



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN

INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE:

TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN

INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS SENSORES DE FUEGO DE UN MOTOR JT8D CON INDICADORES EN CABINA DEL AVIÓN BOEING PARA LA INSTRUCCIÓN A LOS ALUMNOS DE LA ETFA.

AUTOR: RECALDE GAVILANEZ JONATHAN ERICK

DIRECTOR: TLGA. NAUÑAY MIRANDA MARITZA

LATACUNGA

2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLÓGICAS

CERTIFICADO

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **RECALDE GAVILANEZ JONATHAN ERICK**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**.

Tlga. Maritza Nauñay

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

Latacunga, Abril 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLÓGICAS

AUTORIZACIÓN

Yo, RECALDE GAVILANEZ JONATHAN ERICK

Autorizo a la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLÓGICAS la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS SENSORES DE FUEGO DE UN MOTOR JT8D CON INDICADORES EN CABINA DEL AVIÓN BOEING PARA LA INSTRUCCIÓN A LOS ALUMNOS DE LA ETFA” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Abril del 2015

RECALDE GAVILANEZ JONATHAN ERICK

CC: 171840976-4

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLÓGICAS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, RECALDE GAVILANEZ JONATHAN ERICK

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS SENSORES DE FUEGO DE UN MOTOR JT8D CON INDICADORES EN CABINA DEL AVIÓN BOEING PARA LA INSTRUCCIÓN A LOS ALUMNOS DE LA ETFA”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de páginas correspondientes cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, Abril del 2015

RECALDE GAVILANEZ JONATHAN ERICK

CC: 171840976-4

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi DIOS quién supo darme y a mi familia, amigos la salud para no desfallecer en la lucha del día a día, por darme la fuerza para no desmayar en los problemas que se me presentaban, por darme el mejor regalo de la vida mi hija DANNA.

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a la Unidad de Gestión de Tecnologías por la oportunidad de abrirme sus puertas, al personal de docentes por compartir sus conocimientos, orientaciones, experiencias, y más que todo por muchas ocasiones ya no ser un docente y convertirse en un amigo al momento de dar un consejo cuando más se lo necesitaba, a mi director de trabajo de graduación por la paciencia y el apoyo para concluir el trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO	ii
AUTORIZACIÓN	iii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRAC	xvi
CAPÍTULO I	1
EL TEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 Objetivos Generales	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 Alcance	4

CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Aviación	5
2.2 Avión.....	5
2.3 Partes del Avión.....	5
2.3.1 Fuselaje.....	6
2.3.2 Alas.....	6
2.3.3 Cola	7
2.3.4 Motor.....	7
2.3.5 Tren de aterrizaje	8
2.4 Seguridad.....	8
2.4.1 Seguridad en el diseño y funcionamiento de un avión.....	8
2.5 Incendios en Aeronaves.....	9
2.5.1 Área de derrame de combustibles	9
2.5.2 Incendios en los exteriores de aeronaves.....	9
2.5.3 Incendios en los interiores de aeronaves	10
2.6 Avión Boeing 727	10
2.6.1 Características generales (avión Boeing 727).....	10
2.6.2 Versiones Boeing 727	11
2.7 Sistema Eléctrico del avión Boeing 727	11

2.8 Motor JT8D del avión Boeing 727	13
2.8.1 Especificaciones del Motor JT8D del Boeing 727.....	13
2.9 Protección de fuego del avión Boeing 727.....	13
2.10 Sistema de detección del avión Boeing 727	14
2.10.1 Detección de fuego del motor JT8D (avión Boeing 727).....	15
2.10.2 Sensor de fuego del motor JT8D (avión Boeing 727).....	16
2.10.3 Características del sensor de fuego del motor JT8D (avión Boeing 727)	17
2.11 Sistema de alertas del motor JT8D (avión Boeing 727).....	17
2.11.1 Alarma	17
2.11.2 Contención del fuego en el motor JT8D (avión Boeing 727).....	18
2.11.3 Sistema de extinción de fuego en el motor JT8D (avión Boeing 727)	18
2.11.4 Válvula de cierre de combustible en el motor JT8D (avión Boeing 727).....	19
2.12 Capacitación	19
2.12.1 Los medios didácticos y los recursos educativos.....	19
CAPÍTULO III	21
DESARROLLO DEL TEMA.....	21
3.1. Generalidades.....	21
3.2. Diseño de la maqueta	23
3.2.1 Sistema eléctrico	24
3.2.2 Elaboración de la estructura física	27

3.3 Implementación de la maqueta didáctica	32
3.4 Prueba de Funcionamiento	43
CAPÍTULO IV	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
4.1 Conclusiones.....	44
4.2 Recomendaciones	45
GLOSARIO DE TÉRMINOS	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características avión Boeing 727	10
Tabla 2. Versiones Boeing.	11
Tabla 3. Materiales, Herramientas e Instrumentos.	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Compartimiento eléctrico.....	12
Figura 2. Celda Bateria.	12
Figura 3. Sistema de deteccion de Fuego.....	14
Figura 4. Sistema de Deteccion	15
Figura 5. Motor B-727	16
Figura 6. Sensores del motor.....	16
Figura 7. Sensor.....	17
Figura 8. Caja de control.....	18
Figura 9. Plano de la maqueta	23
Figura 10. Circuito Proteus.	24
Figura 11. Circuito Proteus led y speaker.	24
Figura 12. Circuito Proteus cabina.	25
Figura 13. Circuito Proteus detección de fuego.	25
Figura 14. Protoboard.	26
Figura 15. Placa eléctrica.	26
Figura 16. Molde del Boeing 727.....	27
Figura 17. Dimensiones de la aeronave.	27
Figura 18. Avión madera.....	28
Figura 19. Avión FAE.....	28

Figura 20. Letras papel adhesivo.....	29
Figura 21. Letras de recorte.....	29
Figura 22. Lacado.....	30
Figura 23. Motores.....	30
Figura 24. Motor 2.....	31
Figura 25. Motores1,2,3.....	31
Figura 26. Diseño la cabina.....	32
Figura 27. Ubicación de las partes.....	32
Figura 28. Base de la maqueta.....	33
Figura 29. Adaptador, switch.....	33
Figura 30. Adaptador.....	34
Figura 31. Switch.....	34
Figura 32. Led speaker.....	35
Figura 33. Cableado de cabina.....	35
Figura 34. Cableado caja de test.....	36
Figura 35. Caja de test motores.....	36
Figura 36. Motores.....	37
Figura 37. Cabina.....	38
Figura 38. Led cabina.....	38
Figura 39. Switchs cabina.....	39

Figura 40. Base avión	39
Figura 41. Led botellas descarga.	40
Figura 42. Botellas de descarga.	40
Figura 43. Cableado caja de combustible.	41
Figura 44. Montaje cajas de control.....	41
Figura 45. Montaje cajas del avión.....	42
Figura 46. Funcionamiento cabina.	43
Figura 47. Funcionamiento sensores.	43

RESUMEN

En el proyecto se implementa una maqueta didáctica, simulando el sistema eléctrico de los sensores de fuego de un motor JT8D con indicaciones en cabina del avión Boeing, que permite ofrecer facilidades para la instrucción a los alumnos de la ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA. El principal objetivo en seguridad se logra mediante una combinación de medidas, recursos humanos y materiales haciendo primordial el factor humano. Se vio factible implementar una parte del sistema en general que trata específicamente de los motores y en este caso de un motor JT8D de un avión Boeing. Este resultara útil y factible para los alumnos de la ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA la comprensión de este sistema de manera práctica y así permitirá desarrollar su capacidad de entender el funcionamiento básico del sistema de detección de fuego. Dentro de este proyecto se ha implementado la maqueta didáctica que es provisto principalmente por 3 motores JT8D independientemente con sus respectivos sensores con sus circuitos eléctricos, los sensores del motor y la pared de fuego están encerrados dentro de la cubierta que proporciona protección contra incendios, también consta la maqueta con una unidad de control para los motores que está situada en la cabina principal que da alertas visuales y señales sonoras, y la activación de las botellas extintoras y el avión Boeing. Finalmente se debe tomar en cuenta el manual del usuario para un buen rendimiento en su operación y funcionamiento de la maqueta didáctica.

PALABRAS CLAVES:

- **RECURSO HUMANO.**
- **PROTECCIÓN DE FUEGO.**
- **MOTOR JT8D.**
- **SENSORES DE FUEGO.**
- **DETECCIÓN Y EXTINCIÓN.**

ABSTRAC

The project is implemented didactic model, simulating the electrical system fire sensors of JT8D engine indications in cabin of Boeing aircraft, which allows facilities instruction TECHNICAL SCHOOL OF AIR FORCE students. The main objective security is achieved through a combination of measures, human resources and humans factor. Is feasible to implement a part of the overall system which deals specifically with engines and in this case a JT8D engine of a Boeing. This useful for TECHNICAL SCHOOL OF AIR FORCE students your understanding of this system in a practical way and so will develop their ability to understand the basic operation of fire detection system. Within this project has been implemented didactic model that is provided mainly for 3 engine JT8D independently with their respective sensors with electrical circuits, engine sensors, are locked inside the cover that provides protection against fire, also the model comprises a control unit for the engine which is located in the main cabin which gives visual alerts and sound signals, and activation of the extinguishing bottles of the aircraft Boeing. Finally, we must take into account the user manual for good performance and operation of the didactic model.

WORDS KEY:

- **HUMAN RESOURCE.**
- **PROTECTION OF FIRE.**
- **ENGINE JT8D.**
- **SENSOR OF FIRE.**
- **DETECTION & EXTINTION.**

CAPÍTULO I

EL TEMA

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS SENSORES DE FUEGO DE UN MOTOR JT8D CON INDICADORES EN CABINA DEL AVIÓN BOEING PARA LA INSTRUCCIÓN A LOS ALUMNOS DE LA ETFA”

1.1 Antecedentes

En la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea se cumple la misión de formar al personal de aspirantes a aerotécnicos, con conocimientos en los ejes de cultura militar, cultura física, cultura humanística, ciencias militares y tecnológicas; bajo el fundamento de valores éticos y morales a fin de entregar aerotécnicos idóneos comprometidos con el cumplimiento de los objetivos institucionales.

