

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“ CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA QUE SIMULE LA OPERACIÓN Y  
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL  
AVIÓN BOEING 737”**

**POR:**

**CEDILLO MONCAYO ULICES RENÉ**

**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 **Sr. ULICES RENÉ CEDILLO MONCAYO**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

Ing. Dag Bassantes

Latacunga, Octubre 13 de 2009

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico primeramente a Dios, ya que sin Él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Señor Jesús, Gracias de todo corazón por permitirme estar aquí, por las pruebas que me hacen crecer como persona y ser humano y me permiten dar lo mejor de mí.

También le dedico este proyecto a mis padres, porque ellos siempre están aquí en las buenas y en las malas; me educan, me aconsejan, me imparten valores para conducirme correctamente y me ofrecen el sabio consejo en el momento oportuno.

A todas aquellas personas que me apoyan, que siempre están conmigo en las buenas y en las malas; y no solamente a los que me apoyan, sino también para todo aquel que se pueda beneficiar de este trabajo. Está hecho con toda mi dedicación, lo cual produce una gran satisfacción en poder servir a quien así lo requiera.

**Ulices René Cedillo Moncayo**

## AGRADECIMIENTO

Existen unas personas bien cerca de nosotros que en la mayoría de las ocasiones nos brindan su amistad y su cooperación justo en el momento cuando lo necesitamos. Y en esta ocasión deseo expresar mi gratitud a todas estas personas: **GRACIAS; Papá**, por el equipo y las herramientas, sin el mismo no hubiese realizado este trabajo; **Ing. Dag Bassantes**, por las horas que dedicó a ofrecerme ayuda técnica; **Mami**, cuando te he necesitado siempre me extiendes la mano con todo cuanto está a tu alcance; **Hermana**, por las direcciones de Internet que me recomendaste, donde encontraría material necesario para la construcción mi proyecto; **Chino`s Racing y Cedillo`s Racing** , gracias por las herramientas prestadas y la ayuda técnica, **Gracias**. Y a todas aquellas otras personas que me han ofrecido su apoyo y sus ideas en el desarrollo de este proyecto.

**Ulices René Cedillo Moncayo**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PAGINA
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos.....	V
Índice de Tablas.....	XI
Índice de Figuras.....	XIII
Índice de Anexos.....	XV
Resumen.....	1
Summary.....	2
<b>CAPÍTULO I</b>	
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e Importancia.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Alcance.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

2.1 Sistema de Combustible.....	7
2.1.1 Generalidades.....	8
2.1.2 Almacenamiento de Combustible.....	9
2.1.3 Sistema de Abastecimiento de Combustible a Presión....	10
2.1.4 Sistema de Alimentación de Combustible al Motor .....	10
2.1.5 Sistema Indicador de Cantidad de Combustible .....	10
2.1.6 Sistema Indicador de Temperatura del Combustible .....	10
2.2 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor	
2.2.1 Generalidades .....	11
2.2.2 Control de la Bomba Reforzadora del Tanque Central .....	12
2.2.3 Válvulas de Corte de Combustible del Motor .....	12
2.2.4 Indicadores de las Válvulas de Corte de Combustible del Motor .....	12
2.2.5 Válvula de Alimentación Cruzada .....	13
2.2.6 Indicadores de la Válvula de Alimentación Cruzada .....	13
2.3 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Localización de Componentes .....	

	14
2.3.1 Generalidades .....	14
2.3.2 Descripción del Sistema .....	14
2.3.3 Funcionamiento General.....	14
2.4 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Corte de Combustible al Motor y de Alimentación Cruzada .....	15
2.4.1 Generalidades .....	15
2.4.2 Localización de los Componentes .....	16
2.4.3 Descripción Física .....	16
2.4.4 Operación .....	16
2.4.5 Punto de información para Entrenamiento .....	17
2.5 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Corte de Combustible al Motor .....	18
2.5.1 Generalidades .....	18
2.5.2 Ubicación de los Componentes .....	18
2.5.3 Operación .....	18
2.6 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Descarga.....	19
2.6.1 Generalidades .....	19

2.6.2 Localización de Componentes.....	19
2.6.3 Descripción Física .....	19
2.6.4 Operación .....	20
2.6.5 Punto de información para Entrenamiento .....	20
2.7 Combustible - Línea de Recolección del Drenaje de la APU....	21
2.7.1 Generalidades .....	21
2.7.2 Localización.....	21
2.7.3 Operación .....	21
2.8 Soldadura .....	23
2.8.1 Procesos de Soldadura .....	23
2.8.1.1 Soldadura por Arco.....	24
2.8.1.2 Seguridad en el Proceso de Soldadura .....	24
2.8.1.3 Soldadura con Estaño.....	25
2.9 Cable de Neón .....	26
2.10 Interruptores de Palanquilla de 3 Contactos .....	27
2.11 AVR.....	28

2.12 Optoacopladores.....	30
2.13 Transistores .....	31
2.14 Resistencias o Resistores .....	32
2.15 Relés.....	33
2.15.1Funcionamiento del relé.....	33

