

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA
DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVIÓN BOEING
737-200”**

POR: MENA ALVARADO RAMIRO

JAVIER

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el A/C **RAMIRO JAVIER MENA ALVARADO** como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

Directora Tlga. Silvia Molina

Co Director Sgp. Tec. Avc. William Vallejo

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado con todo mi cariño y amor a todas las personas que siempre me brindaron su apoyo, su comprensión pero sobre todo que creyeron en mi todos ellos son parte de mi vida mi familia, a todos mis hermanos que supieron ayudarme y estuvieron siempre a mi lado con sus consejos y dándome una fortaleza de seguir adelante a mi padre que me brindo su apoyo cuando lo necesitaba y sobre todo dedico este logro a mi madre que fue la luz de mi camino la cual se que nunca me va dejar y por eso ella siempre será mi mejor consejera.

Ramiro Javier Mena Alvarado

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por permitirme tener cada día un nuevo amanecer, a mi familia ya que sin ellos no hubiese aprendido el valor de vivir, amar y respetar, Por tal motivo mis padres y mis hermanos son lo mas importante de mi vida, agradezco a mis profesores los cuales transmitieron sus conocimientos hacia mi, agradezco al Instituto el cual me abrió sus puertas para permitirme forjarme hacia un futuro mejor a mis amigos los cuales fueron una compañía en una ciudad distante a la mía.

Ramiro Javier Mena Alvarado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	I
Certificación Director y Co Director.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos.....	V
Resumen.....	XV
Summary.....	XVI

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	1
1.3 Objetivos generales.....	2
1.4 Objetivos específicos.....	2
1.5 Alcance.....	2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Avión Boeing 737- 200.....	
3	
2.2 Sistema de aire acondicionado del Avión Boeing 737-200.....	

4

2.2.1 Generalidades del sistema.....

5

v

2.3 Funciones individuales del sistema de aire acondicionado.....	7
2.3.1 Sistema de control de sangrado (Compresión).....	7
2.3.2 Pack de enfriamiento.....	9
2.3.3 Sistema de distribución.....	9
2.3.4 Sistema aire gasper.....	9
2.3.4.1 Distribución “C	
2.3.4.2 Distribución a las paredes en la cabina	
de pasajeros	10
2.3.4.3 Distribución “Hot Wall”... ..	10
2.3.5 Sistema de control de temperatura.....	10
2.3.6 Sistema de enfriamiento de los equipos.....	10
2.3.7 Sistema de control del anti-hielo.....	11
2.3.8 Sistema de c	
2.4.1 Suministro de aire.....	12
2.4.2 Válvulas pack.....	13
2.4.3. Válvula mes	
2.4.3.1 Control manual de temperatura.....	15
2.4.3.2 Control automático de temperatura.....	15
2.4.4 Intercambiadores de calor.....	16
2.4.5 Sistema del ram air.....	16
2.4.6 Sistema gasper fan.....	17

2.4.7 compartimientos de carga.....	18
2.5 Descripción de los circuitos integrados utilizados.....	19

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	23
3.1.1 Descripción de alternativas.....	23
3.1.1.1 Primera alternativa.....	23
3.1.1.2 Segunda alternativa.....	25
3.1.2 Comparación de alternativas.....	27
3.1.3 Selección de la mejor alternativa.....	30
3.2 Diseño.....	30
3.2.1 Diseño de la estructura de la maqueta.....	31
3.2.2 Diseño ATA – 21 – Sistema de aire acondicionado.....	32
3.2.2.1 Análisis de la simulación.....	32
3.2.2.2 Análisis de la simulación encendido.....	33
3.2.2.3 Operación.....	33
3.2.2.4 Maqueta del sistema de aire acondicionado.....	34
3.2.2.5 Sistema electrónico de control y paneles.....	35
3.2.2.6 Selección de graficas de apoyo para el simulador.....	35
3.3 Construcción e implementación.....	36

3.3.1 Construcción del tablero.....	38
3.3.2 Implementación (Diagrama Esquemático).....	40
3.3.2.1 Fuente de alimentación.....	41
3.3.2.2 Generador de tiempo.....	41
3.3.2.3 Circuito de activación.....	43
3.3.2.4 Secuencias.....	44
3.3.3 Comprobación de las secuencias.....	44
3.3.4 Implementación en placas.....	46
3.3.5 Ensamble general de la maqueta.....	49
3.4 Diagramas de proceso.....	50
3.4.1 Tablero de la Maqueta.....	51
3.4.2 Componentes de la maqueta.....	52
3.4.3 Implementación circuitos electrónicos.....	53
3.4.4 Panel de control.....	54
3.4.5 Ensamble general.....	55
3.5 Manual de operaciones.....	55
3.6 Manual de mantenimiento.....	55
3.7 Hojas de registro.....	55
3.8 Pruebas y análisis de resultados.....	56

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1 Presupuesto.....	59
4.2 Análisis económico.....	59
4.2.1 Recursos materiales.....	59
4.2.2 Recursos humanos.....	61
4.2.3 Costos secundarios.....	61
4.3 Costo total.....	62

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	63
5.2 Recomendaciones.....	64
GLOSARIO.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Primera alternativa (ventajas y desventajas).....	24
Tabla 2.1. Segunda alternativa (ventajas y desventajas).....	26
Tabla 3.1. Comparación de alternativas.....	28
Tabla 3.2. Parámetros de evaluación.....	30
Tabla 4.1. Materiales utilizados en la construcción.....	36
Tabla5.1. Simbología del proceso de construcción.....	50
Tabla 6.1. Pruebas de funcionamiento.....	56
Tabla 7.1. Análisis de costo por utilización de herramientas.....	59
Tabla 7.2. Análisis de costo de recursos materiales.....	60
Tabla 7.3. Análisis de costo de mano de obra.....	61
Tabla: 7.4. Análisis costos de oficina.....	61
Tabla: 7.5. Resumen de gastos totales.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG 2.1. Avión Boeing 737-200.....	4
FIG 2.2. Suministros de aire de sangrado del avión.....	4
FIG 2.3. Componentes generales del sistema de aire acondicionado.....	7
FIG 2.4. Localización de la pack valve en el avión.....	8
FIG 2.5. Estructuración del sistema de aire acondicionado.....	12
FIG 2.6. Componentes del aire de sangrado del motor.....	13
FIG 2.7. Switch de operación de la pack valve.....	14
FIG 2.8. Controlador de temperatura air mix valve.....	14
FIG 2.9. Operación del regulador y del sistema.....	15
FIG 2.10. Operación del sistema ram air.....	16
FIG 2.11. Luces de indicación ram door.....	17
FIG 2.12. Distribución sistema gasper fan.....	18
FIG 2.13. Localización de componentes forward cargo.....	18
FIG 2.14. Encendido de luces de overread y master caution en el panel.....	19
FIG 2.15. Puente de diodo.....	19
FIG 2.16. CI 7805.....	20
FIG 2.17. CI LM 555.....	20
FIG 2.18. CI 4017.....	21
FIG 2.19. CI 74LS3.....	21

FIG 2.20. CI 7432.....	22
FIG 2.21. CI 7408.....	22
FIG 3.1. Pantalla principal del CBT.....	32
FIG: 3.2: Preliminares de construcción de la maqueta	39
FIG: 3.3. Acabados del tablero.....	39
FIG: 3.4. Tablero terminado.....	40
FIG. 3.5. Desarrollo del circuito en protoboar.....	45
FIG. 3.6. Activación de las secuencias.....	45
FIG 3.7. Diseño placa No. 1.....	46
FIG 3.8. Diseño placa No. 2.....	47
FIG 3.9. Elaboración placa No. 1.....	48
FIG 3.10. Elaboración placa No. 2.....	48
FIG 3.11. Conexión de elementos.....	48
FIG 3.12. Zócalos y elementos instalados.....	48
FIG 3.13 Ensamble general de la maqueta.....	49

ÍNDICE DE DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS Y DE PROCESOS

DIAGRAMA 3.1. Diagrama esquemático del circuito.....	40
DIAGRAMA 3.2. Fuente de alimentación.....	41
DIAGRAMA 3.3. Generador de Tiempo.....	42
DIAGRAMA 3.4. Circuito de activación.....	43
DIAGRAMA 3.5. Secuencias de encendido de leds.....	43
DIAGRAMA 3.6. Esquemmatización de la construcción del tablero.....	51
DIAGRAMA 3.7. Instalación de componentes en el tablero.....	52
DIAGRAMA 3.8. Esquemmatización de la construcción de los circuitos electrónicos.....	53
DIAGRAMA 3.9. Esquemmatización del panel de control.....	54
DIAGRAMA 3.10. Esquemmatización del ensamble general de la maqueta.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Anteproyecto del trabajo de graduación

A1. Observaciones al laboratorio de sistemas del avión

A2. Encuestas realizadas Anexo B.

Planos de construcción del tablero Anexo C.1

Pantalla principal del tablero

C.2 Diagramas electrónicos

Anexo D Manuales

D.1 Manual de operaciones

D.2 Manual de mantenimiento

D.3 Hojas de registro

RESUMEN

Este proyecto fue diseñado y construido con el objetivo de brindar una ayuda en el aprendizaje hacia los estudiantes del I.T.S.A. (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico), luego de una investigación realizada se dio a conocer la importancia que tienen los materiales de apoyo siendo estos una herramienta que permite afianzar los conocimientos, por tal razón se realiza la construcción de una maqueta didáctica del sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200.

Para establecer su diseño y construcción se investigo el sistema con la ayuda de los manuales de mantenimiento y un CBT mediante esto se estableció los parámetros de funcionamiento e identificar las secuencias del flujo de aire

Su funcionamiento nos permite interactuar con la realidad ya que su operación brinda esta facilidad nuestros interruptores permiten realizar la secuencia del sistema, su visualización esta dada por leds que se enciende secuencialmente en una pantalla la cual permite identificar y seguir paso a paso la trayectoria de la simulación del flujo de aire hasta llegar a las zonas que requieren de aire acondicionado.

Se estima que tanto profesores como alumnos disponga de este nuevo material y le brinde el mantenimiento adecuado por tal razón se realizo manuales de operación y de mantenimiento los mismos que se encuentran en el transcurso de este trabajo, de manera que si utilizamos este y todos los materiales en el laboratorio los alumnos tendrán la facilidad de reconocer y aprender más afondo de los sistemas del avión.

SUMMARY

This project was designed and built with the aim of providing assistance in learning to students of ITSA (Institute Technology Superior Aeronautical), after an investigation was made known the importance of supporting materials being such a tool to enhance knowledge, for this reason the construction work of a didactic model of air-conditioning system Boeing 737-200 aircraft.

To establish their design and construction of the system was investigated with the help of maintenance manuals and CBT with this operating parameters established to identify the sequences of airflow.

Its operation allows us to interact with reality as it provides the facility to operate our switches allow the sequence of the system, its display is given by LEDs that ignite sequentially on a screen which allows the identification and follow step by step path simulation of air flow to reach areas that require air conditioning.

It is estimated that both teachers and students have this new material and give you proper maintenance, for that reason was made operational manuals and maintenance the same as those found in the course of this work, so if you use this and all materials in the laboratory the students will have the ability to recognize and learn more about the aircraft systems.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (I.T.S.A) forma profesionales en el campo aeronáutico por lo que cuenta con la carrera de Mecánica Aeronáutica, en la cual se forman Tecnólogos los cuales por medio de sus conocimientos adquiridos en su formación tienen la capacidad de resolver problemas mecánicos de una aeronave.

Luego de haberse investigado a las diversas maquetas que simulan el funcionamiento de los sistemas del avión, opiniones de los estudiantes y las observaciones realizadas a este material de apoyo didáctico, concluimos que es muy aceptado por parte de profesores y estudiantes la construcción de una maqueta la cual proporcione información acerca del sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200, siendo así una nueva herramienta permitiendo tener una mejor perspectiva de entendimiento, esta maqueta fue construida determinando el trabajo que realizan cada elemento y estableciendo una secuencia lógica del sistema dentro del avión.

Es por esto que, el presente proyecto busca contribuir con el desempeño de los estudiantes de la carrera de Mecánica, el cual puede ser manipulado fácilmente por los estudiantes, al ser diseñado de una forma básica pero muy introducida a la realidad de operación en el entorno del avión.

1.2 Justificación e Importancia.

Una excelente formación profesional es aquella que brinda nuevas perspectivas al entregar conocimientos en una forma clara y precisa este es un aspecto que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico establece y determina sus pautas para la creación de nuevos proyectos.

Los equipos de apoyo en el aprendizaje son de gran ayuda, ya que permiten elevar el nivel académico de los estudiantes, en ciertos casos dichos equipos pueden ser manipulados dando una mejor perspectiva hacia los estudiantes.

Al desarrollar la construcción de la maqueta que simula la operación del sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200, se aportará en el desarrollo de nuevos conocimientos los cuales brindarán una gran ayuda hacia el desempeño laboral de los estudiantes de la carrera de Mecánica, además será una nueva forma de interacción en la cual los estudiantes podrán relacionarse más con la realidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Construir una maqueta didáctica que simule el funcionamiento del sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200 para contribuir con la formación práctica de los estudiantes de la carrera de Mecánica del I.T.S.A.

1.3.2 Específicos

- Investigar sobre el sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200
- Proponer alternativas de construcción de la maqueta
- Construir la maqueta propuesta
- Diseñar circuitos eléctricos que permitan el control de la maqueta
- Realizar pruebas de funcionamiento

1.4 Alcance

El presente proyecto busca contribuir con la formación práctica de los estudiantes de la carrera de Mecánica, mediante la construcción de una maqueta didáctica del sistema de aire acondicionado del Avión Boeing 737-200 su diseño y construcción esta basada en información obtenida de los manuales y un CBT del avión de esta manera obtener conocimientos del mismo y al final conseguir una maqueta la cual permita operar las secuencias e identificar los elementos que conforman dicho sistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del avión Boeing 737- 200¹

Fabricado por Boeing Comercial Airplanes desde 1967, es un avión a reacción, para transporte aéreo de pasajeros.

El avión Boeing modelo 737 serie 200, fue diseñado para vuelos de corto y medio alcance pues su autonomía de combustible es de 4 horas aproximadamente, o el equivalente a 2.580 km (1.400 millas náuticas).

Es un avión bimotor, equipado con motores Pratt & Whitney que se ubican debajo de cada ala y cuentan con sistemas de reversa.

- Altura máxima de vuelo: 35.000 pies (unos 10.500 m)
- Velocidad máxima: 920 km/h (Mach 0,84)

Está equipado con 4 puertas, dos a cada lado situados adelante y atrás. En la parte inferior de cada puerta está adosado un tobogán de escape. Adicionalmente, hay 2 ventanillas de emergencia a cada lado del fuselaje a la altura de las alas, y otras 2 ventanillas situadas debajo de la cabina de vuelo del piloto.

Contiene 2 tanques de combustible JP-1, ubicados bajo las alas con capacidad de 19.555 litros (15.600 kg aprox.)

La cabina es presurizada mediante el sistema de aire acondicionado. Los pilotos controlan su presión en un máximo de 0,5 kg/cm² (7,5 psi) a 35.000 pies de altura.

http://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_737¹

Presurizado a 130 kg/cm² (1.850 psi).Figura 2.1



FIG 2.1: Avión Boeing 737-200 Fuente.
www.flyairnorth.com/images/fleet_boeing737-200

2.2 Sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200 ²

El sistema de aire acondicionado del avión, posee dos paquetes de aire acondicionado separados e independientes, estos son virtualmente idénticos y están ubicados a cada lado de la línea central del avión debajo del centro del fuselaje, sin embargo los paquetes funcionan paralelamente y alimentan un múltiple común.