En la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea se cumple ciertas fases de la formación académica una de esas fases son formación humanística, especialización, fase final de graduación.

En los antecedentes se encontró que existen dos proyectos realizados por técnicos de la especialidad de Electrónica:

El primer proyecto realizado por Cbos. Sevillano Andrés Paul “ELABORACIÓN DE UN CD INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE FUEGO DEL AVIÓN C-130” Realizado en el 2012

El segundo proyecto realizado Cbos. Chasipanta Cristian “ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AVIÓN BOEING 737” Realizado en el 2009

1.2 Planteamiento del Problema

La Escuela Técnica de la Fuerza Aérea forma técnicos en varias especialidades técnicas y administrativas.

La especialidad de Electrónica por ser una carrera técnica y su forma más elemental de aprendizaje es la práctica misma que sirven para fortalecer el conocimiento del alumno por esta razón aumenta la necesidad de implementar material didáctico, guías, listados de procedimientos.

La falta de práctica provoca inconvenientes en los alumnos al llegar a un reparto como ayudantes y aplicar la especialidad en la relación teoría-práctica tiene efectos desfavorables en sus escuadrones asignados.

En los repartos se imparten cursos de Electrónica aplicando prácticas, observación de partes físicas de aeronaves los conocimientos básicos que se debe tener y después de ese tiempo recibir la instrucción específica de la aeronave que se trabajara.

Las causas de este problema son la pérdida de tiempo por la instrucción de conocimientos que se debían haber impartido en el periodo de formación de los alumnos, la necesidad de identificar las partes, secciones de las aeronaves, provocando confusión en el personal, la problemática que se tiene por la falta de práctica referente a electrónica en las aeronaves.

El malestar del técnico con el ayudante al no conocer los sistemas eléctricos como es el sistema de detección de fuego el principio básico de funcionamiento de un sensor, la forma elemental de como se cierra un circuito.

Por todo lo antes mencionado se hace necesaria la implementación de material didáctico que sirve como refuerzo en la especialidad de Electrónica como carrera técnica porque no es lo mismo tener la teoría y no poder tener la práctica.

1.3 Justificación

En la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea y la especialidad de Electrónica desarrollan dentro de su planificación la fusión de teoría y práctica como desarrollo del conocimiento del alumno dando lugar a experiencia en los repartos, es así que los laboratorios de Aviónica necesitan de material didáctico que sirva para facilitar el desempeño académico de sus alumnos.

La implementación del material didáctico va permitir que los alumnos de aviónica incrementen sus conocimientos al ir relacionando la teoría con la práctica y se desenvuelvan ya con bases y conocimientos básicos en los repartos asignados.

También este proyecto servirá de mucha ayuda dando así un mejor realce a la especialidad y a la capacitación de los Alumnos en el Escuela Técnica de la Fuerza Aérea cumpliendo así el campo ocupacional que el aerotécnico egresado estará capacitado para ejercer su especialidad en cualquier base de las distintas fuerzas, con la capacidad de liderar instruir de acuerdo a sus conocimientos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos Generales

Implementar una maqueta didáctica que simule el sistema eléctrico de los sensores de fuego de un motor JT8D con indicaciones en cabina del avión Boeing para la instrucción a los alumnos de la ETFA.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Indagar información teórica referente al sistema de sensores de fuego del motor JT8D.
- Establecer los requerimientos mínimos para la elaboración de la maqueta didáctica de los sensores de fuego del motor JT8D.
- Ensamblar la maqueta didáctica de los sensores de fuego del motor JT8D.

- Realizar pruebas de funcionamiento de la maqueta y elaborar sus respectivos manuales.

1.5 Alcance

Este proyecto como material didáctico con su listado de procedimientos alcanzará un nivel más alto de enseñanza-aprendizaje en los alumnos para lograr un desarrollo de estudio superior en lo laboral-práctico.

La investigación ayuda a incrementar material didáctico para el beneficio de alumnos e instructores al impartir sus clases logrando que sus conocimientos sean aplicados en sus repartos de la Fuerza Aérea.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Aviación

La Aviación, se enfoca a la teoría y práctica del vuelo en el aire de las aeronaves, en los que se incluye aviones, planeadores, helicópteros, ornitópteros, autogiros, aeronaves VTOL (despegue y aterrizaje vertical) y STOL (despegue y aterrizaje corto).

La aviación operativa se agrupa en tres categorías: aviación militar, aviación comercial y aviación general.

La aviación militar incluye todos los vuelos realizados por las fuerzas aéreas: estratégicos, tácticos y logísticos. La aviación comercial engloba la operación de líneas aéreas regulares y chárter. La aviación general comprende todas las otras formas de vuelo: enseñanza, fumigación, deportivo, privado, publicitario y ejecutivo.

2.2 Avión

“El avión es un aparato de forma alargada, que posee alas, y se impulsa a través del aire gracias a uno o más motores” (Sobre Conceptos, 2010).

También denominado aeroplano, es un medio de transporte aéreo que hace referencia a la capacidad que posee para moverse por el aire, es decir, volar.

Todo avión necesita de un fuselaje, alas, cola y superficies flexibles para el control del vuelo, aunque el avión, para poder despegar y poder sustentarse en el aire necesita utilizar un mecanismo que le suministre el impulso inicial, para el despegue y su trayecto este mecanismo es llamado motor y es una parte principal del avión.

2.3 Partes del Avión

Dependiendo de su tamaño y potencia y aplicación, todos los aviones están formados por las siguientes partes principales:

- Fuselaje

- Alas
- Cola
- Motor
- Tren de aterrizaje

2.3.1 Fuselaje

Es el aspecto aerodinámico que ofrece toda la estructura externa de la aeronave, y en la parte interna donde se acomoda la tripulación, pasajeros, carga, componentes mayores y componentes menores del avión.

En la parte frontal del fuselaje se encuentra situada la cabina del piloto y el copiloto, con los mandos para el control de vuelo y los instrumentos de navegación.

2.3.2 Alas

Es la parte donde se crea la sustentación, que permite volar a los aviones que poseen más de un motor, estos se encuentran situados en las alas y en algunos casos también pueden ir colocados en la cola, se ubican en las alas los tanques principales de combustible que consumen los motores del avión.

El diseño, estructura de la superficie y sección transversal de las alas en los aviones prestan una gran importancia que varían según el tamaño y tipo de misión que desempeñará el avión.

Para que un avión pueda realizar las funciones básicas de despegue, vuelo y aterrizaje las alas tienen algunas superficies flexibles que permiten los cambios de posición durante el vuelo.

En los aviones modernos está incorporando en la punta de las alas una extensión doblada hacia arriba, casi de forma vertical llamada winglets, cuya función es disminuir la turbulencia que se forma en ese lugar durante el vuelo, el cual brinda una mejora el rendimiento aerodinámico.

2.3.3 Cola

La cola sirve para mantener o variar la dirección de rumbo trazada en vuelo, en la mayoría de los aviones la cola posee una estructura estándar simple, formada por un estabilizador vertical y dos estabilizadores horizontales en forma de “T” invertida, o forma de “T” normal o en forma de cruz.

2.3.4 Motor

El motor da la propulsión al avión mediante la generación de una fuerza de empuje, los aviones necesitan de uno o varios motores que lo impulsen para poder volar excepto los planeadores. De acuerdo con su tamaño, los aviones pueden tener la siguiente cantidad de motores:

- Uno (monomotor)
- Dos (bimotor)
- Tres (trimotor)
- Cuatro (cuatrimotor)
- Seis (hexamotor)

Los aviones monomotor son, generalmente, de pequeño tamaño y llevan el motor colocado en la nariz. Los aviones que tienen más de un motor generalmente los llevan colgados debajo de las alas, o colocados en la parte trasera del fuselaje en la zona de la cola.

Los dos tipos de motores que podemos encontrar en los aviones son los siguientes:

- De émbolo o pistón (explosión).
- De reacción (turbina).

Los motores de reacción se dividen, a su vez, en tres categorías:

- Turboreactor o turbojet.
- Turbofan o turboventilador.
- Turbohélice o turbopropela.

Los motores de émbolo o pistón tienen los cilindros colocados en forma radial, lineal, opuestos o también en "V". Los turborreactores y los turbofan no utilizan hélice, mientras los turbohélices, como su nombre lo indica, son motores de turbina con hélice.

2.3.5 Tren de aterrizaje

Son las ruedas del avión, los aviones suelen tener tres trenes de aterrizaje, una debajo de cada ala y otra en la nariz que permiten mantener todo el fuselaje del avión levantado al mismo nivel sobre el suelo cuando se encuentra en tierra.

En modelos de aviones antiguos y en los destinados a realizar acrobacia aérea, esa tercera rueda se encuentra situada debajo de la cola y permite que la nariz se mantenga siempre más elevada que la cola cuando el avión se encuentra en tierra.

2.4 Seguridad

Es la serie de precauciones que se toman para garantizar el bienestar de los pasajeros y la carga durante el vuelo. Los vuelos comerciales son una de las formas de transporte más seguras en relación con la distancia recorrida.

EL objetivo en seguridad se logra mediante la combinación de medidas, recursos humanos y materiales haciendo primordial la seguridad del factor humano, el personal en tierra, para que las probabilidades totales de que se produzca un accidente sean las más mínimas un vuelo.

2.4.1 Seguridad en el diseño y funcionamiento de un avión

El diseño y la fabricación de un avión son enfocados principalmente en aspectos de seguridad, en los que se comprueba todos los materiales y componentes empleados en la construcción para garantizar la integridad, manteniendo información detallados para hacer un seguimiento de todas las piezas mientras que el avión esté en operación.

Antes de iniciar el vuelo, las tripulaciones de tierra y de vuelo comprueban el funcionamiento correcto de todos los sistemas del avión, estableciendo el tiempo que

puede durar sin riesgos con la fiabilidad de los motores y de los sistemas del avión en un funcionamiento correcto.