### **CAPÍTULO III**

#### **3. CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA**

3.1 Principios Básicos de Construcción .....	34
3.1.1 Descripción de la Maqueta .....	35
3.1.2 Partes Constitutivas .....	35
3.1.3 Dimensiones de la Maqueta.....	39
3.1.4 Descripción del Accionamiento de la Maqueta .....	39
3.1.5 Descripción de Funcionamiento de la Maqueta.....	40
3.1.6 Construcción .....	40
3.1.7 Codificación de Máquinas, Equipos y Herramientas .....	42
3.1.8 Simbología.....	44
3.2 Diagramas de Procesos de Construcción .....	45
3.2.1 Diagrama de Proceso de Construcción de la Estructura del	

Soporte .....	45
3.2.3 Diagrama del Proceso de Construcción de Tableros de MDF para el Soporte Estructural .....	47
3.2.5 Diagrama de Proceso de Construcción del Paneles P5, Start Levers, P8.....	49
3.2.7 Diagrama del Proceso de Termo conformación de las Alas .....	51
3.2.9 Diagrama de Proceso de Termo conformación del Tanque Ventral .....	53
3.2.11 Diagrama de Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado .....	55
3.2.13 Diagrama de Proceso de Construcción del Conjunto electrónico de control.....	57
3.3.1 Diagrama de Ensamble.....	59
3.3.1.1 Diagrama de ensamble final de la maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible a los Motores del Avión Boeing 7373.....	59

## **CAPÍTULO IV**

### **4. MANUALES**

4.1 Descripción de Manuales .....	60
4.2. Manual de Operación.....	60
4.2.1 Descripción General .....	60
4.3 Manual de Mantenimiento .....	61
4.3.1 Descripción General .....	61
4.4 Registro de Datos Técnicos .....	62
4.4.1 Descripción General .....	62
4.5 Pruebas y Manuales de Operación – Mantenimiento y Hojas de Registro.....	63
4.5.1 Descripción General .....	63

## **CAPÍTULO V**

### **5. ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1 Presupuesto .....	71
5.2 Análisis de Costos .....	71
5.2.1 Costos Primarios.....	72
5.2.1.1 Costos de Materiales.....	72
5.2.1.2 Costos de Herramientas y Equipos.....	74

5.2.1.3 Costos por Mano de Obra.....	75
5.2.1.4 Total de Costos Primarios.....	75
5.2.2 Costos Secundarios.....	76
5.2.2.1 Total de Costos Secundarios.....	76
5.2.3 Costo total del Proyecto.....	76
5.2.3.1 Costo Total del Proyecto.....	77
<b>CAPÍTULO VI</b>	
6.1 Conclusiones.....	76
6.2 Recomendaciones.....	78
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>
<b>HOJA DE VIDA.....</b>	<b>183</b>
<b>LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....</b>	<b>185</b>
<b>CESIÓN DE DERECHOS.....</b>	<b>186</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PAGINA</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
3.1. Dimensiones de la Maqueta .....	39
3.2. Codificación de Maquinas .....	42
3.3. Codificación de Equipos .....	43
3.4. Codificación de Herramientas .....	43
3.5. Simbología .....	44
3.6. Tabla de Proceso de Construcción de la Estructura del Soporte.....	46
3.7. Tabla del Proceso de Construcción de Tableros de MDF .....	48
3.8. Tabla del Proceso de Construcción de Paneles P5, Start Levers, P8-1.....	50
3.9. Tabla del Proceso de Termo conformación de las Alas.....	51
3.10. Tabla del Proceso de Termo conformación del Tanque Ventral .....	54
3.11. Tabla del Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado..	56
3.12. Tabla del Proceso de Construcción del Conjunto electrónico de control.....	58
<b>CAPÍTULO IV</b>	
4.1. Tabla de Codificación de los Manuales de la Maqueta del Sistema de Combustible del avión Boeing 737.....	63

## **CAPÍTULO V**

5.1. Tabla de Costos de Materiales .....	72
5.2. Tabla de Costos de Herramientas y Equipos.....	74
5.3. Tabla de Costos por Mano de Obra .....	75
5.4. Tabla del Total de Costos Primarios .....	75
5.5. Tabla del Total de Costos Secundarios.....	76
5.6 Tabla del Costo Total del Proyecto.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PAGINA</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
2.1 Combustible –Descripción General .....	7
2.2 Combustible – Almacenamiento - Descripción General .....	9
2.3 Sistema de Combustible .....	11
2.4 Combustible –Sistema de Alimentación de Combustible al Motor .....	13
2.5 Combustible –Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Corte y Válvula de Alimentación Cruzada .....	17
2.6 Combustible –Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Drenaje de Combustible .....	20
2.7 Combustible – Línea de Recolección y Drenaje de la APU .....	22
2.8 Soldadura por Arco .....	23
2.9 Soldadura con Estaño .....	25
2.10 Cables Luminiscentes .....	26
2.11 Tipos de Interruptores .....	27
2.12 AVR ATMEGA 16.....	28
2.13 Optoacopladores.....	30
2.14 Transistor NPN 2n3904.....	31
2.15 Transistores npn, pnp.....	31
2.16 Resistencias.....	32
2.17 Relés.....	33

