motores

\* Capitán Carlos Godoy gerente de la fundación Wings of Hope, piloto comercial con habilitación en multimotor e Instructor, licencia FAA y DGAC Nro. 1171 PC, con más de 15.000 horas de vuelo.

\* Capitán José Arcos piloto comercial con habilitación en multimotor e instructor, licencia FAA y DGAC Nro. 685 PCA, con más de 15.000 horas de vuelo.

## ENTREVISTA REALIZADA AL PERSONAL AERONÁUTICO DE ALAS DE ESPERANZA

1. ¿Qué piensa de las ayudas didácticas de simulación del funcionamiento de un sistema del avión?

### Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Es una buena forma de aprender didácticamente en dicho sistema

\* **Cap. Carlos Godoy:** Bueno

\* **Cap. José Arcos:** Es un apoyo práctico – teórico para luego aplicarlo en el vuelo real

2. ¿Cómo cataloga al sistema de protección del fuego del avión?

### Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Muy importante porque previene accidentes

\* **Cap. Carlos Godoy:** Uno de los más importantes dentro de una emergencia

\* **Cap. José Arcos:** Muy bueno porque al activar desde la cabina de mando puede evitar un incendio

3. ¿Ha tenido alguna experiencia causada por fuego en el avión?

### Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Si

\* **Cap. Carlos Godoy:** Si, una experiencia extrema, hay que tener precaución y buen adiestramiento.

\* **Cap. José Arcos:** Si

4. ¿Estuvo preparado?

### Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Si, siempre hay que estar bien preparado porque nunca se sabe cuando va a pasar una emergencia

\* **Cap. Carlos Godoy:** Si, es importante tener la ropa e instrumentos adecuados.

\* **Cap. José Arcos:** Si

5. ¿De qué manera cree usted que le ayudaría a actuar en una emergencia causada por fuego en el avión el correcto conocimiento del funcionamiento del sistema de protección del fuego?

Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** En no dudar como actuar

\* **Cap. Carlos Godoy:** Hay que estar bien preparado para una emergencia tanto en tierra como en aire.

\* **Cap. José Arcos:** Realizando los recurrentes

6. ¿Cree usted que el correcto aprendizaje del funcionamiento y mantenimiento del avión es una forma de prevenir accidente e incidentes?

Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Claro que si, en aviación se debe prevenir y ustedes deben aprender siempre a prevenir y una buena manera de hacerlo es estudiar de la manera adecuada

\* **Cap. Carlos Godoy:** Si, Prevenir antes que lamentar, todo lo que es aviación es prevención especialmente mantenimiento, es la columna vertebral, por eso en la fundación tenemos más de 9000 horas voladas en 7 años y sin accidentes.

\* **Cap. José Arcos:** Si

7. ¿Cree usted que el mecánico debe saber el funcionamiento y activación del sistema de protección del fuego? Y ¿por qué?

Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Si pues, nosotros debemos saber bien como funciona todo el avión.

\* **Cap. Carlos Godoy:** El mecánico debe conocer bien todos los sistemas, debe dar razón de todo lo que ocurre, un buen mecánico debe conocer bien de todo y estar bien preparado incluso en la parte administrativa

\* **Cap. José Arcos:** Si porque en cada inspección debe estar listo para usarlo en el preciso momento y necesario que se produzca el fuego en cualquiera de los sistemas de la aeronave.

8. (para pilotos) ¿Si el mecánico de su avión no ha habilitado el sistema de protección del fuego usted sale a volar?

Respuestas

\* **Cap. Carlos Godoy:** No

\* **Cap. José Arcos:** No

9. (mecánico) ¿Si usted sabe que el sistema de protección del fuego no está habilitado permite que salga a volar el avión?

Respuesta

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** No

10. El sistema de protección del fuego es un sistema que no se lo usa con frecuencia y talvez en toda la vida de una aeronave no se lo use, ¿cree usted que amerita que este sistema esté en el avión?

Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Claro, porque los aviones no son diseñados para incendiarse pero y ¿qué tal si lo hacen por circunstancias ajenas y dicho sistema no está bien mantenido por el mecánico?, pueden haber muchas víctimas

\* **Cap. Carlos Godoy:** Debe estar en el avión y cumplir con todas las directivas, cualquier rato se lo usa, no se sabe cuando y hay que recurrir al MEL

\* **Cap. José Arcos:** Si en la aeronave existe un sistema, cualquiera que sea, debe estar listo para ser activado.