El fabricante será responsable de cualquier fallo por componente o sistema del avión en caso de accidente hasta que deje de emplearse el avión.

2.5 Incendios en Aeronaves

Los incendios en las aeronaves son por diferentes causas ya sea en tierra o en aire, dependiendo del mal funcionamiento de los componentes mayores o secundarios o por errores en la manipulación de los componentes por las tripulaciones sin usar correctamente los manuales.

2.5.1 Área de derrame de combustibles

Para el control de incendios por derrame de combustible alrededor de las aeronaves siniestradas o accidentadas por causas como fugas en cañerías, problemas en el abastecimiento de combustible a la aeronave, mal funcionamiento de las bombas abastecedoras de combustible a los motores o por drenaje de combustible.

El primer objetivo en un aeropuerto es preservar la vida humana, por lo cual es importante optimizar la pericia de los profesionales.

2.5.2 Incendios en los exteriores de aeronaves

Dependiendo de los modelos de aviones, se puede dar un gran incendio en el fuselaje por ambas bandas del avión, incendio en motores que están bajo el ala, en un lado del fuselaje y bajo la cola, en el tren de aterrizaje, en la APU, al abastecimiento de energía con planta externa.

Con escenarios de incendios en los exteriores todos estos dependen de la eficacia en la extinción para que no se propaguen de un escenario a otros y el personal que actúa en ella sea eficiente al momento de sofocarlo.

2.5.3 Incendios en los interiores de aeronaves

Los escenarios de incendio en los interiores son, en la cabina del piloto, cocina, baños, asientos de los pasajeros, armarios superiores de equipaje, bodega de carga, estos se pueden generar de forma individual o combinada que provocan gases en condiciones de alta temperatura.

Un conjunto de sensores para el control de fuego y un sistema de ventilación capaz de evacuar todo el aire del interior en pocos segundos garantizando la seguridad en el interior de las aeronaves, con la extinción y rescate de víctimas.

2.6 Avión Boeing 727

“El avión Boeing 727 es una aeronave trimotor de transporte medio”, (Ivanova, 2011) .

La versatilidad y la fiabilidad del avión Boeing lo convirtieron en el avión de pasajeros más vendido del mundo durante los primeros 30 años de servicio de transporte a reacción.

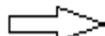
El 727, como todos los aviones Boeing, fue modificado continuamente para adaptarse a los cambios del mercado, se inició con la serie -100, de los cuales 407 fueron vendidos, fue seguido por el 100C convertible que contó con una puerta de carga lateral en la cubierta principal, Boeing construyó 164 de estos. (VER ANEXO A).

2.6.1 Características generales (avión Boeing 727)

Las características en los datos técnicos principales del avión Boeing con los que fueron fabricados según sus requerimientos y necesidades para poder satisfacer la demanda de las empresas de aviación alrededor del mundo nació el Boeing 727.

Tabla 1. Características avión Boeing 727

Envergadura :	32,91 m
Longitud :	46,69 m

CONTINUA 

Altura del empenaje :	10,36 m
Motores :	3 Pratt & Whitney JT8D
Peso máximo al despegue :	95.028 kg
Max. número de pasajeros :	189
Velocidad de crucero :	907 km/h
Altitud de crucero :	9,1 a 12,2 km
Alcance :	4.450 km

Fuente: (INAC, 2011)

2.6.2 Versiones Boeing 727

Las versiones se emplean cuando la demanda y la necesidad de realizar modificaciones para aumentar y actualizar sistemas a su diseño inicial hace que llegue a tener algunas versiones.

Tabla 2. Versiones Boeing.

727-100 :	Primer modelo de producción.
727-100C :	Versión convertible pasajeros/carga.
727-100QC :	Versión rápidamente convertible pasajeros/carga.
727-100QF:	Versión de carga para UPS y de negocios.

Fuente: (AR, 2010)

2.7 Sistema Eléctrico del avión Boeing 727

El sistema de energía eléctrica del avión Boeing 727 es básicamente de 3-fases, 400 Hz, 115/200 voltios AC, 40 KVA, conjuntamente con transformadores para reducir una parte a 28 VAC y los rectificadores alimentados por el transformador para obtener 28 VCD, 50 AMP.



Figura 1. Compartimiento eléctrico.

La batería son de níquel cadmium 24VCD, 22 Amp/Hor, nos proporciona una fuente de energía de emergencia, su capacidad es notoriamente insuficiente para satisfacer la demanda de energía de los sistemas e instrumentos del avión, los cuales la descargarían rápidamente, por eso los aviones están equipados con alternadores.

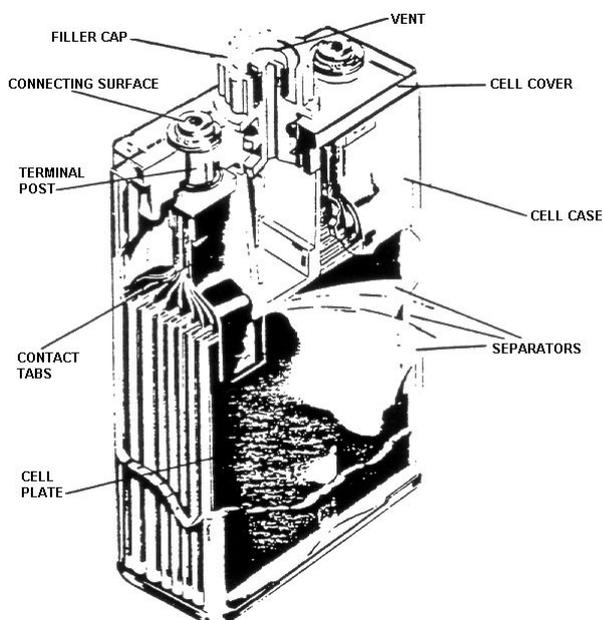


Figura 2. Celda Bateria.

2.8 Motor JT8D del avión Boeing 727

El motor JT8D de la compañía Pratt &Whitney en Estados Unidos es un motor a reacción turbofán, que incorpora un diseño de doble eje, el uno para el compresor de baja presión en las primeras etapas y el otro para el compresor de alta presión.

El motor tiene seis secciones generales, la sección de entrada de aire, la sección de compresor, la sección de combustión, la sección de turbina, la sección de escape y la sección de descarga del fan.

2.8.1 Especificaciones del Motor JT8D del Boeing 727

Tipo: Turbofán de bajo índice de derivación.

Largo: 3048mm - 3914mm

Diámetro: 1250mm

Peso en vacío: Desde 1454.5kg (JT8D) a 2154.5kg (JT8D-219)

Compresor: Flujo axial de 13 etapas: 2 etapas de ventilador, 6 etapas de compresor de Baja Presión (LPC) -que incluye las dos primeras del ventilador, y 7 etapas del compresor de Alta Presión (HPC).

Incineradores: Nueve cámaras de combustión anulares

Turbina: 3 etapas

Empuje máximo: 21.700 lb / 96.5kN (JT8D-219)

Relación de presión general: 16:01

Relación empuje-peso: Cerca de 4.8

Fuente: (Aeroespacio, 2014).

2.9 Protección de fuego del avión Boeing 727

Para que un fuego se propague deben existir 3 elementos que componen el triángulo de fuego que son el calor, el combustible y el oxígeno, la protección contra incendios se separa en dos categorías: detección y extinción.

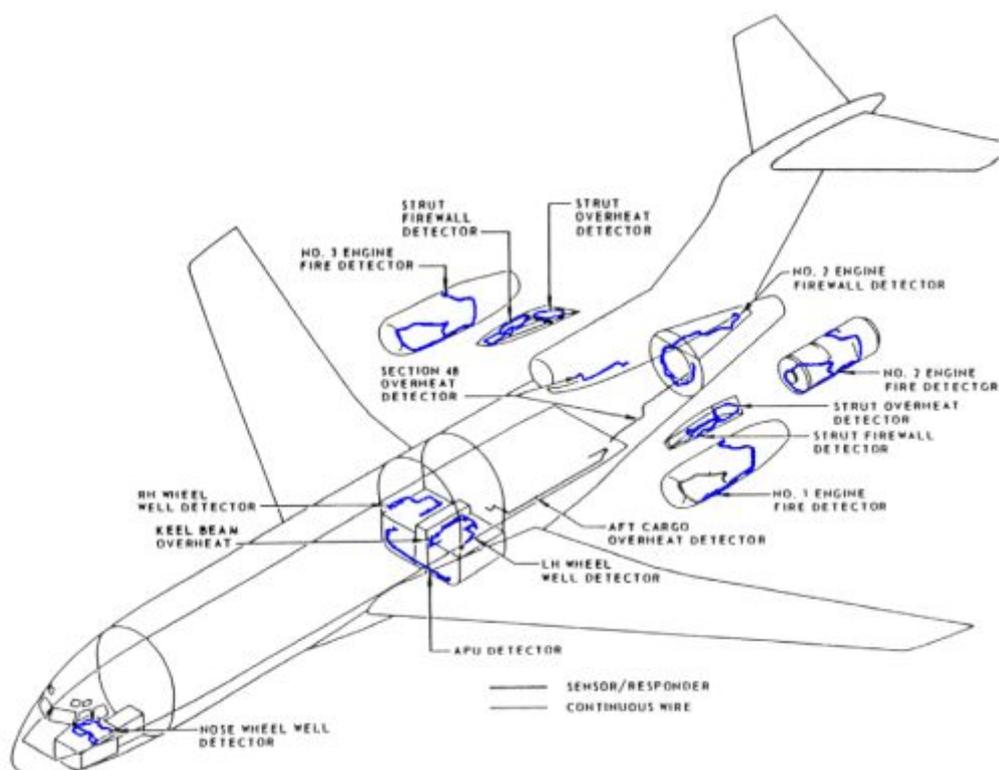


Figura 3. Sistema de detección de Fuego

Fuente: (BOEING, 2007)

2.10 Sistema de detección del avión Boeing 727

El sistema de detección da la alerta de incendio o sobrecalentamiento en diferentes partes de avión como son en alguno de los tres motores o en la parte de los trenes de aterrizaje, en la APU, cabina del piloto, cocina, baño, asientos de los pasajeros, armarios superiores de equipaje, bodega de carga.