Proporcionan aire acondicionado a la cabina de mando y de pasajeros, compartimientos de carga y electrónicos, El sistema de aire acondicionado utiliza un suministro de aire de sangrado del motor del avión, Unidad de Potencia Auxiliar (APU), o una fuente externa en tierra como lo muestra la figura 2.2

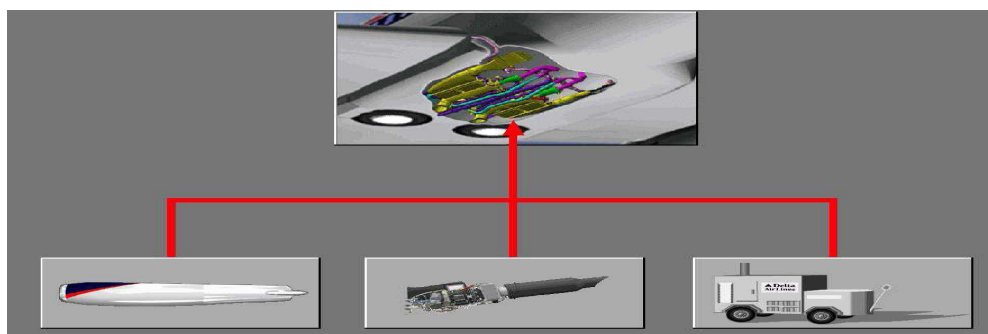


FIG 2.2: Suministros de aire, hacia el sistema de Aire Acondicionado
Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

Cada paquete de aire acondicionado se compone de intercambiadores de calor de una maquina cíclica de aire (Air cycle machine /ACM), un separador de agua válvulas mescladoras de aire (Air mix valve), válvulas check y válvulas pack

2.2.1 Generalidades del sistema³

El aire entra en el paquete de aire acondicionado a través de una válvula situada en el paquete de cada conducto neumático, llamadas válvulas pack tienen el propósito de medir y controlar el aire de ingreso hacia el sistema.

El intercambiador de calor primario opera automáticamente para brindar un aire frío. Parte del calor es removido por un flujo de aire que ingresa a presión por el sistema Ram Air a los paquetes para ayudar a refrigerar los intercambiadores de calor, mientras que para operaciones en tierra o en vuelo con los flaps extendidos un ventilador en el sistema Ram recibe energía para proveer flujo de aire de enfriamiento.

El flujo de aire que sale del intercambiador primario, va hacia el compresor de la maquina cíclica de aire, el flujo de aire aumenta en temperatura y presión, entonces el intercambiador de calor secundario convierte esta descarga en un aire totalmente frío, de aquí pasa a través de un separador de agua para quitar la humedad debido a la disminución de temperatura, antes de ingresar a la cámara mezcladora de aire.

En el sistema se encuentran varios interruptores térmicos, termostatos, sensores, válvulas, luces de aviso e indicadores de posición de la válvula mezcladora para proporcionar una protección automática alertando una posible falla en la operación del sistema.

La válvula mescladora de aire es una combinación de dos válvulas las cuales controlan la temperatura a través del sistema de aire acondicionado dando comodidad al pasajero y a la tripulación, si el aire frío es necesario, la válvula es movida para permitir el paso de aire a través de la (A.C.M).

Si se necesita aire caliente es movida para que pase aire caliente directamente, en el panel son operadas en modo manual o automático.

Las Válvulas direccionales (check valve) se encuentran a través del sistema para evitar el flujo de aire reverso.

Un sistema de distribución individual (Gasper) extrae solamente aire frío del paquete de aire acondicionado a los surtidores individuales en los establecimientos situados en el compartimiento de pasajeros de cabina y baños.

La función principal del colector de distribución es proporcionar un lugar de reunión del aire acondicionado para proporcionar a todo el avión, el colector incluye una válvula de alivio de presión para proteger los conductos de distribución controlando una sobrepresión, y todos los sensores, bulbos, e interruptores térmicos necesarios para la operación y supervisión de temperatura.

La distribución del aire acondicionado esta provista: que el 100% del aire del paquete derecho más el 75% del paquete izquierdo se dirija hacia la cabina de pasajeros mientras que el 25% restante se dirija a la cabina de mando.

El aire que circula en la cabina de vuelo y de pasajeros se usa para enfriar los paneles de los interruptores y equipos electrónicos dentro de los compartimientos de aviónica.

La mayor parte de la calefacción, tanto para los compartimientos de carga vienen de aire de la cabina a través de ductos a nivel del piso y alrededor de la superficie exterior de las paredes del compartimiento de carga.

De este modo aseguramos que los compartimientos permanezcan a una temperatura sobre el congelamiento, luego este aire es expulsado por medio de unas válvulas ubicadas en la parte posterior y delantera del avión llamadas Out Flow Valve, el aire acondicionado simultáneamente trabaja con el Sistema de presurización de esta manera se regula una presión interna de 8,9 psi asegurando confortabilidad y seguridad a los pasajeros y tripulación en altas altitudes.

Cabe señalar que el cuerpo humano hasta 10.000 pies no necesita de aire acondicionado pero sobre esta altura afecta a la salud. Figura 2.3

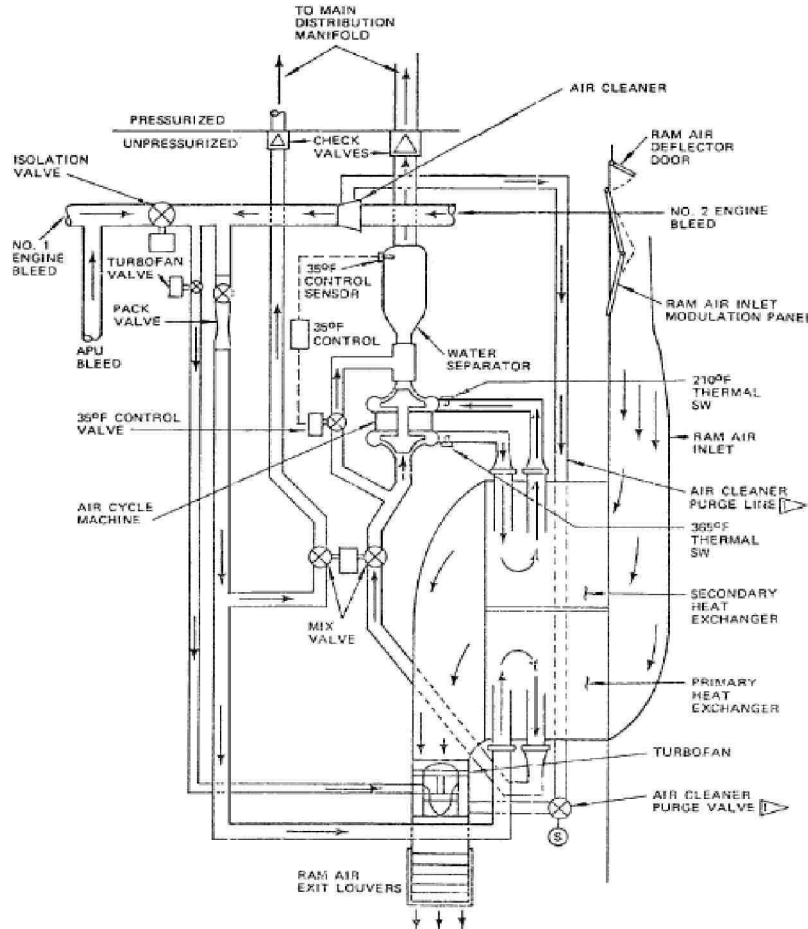


FIG 2.3: Componentes Generales del Sistema de Aire Acondicionado

Fuente: Boeing 737-200 AMM /ATA 21-00

2.3 Funciones individuales del sistema de aire acondicionado

2.3.1 Sistema de control de sangrado (Compresión)

Controla el flujo de sangrado de aire desde el múltiple neumático hacia el interior de cada paquete de enfriamiento para evitar problemas como la falta de flujo que puede limitar la presurización del avión, mientras que en exceso puede recalentarse el sistema de ciclo de aire, este aire de sangrado es proporcionado desde la 8va o 13va etapa de los motores dependiendo de la potencia del motor y de la demanda de aire acondicionado según las condiciones durante las operaciones del avión, este aire entra en el sistema de aire acondicionado donde la temperatura se regula normalmente a unos 370 °F y limitada a 450°F, un thermoswith en el sistema neumático impedirá el exceso de aire caliente mediante

el cierre de una válvulas de corte (shutoff valve); hay un sistema de control separado de sangrado de aire para cada uno de los paquetes .

Cada sistema de control de aire de sangrado funciona como sigue:

- > El control ON - OFF de flujo de aire hacia el paquetes
- > El control de cantidad de flujo de aire (lb/min) que entra al paquetes

El control es llevado a través de la válvula pack, controlando la cantidad de flujo de aire.

El sistema controlará la modulación de alta presión de la treceava etapa, controlado por un interruptor de presión Figura 2.4

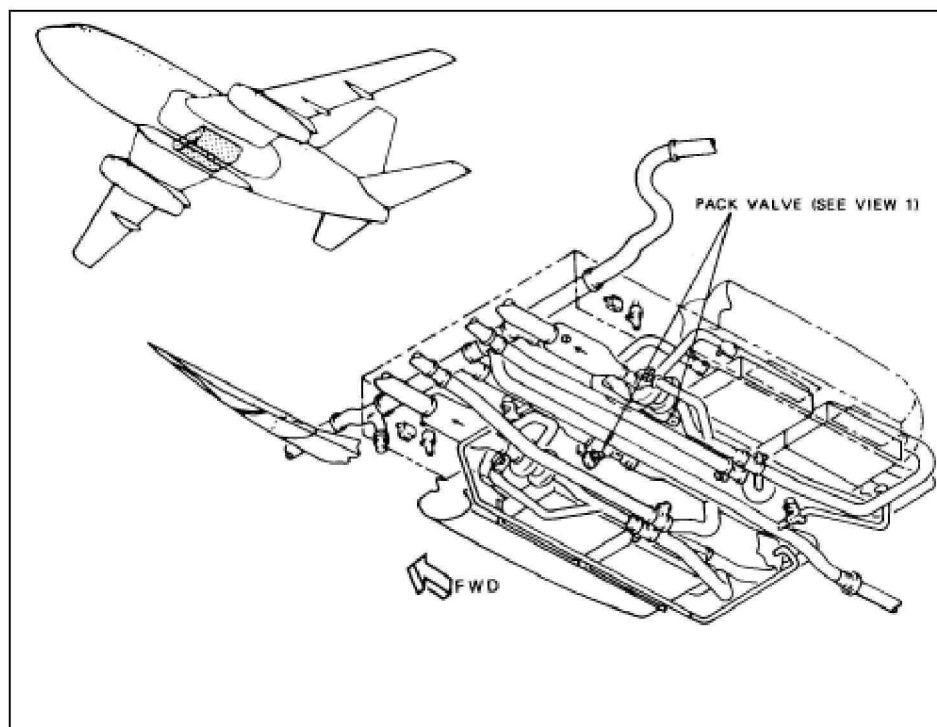


FIG 2.4: Localización de la válvula pack en el avión

Fuente: Boeing 737-200 AMM ATA 21-00

2.3.2 Paquetes de enfriamiento

Dos paquetes de enfriamientos separados e idénticos abastecen aire frío y caliente en la proporción conveniente para ser mezclados juntos y convertirse en aire acondicionado a la temperatura como se desee en las aéreas de las cabinas.

El aire de impacto que proviene desde el exterior del avión es usado para asistir al enfriamiento del múltiple neumático, el escape de aire de impacto es dirigido hacia afuera después de que ha sido usado en el paquete de enfriamiento.

2.3.3 Sistema de distribución

El aire acondicionado desde los paquetes de enfriamiento es distribuido hacia los pasajeros y cabina de control este aire circula en las áreas de las cabinas y luego es descargado a través de los estantes de los compartimientos electrónicos o de las áreas inferiores del fuselaje. El sistema Gasper proporciona a cada miembro de la tripulación y cabina un método de enfriamiento provisto por un sistema independiente a cada estación individual regulada en un modo manual.

2.3.4 Sistema Gasper

Aire frío esta disponible para cada asiento de los pasajeros, estación de la tripulación y baños, este aire es proporcionado del abastecimiento del paquete derecho, un ventilador impulsa el aire a través de un sistema de ductos individuales el cual funciona con 115-voltios de corriente alterna, el sistema consiste de un múltiple común, un ventilador, tuberías, y salidas individuales.

Un conducto lleva el aire acondicionado a la cabina de control y otro a la cabina de pasajeros así, el aire a la cabina de pasajeros es suministrado por dos sistemas, un sistema que entrega aire desde un ducto con orificios que están ubicados en la parte superior llamado "Overhead" y que corre a lo largo de la cabina de pasajeros y otro sistema que circula entre los costados de la cabina de mando llamado "Hot Wall" que lleva aire por conductos que van por detrás del tapiz y lo envían al interior por entradas cubiertas con rejillas.

2.3.4.1 Distribución “Overhead”

El ducto Overhead es conectado al múltiple de distribución principal por 10 tuberías en el lado izquierdo y 10 en el lado derecho.

2.3.4.2 Distribución a las paredes en la cabina de pasajeros

Esta distribución se origina desde uno de los puertos del múltiple de la válvula selectora y el sistema consiste de 6 ductos de distribución, tuberías y difusores asociados.

2.3.4.3 Distribución “Hot Wall”

Consiste de un ducto originado en el múltiple de distribución principal y que pasa por debajo del piso del lado izquierdo de la aeronave donde se divide en varias tuberías que terminan con las salidas al techo y a nivel del suelo.

2.3.5 Sistema de control de temperatura

El aire proveniente del sistema neumático de los motores aproximadamente es de 370° F controlado por la posición en la cual se encuentre la válvula mescladora de aire la cual proporciona aire caliente o frío proveniente desde los paquetes, el modo de control puede ser automático o manual.

En modo automático censa la temperatura y sucede una realimentación en cabina y áreas principales de distribución, en modo manual es controlado a conveniencia del vuelo.

2.3.6 Sistema de enfriamiento de los equipos

Todos los estantes de los equipos electrónicos son enfriados por circulación de aire a través de ellos, el aire es movido por un ventilador que le dirige a los equipos electrónicos.

En vuelo este aire es expulsado dentro de las áreas inferiores del fuselaje alrededor del compartimiento de carga frontal para asistir en el calentamiento del compartimiento de carga.

2.3.7 Sistema de control del Anti-Hielo

Este sistema regula la temperatura del aire que entra al separador de agua y consiste de un sensor, un controlador de temperatura y una válvula de control.

El controlador contiene un circuito de puente que se desbalancea al cambiar la temperatura en el sensor así el controlador interpreta la señal recibida y activa la válvula de control, el puente se estabiliza entre 35° F Y 36 ° F y el sistema de control de temperatura permanece inactivo pero cuando la temperatura cae por debajo de estos márgenes la salida de demanda de calor dispara una energía de 115 VAC de 400 Hertz para abrir la válvula.

De manera igual cuando la temperatura sobrepasa la temperatura mencionada, la salida de aire templado del control es disparada y la válvula de control se coloca en la posición cerrada.

2.3.8 Sistema de calentamiento del compartimiento de carga

El compartimiento de carga es calentado por el aire de escape de la cabina alrededor de las paredes posteriores del compartimiento de carga.