## CAPÍTULO III

3.1 Diseño Básico de la Construcción de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible .....	35
3.2 Cableado para Conexiones.....	36
3.3 Simulación del panel P5.....	36
3.4 Líneas de Cable electro luminiscente.....	36
3.5 Soporte Estructural.....	37
3.6 Tanques de Combustible.....	37
3.7 Fuente de Voltaje.....	37
3.8 Conjunto Electrónico de Control.....	38
3.9 Motores.....	38
3.10 APU.....	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PAGINA</b>
<b>Anexo A</b>	
Ante Proyecto.....	85
<b>Anexo B</b>	
Maquetas didácticas existentes en los Talleres y Laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.....	149
<b>Anexo C</b>	
Modelo de Ficha Técnica de Observación.....	152
<b>Anexo D</b>	
Modelo de Encuesta.....	153
<b>Anexo E</b>	
Modelo de Entrevista.....	154
<b>Anexo F</b>	
Boeing 737-300/400/500 Engines ATA 28 Presented by Maintenance Training Manual .....	156
<b>Anexo G</b>	
Planos de Elementos contruidos para la maqueta.....	164
<b>Anexo H</b>	
Programación de los AVR´S .....	169
<b>Anexo I</b>	
Trabajo Terminado.....	180

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene de manera detallada los aspectos necesarios para la construcción de una maqueta la cual simule la operación y el funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Boeing 737 y además describe la operación y funcionamiento del mismo.

Para iniciar se detalla la concepción del tema y se fundamenta la necesidad de desarrollar esta maqueta, además se establece los objetivos a alcanzarse de una manera ordenada para así obtener resultados adecuados.

En el desarrollo del mismo, este contiene información técnica de los componentes que encontramos en la aeronave y de los componentes eléctricos y electrónicos los cuales sustituirán a los accesorios del sistema de combustible de la aeronave.

La maqueta de este sistema contiene un conjunto electrónico conformado por dos AVR ATMEGA16 en ellos se encuentra la programación de cómo debe de funcionar la maqueta en las diversas formas de accionamiento de la misma sea desde el panel P5 o desde los interruptores de los motores y de la APU; cabe mencionar que estos elementos se encuentran interconectados a otros dispositivos electrónicos adicionales los cuales accionan al resto de componentes eléctricos.

También se adiciona el presupuesto económico necesario para la realización de esta maqueta de una manera detallada en cuanto a componentes y a mano de obra.

Los manuales necesarios para su operación y mantenimiento, para así evitar inconvenientes con la maqueta, finalmente se indica los sistemas adicionales que se podrían acoplar a futuro para potencializar la maqueta.

## **SUMMARY**

This graduate work in detail contains the necessary elements for building a model which simulates the operation and functioning of the fuel system of Boeing 737 and further describes the operation and functioning.

To start detailed design and theme underlying the need to develop this model, besides establishing the objectives to be reached in an orderly manner so as to obtain adequate results.

In its development it contains technical information of the components found in the aircraft and electrical and electronic components which will replace the fuel system accessories of the aircraft.

The model of this system contains an electronic assembly comprising two AVR ATMEGA16 in programming them is how the model should work in different ways to drive it is from the P5 panel switches or from the engines and the APU is worth mentioning that these elements are interconnected to other electronic devices which trigger additional to other electrical components.

It also adds the necessary financial budget for the realization of this model in a detailed way in terms of components and labor.

The manuals required for operation and maintenance, to avoid problems with the model, finally indicated additional systems that could be coupled to potentiate future for the model.

# CAPÍTULO I

## EL TEMA

### 1.1 Antecedentes

Previa la construcción de la maqueta didáctica para la simulación del funcionamiento y operación del sistema de alimentación de combustible del avión Boeing 737, se realizó un estudio de factibilidad de construcción de la misma, partiendo del análisis de la situación actual de los laboratorios y talleres de la Carrera de Mecánica del ITSA y del material para apoyo didáctico existente; para ello se reunió información como: antecedentes de proyectos anteriores realizados con el objetivo de ayudar en el inter aprendizaje del funcionamiento y operatividad de un sistema, unidad o componente de aviación. También en base a la utilización de herramientas de investigación como las encuestas y entrevistas, se pudo determinar las necesidades de los docentes de materias técnicas como la de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, los cuales concuerdan en la necesidad de la implementación de maquetas de los diversos sistemas que operan en un avión y por ende la necesidad específica de adquirir una maqueta, la cual simule la operación y funcionamiento del sistema de combustible del avión Boeing 737 para de este modo mejorar el aprendizaje, al visualizar los sistemas y sus componentes durante el desarrollo de la clase.

En el Anteproyecto del presente trabajo Anexo A, consta la investigación realizada que determinó la factibilidad de construcción de una maqueta que simule la operación y funcionamiento del Sistema de Alimentación de Combustible a los Motores del Avión Boeing 737.

Existen trabajos similares desarrollados por otras escuelas de formación de aerotécnicos ubicadas en Argentina, Rusia, Estados Unidos, entre otras, las cuales desarrollan sus sistemas mediante la reutilización de componentes fuera de funcionamiento para las aeronaves o a su vez mediante componentes

electromecánicos los cuales son sumamente robustos y se encuentra alojados en los talleres de dichas escuelas, sin embargo el presente proyecto emplea componentes eléctricos y electrónicos los cuales reducen su tamaño y peso para así facilitar su traslado.