Cada circuito de detección consiste de elementos sensores de fuego, la resistencia del sensor es monitoreada por una unidad de control que deben ser expuestos al fuego o a un exceso de temperatura para la activación y dan la alarma de fuego.

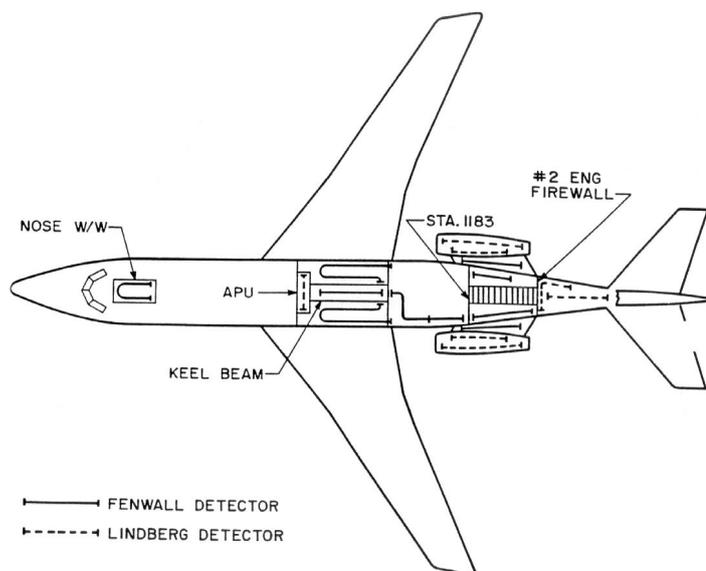


Figura 4. Sistema de Deteccion

Fuente: (BOEING, 2007)

2.10.1 Detección de fuego del motor JT8D (avión Boeing 727)

Un sistema de detección es provisto para cada motor independientemente, esta unidad de control del motor para los incendios está situada en la cabina principal, que nos da alertas visuales y señales sonoras de cada motor.

Un par de tarjetas de control de los detectores se utilizan para un motor, una tarjeta para el sensor A, y el otro para el sensor B, las tarjetas funcionan con 28 VCD desde el bus de la batería del avión.

Si la tensión del sensor se activa a un nivel predeterminado, que corresponde a una condición de fuego, la tarjeta emite señales para encender las luces rojas y la señal audible en la cabina dando la alerta a una condición de incendio, las luces de advertencia y las señales audibles de fuego son individuales para cada motor.

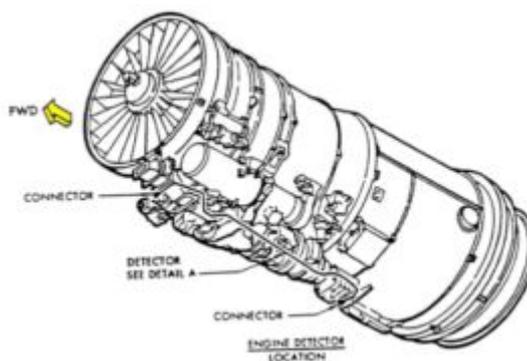


Figura 5. Motor B-727

Fuente: (BOEING, 2007)

2.10.2 Sensor de fuego del motor JT8D (avión Boeing 727)

Los sensores de fuego del motor y la pared de fuego están encerrados dentro de la cubierta que proporciona protección contra incendios, el sensor tiene un tubo de acero inoxidable que contiene un elemento que absorbe los gases junto con la temperatura para dar la señal eléctrica y activar el circuito de detección.

El test o pre-vuelo que se realiza en tierra es la verificación del circuito que realiza una simulación de fuego a los elementos sensores, hace que la tarjeta de control accione las luces de alarma y audio en la cabina para comprobar que el sistema esté funcionando correctamente.

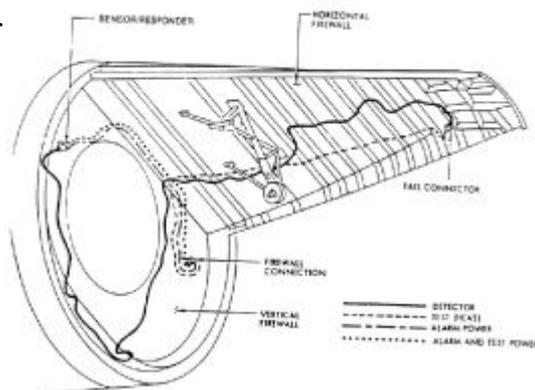


Figura 6. Sensores del motor

Fuente: (BOEING, 2007)

2.10.3 Características del sensor de fuego del motor JT8D (avión Boeing 727)

- El sensor es de tipo neumático de larga línea detectora.
- Se compone de un tubo de acero inoxidable.
- Trabaja con 28 VAC.
- Principio de absorción de gases, la presión del gas en el tubo de acero acciona el interruptor de diafragma eléctrico.
- Se acciona a una temperatura de 325° C.

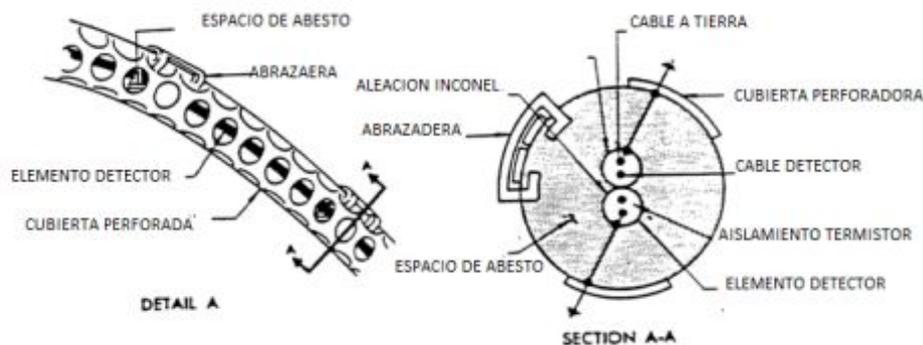


Figura 7. Sensor

Fuente: (BOEING, 2007)

2.11 Sistema de alertas del motor JT8D (avión Boeing 727)

2.11.1 Alarma

El sistema de alarma de fuego en los motores consiste en luces en la caja de control y de alarmas audibles del sistema central de alarmas audibles (Central Aural Warning System - CAWS), la caja está ubicada en la cabina principal, de fácil acceso para los pilotos.

La alarma audible y las luces de fuego del motor con fuego permanecerán encendidas en la caja de control de la cabina hasta que el fuego sea extinguido por medio de las botellas extintoras, que son accionadas en la cabina principal por parte de los pilotos.

2.11.2 Contención del fuego en el motor JT8D (avión Boeing 727)

Cuando existe fuego en el motor JT8D debe ser contenido dentro de la planta de potencia y no permitir que se extienda a otras partes del avión. Durante el vuelo, el flujo de aire alrededor de la estructura proporciona suficiente refrigeración para estar a prueba de fuego. (VER ANEXO 2)

Las paredes a prueba de fuego que pueden actuar como retenedores de fuego ya que están fabricados de acero o titanio.

2.11.3 Sistema de extinción de fuego en el motor JT8D (avión Boeing 727)

En el motor del avión Boeing 727 tiene un sistema de extinción diseñado para sofocar los gases y el fuego específicamente en el área del motor, este sistema es controlado eléctricamente por interruptores situados en la caja de control en la cabina principal.



Figura 8. Caja de control

Fuente: (FEDEX, 2002)

El agente extintor que se usa para el fuego en el motor normalmente es gas de Freón y el gas de nitrógeno para la presurización de las botellas, que se encuentran localizados fuera de la zona de riesgo donde está el incendio.

Consiste en dos botellas esféricas llenas del agente extintor cada botella se llena con 10 libras de gas Freón, junto a las válvulas de control para cada motor y tubería o líneas de distribución perforadas.

La caja de control se opera manualmente, dando la indicación con luces de que se está efectuando la descarga de botellas, el agente extintor desde la descarga de

las botellas debe ser suficiente para dar una determinada concentración de agente y sofocar el fuego.

2.11.4 Válvula de cierre de combustible en el motor JT8D (avión Boeing 727)

Cada motor tiene su válvula de corte denominada SHUT-OFF que en operación normal se encuentra abierta para el paso de combustible a los motores directamente y se la utiliza en casos de emergencia.

La función principal de estas válvulas es el corte o cierre del paso de combustible al motor esta acción se lleva a cabo en caso de existir fuego para suspender la alimentación de combustible directamente desde la caja de control en la cabina.

2.12 Capacitación

Es la técnica de dotar conocimientos teóricos y prácticos, a una persona para ejecutar un determinado trabajo, con el conocimiento y experiencia en el manejo de un equipo, maquinaria o tecnología específica.

2.12.1 Los medios didácticos y los recursos educativos

Teniendo en cuenta que cualquier material puede utilizarse, en determinadas circunstancias, como recurso para facilitar procesos de enseñanza y aprendizaje, se considera que no todos los materiales que se utilizan en educación han sido creados de manera didáctica.

Los medios didácticos son cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, mientras que los recursos educativos son cualquier material educativo que se puede utilizar en una situación de enseñanza y aprendizaje pueden ser o no medios didácticos.

La estrategia didáctica debe proporcionar a los alumnos: motivación, información y orientación para realizar sus aprendizajes, y debe tener en cuenta algunos requerimientos:

- Considerar las características de los alumnos: estilos cognitivos y de aprendizaje.
- Considerar las motivaciones e intereses de los alumnos del aula.
- Organizar en el aula: el espacio, los materiales didácticos.
- Utilizar metodologías activas en las que se aprenda haciendo.
- Prever que los estudiantes puedan desarrollar su aprendizaje.
- Considerar actividades de aprendizaje colaborativo, pero tener presente que el aprendizaje es individual.
- Realizar una evaluación final de los aprendizajes.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Generalidades

El objetivo del presente proyecto es la implementación del sistema eléctrico de los sensores de fuego de un motor JT8D con indicaciones en cabina del avión Boeing teniendo como prioridad reforzar los conocimientos teóricos de los alumnos de la ETFA.