Este aire es eventualmente descargado hacia afuera del avión a través de las válvulas del sistema de presurización (outflow valve). Figura 2.5

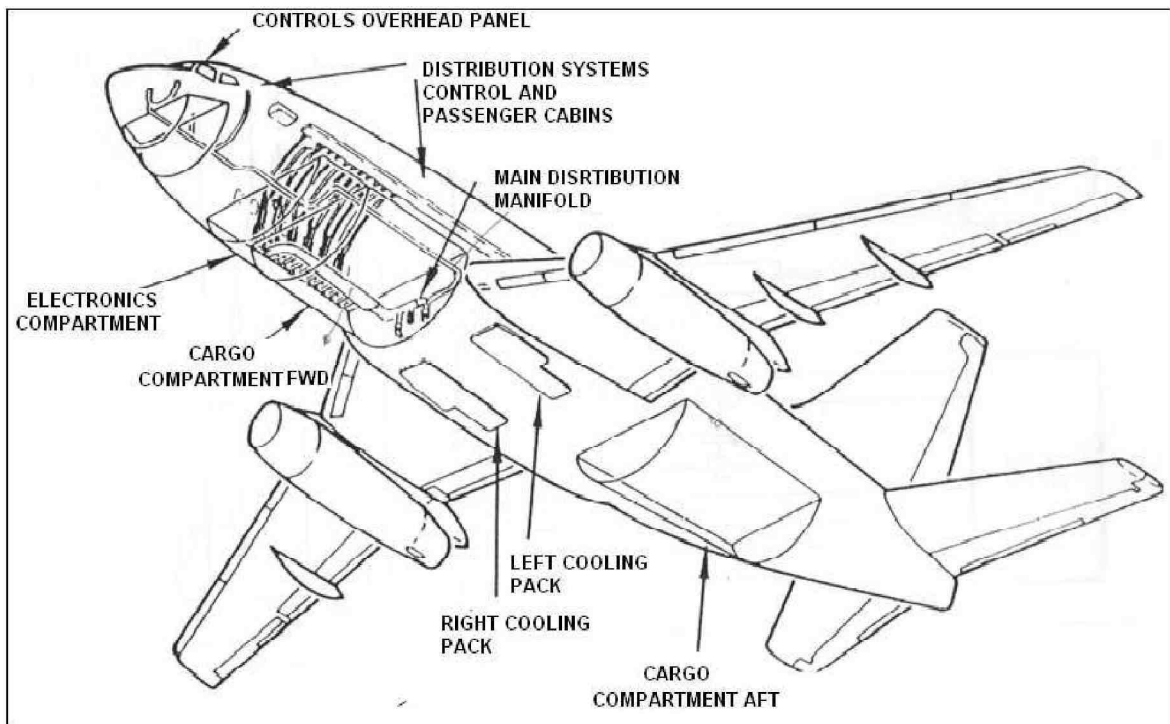


FIG 2.5: Estructuración del Sistema de Aire Acondicionado

Fuente: Boeing 737-200 AMM /ATA 21-00

2.4 Operación de componentes

2.4.1 Suministro de aire

- Aire de sangrado del motor
- Unidad de Potencia Auxiliar
- Fuente externa en tierra

El sistema neumático provee de aire a presión constante a dos paquetes de aire acondicionado, la demanda mínima de aire para cada paquete al nivel del mar es de 88lb/min y puede ser de 66lb/min a 40.000 pies de altura.

El aire es sangrado desde la octava etapa del múltiple neumático del motor y acondicionado por 2 packs de enfriamientos separados e independientes.

Si la octava etapa no puede abastecer las 80 lb/min la válvula moduladora de alta presión (HP modulation valve) se abre para permitir alta presión proveniente de la treceava etapa, tan pronto como la HP se abre, la válvula check de la octava

etapa se cerrara, La válvula moduladora es abierta por el regulador de presión el cual capta la presión por medio de un switch.

La operación de la válvula pack y del switch de la válvula moduladora pueden ser observadas en el indicador de presión neumática en el overhead panel. Figura 2.6

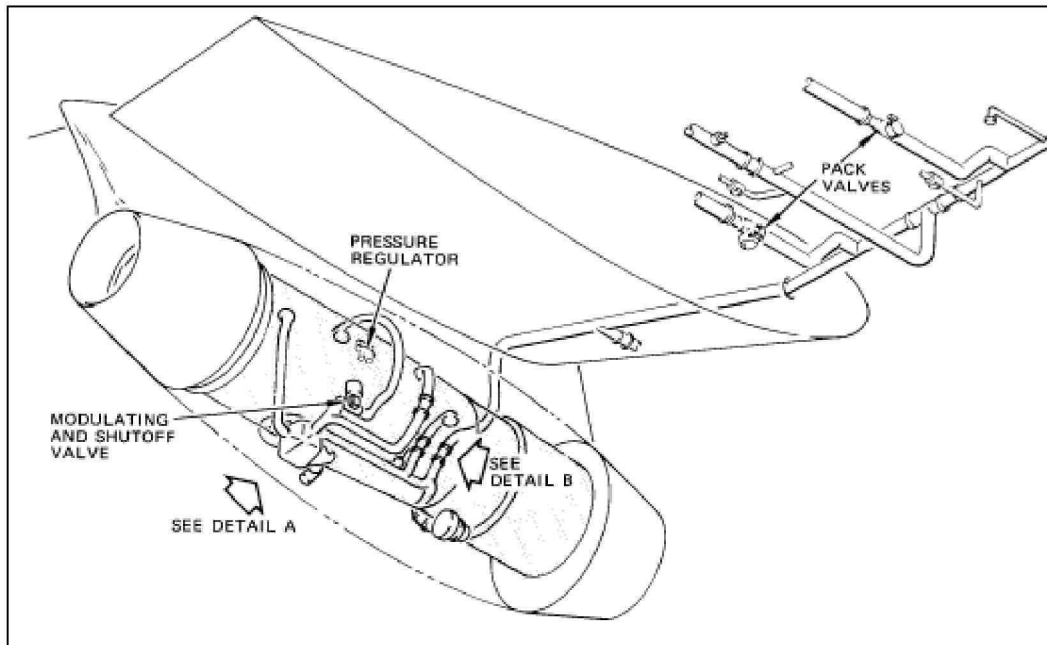


Figura 2.6: Componentes del Aire de Sangrado del motor

Fuente: Boeing 737-200 AMM /ATA 21-00

2.4.2 Válvulas pack

Cada paquete esta provisto de una válvula, esta válvula tipo mariposa es operada a 28 V DC por un motor que la actúa como una válvula de cierre las cuales son operadas por sus correspondientes interruptores, con los interruptores apagados las válvulas permanecen cerradas, con la presión disponible en los conductos neumáticos movemos uno de los interruptores a encendido y la válvula respectiva se abre, la operación de esta válvula puede ser observada en el indicador de presión neumática en el over head panel de los pilotos. Figura 2.7



FIG 2.7: Switch de operación de la válvula pack

Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

Cada válvula pack también controla el solenoide en la correspondiente válvula de control de flujo, y ambas válvulas están ubicadas al lado izquierdo de la escalera de pasajeros posterior.

2.4.3. Válvula mezcladora de aire

Esta compuesta por una mariposa dual que permite la regulación de temperatura tanto en cabina de pasajeros como en la cabina de mando regulada por una válvula mezcladora de aire, en los modos automático o manual, en cualquiera de los casos la temperatura puede ser selectada entre 65 y 85 °F. Figura 2.8

FIG 2.8: Controlador de temperatura de la válvula mezcladora de aire

Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

2.4.3.1 Control manual de temperatura

Al seleccionar una temperatura en los controles, esta temperatura tiene como referencia a la indicación de la temperatura de la cabina y la lectura del indicador de la temperatura del ducto de alimentación. Este sistema utiliza 115VAC para ajustar a la válvula mezcladora a la posición deseada.

Al mover la perilla a frío se cierra uno de los interruptores y el circuito se completa al mover la válvula mezcladora permitiendo que pase mas aire a través del paquete de enfriamiento desde el sistema neumático, de igual forma moviendo la perilla a caliente se cierra un interruptor diferente que lleva a la válvula a la dirección opuesta.

2.4.3.2 Control automático de temperatura

Este usa un regulador con canal doble. La salida del regulador posiciona la válvula mezcladora para hacer que la temperatura de cabina sea igual a la seleccionada, requiriendo únicamente que el pack de aire acondicionado este prendido.

Cuando hay un exceso de temperatura indicada 190° F (88 °C) la válvula mezcladora se pone en la posición de frío y la luz se ilumina y si este sistema falla y la temperatura alcanza los 250 ° F (121 ° C), el corte automático del paquete se activará (pack trip off). Figura 2.9

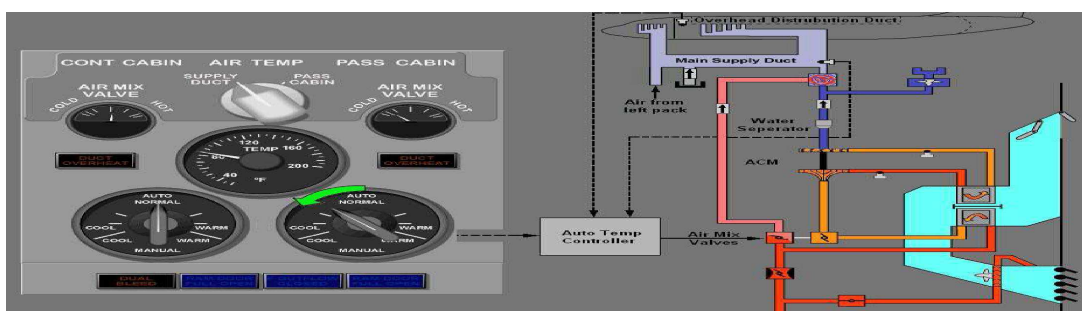


Figura 2.9: Control Automático de Temperatura

Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

Con las luces iluminadas producto de pack Trip Off la válvula pack se cierra automáticamente y la válvula mezcladora se abre totalmente a frío, cuando la

temperatura del paquete se enfría bajo el valor de Tripp Off, se encera Trip Off para que se abran otra vez las válvulas.

2.4.4 Intercambiadores de calor

El aire que entra en los paquetes pasa posteriormente a través del intercambiador de calor primario en donde parte del calor es removido por el aire que ingresa por el sistema Ram , el aire que abandona el intercambiador primario fluye a la máquina cíclica de aire (A.C.M) para pasar a través de su compresor donde su temperatura y presión aumentan, el intercambiador de calor secundario disminuye esta temperatura, pero la presión cae antes de que el flujo de aire alcance a la turbina del (A.C.M), es aquí donde el enfriamiento se obtiene por expansión donde se libera energía calorífica la cual es impulsada por el compresor. Al no contar con uno de los pack se pierde el 50% del sistema.

2.4.5 Sistema Ram air

Los intercambiadores de calor son refrigerados por medio del aire que ingresa por el Ram controlados por un motor eléctrico mecánicamente conectado tanto entrada y salida.

En vuelo con los flaps retraídos se modulan como sea necesario para mantener la temperatura apropiada.

El ventilador neumático absorbe el aire con los flaps extendidos, con la válvula pack en ON se abre la válvula turbo fan solo en tierra o en vuelo mientras los flaps estén extendidos. Figura 2.10

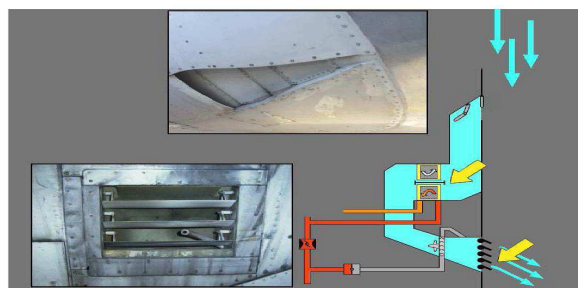


FIG 2.10: Operación del Sistema Ram Air

Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

Un circuito de control de 28 VDC energiza un relé de enfriamiento de los packs para completar un circuito de 115 VAC al pack cooling fan y otro circuito para abrir la puerta de entrada de aire al fan.

Cuando el ventilador se pone en funcionamiento la fuerza del aire del ventilador abre la válvula check de la pack cooling y cierra la válvula check del aire de impacto.

Cuando las Ram door están abiertas las luces se iluminarán en el panel. Figura 2.11

FIG 2.11: Luces de indicación Ram Door

Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

Después del despegue cuando los flaps son extraídos, el relé de seguridad del tren de aterrizaje y los interruptores limitadores del flaps, abren el relé del pack cooling fan, así el pack cooling y el fan se detienen y las puertas de entrada de aire al fan se cierran.

Con el fan inoperativo la presión de aire de impacto abre su válvula check y cierra la válvula check del pack cooling y otra vez pasa a través de los intercambiadores de calor saliendo por las puertas de escape mientras que en aterrizaje ocurre la secuencia contraria y el pack cooling fan entrega aire refrigerado para los packs.

2.4.6 Sistema Gasper Fan

Cuando se enciende el ventilador Gasper aumenta el flujo de aire a cada salida de aire individual. El ventilador del sistema Gasper puede ser prendido o apagado por medio de su interruptor entregando una energía de 1.5 caballos de fuerza y usando un voltaje de 115/200 voltios y 3 fases con energía AC operando a 7600 RPM y distribuyendo un flujo de 49 lb/min. Figura 2.12

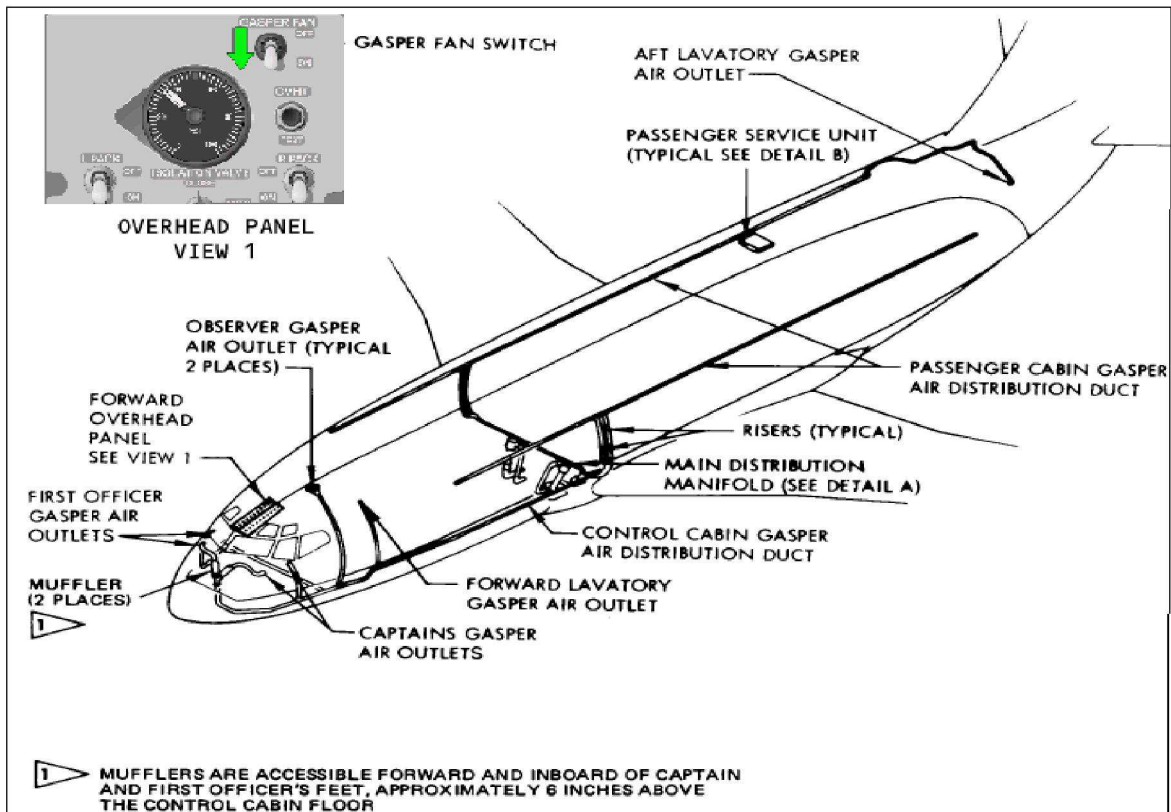


FIG 2.12: Distribución Sistema Gasper Fan
Fuente: Boeing 737-200 AMM /ATA 21-00

2.4.7 Compartimientos de carga

Un switch controla la operación en dos posiciones, en normal y en alternativo de los ventiladores que dirigen aire acondicionado a los compartimientos de carga. Con el switch en la posición normal el ventilador opera respectivamente, brindando un flujo de aire hacia los compartimientos. Figura 2.13

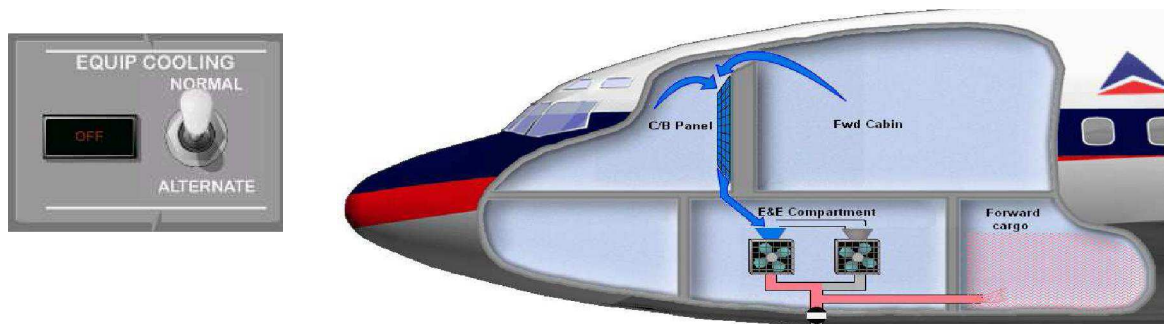


FIG 2.13: localización de componentes Forward cargo
Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

Si el flujo de aire de enfriamiento en los compartimientos electrónicos es menor a lo requerido en los equipos la luz de cooling off se iluminará acompañado por las luces anunciadoras de overhead y el master caution.