## **1.2 Justificación e Importancia**

Al no contar en los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica con una maqueta que simule la operación y el funcionamiento del sistema de combustible de aeronaves, y, considerando que en el parque aeronáutico de la aviación comercial del país existen numerosos aviones Boeing 737, los conocimientos impartidos sobre este tema se los realiza en forma teórica, presentándose serias dificultades en los estudiantes, para comprender su funcionamiento y operación

El funcionamiento del sistema de combustible de este avión es importante en toda la envolvente del vuelo ya que permite tener un control del consumo de combustible y de cómo están operando sus diversos componentes durante el mismo, además de que este sistema es un sistema muy completo e incorpora componentes similares a los que se encuentran en otras aeronaves existentes en el parque aeronáutico nacional.

En tal virtud, es relevante el adquirir conocimientos de este sistema de una manera práctica, visualizando cómo opera el mismo y sus componentes en una maqueta que simule el accionamiento desde el panel P5 y como este controla la operación de los diversos componentes que permiten el abastecimiento de combustible a los motores y la APU de esta aeronave.

Los beneficiarios de este trabajo serán los estudiantes los cuales atraviesen materias referentes a los sistemas de combustible de las aeronaves así como también las personas interesadas en adquirir conocimientos sobre este sistema y sus dispositivos de control en base a esto se justifica la ejecución del presente proyecto.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Construir una maqueta didáctica que simule la operación y funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Boeing 737, en base al análisis de la operación del sistema y el accionamiento de sus componentes, para mejorar el desarrollo en el proceso de inter aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- ↵ Recopilar información técnica pertinente del sistema de combustible del avión Boeing 737.
- ↵ Diseñar la simulación del sistema de combustible.
- ↵ Determinar requerimientos técnicos para la construcción de la maqueta.
- ↵ Construir una maqueta de fácil movilización que, simule la operación y el accionar de los diversos accesorios del sistema.
- ↵ Realizar pruebas funcionales y elaborar manuales de operación y mantenimiento.

## **1.4 Alcance**

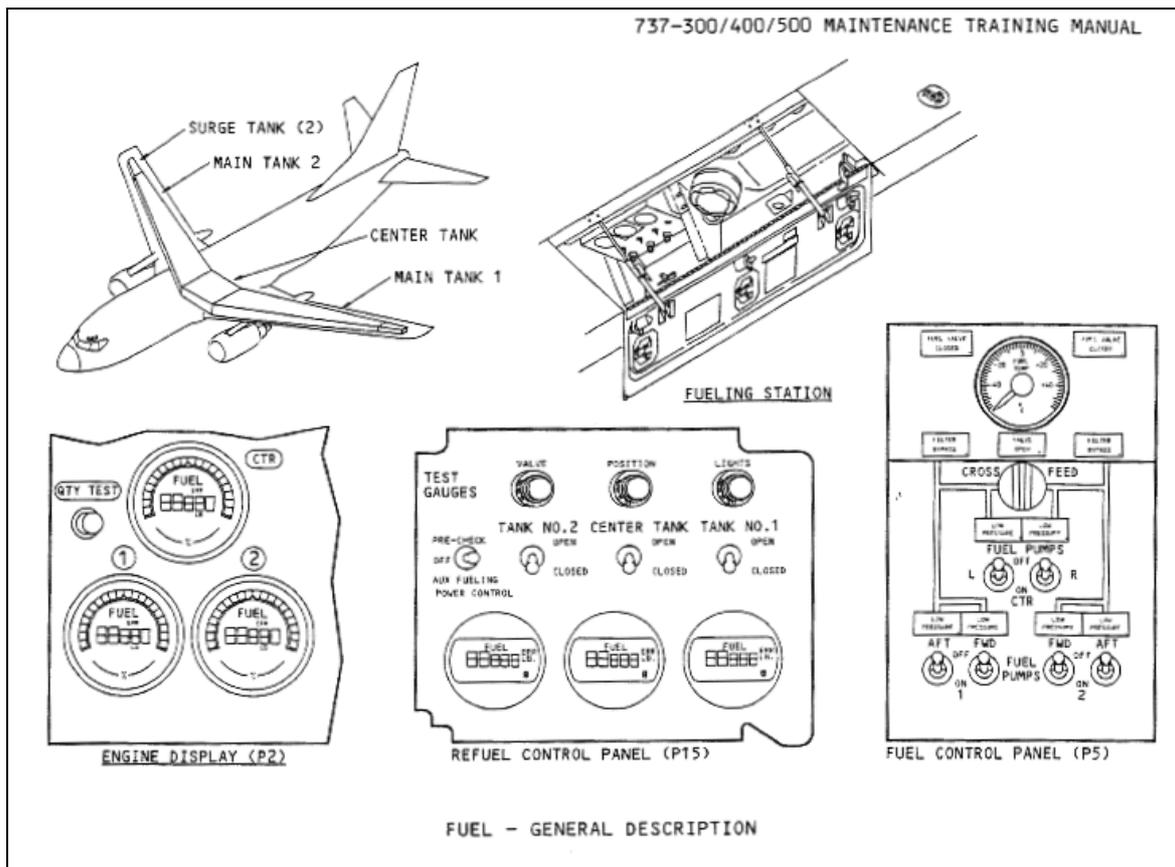
El presente proyecto tiene como alcance:

- ↵ La elaboración de una maqueta didáctica que simule el accionamiento del sistema de combustible desde el panel P5 en la cabina de pilotos y el trayecto que toma el combustible desde las bombas ubicadas en los tanques de combustible hasta cada uno de los motores y hacia la APU en las diferentes formas en que se pueden accionar las bombas en base al sistema de combustible del avión Boeing 737- 300/400/500/800.