Por tal razón se determina la elaboración de una maqueta didáctica que cumpla con las condiciones de operación reales del sistema, es así, que en este capítulo se describirá todo el procedimiento utilizado para la realización del material didáctico a implementarse el mismo que se divide en 4 partes.

1. Diseño.
2. Elaboración.
3. Implementación.
4. Pruebas de Funcionamiento.

Tabla 3. Materiales, Herramientas e Instrumentos.

MATERIALES E INSTRUMENTOS		
Nº	Descripción	Cantidad
	Avión madera (56cm x 40cm). Base de la maqueta en madera. Maqueta en madera – aislamiento y fondo de poliuretano para base de pintura. -Pintura de poliuretano con colores de diseño.	1

CONTINUA 

<p>-Stikers de logotipos de compañía en serigrafía.</p> <p>-Revestimiento transparente de poliuretano.</p>	
<p>Motores en madera (25.5 cm x 5cm).</p> <p>Motores en madera – aislamiento y fondo de poliuretano para base de pintura.</p> <p>-Pintura de poliuretano con colores de diseño.</p> <p>-Stikers de logotipos de compañía en serigrafía.</p> <p>-Revestimiento transparente de poliuretano.</p>	3
<p>Material eléctrico (Leds, Resistencias, Relés, Cable, Placa, Switch).</p>	40
<p>Espuma Flex plancha.</p>	1
<p>Tabla triplex.</p>	1
<p>Protoboard.</p>	1
<p>Cautín y Multímetro.</p>	1
<p>Pinzas, estilete, cinta adhesiva.</p>	1

3.2. Diseño de la maqueta

Para la construcción de la maqueta se considera su diseño inicialmente.

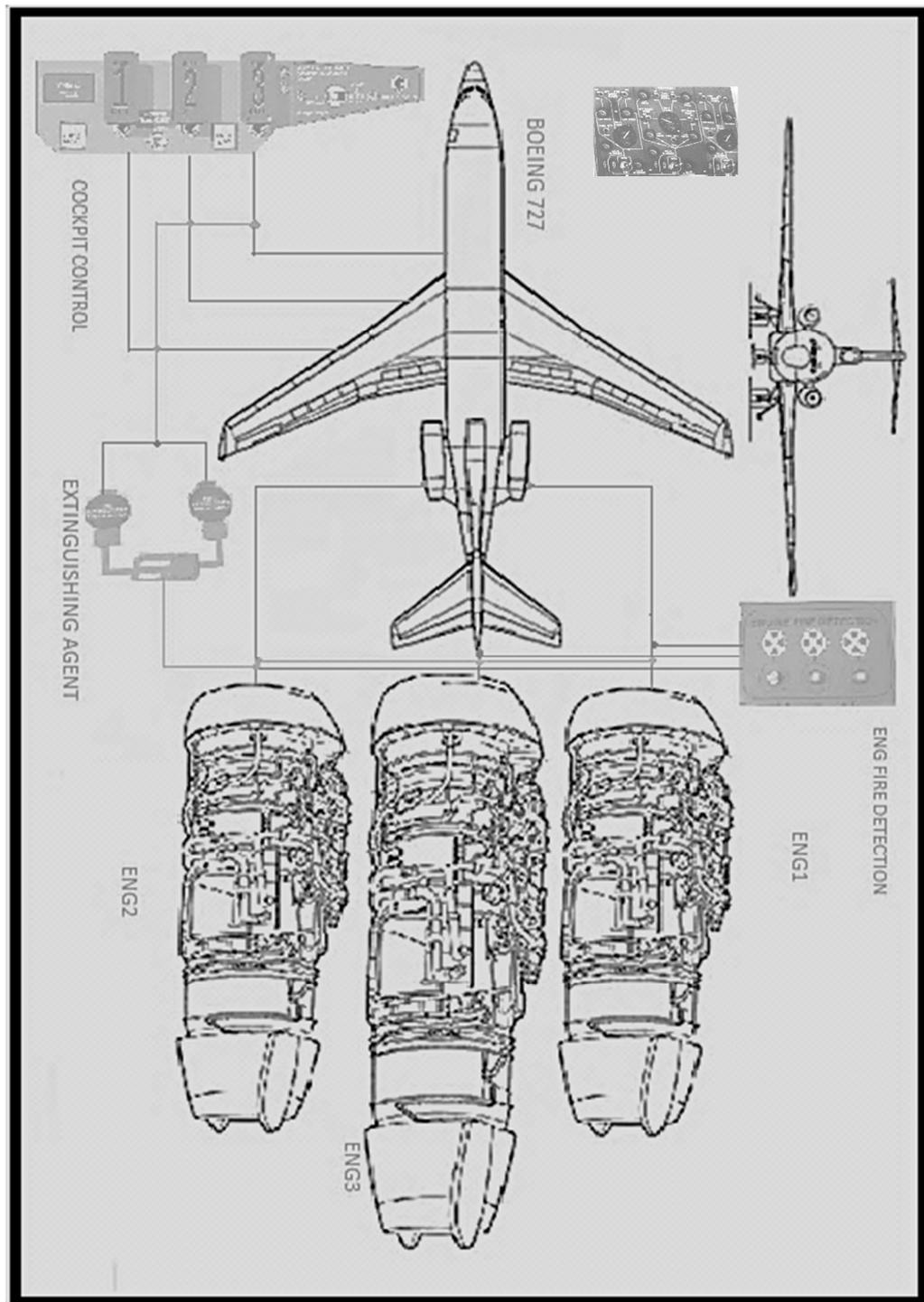


Figura 9. Plano de la maqueta

3.2.1 Sistema eléctrico

Para el diseño del sistema eléctrico de la maqueta se realizó utilizando el programa Proteus, tomando en cuenta las características del sistema eléctrico de los sensores de fuego de un motor JT8D.

- Es un sistema básico pero preciso que lleva leds, switches, resistencias, relés intermitentes, con circuitos en serie y en paralelo. .

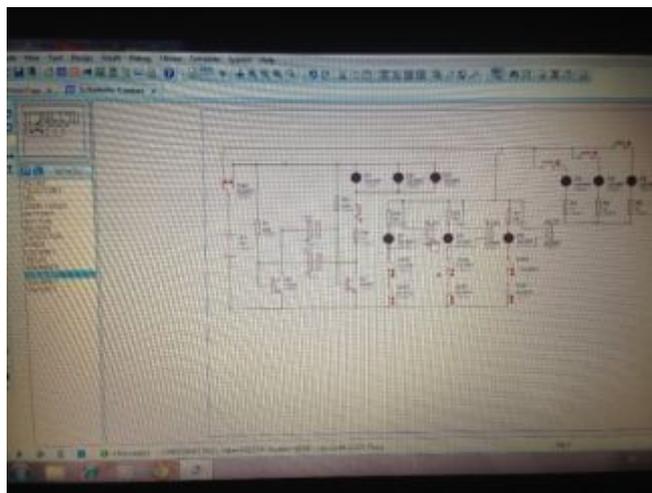


Figura 10. Circuito Proteus.

- El circuito se basa en led de los tres motores para la indicación de alertas primero para realizar el test son su respectiva señal audible.

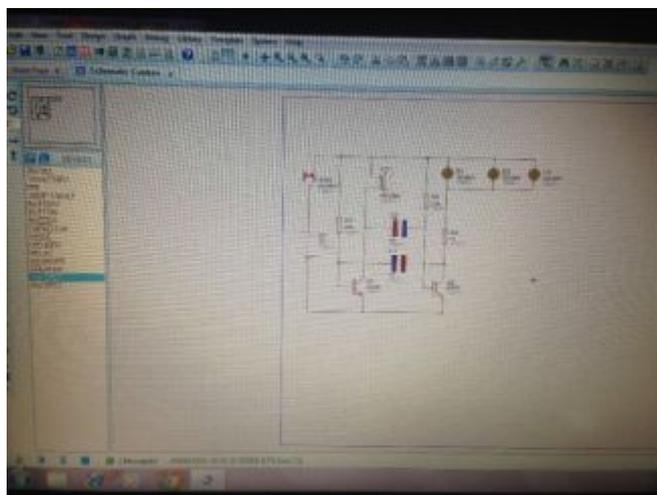


Figura 11. Circuito Proteus led y speaker.

- Simulación de indicación y señal audible en cabina.

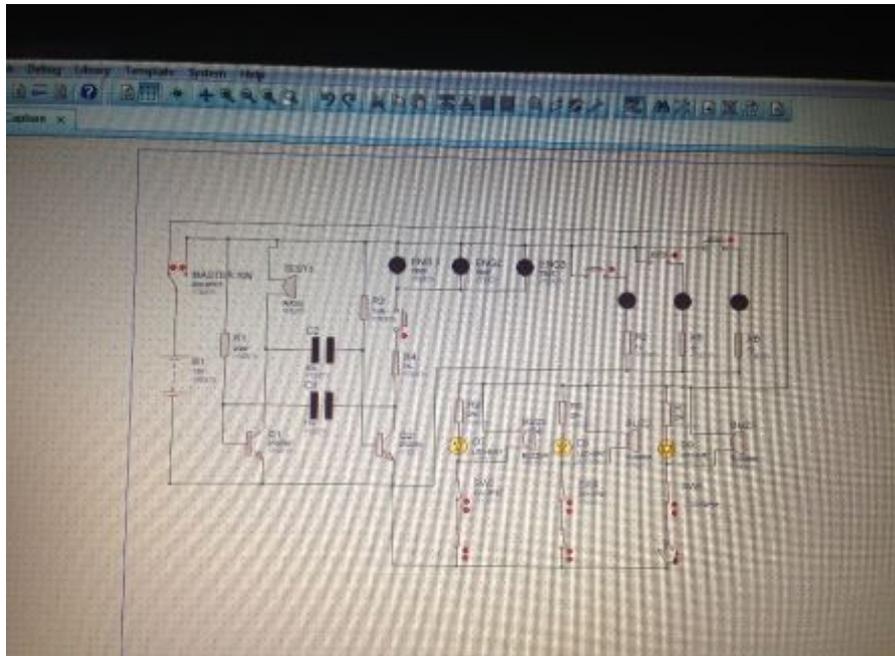


Figura 12. Circuito Proteus cabina.