Si se mueve el switch de equipment cooling a la posición alternativa, empezará a girar el cooling fan respectivo estableciendo una nueva fuente de flujo de aire, las luces se apagarán aproximadamente en 5 minutos. Figura 2.14

FIG 2.14: Encendido de luces de overhead y Master Caution en el panel

Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

FIG2.15: Puente de diodo Fuente:

http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Diode_bridge

> **CI 7805**

Es un circuito integrado regulador de voltaje, que permite fijar el voltaje de alimentación del circuito en 5V de corriente continua, sin importar el voltaje en la entrada, para protección de los circuitos integrados digitales. Figura 2.16



FIG 2.16: CI 7805 Fuente:

<http://www.sebyc.com/reess/componentes/imagenes/reg7805.jpg>

> **CI LM555**

La construcción requirió de un sistema secuencial, el mismo que para su funcionamiento necesitó de una señal de reloj que establezca la velocidad con la que va a darse el cambio, en este caso esta es la función que desarrolla el LM555. Figura 2.17



FIG 2.17: CI LM 555 Fuente:

http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555

> **CI 4017**

Es un circuito integrado contador por década/divisor con 10 salidas decodificadas ampliamente usado en sistemas secuenciales en la generación de efectos visuales, en este caso se emplea el mismo para generar la sensación de flujo de aire en una determinada dirección en base al principio de funcionamiento del sistema de aire acondicionado. Figura 2.18

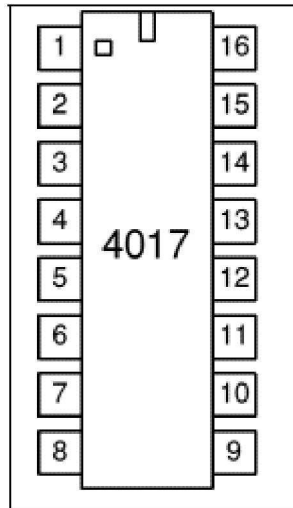


FIG 2.18: CI 4017 Fuente:

<http://www.diselc.es/diselc/utilidades/4017.htm>

> CI 74LS3

Este es un circuito integrado Latch, que permite ampliar el número de leds que se pueden conectar a la salida de una compuerta, en este caso permite la conexión de 8 leds activados a partir de la señal emitida por la compuerta 7408. Figura 2.19

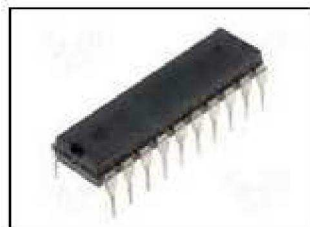


FIG 2.19: CI 74LS3 Fuente:

http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_74LS3

> CI 7004

Es una compuerta inversora NOT, empleada dentro del circuito de activación de las diferentes secuencias del sistema y como salida de los indicadores del sistema de caza fallas

> **CI 7432**

Es una compuerta sumadora OR, empleada dentro del circuito de activación de las diferentes secuencias del diagrama de las secuencias, funciona en base a las señales recibidas de los interruptores S1, S2 y S3. Figura 2.20

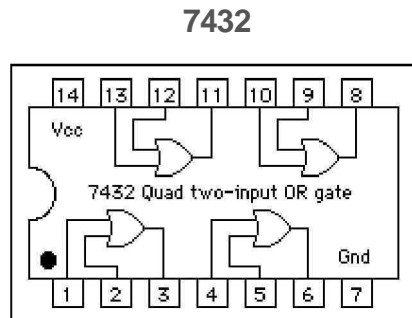


FIG 2.20: CI 7432 Fuente:

<http://www.robodacta.com.mx/prods/ci14.jpg>

> **CI 7408**

Es una compuerta AND, empleada dentro del circuito de activación de las diferentes secuencias del diagrama del avión, funciona en base a las señales recibidas de los interruptores S4, activando una de las dos secuencias de los ventiladores y el latch de las luces del avión. Figura 2.21

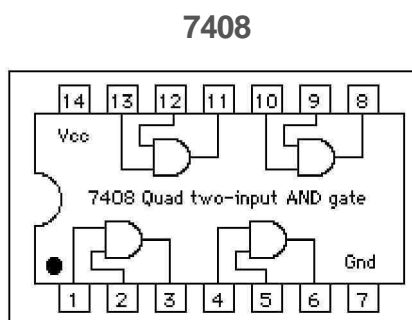


FIG 2.21: CI 7408 Fuente:

http://www.unicrom.com/Tut_compuertaand.asp

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Para realizar el presente proyecto se realizó un análisis de opciones de construcción, las que fueron analizadas y se estableció la alternativa más eficaz.

3.1.1 Descripción de alternativas

Dentro del análisis se detalla la forma general de la implementación del funcionamiento del sistema, su efectividad didáctica y su factibilidad económica.

3.1.1.1 Primera Alternativa

- Información General

La simulación de la secuencia del sistema de aire acondicionado estará dada por medio de leds que iluminarán el flujo del sistema de aire acondicionado para lo cual en esta alternativa vamos a guiarnos en un circuito secuencial basado en Flip-flops.

Su elaboración involucra, la utilización de circuitos combinacionales como compuertas lógicas, multiflexores y decodificadores, lo cual resulta complejo en el diseño e implementación, ya que al implementarlos dará una secuencia de encendido de los leds en la pantalla y en el panel los mismos que serán controlados por medio de interruptores que activarán la secuencia del sistema y la operación de los principales componentes de este.

De esta manera se simularía el flujo de aire que recorre en el interior del avión, la operación que se realiza en el panel para el encendido y apagado de sus componentes.

Tabla1.1: Primera alternativa (ventajas y desventajas)

Ventajas	Desventajas:
<ul style="list-style-type: none"> > Admite secuencia de funcionamiento. > Funciona en base a señales de reloj. > Requiere diseño basado en diagramas de estados 	<ul style="list-style-type: none"> > Diseño complejo. > Circuitos de gran tamaño > Utiliza una gran cantidad de compuertas lógicas y flip-flops. > Además, requiere conocimientos más profundos de electrónica digital y presentaría resultados menos óptimos y un efecto visual no tan ilustrativo.

Autor: Javier Mena

> Funcionalidad

La puesta en marcha del sistema se representará en su totalidad pues todos los componentes del mismo se verán involucrados en la secuencia, el panel de control por medio de cableado eléctrico interno permitiendo manejar el sistema en situaciones muy similares a las que se presentan en dicho avión. Esto se lograría por medio de interruptores que actuaran las respectivas válvulas diseñadas en la pantalla.

> Efectividad Didáctica

Didácticamente se observará que el flujo neumático pasa por todos los componentes del sistema hasta llegar a proveer aire acondicionado a los sitios establecidos en el avión, al realizar el proyecto en esta forma, con circuito secuencial basados en flip-flop requiere un extenso estudio de electrónica y de sistemas digitales, sobretodo al hacerle funcionar no va a generar un efecto visual secuencial.

Por tal razón didácticamente puede presentar un criterio contrario como se puede citar: un encendido brusco de los leds; sin tener una excelente visualización e interpretación del sistema.

> Factibilidad

Económicamente puede resultar factible, pues en el anteproyecto se estableció cuentas para crear circuitos eléctricos en el cual se ha realizado un análisis de precios con respecto a componentes de esta magnitud, con este tipo de circuitos su diseño y elaboración se lo lograría pero se tendrá que requerir de un nivel muy avanzado de conocimientos de electrónica y de sistemas digitales lo cual sería un limitante a la creación por lo tanto reduciría su objetivo de considerarle como un proyecto factible.

3.1.1.2 Segunda Alternativa

> Información General

La segunda alternativa consta de una maqueta que simulará el funcionamiento del sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200 una forma mucho más fácil, pues se utilizará un circuito secuencial basado en contadores con decodificador a decimal, de igual manera simulará el funcionamiento del sistema por medio de leds los cuales se iluminarán secuencialmente estableciendo una forma muy lógica y muy fácil de comprender como el flujo de aire que recorre el sistema pasa a través de sus componentes hasta cumplir con su función de mantener al avión con una temperatura confortable.

Los componentes para la creación de dichos circuitos son menos costosos y más fáciles de encontrar, el efecto de visualización estará basada de una forma clara y comprensiva, incorporando todas las secuencias establecidas en el ATA 21 (Aire acondicionado).

Tabla 2.1: Segunda Alternativa (ventajas y desventajas)

Ventajas:	Desventajas:
<ul style="list-style-type: none"> > Admite secuencia de funcionamiento. > Funciona en base a señales de reloj. > Es más fácil de diseñar e implementar. > Circuitos de tamaño pequeño en comparación con el anterior. > Para esta aplicación presenta efectos visuales que facilitan la comprensión del funcionamiento del sistema por parte del estudiante. 	<ul style="list-style-type: none"> > No es reprogramable a no ser que se cambie de diseño.

(Autor: Javier Mena)

> Funcionalidad

Didácticamente esta maqueta puede considerarse como una gran opción debido a que su interacción ofrece un diseño didáctico, cumpliendo con la exactitud de secuencia definiendo la trayectoria de flujo de aire a través del sistema de aire acondicionado, esta maqueta puede establecer las necesidades de los estudiantes, su tamaño será relativamente normal no necesitará de un mantenimiento exhaustivo como requisito para mantenerla en funcionamiento.

Será desarrollada de una forma interactiva que permita constatar la interacción de una forma sencilla, gracias al sistema gráfico que posee en su pantalla y con respecto a los circuitos integrados, estos estarán basados y conectados con conocimientos básicos de electrónica.

> Efectividad Didáctica

Esta maqueta simulará en forma visual el funcionamiento más no una replica con elementos reales, sin embargo se considera un perfecto diseño del esquema del sistema de aire acondicionado, todos sus elementos estarán puestos y controlados por interruptores los mismos que simularán el encendido de las válvulas, un efecto de caza fallas el cual permitirá realizar un pack trip off por exceso de temperatura y observaremos un avión completamente con suministro de aire acondicionado.

> Factibilidad

Esta maqueta estará diseñada en un tamaño que esté en condiciones de ser manipulada fácilmente, su mantenimiento no será continuamente, su factibilidad didáctica estaría acorde para todas las inquietudes de los estudiantes, su manejo sería fácil, el circuito estará realizado con materiales que impidan una alteración de corriente permitiendo una protección a los circuitos .

3.1.2 Comparación de alternativas

Para evaluar la mejor opción se realizó una evaluación cuantitativa la cual mediante la calificación de diversos parámetros individuales se obtuvo un valor, para luego realizar un análisis minucioso.

Para poder evaluar a cada una de las alternativas, se asignó un valor X_1 a los parámetros de selección, los factores que han sido dados un valor más alto son los que tienen mayor importancia para su adaptación, y aquellos que se les da un valor más bajo son de menos importancia, pero que son necesarios analizarlos, dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación para poder tomar una buena decisión en la adaptación de la mejor alternativa.

Tabla 3.1 Comparación de Alternativas

PARÁMETROS	Factor Ponderación. X1	ALTERNATIVA 1 Maqueta diseñada por: circuito secuencial basado Flip-flops	ALTERNATIVA 2 Maqueta diseñada por: circuito secuencial basado en contadores	OBSERVACIONES
Funcionalidad de Replica	0.8	3	3	Los dos circuitos están en las condiciones de simular un flujo de aire por medio
Simulación	0.8	2	3	La iluminación en la secuencia establece la secuencia del sistema por tal razón lo que se busca es una excelente visualización para el entendimiento del
Herramienta Didáctica	0.9	3	4	La visualización será mas creativa y siempre cumpliendo con una secuencia lógica, al realizar el circuito
Espacio Utilizado	0.5	3	4	La proporción del lugar no es muy remotamente diferenciada pero el espacio más pequeño utilizarán los circuitos integrados.
Energía Utilizada	0.5	3	3	Los dos circuitos digitales en general consumen poca energía al igual que los leds.

Mantenimiento	0.5	3	3	Conseguir que los materiales se encuentren en buen estado y operativos de esta manera mantener a los circuitos en perfectas condiciones.
Costo de Construcción	0.6	3	4	Por el tamaño del circuito y cantidad de elementos utilizados los costos varían pero no en una excesiva diferencia.
Costos de Reparación	0.6	3	3	La localización de falla en circuitos digitales no es muy compleja y los circuitos integrados están en zócalos los cuales permiten la manipulación de los circuitos integrados para su remoción.
Versatilidad de Movimiento	0.6	4	4	Las placas estarán localizadas en el interior de la maqueta la cual cuenta con una efectividad de movimiento por contar con
Total Final		27	31	

(Autor: Javier Mena)

Tabla 3.2 Parámetros de evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS	
	1*X1	2*X1
Funcionalidad de Replica	2.4	2.4
Simulación	1.6	2.4
Herramienta Didáctica	2.7	3.6
Espacio Utilizado	1.5	2
Energía Utilizada	1.5	1.5
Mantenimiento	1.5	1.5
Costo de Construcción	1.8	2.4
Costos de Reparación	1.8	1.8
Versatilidad de Movimiento	2.4	2.4
TOTAL.	17.2	20.0

(Autor: Javier Mena)

3.1.3 Selección de la mejor alternativa

Luego de realizar el estudio técnico, el análisis de los parámetros de cada una de las alternativas propuestas, se llegó a la conclusión que la mejor alternativa que se puede adoptar es la segunda, por cuanto se construirá un excelente material de apoyo didáctico para beneficio de los estudiantes, y su funcionamiento estará dada de una forma sencilla.

3.2 Diseño

Al realizar este proyecto se tomó en cuenta un diseño que sea fácil de interpretar y de comprender con respecto al funcionamiento de la maqueta, el diseño del panel tanto como el del plano son elaborados tomando en cuenta parámetros de funcionamiento, los cuales logren llegar a los estudiantes convirtiéndose en una

forma sencilla de aprender y lograr con el objetivo de colaborar con la Institución y con los estudiantes.

Diseño – ATA – 21 Sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737

- Análisis de la simulación.
- Maqueta Sistema de Aire Acondicionado
- Sistema electrónico de control y panel
- Selección de gráficas para la maqueta

3.2.1 Diseño de la estructura de la maqueta

Para permitir una excelente visualización del sistema y facilitar la comprensión del mismo en su interacción se ha establecido una propuesta de construcción, utilizando los mejores recursos y optimizando el tiempo al diseñar un tablero de madera el cual contemple una infraestructura muy didáctica.

Esta provista de una pantalla en la cual se puede observar la trayectoria del flujo de aire, su recorrido hasta proporcionar aire acondicionado a los lugares establecidos en el avión, esta pantalla esta basada en el CBT del avión Boeing 737, el cual es utilizado para entrenamiento de pilotos y mecánicos, la pantalla aloja todos los elementos que conforman el sistema.

Por tal razón el tablero tiene una sección donde esta provisto de interruptores los cuales establecen el funcionamiento del sistema estos interruptores funcionan tal cual como son operados en la cabina de mando del avión, se establece un interruptor principal de encendido el cual simula que existe una presión disponible en los conductos neumáticos, interruptores que activan en secuencia las respectivas válvulas (válvulas pack, válvulas mezcladoras de aire, ventilador Gasper) un interruptor que permite brindar aire acondicionado a los compartimientos de carga en sus dos posiciones normal y alternativo, por medio de un interruptor se simula un problema por exceso de temperatura el cual dispone de la operación necesaria para resolver esta posible falla en el avión.