- ⚡ La simulación se realizará empleando componentes eléctricos y electrónicos debido a que estos tienen un costo inferior a las válvulas y bombas electromecánicas, además el uso de los componentes eléctricos, electrónicos ayuda a reducir el peso, volumen de la maqueta y de este modo se facilita su movilidad.
- ⚡ La maqueta se construirá con componentes electrónicos, los cuales tienen parámetros de funcionamiento establecidos por el fabricante, motivo por el cual no es necesario realizar ningún análisis matemático o de operación sobre los mismos.
- ⚡ La simulación del accionamiento de las bombas se la realizará en base a componentes eléctricos que recrearán el panel P5 y se empleará cable luminiscente, el que simulará las líneas por las cuales fluye el combustible.
- ⚡ La maqueta no incluirá un conjunto electrónico, que permita simular fallas en el sistema, ni incluirá a los sistemas de: ventilación, de indicación de cantidad de combustible, de abastecimiento; pues estos son subsistemas del sistema de combustible y de su función en sí.
- ⚡ El presente proyecto no contemplará una manual para guía de prácticas ya que cada instructor o persona que emplee la maqueta lo desarrollará en base a sus necesidades y en base a las prestaciones que la misma presenta.
- ⚡ El beneficio que brinda este proyecto está directamente ligado con los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, principalmente para quienes están cursando las asignaturas que tienen relación con los sistemas de combustible de aeronaves y, con los docentes que imparten estas Asignaturas.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Sistema de Combustible



**Fig.2.1 Combustible –Descripción General**

**Fuente: B737 Engines ATA 28 Presented by Maintenance Training Manual**

La información que se presenta a continuación es traducida al español del inglés, de los manuales del curso básico de avión Boeing 737-300/400/500 Engines ATA 28 Presented by Maintenance Training Manual (Ver Anexo G). Cabe manifestar que existen términos que son propios de los elementos y de su operación, mismos que al ser traducidos pueden generar interpretaciones erróneas. Para minimizar posibles interpretaciones equívocas, se recomienda interpretar y seguir el manual en su idioma de origen.

### 2.1.1 Generalidades<sup>1</sup>

Los tanques de combustible almacenan combustible para el uso de los motores y de la APU. El sistema de llenado de combustible a presión le permite añadir combustible a cada tanque. La estación de recarga de combustible está sobre el ala derecha. Se puede también descargar o transferir combustible desde la estación de llenado de combustible. Las seis bombas reforzadoras, dos por tanque, suministran combustible a presión desde los tanques hacia los dos motores.

A la salida de las bombas se encuentran las válvulas check de corte de presión, son diferentes las bombas de los tanques principales y del tanque central. La válvula check de la bomba reforzadora del tanque central tiene un solo resorte. Las válvulas check de las bombas reforzadoras de los tanques principales tienen tres resortes. Las válvulas check de la bomba reforzadora del tanque central toma la presión baja para abrirse, porque el combustible en el tanque central es empleado después del combustible de los tanques principales.

El sistema de alimentación de combustible para los motores y para la APU está en el panel P5. La indicación de cantidad de combustible se muestra en la estación del piloto y en la estación de abastecimiento de combustible.

---

<sup>1</sup> Generalidades: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 -00 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