- Simulación del test de la detección de fuego.

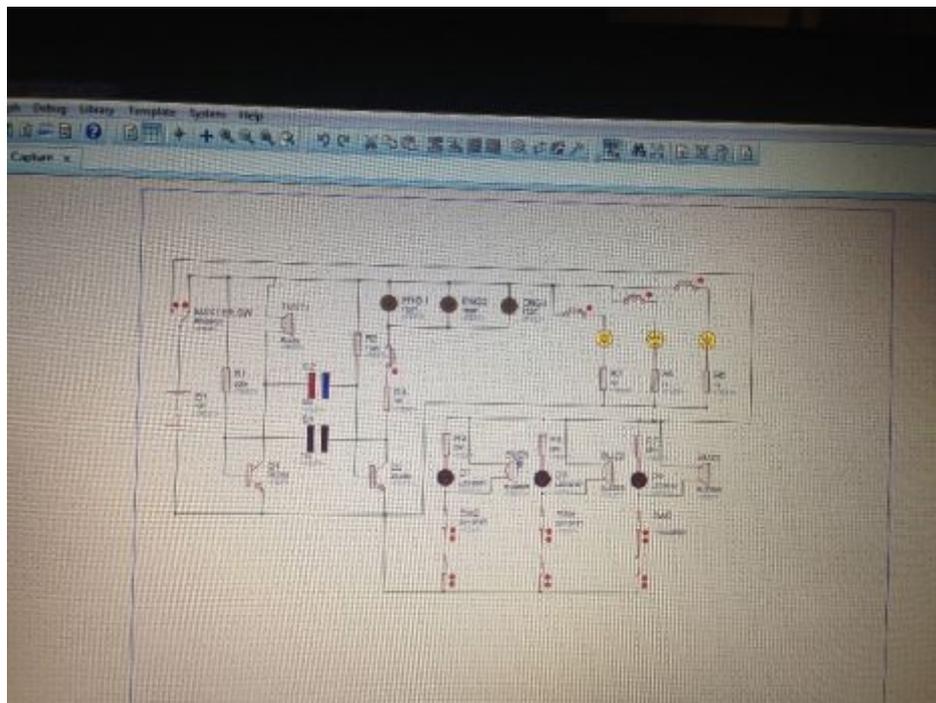


Figura 13. Circuito Proteus detección de fuego.

1. Protoboard

Basado en el circuito realizado en el Programa Proteus se procede a realizar el circuito en físico en el Protoboard.

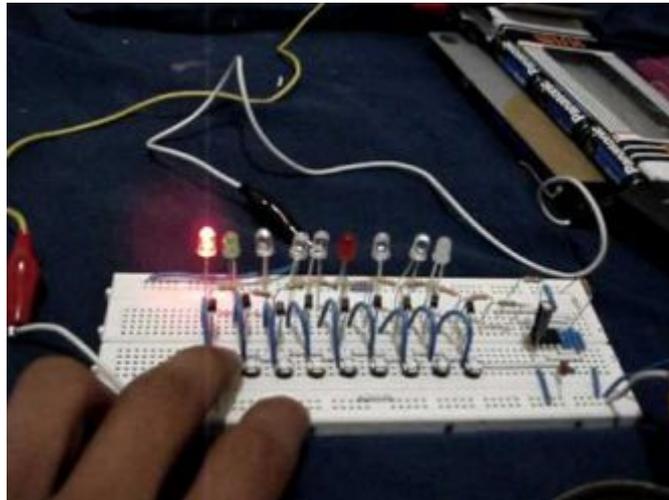


Figura 14. Protoboard.

2. Placa eléctrica (Baquelita)

En la baquelita se realiza el circuito utilizando los componentes electrónicos, estaño, pasta de soldar, cautín.

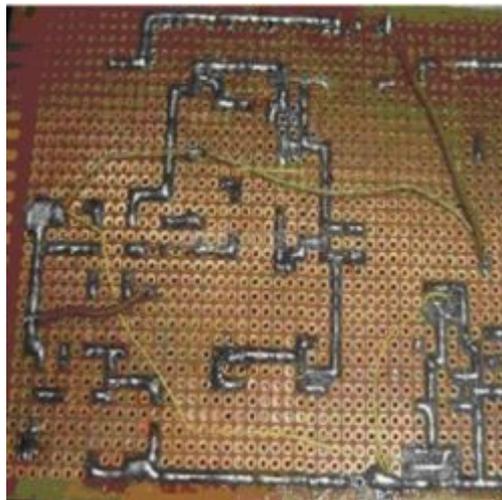


Figura 15. Placa eléctrica.

3.2.2 Elaboración de la estructura física

Para la construcción de la estructura física se realiza las partes principales que van implementadas en la maqueta.

1. Diseño del avión Boeing 727

- Se realiza a escala la aeronave en Adobe Ilustrador de tal manera que su diseño sea la base principal para el ensamblaje del avión y los motores.

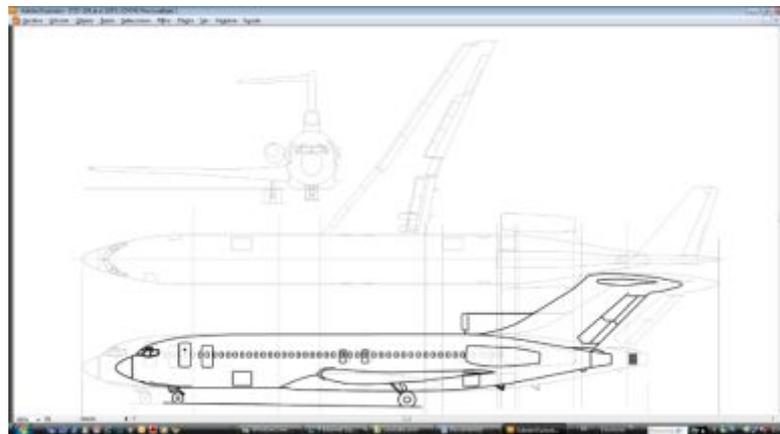


Figura 16. Molde del Boeing 727.

2. Construcción del avión

Basados en las dimensiones del avión 56cm X 40cm.



Figura 17. Dimensiones de la aeronave.

- La parte exterior de la aeronave se construye en manera que la maqueta no sea pesada, y a su vez de la forma sintética propia de la aeronave.



Figura 18. Avión madera.

3. Pintura Logos

- Basado en el modelo original del avión Boeing 727 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana detallados en la imagen color gris de fondo letras puertas y ventanas negras colores amarillo, azul, rojo en la cola.



Figura 19. Avión FAE.

- Se le da el color de fondo al avion color gris.
- Se pega las letras de recorte en sus respectivos lados del avión.



Figura 20. Letras papel adhesivo.



Figura 21. Letras de recorte.

- Se aplica laca para el brillo en el avión una vez finalizado los detalles del avión.



Figura 22. Lacado.

4. Diseño de los motores JT8D

- La parte del motor JT8D se construye a 25.5cm X 5cm, para una visibilidad mejor de la forma sintética propia del motor JT8D así como también la base del mismo.



Figura 23. Motores.

- El motor 2 está realizado sin fuselaje y el motor 1,3 son normales con fuselaje normal.

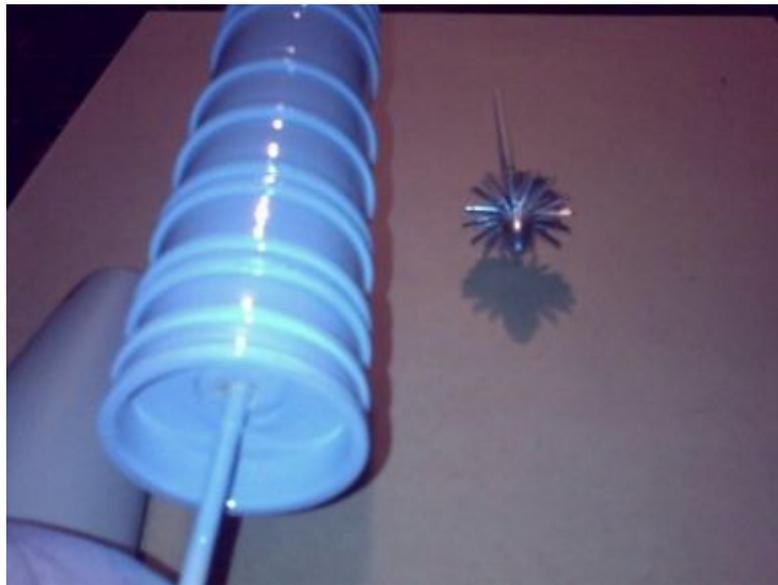


Figura 24. Motor 2.

- Pintado de los tres motores.



Figura 25. Motores1, 2,3.

5. Caja de control en cabina

- Para la elaboración de la cabina con dimensiones 20cm X 5cm donde se dará la indicación de las luces y las señales audibles de los sensores en los motores.



Figura 26. Diseño la cabina.

3.3 Implementación de la maqueta didáctica

Una vez realizada las pruebas necesarias del circuito eléctrico se procede a implementar, cada una de los pates de la maqueta didáctica ubicando en su lugar de la maqueta la cabina principal el avión y los motores respectivamente.