3.2.2 Diseño ATA – 21 – Sistema de aire acondicionado

Se analizó varias ideas para la creación de las gráficas que se utilizaron en la pantalla, conjuntamente con la operación de los interruptores dando un funcionamiento muy didáctico, estos interruptores establecen el encendido de los leds secuencialmente simulando un flujo de aire.

Para lo cual se analizó el CBT del avión Boeing 737-200 de esta forma se obtuvo una excelente perspectiva para la creación de nuestra maqueta ya que brinda las condiciones necesarias y da una forma muy clara, siendo este nuestra guía a seguir.

3.2.2.1 Análisis de la simulación

La simulación y construcción de la maqueta se la considero con una gran ayuda del CBT del avión Boeing 737-200, el cual establece las condiciones y secuencia del sistema, dichas características dieron un lineamiento con el fin de construir un excelente material didáctico. Figura 3.1

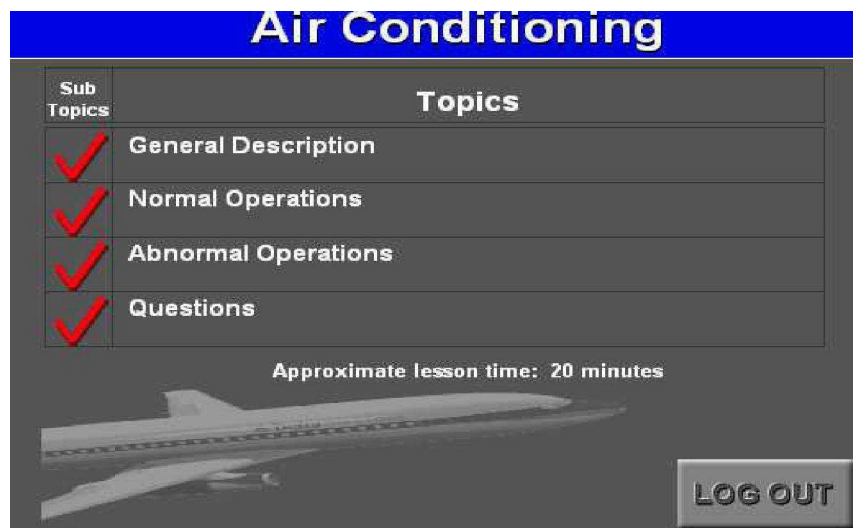


FIG 3.1. Pantalla principal del CBT
Fuente: CBT Boeing 737-200 ATA 21-00

El origen de la simulación del sistema esta basado en el panel de control el cual esta compuesto por interruptores los cuales dan el respectivo funcionamiento, lo

que significa que se diseñaron con una configuración muy similar al panel en dicho avión así que no abra alteración de ellos, lo que puede variar en relación al programa diseñado en el CBT es en el encendido de las luces ya que en el encendido de los leds en la maqueta las secciones tienen un respectivo interruptor el cual da una pauta para una mejor explicación.

En la pantalla dispondremos de leds intensos, los cuales se prenden simultáneamente dando la idea del flujo de aire, se utilizan varios colores los cuales permiten distinguir las diferentes temperaturas de aire que circulan por el sistema.

3.2.2.2 Análisis de la simulación Encendido

Para lo cual se dispone de un interruptor principal (SP) de dos posiciones ON/OFF el cual energiza el sistema (la pantalla).

3.2.2.3 Operación

Una vez energizada la pantalla el flujo de aire empieza su recorrido, por medio del primer interruptor (S1), el cual permite abrir la Pack Valve, en este momento empieza el sistema con su operación, los leds se prenden pasando por los ductos, y por medio del intercambiador primario, el flujo de aire que proviene del Ram Air se le puede apreciar simultáneamente.

El segundo será un interruptor y un potenciómetro (S2) el cual operará a las Air Mix Valves, permitiendo la regulación de temperatura requerida, para lo cual se observa dos flujos de aire pero según la posición de la válvula mescladora uno de los flujos será mas intenso.

Tercer interruptor de dos posiciones ON/OFF (S3) permite el accionamiento del sistema Gasper Fan abriendo el paso de aire totalmente frío, el cual se distribuye a cada salida de aire individual.

Cuarto interruptor de tres posiciones (S4) el cual operará el flujo de aire que ingresa a los forward cargo, en la primera posición los leds iluminan un flujo de aire en la cabina de mando especialmente en el panel y equipos electrónicos, e incluso

ilumina un avión el cual se encuentra reabastecido con aire acondicionado; En la segunda posición del interruptor operará en modo normal uno de los ventiladores el cual ingresa aire hacia los compartimientos, en la tercera posición operará en la posición alternativo

Quinto interruptor de dos posiciones ON/OFF (S5) el cual realiza una simulación como un caza falla permitiendo realizar una operación de sobre temperatura el cual activa el sensor en uno de sus ductos y se enciende las luces de pack trip off en el tablero.

3.2.2.4 Maqueta del Sistema de Aire Acondicionado

Su diseño y tamaño permite visualizar de una forma muy cómoda su funcionamiento, y operación, por lo que se diseña un tablero el cual ayuda ha colocar las partes que conforman la simulación del sistema obteniendo una interacción entre todos los componentes por tal razón la maqueta se divide en las siguientes secciones las cuales son detalladas.

- a. En su parte posterior se alojan los circuitos los cuales están elaborados en placas electrónicas diseñadas para el encendido de los leds.
- b. En la parte delantera superior esta ubicada la pantalla en la cual se encuentra el plano principal el cual fue seleccionado por varios esquemas, obteniendo un plano muy acorde con el objetivo de la construcción.
- c. En la parte media delantera se encuentran los controles (interruptores) de operación los cuales cumplirán con sus funciones establecidas en la simulación del sistema.
- d. En la parte inferior delantera se encuentra ubicada una placa la cual posee información del encendido y operación.

Los planos para realizar la construcción del tablero se los encuentra en el (Anexo B)

3.2.2.5 Sistema electrónico de control y de paneles

Todos los interruptores tienen diversas funciones los cuales operan el sistema activando o desactivando cada secuencia de encendido de los leds, consecuentemente con una activación de los sensores de temperaturas que son manipulados según sea necesario, de esta forma se obtiene una visualización muy acorde a las condiciones del sistema.

El sistema electrónico del avión se encuentra limitado a tan solo tomar los accionamientos de las respectivas válvulas para la operación del sistema de esta forma obtener el funcionamiento de los interruptores instalados en el panel, cabe señalar que se representa un flujo de aire por medio de luces que se prenden simultáneamente estableciendo el funcionamiento y la secuencia del sistema.

Otro detalle son las luces iluminadas producto de un corte automático del paquete (pack trip off), en nuestro panel tomado directamente de la operación en la aeronave, la indicación de la lectura de temperatura según la posición de la válvula mezcladora de aire, la operación de todos los instrumentos están escogidos para la optimización del mantenimiento y sobre todo la facilidad de operación y construcción.

3.2.2.6 Selección de diagramas de apoyo para el simulador

Al seleccionar los diagramas adecuada que proporcionen una idea general pero sobre todo que sea un material didáctico se utilizó imágenes de los manuales de la aeronave para conocer la localización de los componentes de esta manera se recopiló las imágenes mas representativas.

Se obtuvo información de la operación del sistema de aire acondicionado por tal razón sea instalado diversos diagramas en la pantalla los cuales permiten apreciar el funcionamiento de todos los componentes que conforman el sistema. Válvulas anti retorno, válvulas pack, válvulas mezcladoras de aire, ventilador Gasper, Posiciones normal y alternativo de los fan del forward cargo, Sensores de temperatura, separador de agua, Main Supplay Ducts, ductos de distribución Overhead , maquina cíclica de aire (ACM).

Todos los componentes del diagrama en la pantalla poseen su nombre respectivo para facilitar la comprensión de la secuencia y trayectoria del flujo de aire a través del sistema.

La imagen se la encuentra en el Anexo C.1

3.3 Construcción o implementación

Para la construcción de la maqueta se consideró los siguientes materiales en base a la segunda alternativa de construcción, siendo estos los circuitos implementados, los materiales del tablero los cuales conforman la estructura física de la maqueta.

Tabla 4.1 Materiales utilizados en la construcción

Materiales utilizados en la construcción de la Maqueta	
Tablero	
2 Planchas triplex de 9 mm, 1 plancha triples de 4 líneas, 1 tabla	Las mismas que fueron recortadas en las dimensiones requeridas para el ensamblaje del tablero
½ Lib. De clavos de 1 plg, 40 tornillos, ½ ltr. De pega blanca	Cada uno de estos elementos nos ayudó para el acople del tablero
2 litros de tiñer, 2 litros de sellador 2 litros de laca color caramelo	Estos materiales permitieron dar un color dando una forma muy estética
2 pares de bisagras, 2 aladeras doradas,	Permitiendo el acceso hacia la parte posterior donde están alojados los elementos electrónicos
4 ruedas de plástico	Las cuales permiten movilizar fácilmente a la maqueta
Pantalla	
Mica de 4mm	Material transparente que da la apariencia de un cristal utilizado especialmente para protección y trabajos decorativos. Esta mica vienen de un tamaño de 1m x 1,80 m

Acrílico	Materiales en si donde se alojaron todos los leds ,viene comercialmente en un tamaño de 1 m x 1,60 el cual fue recortado a 1,30 m x 95 cm
Plano	En este plano van los diagramas para la simulación del sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737 impreso en lona de 1,30 m x 95 cm
Iluminación	Los leds intensos e intermitentes nos permiten visualizar el funcionamiento del sistema, 10 tricolores, 15 rojos, 10 tomates, 15 verdes, 10 blancos, 15 azules, 3 rojos intermitentes.
Panel de control	
General	4 interruptores de 2 posiciones, 1 interruptor de 3 posiciones, 1 potenciómetro de 50 k, 1 indicador de temperatura para cual se utilizó un galvanómetro adaptado a nuestro circuito
Circuitos electrónicos	
Componentes varios	8 resistencias 1 k Ω , 1 resistencia de 4,7k Ω , 3 resistencias 10k Ω , 81 resistencias 330 Ω , 4 conectores de tornillo, 11 condensadores 0,1uf , 1 condensador electrónico de 1 μ f, 3 condensadores de 10 μ , 1 CI7805, 1 CI7004, 6 CI 4017, 1 CI 7432, 3 CI LM555, 2 CI 7408, 1 Fusible, 1 Portafusibles, 1 Adaptador 12v /1 A DC, 1 Puente de diodos de 1,5 A, 1 Conector para adaptador hembra
Placas	Dos placas elaboradas en un tamaño de 15 x 12 cm
Panel de luz e indicación	
Descripción de Interruptores	Cada interruptor posee su respectivo nombre impresos en unas pequeñas placas de metal ubicado en el tablero en la sección de panel de control,

	selecciona las diversas posiciones de los interruptores diseñado como el panel del avión.
Luz	Ubicadas en el tablero 1 led intermitente rojo el cual señala la activación del pack tripoff

OTROS

Componentes Extras	Se instaló una placa en la parte delantera inferior de la maqueta donde esta establecido algunos parámetros de funcionamiento e indicaciones sobre el sistema.
--------------------	--

(Autor: Javier Mena)

3.3.1 Construcción del tablero

Al construir el tablero se tomó una forma muy estética, pedagógica y funcional construido de 2 planchas triplex de 9 mm, 1 plancha triplex de 4 líneas, 1 tabla, estos materiales fueron recortados en varias secciones, las mismas que conforman la estructura del tablero; de esta manera la plancha triplex de 9 mm fue recortada para elaborar la base, la parte posterior donde fueron ubicados los circuitos y las puertas; la plancha triplex de 1 línea fue recortada para conformar la estructura externa de la maqueta, la tabla la cual conforma los soportes dando estabilidad y firmeza al tablero construido.

Se realizaron destajes en cada una de las secciones recortadas, las mismas que fueron realizadas para unir las diferentes partes del tablero, de esta forma se realizó la unión de una manera muy rápida y fácil, al armar el tablero se la sujetó con clavos de 1plg, tornillos y pega blanca. Figura 3.2



FIG: 3.2: Preliminares de construcción de la maqueta

Fuente: Javier Mena

Al concluir con la construcción se verificó las medidas, diseño, estabilidad, obteniendo un resultado muy satisfactorio, continuando con la elaboración se reparó pequeñas fallas para lo cual se utilizó masilla de talco o de carbonato y se realizó la primera lijada. Figura 3.3

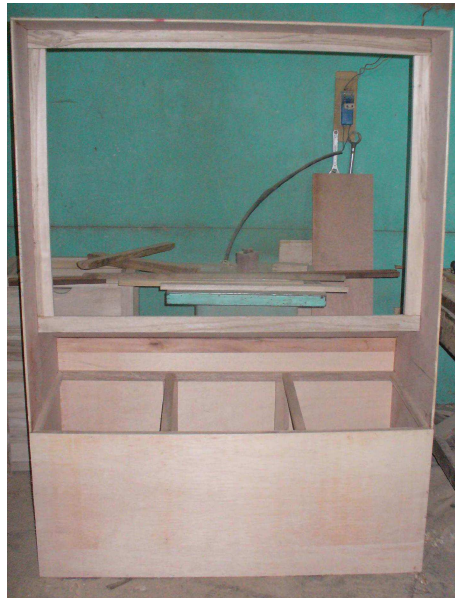


FIG: 3.3: Acabados del tablero

Fuente: Javier Mena

Para realizar el acabado final de la maqueta se procedió a dar una segunda lijada y se colocó sellador en toda la estructura para finalmente realizar un retoque con laca. . Figura 3.4



FIG: 3.4: Tablero Terminado

Fuente: Javier Mena

3.3.2 Implementación (Diagrama Esquemático)

Para el diseño y construcción del circuito se consideró los siguientes aspectos:

- Secuencia de funcionamiento real del sistema
- Aspecto visual del simulador
- Aspecto didáctico e ilustrativo del sistema

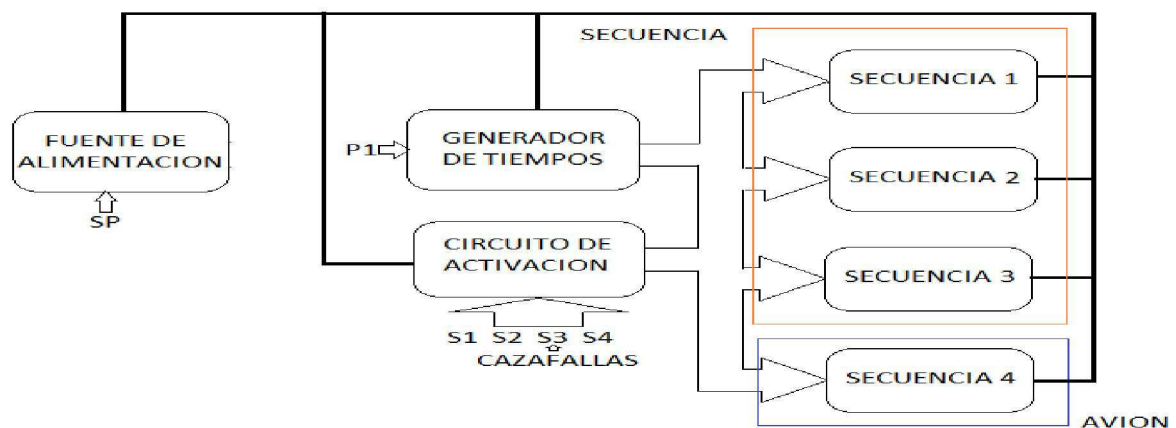


DIAGRAMA 3.1: Diagrama Esquemático del Circuito

Fuente: Javier Mena

3.3.2.1 Fuente de alimentación

En el siguiente diagrama se especifica las conexiones con su respectiva secuencia estableciendo la fuente de alimentación la cual proporciona la energía requerida hacia el circuito, empleando elementos que protegen y respaldan el funcionamiento de los mismos y que evitarán daños futuros.