11. Por favor dígame el porcentaje de cómo llegó usted a obtener la mayoría de sus conocimientos para llegar a ser el profesional que hoy en día es: Escuchando, memorizando o viendo y tocando

Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Todo es muy importante pero se adquiere mejor conocimiento viendo y tocando

\* **Cap. Carlos Godoy:** Ver escuchar y practicar son el 100%, nunca se deja de aprender.

\* **Cap. José Arcos:** Las tres cosas son importantes, 40% teórico y 60% práctico.

12. Cree usted que el mejoramiento continuo de la enseñanza – aprendizaje es importante.

Respuestas

\* **Mec. Ramiro Quishpe:** Siempre hay que estar mejorando para no quedarse atrás incluso uno mismo.

\* **Cap. Carlos Godoy:** Sí, la tecnología avanza y nunca se deja de aprender

\* **Cap. José Arcos:** Si

**ENTREVISTA REALIZADA A LA TLGA. SILVIA MOLINA**

1. ¿Qué piensa de las ayudas didácticas como parte de la enseñanza?

**R:** Las ayudas didácticas es una parte fundamental debido a que el alumno desempeña de mejor manera sus habilidades y conocimientos adquiridos, en forma teórica.

2. ¿De qué manera las ayudas didácticas le facilitan la enseñanza?

**R:** Permitiendo que el alumno pueda captar y desarrollar con mayor facilidad los conocimientos impartidos en forma teórica.

3. ¿Qué tipo de ayuda didáctica utiliza en su clase?

**R:** La ayuda utilizada son los CBT interactivos

4. ¿Cree que es suficiente?

**R:** No

5. ¿Cuál es su limitante?

**R:** Porque a pesar que el CBT explica de manera real no es como aplicar los conocimientos en un equipo práctico

6. ¿Cree que el material existente en el instituto para llevar a la práctica la teoría

**R:** de la asignatura de protección del fuego es suficiente?

No, debido a que en la actualidad el ITSA no consta con equipos del sistema de protección de fuego ni de extinción.

7. ¿Qué tipo de apoyo didáctico cree que le ayudaría de mejor manera a impartir la asignatura de protección del fuego?

**R:** Una maqueta que permita realizar pruebas del sistema de protección del fuego y sistemas extintores

### **3.8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **PERSONAL AERONÁUTICO DE ALAS DE ESPERANZA**

Pregunta 1: Los apoyos didácticos son muy importantes en la vida estudiantil, son herramientas que nos ayudan a comprender de mejor manera la teoría que también es muy importante.

Pregunta 2: Este sistema es muy importante porque previene y salva vidas

Pregunta 3: Los entrevistados sí han tenido este tipo de experiencia, causada por fuego.

Pregunta 4: Los entrevistados sí estuvieron preparados

Pregunta 5: El correcto conocimiento sí ayuda en momentos de emergencia por lo que hay que poner mucho énfasis en enseñar bien.

Pregunta 6: Saber bien como funciona un sistema y su utilización y activación si es una manera de prevenir.

Pregunta 7: El mecánico si debe saber el funcionamiento y activación del sistema de protección del fuego al igual que de todos los demás sistemas.

Pregunta 8: Los pilotos dicen que no salen a volar si el sistema de protección del fuego de su avión no está habilitado.

Pregunta 9: Un buen mecánico no manda al piloto con una aeronave en mal estado.

Pregunta 10: Este sistema si debe estar instalado en el avión porque salva vidas y la aviación es prevención.

Pregunta 11: Ver y tocar es la mejor manera de aprender, claro que siempre debe estar ligado a escuchar y memorizar.

Pregunta 12: Para ser excelentes hay que siempre estar en constante mejoramiento.

## **TLGA. SILVIA MOLINA**

Pregunta 1: Las ayudas didácticas son muy buenas, mejoran las habilidades del estudiante y refuerzan los conocimientos adquiridos.

Pregunta 2: Las ayudas didácticas refuerzan la teoría y son un complemento muy importante.

Pregunta 3: La profesora usa solamente CBT

Pregunta 4: La profesora de protección del fuego cree que no es suficiente el uso de CBT

Pregunta 5: A criterio de la profesora el uso del CBT tiene un limitante y es que no es como aplicar los conocimientos en un equipo real.

Pregunta 6: A criterio de la profesora, no existe material didáctico suficiente para impartir las clases de protección del fuego.