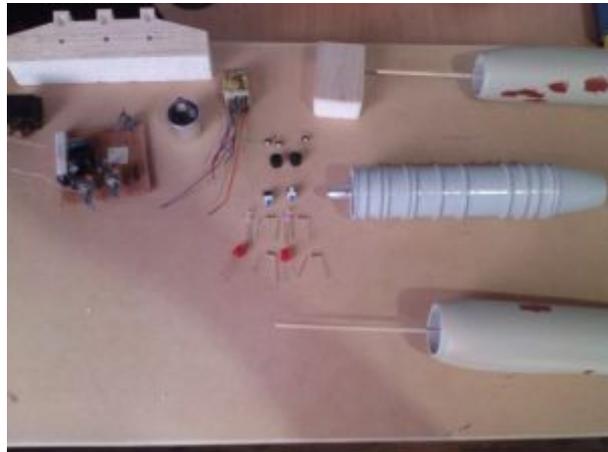


Figura 27. Ubicación de las partes.

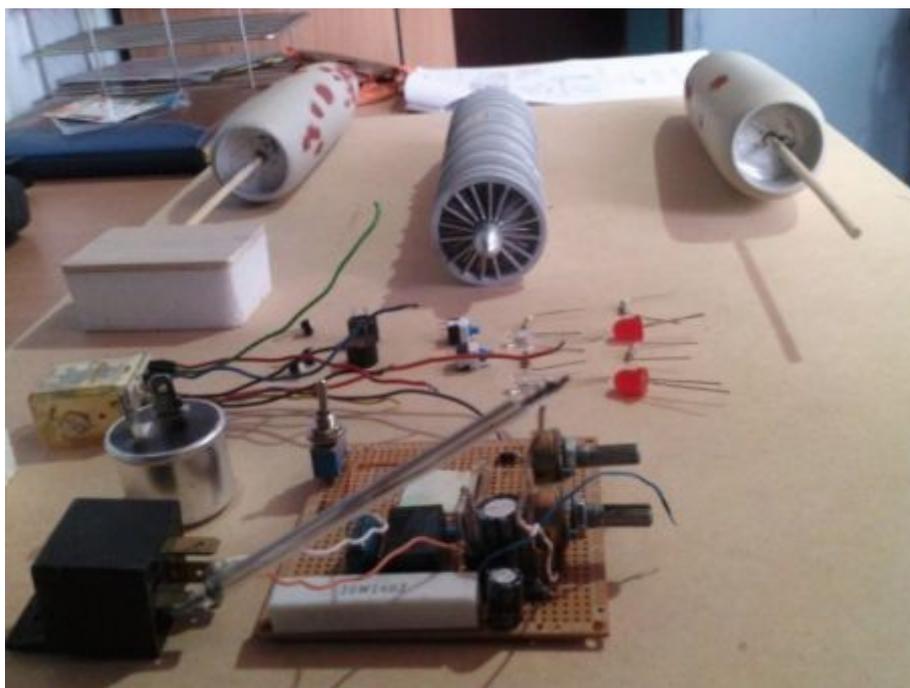


Figura 28. Base de la maqueta.

- Instalación y soldado del MASTER SWITCH de tres pines con el adaptador y la placa eléctrica.



Figura 29. Adaptador, switch.

- El adaptador a utilizarse es de 120 VAC a 12 VDC para el funcionamiento del circuito eléctrico.



Figura 30. Adaptador.

- Instalado el switch de tres posiciones con la base en la maqueta consta de sus tres posiciones Neutro, Test standby y ON para la simulación de la detección y modo standby que es para los test.



Figura 31. Switch.

- Instalación del speaker uno para cada motor y otro independiente para el test, en la parte trasera de la caja y los led en la cabina uno para cada motor va en el interior dando la indicación visibles.



Figura 32. Led speaker.

- Cableado de la caja de control en su interior conectando pulsadores, leds, switches independientemente de cada motor.



Figura 33. Cableado de cabina.

- Instalación de la caja del sistema de detección de fuego en la placa para la realización del test de los sensores que son los switch en conjunto con chequeo del sistema armado en la cabina para el test.

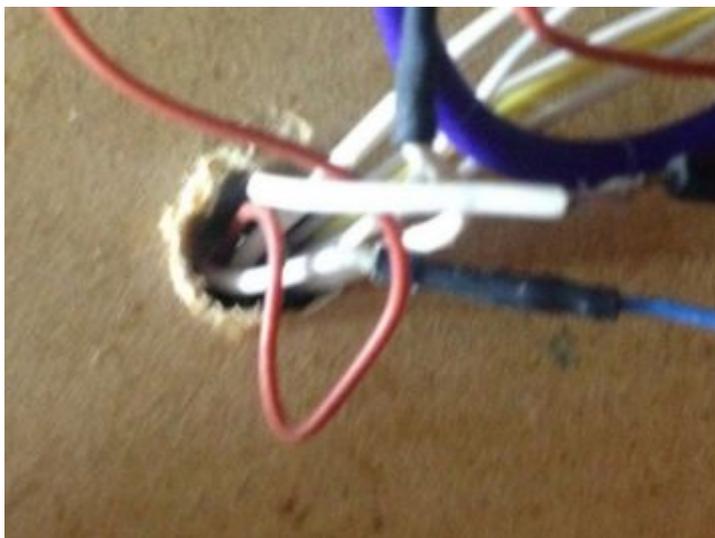


Figura 34. Cableado caja de test.

- Montaje de la caja en la base de la maqueta que consta de tres pulsadores por cada uno de los motores.



Figura 35. Caja de test motores.

- Montaje de los motores en la base de la maqueta, se ubican en la parte inferior de la base.



Figura 36. Motores.

- Instalación de la cabina en la base de la maqueta las ranuras sin la parte donde van ubicados los leds.

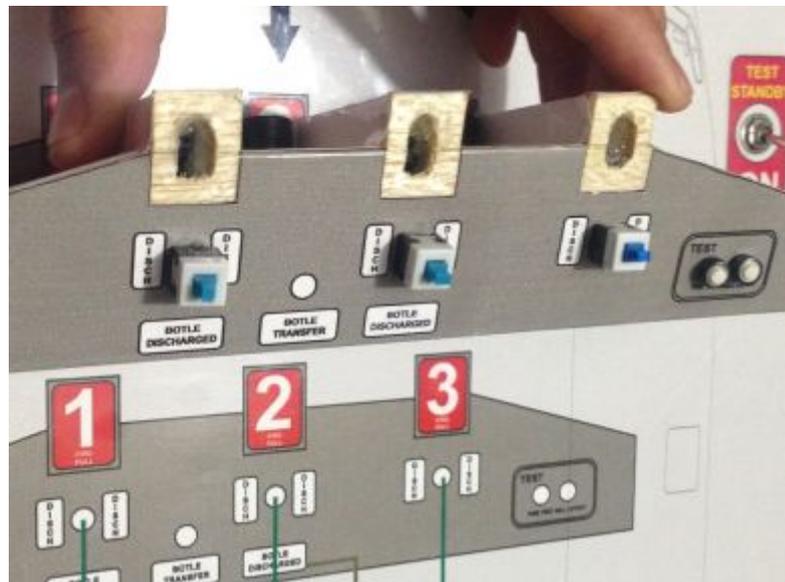


Figura 37. Cabina.

- Pegado en la cabina los números de los motores respectivamente.

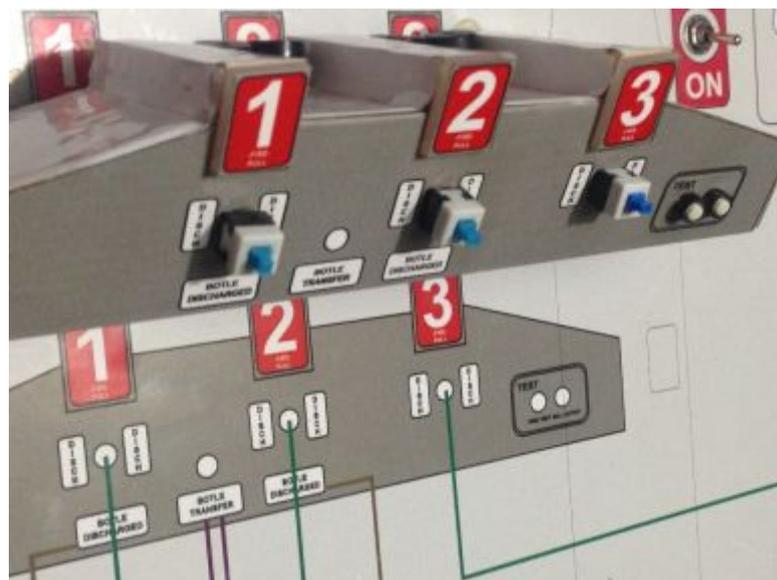


Figura 38. Led cabina.

- Reemplazo de los pulsadores por los switches para el modo detección y el modo de extinción.



Figura 39. Switchs cabina.

- Montaje de las bases dos tobos en la parte central de la maqueta para el soporte del avión.



Figura 40. Base avión.

- Instalación de los leds para la indicación de la descarga de las botellas extintoras.

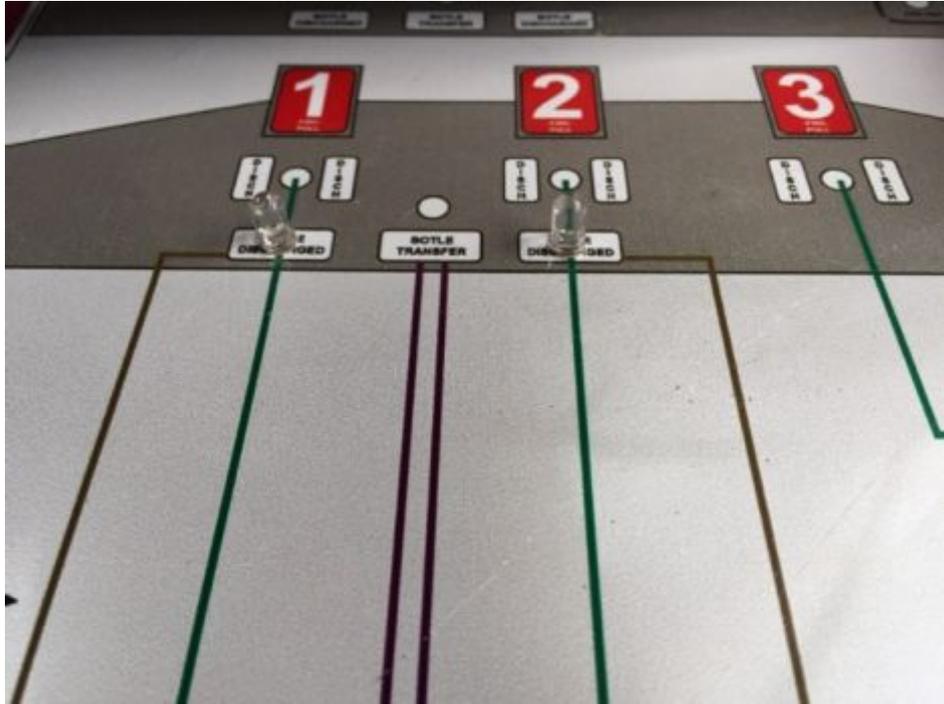


Figura 41. Led botellas descarga.