DIAGRAMA 3.2: Fuente de alimentación

R1=10K, R2=4.7K y C2= 10uf

Reemplazando los valores, se tiene:

$$\begin{aligned}r &= 0.93(10000 + 2(4700))10,1G" T \\ &= 0.12seg\end{aligned}$$

DIAGRAMA 3.3: Generador de Tiempo

Fuente: Javier Mena

3.3.2.3 Circuito de activación

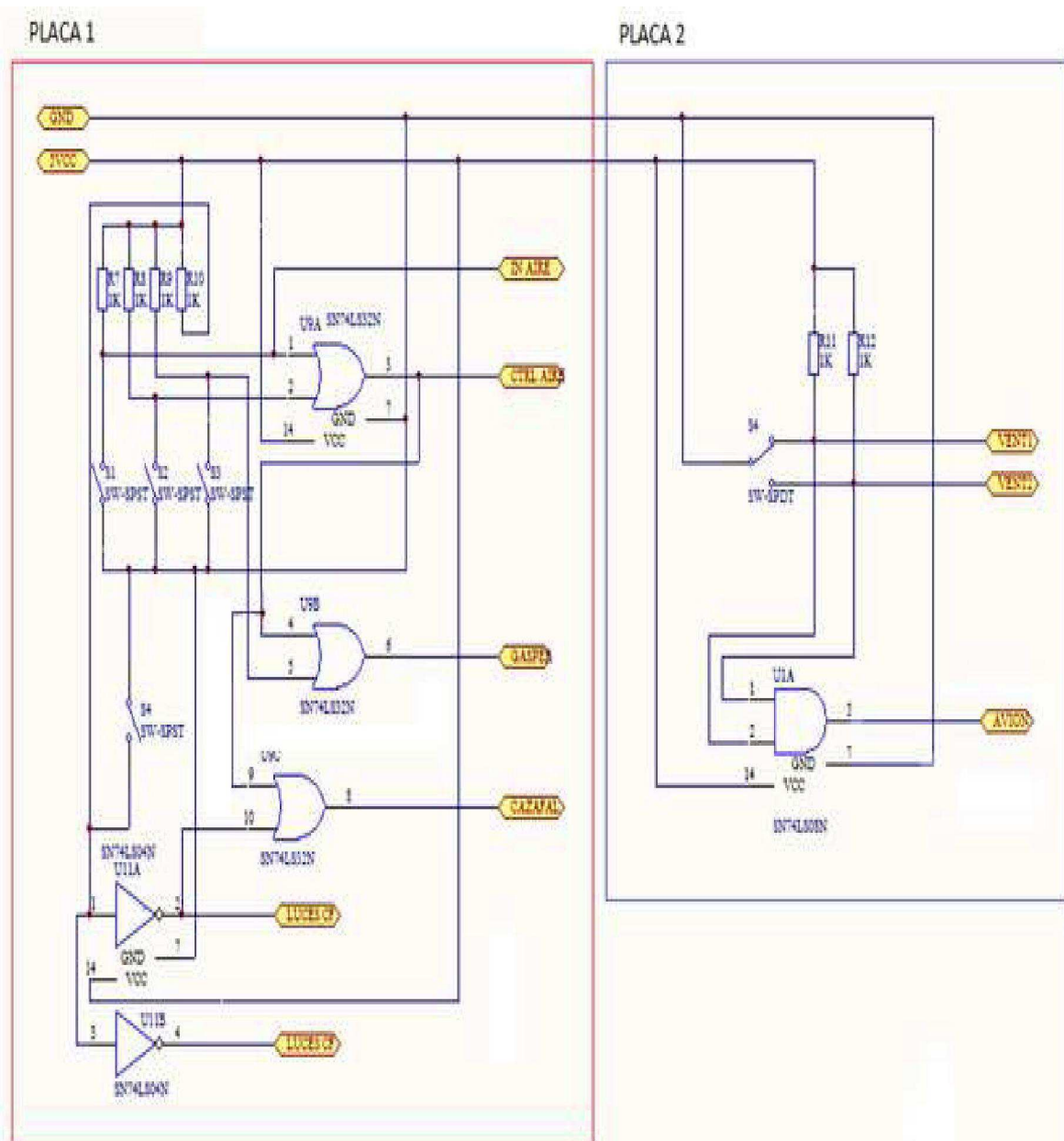


DIAGRAMA 3.4: Circuito de activación

Fuente: Javier Mena

Este circuito es el encargado de activar las diferentes secuencias, cada interruptor está designado a establecer un funcionamiento en la operación del sistema

3.3.2.4 Secuencias

Las diferentes secuencias basan su funcionamiento en el mismo esquema, el cual básicamente requiere la señal de activación del circuito y la señal de reloj adicionalmente existen las activaciones de luces sin secuencia las cuales solamente requieren de una señal de activación.

El diseño completo del circuito se lo encuentra en el (Anexo C.2)

DIAGRAMA 3.5: Secuencias de encendido de leds

Fuente: Javier Mena

3.3.3 Comprobación de las secuencias

Para comprobar la secuencia establecida en el circuito las pruebas de funcionamiento se las realizarón en protoboard las mismas que dieron un resultado muy favorables ya se pudo observar su funcionamiento el cual cumple con las expectativas deseadas lo cual muestra las siguiente figura. Figura 3.5

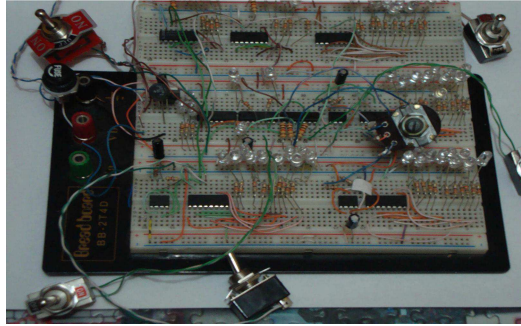


FIG. 3.5: Desarrollo del circuito en protoboar

Fuente: Javier Mena

Se activó cada uno de los interruptores siguiendo la secuencia establecida:

El interruptor SP o interruptor principal energizó y encendió sus respectivos leds dando la indicación que el flujo de aire esta disponible para ingresar al pack de aire acondicionado, El segundo interruptor S1 abrió la pack valve y el flujo de aire ingreso al pack, el potenciómetro S2 permitió simular el funcionamiento de la Air Mix Valve y reguló la velocidad de 2 secciones de leds, El interruptor S3 encendió los leds que simulan el flujo de aire del sistema Gasper, El interruptor S4 activó los leds que permiten iluminar el avión y los leds del ventilador de los compartimientos, El interruptor S5 activó el encendido de los leds que iluminarán el panel por un exceso de temperatura y desactivó una secuencia de los leds que es regulada por el potenciómetro permitiendo de esta forma el ingreso de un aire totalmente frío al sistema desactivando el Pack Trip Off. Figura 3.6

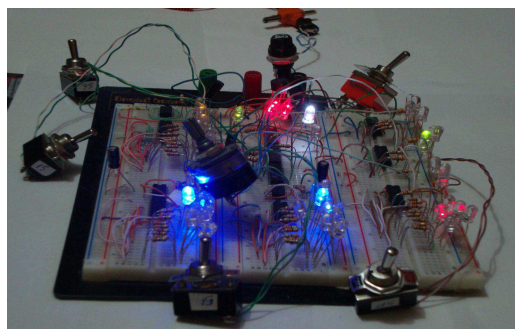


FIG. 3.6: Activación de las secuencias

Fuente: Javier Mena

3.3.4 Implementación en placas

Una vez comprobado su funcionamiento mediante su implementación en el protoboard, los planos fueron simulados en el software de diseño electrónico PROTEUS, y debido a su gran tamaño y gran cantidad de elementos, se lo dividió en dos partes, cuyas placas fueron diseñadas en el software de diseño electrónico Protel DXP en un tamaño de 12x15cm donde se soldaron los diferentes elementos. Por medio del esquema se diseño las pistas con el programa y se obtuvieron las siguientes imágenes. Figura 3.7

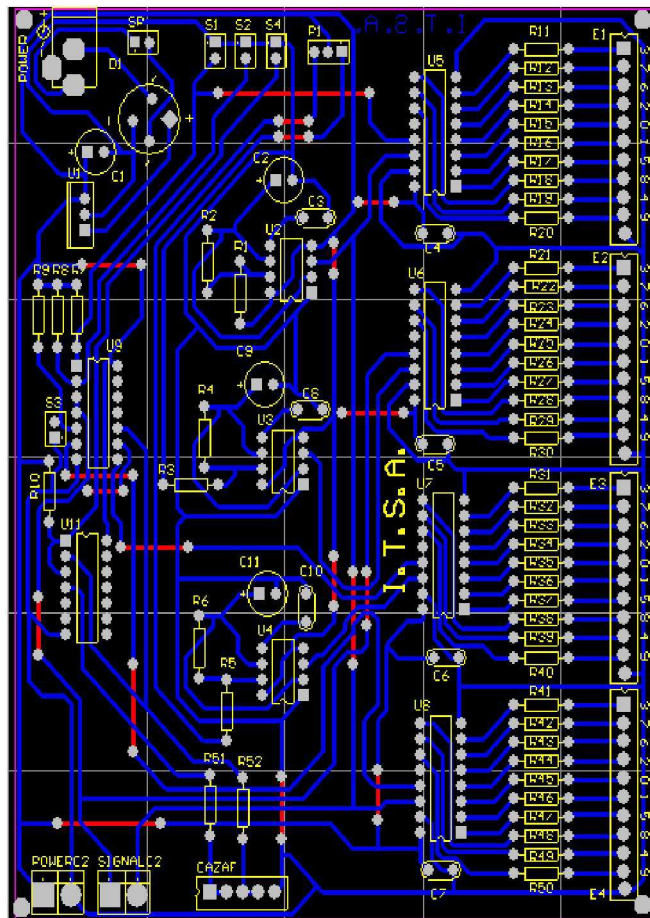


FIG 3.7: Diseño placa No. 1 Fuente: software de diseño electrónico PROTEUS

SECCIÓN 2.

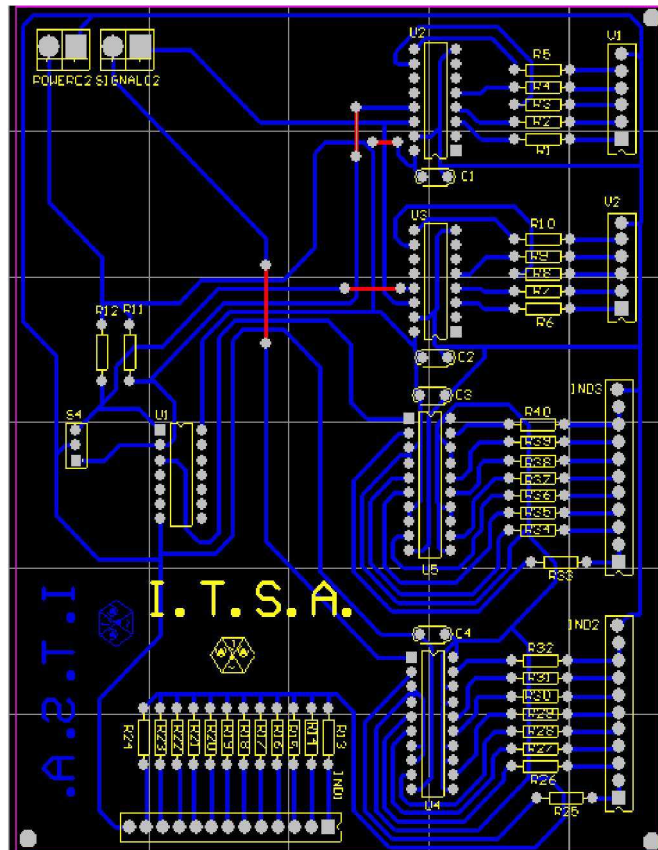
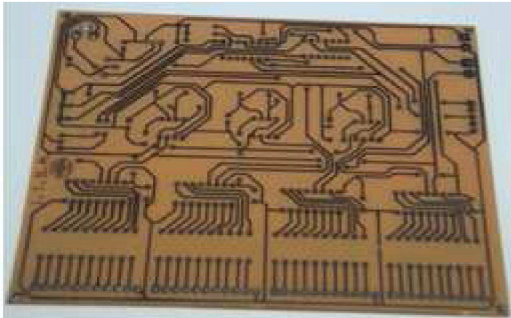


FIG 3.8: Diseño placa No. 2 Fuente: software de diseño electrónico PROTEUS

Una vez obtenido el diseño se lo transfirió mediante proceso de termo impresión a dos baquelitas del tamaño mencionado, para lo cual se utilizó una impresora laser, una plancha y papel de transferencia térmica, posteriormente luego de realizar algunas correcciones se las introdujo en percloruro férrico, hasta desprender el exceso de cobre de la baquelita, luego de lo cual se procedió a realizar las perforaciones utilizando un taladro y una broca de 0.7mm, finalmente se limpió la tinta con diluyente para proceder a soldar los elementos en la placa, en base al plano correspondiente. Figura 3.9 y 3.10

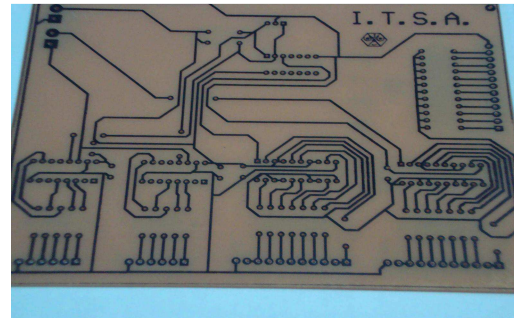
Sección 1

FIG 3.9: Elaboración de placa No 1



Sección 2

FIG 3.10: Elaboración de placa No.2



Fuente: Javier Mena

Para el montaje de los elementos se requirió de un cautín de 25W, pasta de soldar y estaño, este proceso se realizó en relativo orden desde los elementos más pequeños a los más grandes. Figura 3.11

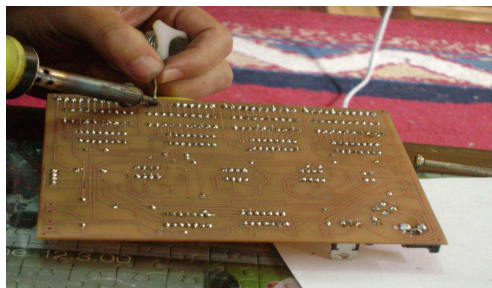


FIG 3.11 Conexión de elementos

Fuente: Javier Mena

Para facilitar el mantenimiento y reparación del circuito se colocaron zócalos para todos los circuitos integrados lo que facilitará su desmontaje o cambio en caso de ser necesario, al finalizar se colocó todos los elementos del circuito. Figura 3.12

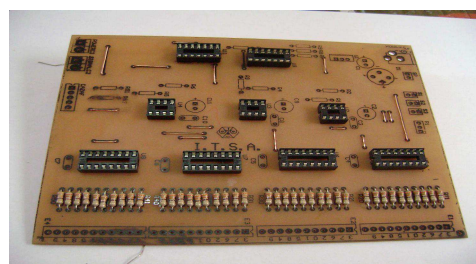


FIG 3.12 Zócalos y elementos instalados

Fuente: Javier Mena

3.3.5 Ensamble general de la Maqueta

- > En la maqueta se instaló la mica sujeta con 8 pernos
- > Se instaló el plano principal (pantalla) del sistema de aire acondicionado sobre la mica
- > En el acrílico se realizaron los agujeros donde fueron colocados los leds, se instaló en la Maqueta sujeta con 8 pernos
- > Se sujetó las placas en la Maqueta
- > Se realizó el montaje de los leds en sus lugares establecidos mediante el diagrama, con sus respectivos interruptores que los encenderán.
- > Finalmente en el tablero se especificó los nombres de los respectivos interruptores y se colocó una placa de información del sistema.