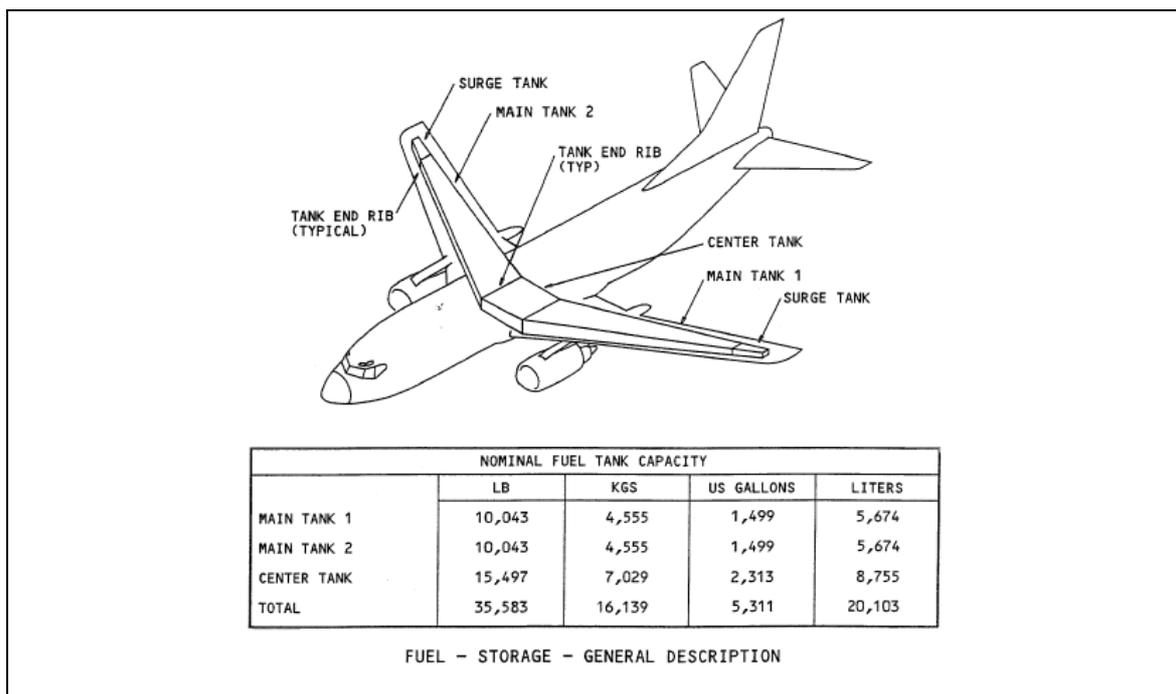
## 2.1.2 Almacenamiento de Combustible<sup>2</sup>

Estos tanques almacenan combustible:

- ⌘ Tanque principal 1
- ⌘ Tanque principal 2
- ⌘ Tanque central

Los tanques de sobre presión recogen el combustible que se desborda solamente.

Los tanques principales están en las alas. El tanque principal 1 está en el ala izquierda. El tanque principal 2 está en el ala derecha. El tanque central está en el fuselaje entre las alas.



**Fig.2.2 Combustible – Almacenamiento - Descripción General**

**Fuente: B737 Engines ATA 28 Presented by Maintenance Training Manual**

<sup>2</sup> Almacenamiento de Combustible: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 00 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

### **2.1.3 Sistema de Abastecimiento de Combustible a Presión<sup>3</sup>**

El sistema de abastecimiento de combustible a presión abastece de combustible a cada tanque de combustible. El panel de abastecimiento de combustible P15, en el ala derecha, controla las operaciones de reabastecimiento de combustible. En este lugar fuera del ala permite reabastecer de combustible a los tanques principales.

### **2.1.4 Sistema de Alimentación de Combustible al Motor<sup>4</sup>**

El sistema de alimentación de combustible al motor abastece de combustible desde los tanques hasta los motores. El panel de control de combustible opera válvulas y bombas reforzadoras para controlar la alimentación a los motores.

### **2.1.5 Sistema Indicador de Cantidad de Combustible<sup>5</sup>**

El sistema indicador de cantidad de combustible indica el peso del combustible de los tanques principales y del tanque central en la estación del piloto en el panel P2 y en el panel P15 de reabastecimiento de combustible.

### **2.1.6 Sistema Indicador de Temperatura del Combustible<sup>6</sup>**

El tanque principal numero 1 indica la temperatura del combustible en el panel de control de combustible P5.

---

<sup>3</sup> Sistema de Abastecimiento de Combustible a Presión: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 00 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

<sup>4</sup> Sistema de Alimentación de Combustible al Motor: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 00 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

<sup>5</sup> Sistema Indicador de Cantidad de Combustible: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 00 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