Pregunta 7: La profesora de protección del fuego cree que una maqueta que permita realizar pruebas del sistema de protección del fuego sería un buen material didáctico de apoyo.

### **3.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Luego de haber investigado la realidad de la importancia del sistema de protección del fuego en el avión y cómo las ayudas didácticas, apoyarían al estudiante, se concluye y recomienda que:

- La innovación de ayudas didácticas apoyaría de forma muy significativa al aprendizaje de los temas dados en clase.
- Los estudiantes asegurarían sus conocimientos si se interactuara más lo teórico con la parte práctica.
- Existe un buen laboratorio pero no hay equipo suficiente para realizar una buena práctica de simulación de emergencia del sistema de protección del fuego.
- El personal aeronáutico de Alas de Esperanza le da una gran importancia a todo lo que sea prevenir.

- El personal aeronáutico de Alas de Esperanza creen que el sistema de protección del fuego es muy importante en la aeronave porque salva vidas
- Ver y tocar es la mejor manera de aprender comparado con otras como escuchar, leer y memorizar.
- A la profesora de protección del fuego le sería muy útil la utilización de una maqueta que permita realizar pruebas del funcionamiento del sistema de protección del fuego
- Se recomienda tomar en cuenta las opiniones de las personas entrevistadas porque son profesionales de la aviación con mucha experiencia.

## **4. FACTIBILIDAD DEL TEMA**

### **4.1. TÉCNICA**

No se utilizará material aeronáutico debido a su complejidad de adquisición y su alto costo, pero existe en el mercado un sin fin de artículos electrónicos que pueden ayudar a la simulación su funcionamiento, activación y control.

### **4.2. LEGAL**

No existe impedimento legal por parte de la DGAC para la realización del proyecto y no se violarán derechos de autor.

### **4.3. OPERACIONAL**

La realización del proyecto será muy útil para el I.T.S.A. ya que en la carrera de mecánica aeronáutica existe la asignatura de Protección del Fuego y ésta tiene una fase teórica y práctica por lo que este proyecto beneficiará en gran medida a la formación de mecánicos con una fundamentación teórico – práctico sólida y servirá incluso de ayuda en las clases impartidas por el personal docente.

#### 4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

**Tabla N°1** Recursos Técnicos

Detalles	Precio Unidad en USD	Valor en USD
Paquete de 3 detectores de humo	65	65
Diodos Led x 40	0,25	10
Carcaza policarbonato	40	40
Termo-switch x 1	0,5	0,5
Cable multipar x 3	0,4	1,2
Circuito electrónico	30	30
Alarma	24	24
	Total	170,7

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Daniel Páliz

**Tabla N°2** Papelería

Detalles	Precio Unidad en USD	Valor en USD
Resma de papel x 2	4	8
Lápiz x 1	0,25	0,25
borrador x 1	0,25	0,25
Impresiones	0,03	15
	Total	23,5

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Daniel Páliz

**Tabla N°3** Alimentación

Detalle	Precio por unidad	Valor USD
Desayuno x 30 días	2	60
Almuerzo x 30 días	2	60
Merienda x 30 días	2	60
	Total	180

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Daniel Páliz

#### RECURSOS HUMANOS

**Tabla N°4** Asesoramiento

Detalle	Precio por horas	Valor USD
Director x 20 horas	7	140
Asesor x 50 horas	6	300
	Total	440

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Daniel Páliz

**Tabla N°5 Total**

Total del proyecto	VALOR USD
RECURSOS TÉCNICOS	170,7
PAPELERÍA	23,5
ALIMENTACIÓN	180
ASESORAMIENTO	440
IMPREVISTOS	150
Total	964,2

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Daniel Páliz

## **5. DENUNCIA DEL TEMA**

Elaboración de una maqueta que simule de forma esquemática el proceso de activación y funcionamiento del Sistema de Protección de Fuego del avión.