Obsérvese figura 3.13





FIG 3.13 Ensamble general de la maqueta

Fuente: Javier Mena

3.4 Diagramas de proceso

Para lo cual se elaboró el diagrama de proceso según la tabla siguiente:

Tabla 5.1 Simbología del proceso de construcción

N°	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Proceso
2		Inspección o Comprobación
3		Proceso terminado
4		Ensamble
5		Conector

Fuente: Javier Mena

3.4.1 Tablero de la Maqueta

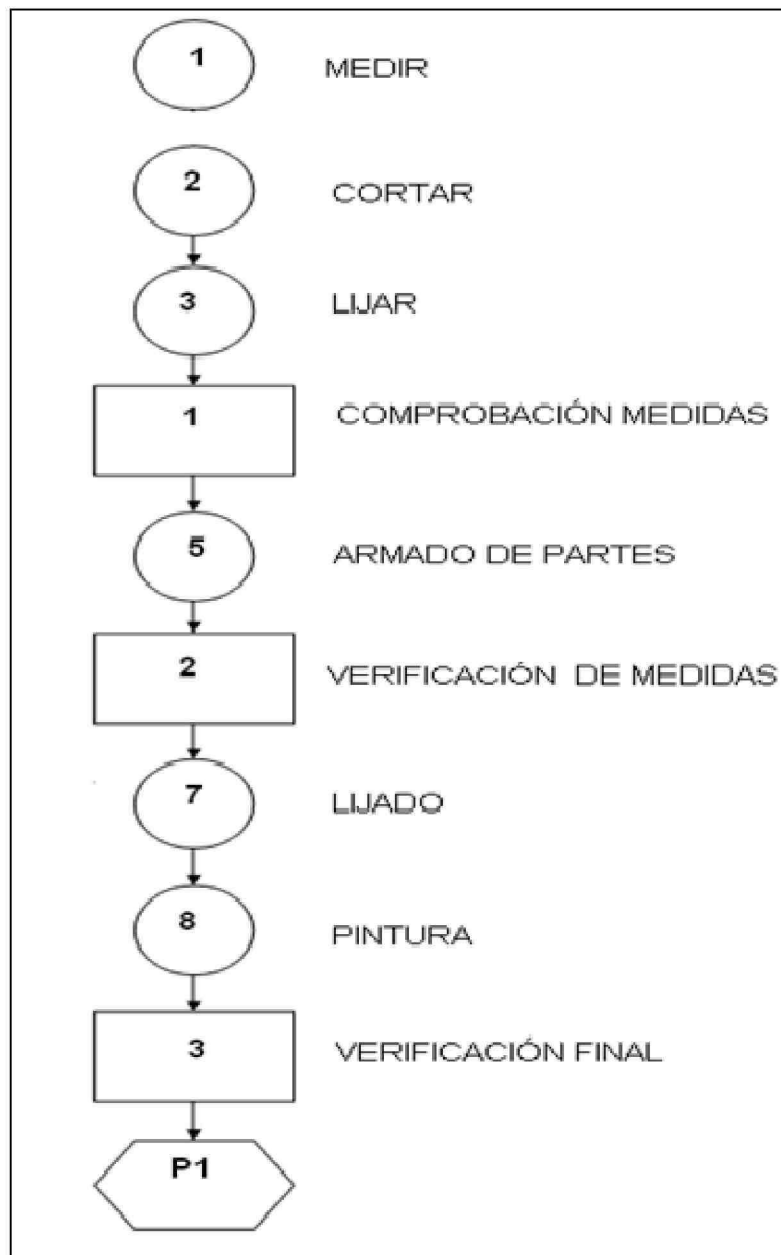


DIAGRAMA 3.6. Esquematización de la construcción del tablero

Fuente: Javier Mena

3.4.2 Componentes de la maqueta

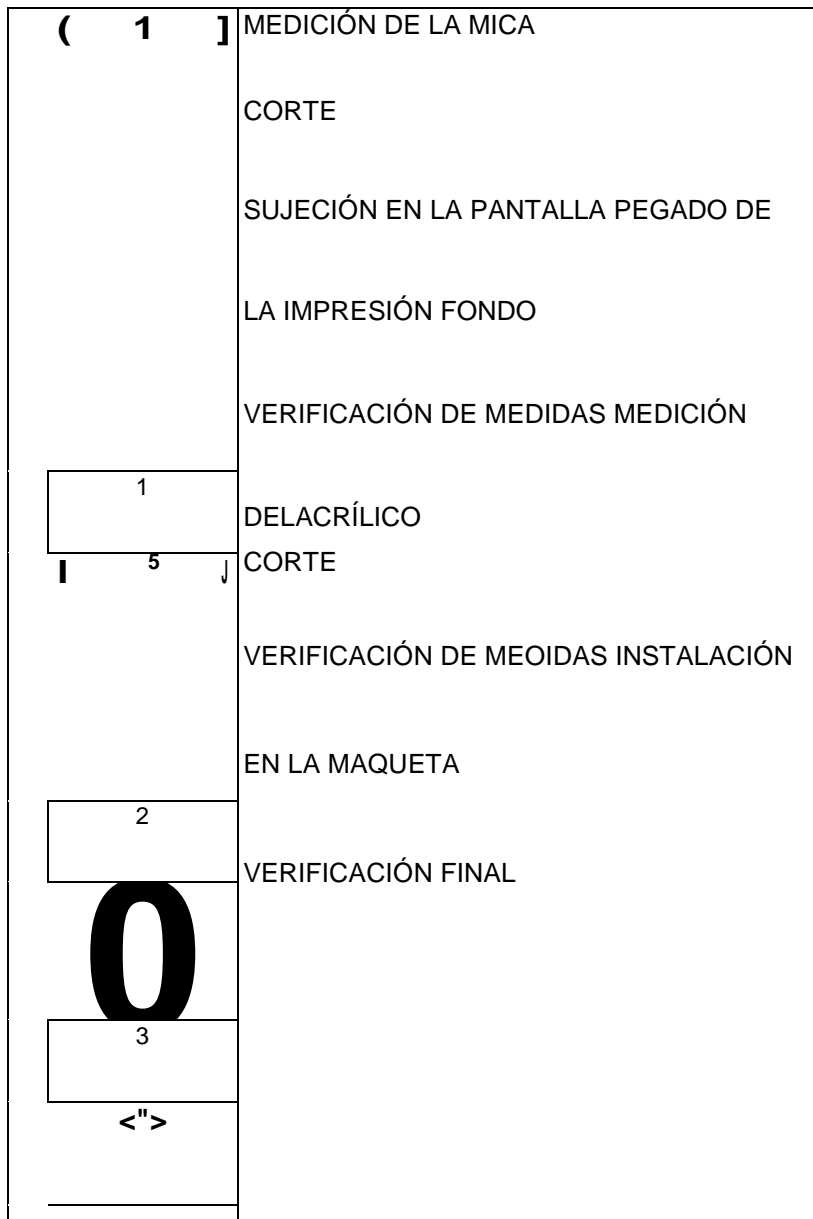


DIAGRAMA 3.7. Instalación de componentes en el tablero

Fuente: Javier Mena

3.4.3 Implementación circuitos electrónicos

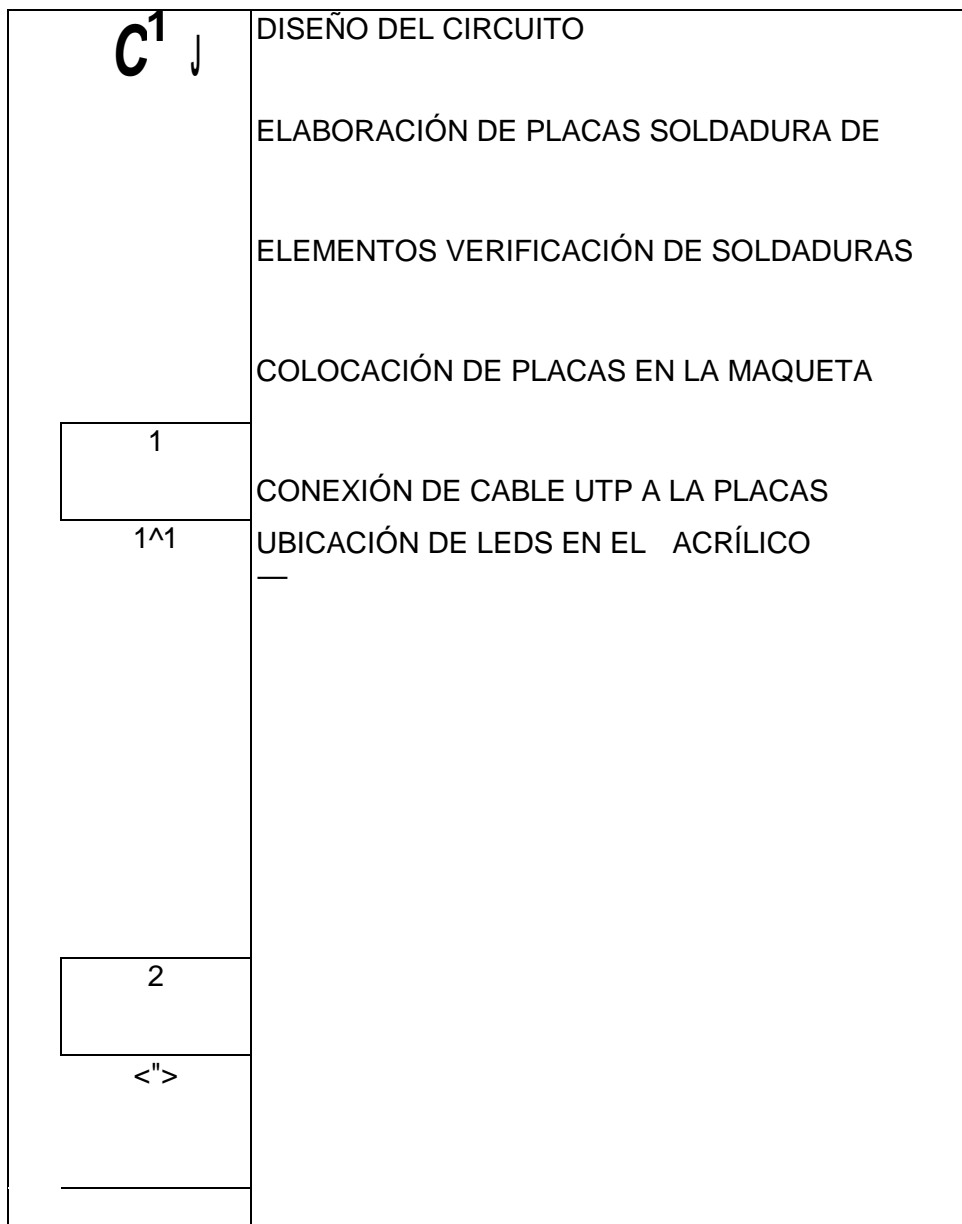


DIAGRAMA 3.8: Esquematización de la construcción de los circuitos electrónicos

Fuente: Javier Mena

3.4.4 Panel de control

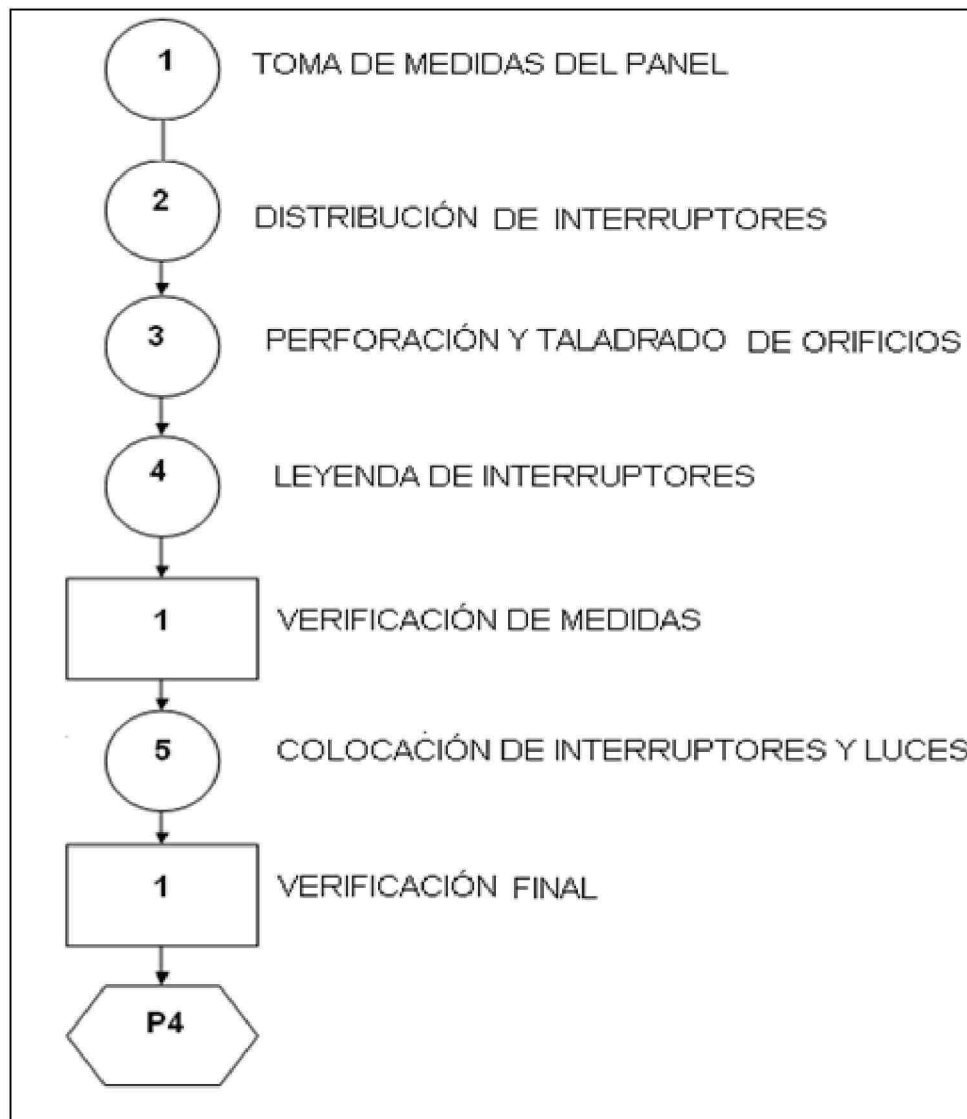


DIAGRAMA 3.9: Esquematación del panel de control

Fuente: Javier Mena

3.4.5 Ensamble general

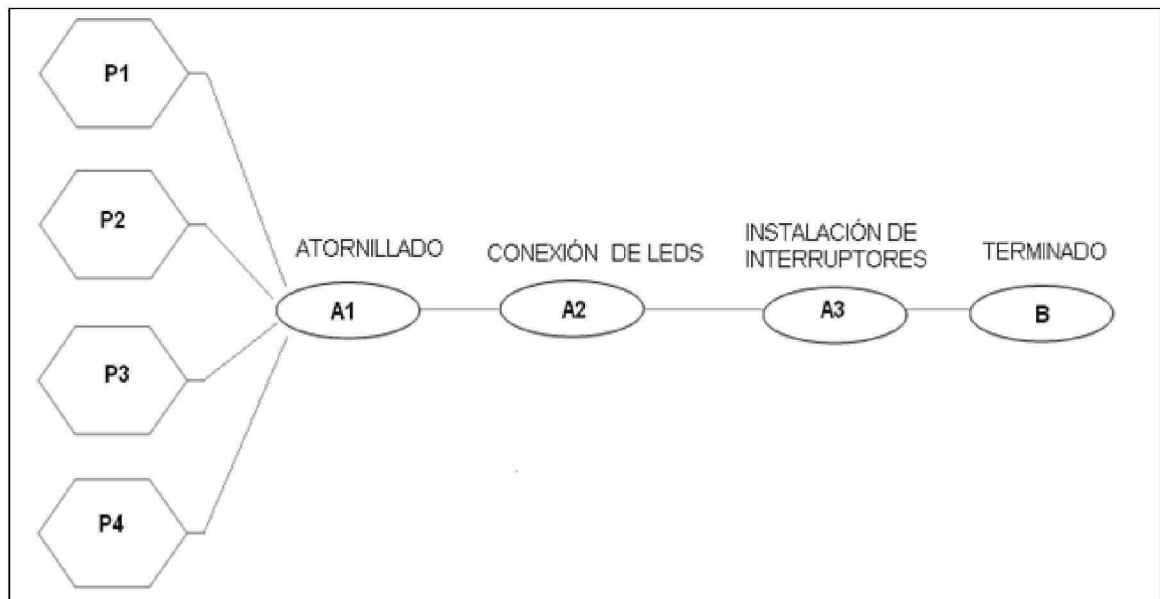


DIAGRAMA 3.10: Esquematación del ensamble general de la maqueta

Fuente: Javier Mena

3.5 Manual de operaciones

Es un manual que permite operar a la maqueta didáctica facilitando su comprensión y de esta forma mantenerla en funcionamiento siguiendo un proceso adecuado, de esta manera se mantendrá en un buen estado operacional. (Anexo D1)

3.6 Manual de mantenimiento

Es un manual de mantenimiento preventivo que permite realizar inspecciones continuas y dar a conocer inmediatas soluciones a posibles fallas, de esta forma se mantendrá siempre operativa la maqueta y sin problema alguno. (Anexo D2.)