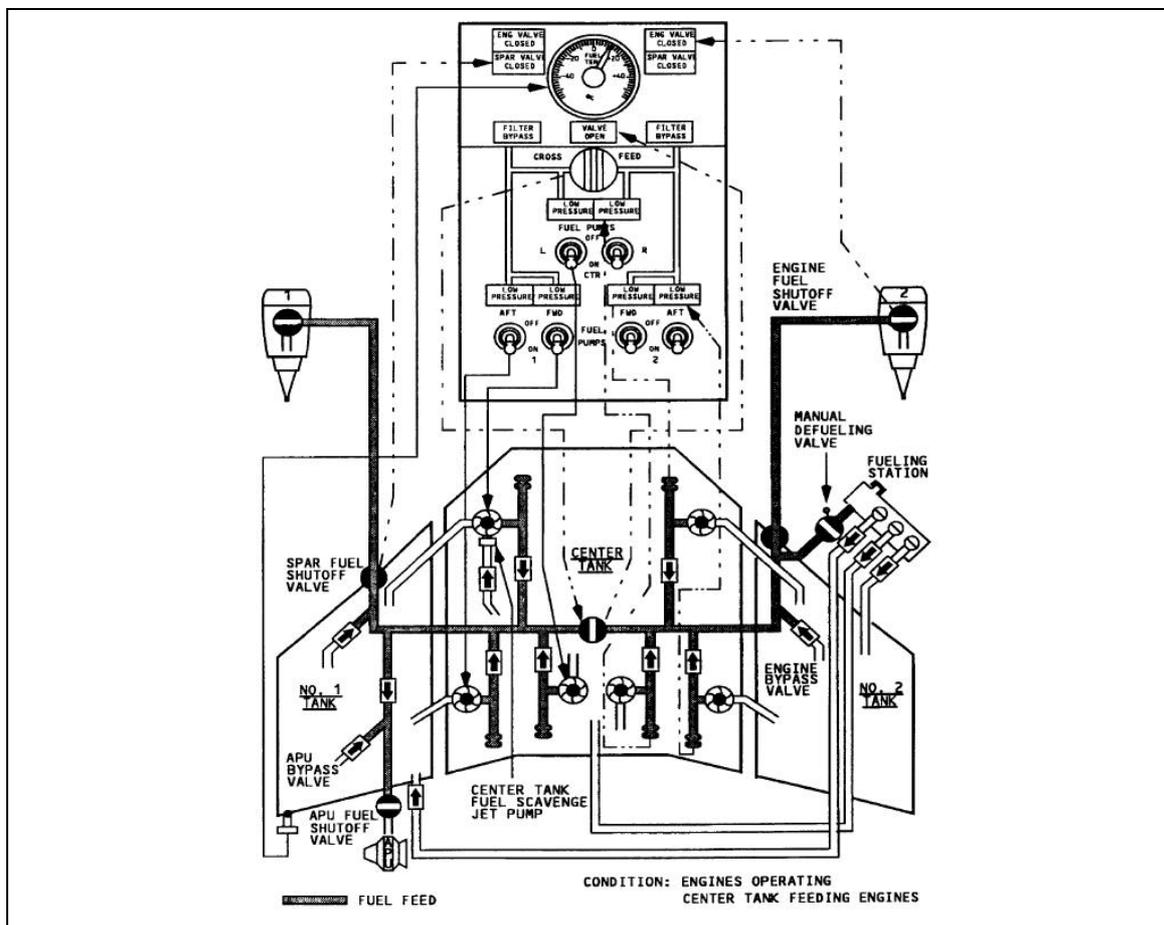
<sup>6</sup> Sistema Indicador de Temperatura del Combustible: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 00 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

## 2.2 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor

### 2.2.1 Generalidades<sup>7</sup>

Para controlar el sistema de alimentación de combustible y de abastecimiento de combustible a los motores. Utiliza las siguientes entradas:

- ✦ Panel del sistema de Combustible (P5-2)
- ✦ Interruptores de encendido del motor.
- ✦ Interruptores de fuego en el motor.



**Fig. 2.3 Sistema de Combustible**

**Fuente: B737 Engines ATA 28 Presented by Maintenance Training Manual**

<sup>7</sup> Generalidades: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Ingles.

El sistema de alimentación de combustible utiliza estos componentes para abastecer de combustible a los motores:

- ⌘ Bombas reforzadoras del tanque central
- ⌘ Bombas reforzadoras frontales
- ⌘ Bombas reforzadoras posteriores
- ⌘ Válvula de alimentación cruzada
- ⌘ Válvula de corte de combustible.

### **2.2.2 Control de la Bomba Reforzadora del Tanque Central<sup>8</sup>**

Un interruptor en el panel del sistema de combustible (P5-2) controla cada bomba reforzadora del tanque central. Los interruptores controlan la corriente eléctrica de las bombas.

### **2.2.3 Válvulas de Corte de Combustible del Motor<sup>9</sup>**

Las válvulas de corte de combustible del motor controlan el flujo de combustible a los motores. Las palancas de encendido del motor y los interruptores de fuego en el motor controlan las válvulas de corte de combustible de los motores.

### **2.2.4 Indicadores de las Válvulas de Corte de Combustible del Motor<sup>10</sup>**

Una luz de color azul indica que la válvula está en la posición de cerrada.

---

<sup>8</sup> Control de la Bomba Reforzadora del Tanque Central: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

<sup>9</sup> Válvulas de Corte de Combustible del Motor: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