## BIBLIOGRAFÍA

<http://www.itsafae.edu.ec/historia.html>

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

<http://www.mailxmail.com/curso-calidad-seguridad-medio-ambiente/definicion-accidente-incidente-causas-accidentes>

<http://dieumsnh.qfb.umich.mx/bioquimica/glosario.htm>

<http://www.fapagaldos.org/apas/glosario/GLOSARIO%20DE%20TERMINOS.htm>

<http://www.wings-of-hope.org/>

## ANEXO B

### PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F819

```

oscon = % 1100100           ;calibra el oscilador interno a 4mhz
definelcd_dregportb
definelcd_dbit 0
definelcd_rsregportb
definelcd_rsbit 5
definelcd_eregportb
definelcd_ebit 4           ;define los bits para el trabajo del lcd

defineadc_bit 8            ;fija número de bits del resultado (5.8.10)
defineadc_clock 3         ;fija el clock (rc=3)
defineadc_sampleus 50     ;fija el tiempo de muestra en US

trisa =%1                 ;el puerto A.0 es conversor, los demás digitales
pause 500                 ;pausa de medio segundo

datovar byte              ;crea variable con el nombre dato y dato 2
dato2 var byte

ledvar porta.1            ; puerto A.1 se llamará led
parlantevar porta.2       ; puerto A.2 se llamará parlante
progvar porta.3           ; puerto A.3 se llamará prog
subirvar portb.6          ; puerto B.6 se llamará subir
bajarvar portb.7         ; puerto B.7 se llamará bajar
xvar byte                 ; crea una variable con el nombre "X"

dato2=30                  ;dato2 = 30

inicio:
lowled                    ;apaga led
adcin 0,dato              ; toma lectura del sensor de temperatura
pause 200                 ; pausa de 200 milisegundos

```

```

Lcdout $fe, "TEMP. ACTUAL"
Lcdout $fe,$c7,dec dato           ; despliega la leyenda y la temperatura
ifprog = 0 then programación
if dato > dato2 thealarm          ;compara la temperatura medida (dato) con la
                                  programada
goto inicio

```

programacion:

```

pause 200
Lcdout $fe,1, "PROGRAM. TEMP"
Lcdout $fe,$c7,dec dato2
if subir = 0 then aumentar        ;lee los switches, si alguno es cero
if bajar = 0 then disminuir        ;sigue a la siguiente orden
ifprog = 1 then inicio            ;si se pone la palanca del switch en otro
goto programación                ;vuelve a desplegar la temperatura actual

```

aumentar:

```

pause 200
if dato2= 150 then programación   ;si la temperatura es 150, no sube mas
dato2=dato2 + 1                   ;aumenta en una unidad el valor de dato2
goto programación

```

disminuir:

```

pause 200
if dato2=0 then programación      ;si la temperatura es 0 no baja
dato2=dato2 - 1                   ;disminuye en una unidad el valor de dato2
goto programación

```

alarma:

```

pause 200
Lcdout $fe,$1, "EXCEXO DE TEMP."
Lcdout $fe,$c0, "PELIGRO"        ;señal de aviso de temperatura alta
high led
for x=1 to 15

```

sound parlante, [125,4,123,5] ;genera un sonido de timbre de teléfono

lowled

goto inicio

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

**NOMBRE:** Francisco Daniel Páliz Cevallos  
**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 20 de Junio de 1987  
**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 1720301637  
**TELÉFONOS:** (02)2286285 – (02)2606410  
**CORREO ELECTRÓNICO:** danielpaliz@live.com  
**DIRECCIÓN:** Liceo N1-35 y Rocafuerte



### ESTUDIOS REALIZADOS:

**PRIMARIA:** Escuela Fiscal Mixta Humberto Vacas Gómez  
**SECUNDARIA:** Unidad Educativa San Pedro Pascual  
**SUPERIOR:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### TÍTULOS OBTENIDOS:

Bachiller, Especialidad “Físico Matemático”  
Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica Mención “Aviones”

### PRÁCTICAS PREPROFESIONALES:

Base aérea de Manta Ala de combate Nro 23	160 horas
Base aérea de Latacunga Ala de combate Nro 12	160 horas
Transportes Aéreos Militares Ecuatorianos (TAME)	200 horas
Fundación Alas de Esperanza	200 horas

### CURSOS:

ITSA: Suficiencia en el idioma Inglés

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**FRANCISCO DANIEL PÁLIZ CEVALLOS**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**ING. GUILLERMO TRUJILLO**

**Latacunga, Agosto del 2010.**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, FRANCISCO DANIEL PÁLIZ CEVALLOS, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N°1720301637, autor del Trabajo de Graduación “**Elaboración de una maqueta que simule de forma esquemática el proceso de activación y funcionamiento del sistema de protección de fuego**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**FRANCISCO DANIEL PÁLIZ CEVALLOS**

Latacunga, Agosto del 2010