- Cubrimos los leds con la alerta visual de las botellas.

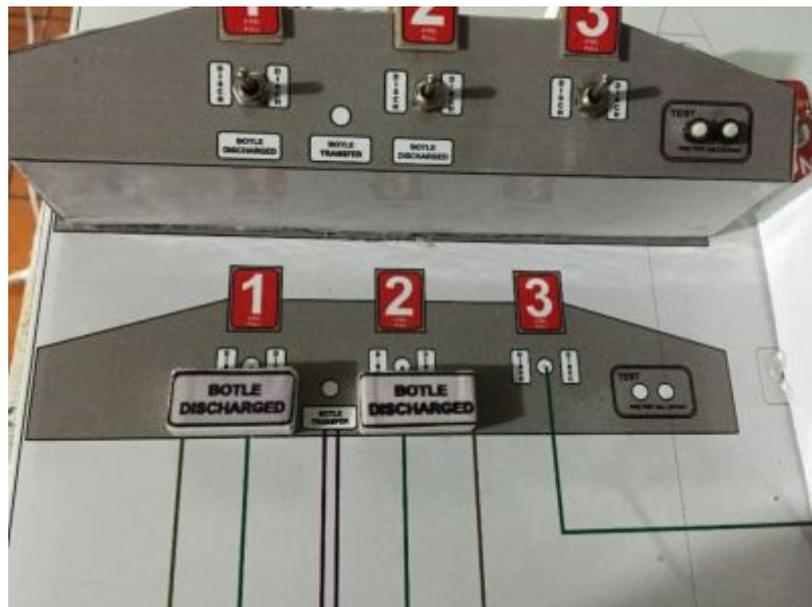


Figura 42. Botellas de descarga.

- Armado de la caja de control de combustible válvulas de corte.



Figura 43. Cableado caja de combustible.

- Instalación de la caja en la base de la maqueta.



Figura 44. Montaje cajas de control.

- Montaje del avión en la base.



Figura 45. Montaje cajas del avión.

3.4 Prueba de Funcionamiento

Una vez realizadas las respectivas pruebas de funcionamiento se determina que la maqueta didáctica del sistema eléctrico de los sensores de fuego de un motor JT8D con indicaciones en cabina del avión Boeing se encuentra operable, cumpliendo así las condiciones y parámetros requeridos.

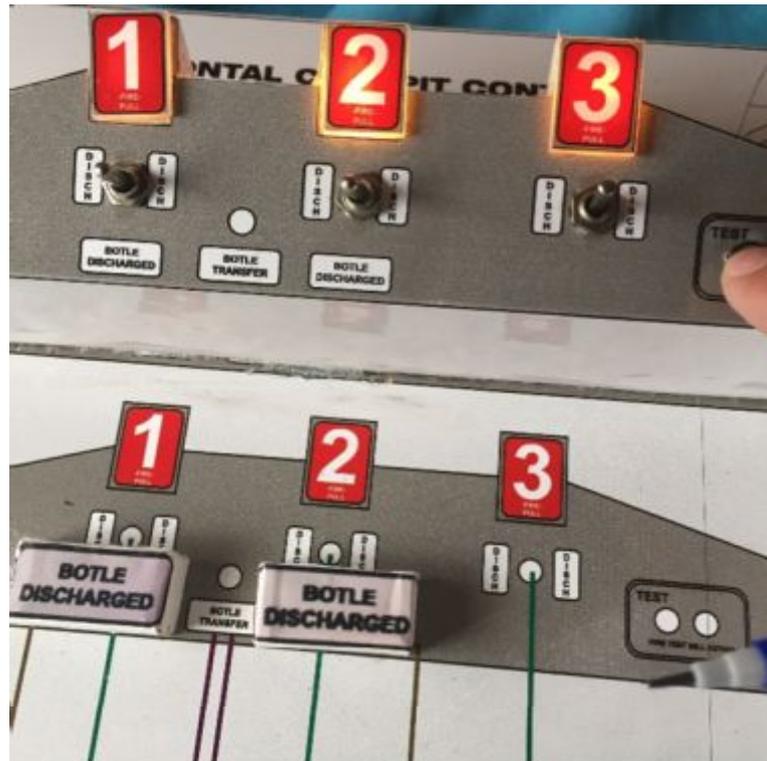


Figura 46. Funcionamiento cabina.



Figura 47. Funcionamiento sensores.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La maqueta tiene un diseño muy didáctico en la simulación el sistema eléctrico de los sensores de fuego de un motor JT8D con las indicaciones en cabina del avión Boeing para la impartición de conocimientos de los instructores a los alumnos de la ETFA de una manera práctica.
- La información recopilada es una herramienta importante con conceptos precisos y básicos de los sensores de fuego del motor JT8D.
- El diseño de la maqueta de los sensores de fuego del motor JT8D cumple con los requerimientos necesarios para comprender el funcionamiento del sistema de manera básica con una manipulación sencilla y no necesita de un lugar fijo para su funcionamiento.
- La simulación del sistema de detección fuego en el motor JT8D está basada en el modo de pre-vuelo y en modo del sistema enganchado con las indicaciones visibles y sonoras en cabina.
- En la maqueta didáctica de los sensores de fuego del motor JT8D está ensamblada de manera sencilla
- Se realizó las pruebas de funcionamiento estableciendo el manual como guías básicas para su correcta utilización.

4.2 Recomendaciones

- Realizar pruebas de funcionamiento previos a una instrucción, con el fin de detectar posibles problemas que minimicen los beneficios que la maqueta proporciona.
- Capacitar al personal para que tenga pleno conocimiento del funcionamiento de la maqueta, y de sus beneficios.
- Recurrir al manual de usuario entregado en caso desconocimiento al uso de la maqueta.
- La ubicación del material didáctico deben estar en sitios de plena visibilidad y manipulación de los mismos.
- Concientizar al personal sobre las ventajas que se obtiene y que resultan en beneficio propio y de la institución.
- Realizar un mantenimiento, limpieza a la maqueta para precautelar su correcto funcionamiento y duración.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aerotécnico: Persona especializada en el área de mantenimiento en relación a la aviación.

Alimentación: Suministro de energía o materia prima necesarios para el funcionamiento de ciertas máquinas.

APU: Unidad de potencia auxiliar.

Aviónica: Es la aplicación de la electrónica a la aviación.

CAWS: Sistema auditivo central de emergencia.

Electrónica: Es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos.

Envergadura: Es el ancho con las alas totalmente extendidas hacia los lados o, por extensión, el ancho de una aeronave de un extremo a otro de las alas.

Freón: Compuesto líquido gaseoso que no es tóxico ni inflamable.

Fuselaje: Estructura, forma de un avión.

JT8D: Motor a reacción turbofan.

MTM: Manual de Mantenimiento.

Pratt & Whitney: Empresa radicada en los Estados Unidos dedicada en el campo aeroespacial.

Presurización: Acción de introducir gases por los poros o ranuras de un cuerpo sólido hacia su interior.

Pre-vuelo: Es el chequeo de todos los sistemas y componentes de la aeronave antes de tener su primer periodo de vuelo.

Sensores: Dispositivo formado por células sensibles que detecta variaciones en una magnitud física y las convierte en señales útiles para un sistema de medida o control.

Señales: Es un símbolo, un gesto u otro tipo de signo que informa o avisa de algo.

SHUT-OFF: Son válvulas de corte que permiten el paso o cierre de combustible.

Sistema: Es un conjunto de elementos cuyas propiedades se interrelacionan e interactúan de forma armónica.

Standby: En Espera.

Turbofan: Motor caracterizado por tener un ventilador o fan en su parte frontal.

Winglets: Dispositivo aerodinámico ubicado en las puntas de las alas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aeroespacio. (2014). *Motores Aeronauticos (parte 11)-Turbofan*. Obtenido de Taringa: www.tringa.net/comunidades/aeroesoaciales/7345538/Motores-aeronauticos-parte-11-turbofan.html [Citado el 22-Oct-2014].
- AR. (2010). *El Boeing FAE 691*. Obtenido de El Boeing en la Fuerza Aerea: http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Boeing727.html [Citado el 26-Nov-2014].
- BOEING. (2007). FIRE PRETECTION. En B. COMPANY, *MANTENANCE MANUAL* (pág. 1). [Citado el 11-Dic-2014].
- FEDEX. (2002). ATA 26. 5-10. [Citado el 26-Nov-2014].
- INAC, C. (23 de Abril de 2011). *BIBLIOTECA CAROLA LORENZINI*. Obtenido de Boeing 727- FICHA TECNICA: <http://bib-ciata.blogspot.com/2011/04/boeing-727-ficha-tecnica.html?m=0> [Citado el 26-Nov-2014].
- Ivanova, A. (2011). *Boeing 727*. Obtenido de Taringa: <http://m.taringa.net/posts/info/11117030/Aviones-Boeing-727.html> [Citado el 11-Dic-2014].
- Sobre Conceptos. (18 de Marzo de 2010). *Concepto avion*. Obtenido de Sobre Conceptos: www.sobreconceptos.com/avion [Citado el 11-Dic-2014].

ANEXOS