3.7 Hojas de registro

Son hojas que permitirán registrar el estado y operación de la maqueta las mismas que pueden ser llenadas por los encargados de mantenimiento o las personas que realizan su operación. (Anexo D3.)

3.8 Pruebas y análisis de resultados

Una vez terminada la construcción estructural y acoplamiento de elementos electrónicos, cableado, y la ubicación de los respectivos leds, se procede a realizar pruebas para evaluar el funcionamiento del mismo en conjunto.

Las pruebas se realizaron tomando en consideración la parte de operación y sobre todo verificando el buen funcionamiento del encendido de los leds en una forma secuencial.

Evaluación de funcionamiento

Se evaluaron todos los parámetros que logran el funcionamiento general de la maqueta, la activación de los interruptores y verificando la secuencia establecida en la pantalla.

Tabla 6.1 Pruebas de Funcionamiento

	PRUEBA	FECHA	RESPUESTA	ACCIÓN CORRECTIVA	ESTADO
1	Movilidad y estabilidad de la estructura (tablero)	07/06/2010	Excelente movilidad y estabilidad	Ninguna	OK
2 3	Conexiones de cables desde las placas hacia los leds	08/06/2010	Los cables se encontraron correctamente soldados	Se colocó al inicio del cable un sostenedor que aseguró a la soldadura	OK
	Activación Interruptor principal	09/06/2010	3 leds no se encendieron de los 12 que	2 de ellos se les cambiaron la	OK

3	(SP)		conforman la primera secuencia	polaridad y el restante fue cambiado ya que se encontraba quemado			
	4	Activación interruptor Válvula Pack S1	10/06/2010	Estableció un encendido secuencial observó que 2 leds rojos y 2 leds azules no encendían	Fueron retirados y cambiados por otros leds	OK	
		5	Activación interruptor Mix Valve S2 Air	11/06/2010	Encendió 3 secuencias, 1 de ellas no seguía su recorrido establecido por los leds	EL circuito 7432 fue revisado y asegurado en la placa	OK
			Activación interruptor Gasper Fan S2	12/06/2010	Secuencia y encendido de los 10 leds que conforman la secuencia	Los leds fueron revisados uno por uno y asegurados	OK
		6	Activación interruptor Compartimiento S1	14/06/2010	Activación de los leds del avión, parte de	Una de las conexiones de tierra se	OK

7	encendido del avión		ellos no encendieron	encontraba mal ubicada fue restablecida la conexión	
	Activación interruptor S5 Caza fallas	15/06/2010	Los tres leds establecidos en esta secuencia se encendieron correctamente	Ninguna	OK

Fuente: Javier Mena

CAPÍTULO IV

ANALISIS ECONÓMICO

4.1 Presupuesto

Previamente al trabajo realizado se elaboró un anteproyecto en el cual se analizaron algunos costos previstos en (870.00USD) para la construcción de la maqueta del sistema de aire acondicionado del Avión Boeing 737-200.

En las siguientes tablas se argumenta más detalladamente los costos de los materiales que conformaron la construcción y redacción del proyecto.

4.2 Análisis económico

Para la construcción se consideraron 3 factores económicos muy importantes para la realización de este proyecto.

- > Costo por utilización de herramientas
- > Recursos Materiales / Técnicos y Tecnológicos
- > Recursos Humanos/ Mano de obra
- > Costos Secundarios / otros

4.2.1 Recursos materiales

En las siguientes tablas se incluyen todos los materiales, accesorios y herramientas

Tabla 7.1 Análisis de costo por utilización de herramientas

Nro.	Detalles	Costo USD
Herramientas Manuales		
1	Martillo, taladro, destornilladores, sierras,	25.00
Electrónicas		
2	Pinzas, cortador, protoboard, cautín	25.00
Otros		
3	Pistola de silicón, Silicona	20.00
SUMAN USD		\$ 70.00

Autor: Javier Mena

Tabla 7.2 Análisis de costo de Recursos Materiales

Nro. Detalles		
Tablero		
1	2 Planchas Triplex de 9mm	45.00
2	1 Plancha triplex de 4 líneas	20.00
3	1 Tabla copal	8.00
4	1/2 lib de clavos de 1 plg	1.00
5	2 litr. De sellador	8.00
6	2 litr. De laca color caramelo	20.00
7	2 Litr. De tiñer	2.50
8	1/2 Litr. De pega blanca	4.00
9	40 Tornillos	2.50
10	2 Pares de bisagras	5.00
11	2 Aladeras doradas	4.00
12	4 Ruedas de plástico	10.00
Circuitos electrónicos		
13	8 resistencias 1 k Ω , 1 resistencia de 4,7k Ω , 3 resistencias 10k Ω , 81 resistencias 330 Ω ,	15.00
14	4 conectores de tornillo, 11 condensadores 0,1uf, 1 condensador electrónico de 1 μ f, 3 condensadores electrónicos de 10 μ ,	6.00
15	5 interruptores de 2 posiciones, 1 interruptor de 3 posiciones, 1 potenciómetro de 50 k Ω ,	5.00
16	1 CI7805, 1 CI7004, 6 CI 4017, 1 CI 7432, 3 CI LM555, 2 CI 74LS3	10.00
17	1 Fusible, 1 Portafusibles, 1 Adaptador 12V /1 A DC, 1 Puente de diodos de 1,5 A, 1 Conector para adaptador hembra	10.00
18	Leds varios colores	40.00
19	10 m. De cable flexible UTP, 2 m. cable conector, un enchufe	10.00
20	Elaboración de placas	60.00

Pantalla

20	Mica de 4mm	75.00
21	Acrílico	45.00
22	Plano	30.00
Componentes extras		
23	Placa de 15 x 12 cm	25.00
	SUMAN USD	\$ 461.00

Autor: Javier Mena

4.2.2 Recursos humanos

Comprende el valor agregado al tiempo de las personas que aportaron al desarrollo de la construcción.

Tabla 7.3 Análisis de costo de mano de obra

DETALLE	
Asesor	120.00
TOTAL	\$ 120.00

Autor: Javier Mena

4.2.3 Costos secundarios

En esta tabla se asumen los costos de materiales de oficina

Tabla: 7.4 Análisis Costos de oficina

N.	MATERIAL	COSTO \$
1	Suministros de oficina.	20.00
2	Transporte.	40 .00
3	Copias e impresiones de trabajo.	40.00
4	Empastados, Anillados y CD del proyecto	30.00
5	Varios	30.00
TOTAL		\$ 160.00

Autor: Javier Mena

4.3 Costo total

En esta tabla se detalla todos los gastos realizados en la construcción del proyecto obteniendo un costo total. Tabla: 7.5 Resumen de gastos totales

DETALLES COSTO TOTAL	
Detalle	Valor USD
Utilización de herramientas	70.00
Recursos materiales	461.00
Recursos humanos	120.00
Costos secundarios	160.00
Costo total	\$ 8011.00

Autor: Javier Mena

Con los resultados obtenidos se estableció el costo real del trabajo realizado en Ochocientos veintiún dólares.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- > El sistema de aire acondicionado del avión Boeing 737-200, luego de una profunda investigación se logró con éxito comprender y obtener una idea muy clara del funcionamiento y sobre todo de los sub sistemas que establecen las condiciones de operación y distribución, siendo este uno de los más importantes sistemas ya que brinda la comodidad y seguridad en vuelo tanto a pasajeros como a su tripulación.
- > Tomando en consideración a los parámetros establecidos en la selección de alternativas para la construcción de los circuitos, se tomó de un modo muy favorable la implementación de los circuitos integrados los mismos que facilitan la ilustración ya que sus diseños permitieron obtener resultados favorables con respecto a la simulación del sistema de Aire Acondicionado del Avión Boeing 737-200.
- > Con la gran ayuda del encendido de los leds la iluminación brinda una visualización muy recreativa acoplándose a una realidad que no puede ser vista, de esta manera su interacción logra establecer y comprender los parámetros de operación que cumple dicho sistema en el avión.
- > El instituto tecnológico aeronáutico es una escuela de formación tecnológica en la cual se forman profesionales en el campo aeronáutico, por lo tanto la innovación y construcción de nuevas herramientas y de materiales didácticos es indispensable para que los estudiantes se forjen con un nivel alto de preparación y lleguen a ser unos exitosos profesionales.

5.2 Recomendaciones

- > La operación debe ser realizada minuciosamente considerando el orden secuencial del encendido de los interruptores ya que de esta forma se aprecia de una forma muy estética el funcionamiento de la maqueta.
- > La maqueta fue diseñada y construida para que sea un aporte más en la enseñanza hacia los estudiantes, tenerla siempre en consideración y operarla para permitir transmitir nuevos conocimientos referentes al sistema de aire acondicionado.
- > Mantener la maqueta en un ambiente seco libre de humedad, realizar un mantenimiento continuo, limpiarla, revisar y observar su operación permitiendo que se encuentre operativa y a disposición de los estudiantes.
- > La manipulación de los interruptores no es difícil pero en caso de una posible falla se recomienda acudir a los diagramas eléctricos y se encontraran con un esquema fácil de comprender y de esta manera dar con la falla.

GLOSARIO Y SIGLAS UTILIZADAS

Siglas utilizadas

AC: Corriente alterna o variable

A.C.M: Maquina cíclica de aire

AMM: Manual de Mantenimiento de la Aeronave

APU: Auxiliary Power Unit

ATA: Asociación de transporte aéreo

ATA 21: Capítulo referente al Sistema de Aire Acondicionado

B737-200: Aeronave Boeing 737-200

DC: Corriente directa o invariable

DGAC: Dirección General de Aviación Civil

Eco – Eco (E/E): Compartimentos electronicos

ITSA: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

LED: Light emisor diode – diodo emisor de luz

PSI: Unidad de presión libras sobre pulgadas cuadradas

RDAC: Regulaciones de la dirección de aviación civil del Ecuador

RPM: Revoluciones por minuto

Glosario

Aeronave: Es cualquier artículo con capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmósfera, siendo éste capaz de transportar personas, animales o cosas.

Auxiliary Power Unit: Unidad de Potencia Auxiliar proporciona energía neumática, eléctrica de esta forma el avión encuentra energizado gracias a este peño motor.

Circuito integrado latch: Latch Entradas Activas en Alto

Compresión: Reducción del volumen de una cosa sometiéndola a una presión.

Conjetura: Se entiende el juicio que se forma (moral, ético o matemático) de las cosas o sucesos por indicios y observaciones.

Creatividad: Es la generación de nuevas ideas o conceptos, o de nuevas asociaciones entre ideas y conceptos conocidos, que habitualmente producen soluciones originales.

Energizar: Suministrar corriente eléctrica. Estimular energía

Flip- Flops: Un biestable, también llamado báscula (*flip-flop* en inglés), es un multivibrador capaz de permanecer en un estado determinado o en el contrario durante un tiempo indefinido. Esta característica es ampliamente utilizada en electrónica digital para memorizar información.

Fuente de Alimentación: En electrónica, una fuente de alimentación es un dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos de aparatos electrónicos que se conecta.

Gaspar fan: Ventilador del sistema de distribución individual de aire frío

Hertz: El Hertz (símbolo: Hz) es la unidad de frecuencia definida como el número de ciclos por segundo de un fenómeno periódico. Uno de sus usos más comunes es la descripción de onda sinusoidal, en particular los utilizados en aplicaciones de radio y audio .

Laboratorio: Es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique.

Neumática: Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos

Perspectiva: Es la ilusión visual que, es percibida por el observador, ayuda a determinar la profundidad y situación de objetos.

Prácticas: Es el proceso de aprendizaje se da a través de la participación de un grupo de individuos experimentando, de diversas maneras, con el objeto de conocimiento en cuestión.

Ram air: Entrada de aire de impacto desde el exterior por compuertas localizadas en el fuselaje por debajo del avión.

Teoría: Es un sistema lógico compuesto de observaciones, axiomas y postulados, que tienen como objetivo declarar bajo qué condiciones se desarrollarán ciertos supuestos

BIBLIOGRAFÍA

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

Carlos Villavicencio Duran. "Sistemas digitales 1 lógica secuencial"

Editorial: IDEA (Investigación diseño electrónico y asesorías)

Marcelo Arcelo Andrés Sarcelo Gallardo, Ph. D.

Orientación metodológica para la elaboración de proyectos e informes de investigación,

Manual de mantenimiento Avión Boeing 737 – 200

CBT Avión Boeing 737-200

RDAC parte 121 Requerimientos Operacionales

RDAC parte 147 Escuelas de Técnicos de Mantenimiento de Aeronaves

Páginas Web:

G:\Circuito eléctrico - Wikipedia, la enciclopedia libre.mht

H:\Teoría de Sistemas - Monografias_com.htm

<http://www.monografias.com/trabajos16/tecnicas-didacticas/tecnicas-didacticas.shtml#APOYOS>

H:\Diseño - Wikipedia, la enciclopedia libre.htm

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

http://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_737

http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Diode_bridge

(<http://www.sebyc.com/reess/componentes/imagenes/reg7805.jpg>)

(http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555)

(<http://www.diselc.es/diselc/utilidades/4017.htm>)

(<http://www.robodacta.com.mx/prods/ci14.jpg>)

(http://www.unicrom.com/Tut_compuertaand.asp)

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

	Ramiro Javier
NOMBRES	Mena Alvarado
APELLIDOS	Ecuatoriano
NACIONALIDAD	23 Años
EDAD	Soltero
ESTADO CIVIL	172104489-7
CEDULA DE CIUDADANIA	3081-686
TELEFONO	087841072
TELEFONO MOVIL	javichin1.0@hotmail.com
CORREO ELECTRÓNICO	San Bartolo, TANASA Calle Calceta S 19-111
DIRECCIÓN	

NIVELES DE INSTRUCCIÓN

SUPERIOR	Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
SECUNDARIA	Colegio Nacional Santiago de Guayaquil /2005
PRIMARIA	Escuela Fiscal Cinco de Junio

TÍTULOS OBTENIDOS

SECUNDARIA	Bachillerato en Ciencias Físicas y Matemáticas
-------------------	--

CURSOS REALIZADOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Certificado Obtenido: Suficiencia en el idioma Ingles

· **PRÁCTICAS PROFESIONALES**

Sección de mantenimiento en la compañía ICARO S.A

Periodo: Enero a Marzo del 2008

Sección de mantenimiento en el ALA DE TRANSPORTES No 11

Periodo: Septiembre a Octubre del 2008

Sección de mantenimiento en la compañía VIP S.A

Periodo: Febrero a Agosto del 2009

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

RAMIRO JAVIER MENA ALVARADO

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. GUILLERMO TRUJILLO

Latacunga - Agosto del 2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **RAMIRO JAVIER MENA ALVARADO**, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA**, en el año **2009**, con Cédula de Ciudadanía N°**172104489-7**, autor del Trabajo de Graduación “**CONSTRUCCION DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVIÓN BOEING 737-200**” cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

RAMIRO JAVIER MENA ALVARADO

Latacunga - Agosto del 2010