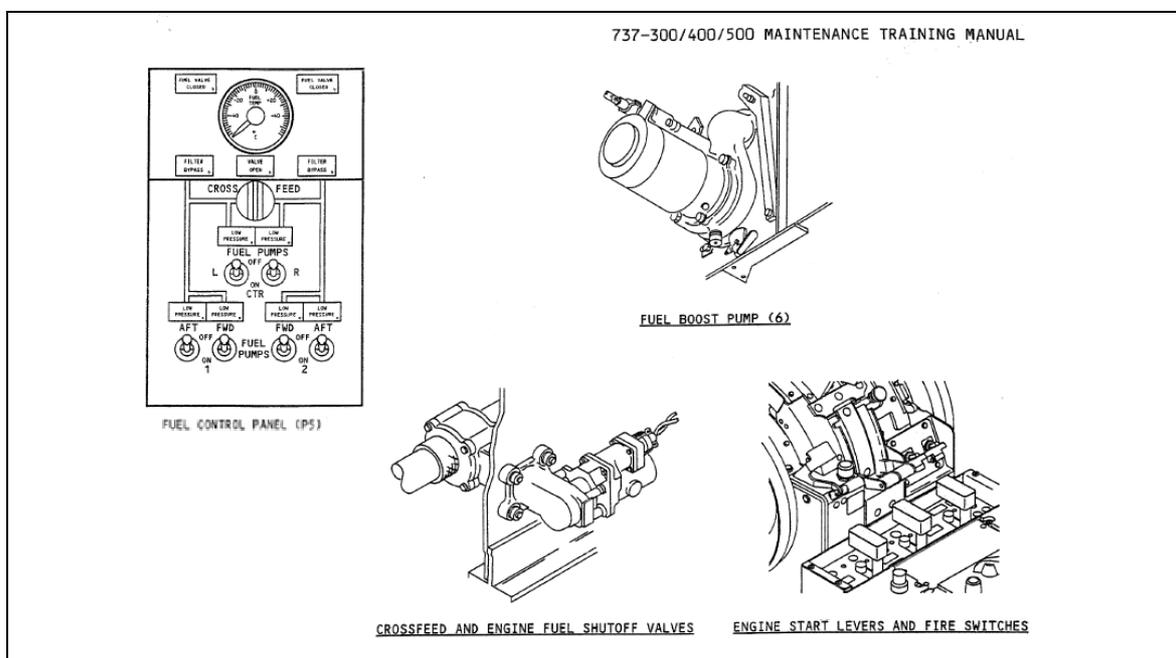
<sup>10</sup> Válvulas de Corte de Combustible del Motor: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

## 2.2.5 Válvula de Alimentación Cruzada<sup>11</sup>

La válvula de alimentación cruzada permite que un solo tanque de combustible suministre combustible a los motores. Un interruptor en el panel de control de combustible (P5-2) controla la válvula de alimentación cruzada.

## 2.2.6 Indicadores de la Válvula de Alimentación Cruzada<sup>12</sup>

Una luz de color azul indica que la válvula está en posición de abierta.



**Fig. 2.4 Combustible –Sistema de Alimentación de Combustible al Motor**  
**Fuente: B737 Engines ATA 28 – 22 – CC Presented by Maintenance Training Manual**

<sup>11</sup>Válvula de Alimentación Cruzada: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>12</sup> Indicadores de la Válvula de Alimentación Cruzada: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

## **2.3 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Localización de Componentes**

### **2.3.1 Generalidades<sup>13</sup>**

El sistema de alimentación de combustible tiene los siguientes componentes:

- ↵ Bomba reforzadora de combustible (6)
- ↵ Válvula de alimentación Cruzada
- ↵ Válvula de corte de combustible (2)
- ↵ Válvula de vaciado de combustible
- ↵ Válvula de corte de combustible de la APU

### **2.3.2 Descripción del Sistema<sup>14</sup>**

El sistema de alimentación de combustible utiliza bombas, válvulas y tuberías para alimentar a los motores y a la APU. Las operaciones de descarga y de transferencia se realizan desde la estación de recarga de combustible y solo se las debe de realizar en tierra.

### **2.3.3 Funcionamiento General<sup>15</sup>**

Los dos motores reciben combustible primero del tanque central y luego del tanque principal respectivo de cada uno. La válvula de alimentación cruzada permite que un tanque de combustible abastezca de combustible a ambos motores. Ambos motores pueden recibir combustible succionado desde los tanques principales.

---

<sup>13</sup> Generalidades: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>14</sup> Descripción del Sistema: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>15</sup> Funcionamiento General: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

El tanque N° 1 principalmente abastece combustible para la APU. Cualquier tanque puede abastecer a la APU utilizando los componentes de alimentación del motor.

La descarga de combustible de todos los tanques se realiza mediante la operación del motor y los componentes del motor a través del múltiple de abastecimiento de combustible.

La transferencia de combustible entre los tanques se realiza por operación de los componentes de abastecimiento del motor y a través del múltiple de abastecimiento de combustible.

## **2.4 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Corte de Combustible al Motor y de Alimentación Cruzada**

### **2.4.1 Generalidades<sup>16</sup>**

Las válvulas de corte de combustible del motor proveen los medios para que las válvulas corten el abastecimiento a los motores. Las válvulas de alimentación cruzada permite el flujo de combustible entre los múltiples de alimentación del motor derecho e izquierdo. Con la interconexión entre los dos múltiples de alimentación de los motores, un solo tanque de combustible provee combustible para los dos motores.

---

<sup>16</sup> Generalidades: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

## **2.4.2 Localización de los Componentes <sup>17</sup>**

Las válvulas de corte combustible están en el larguero delantero en el exterior de los motores.

Las válvulas de alimentación cruzada están en el larguero posterior del ala derecha. EL acceso esta a través de la rueda derecha.

## **2.4.3 Descripción Física<sup>18</sup>**

Cada válvula tiene un motor eléctrico para abrir o cerrar la válvula. Las válvulas consisten de una descarga, un actuador, puerto adaptador de montaje. El puerto adaptador de montaje está dentro del tanque de combustible y los soportes del múltiple de combustible.

El conjunto de la compuerta se desliza dentro del adaptador hasta un lugar seco y el par de actuadores se mueven sobre el eje de la compuerta con un soporte dentado. La palanca de fuera de posición manual indica la posición de la válvula, y provee un método manual para abrir o cerrar la válvula.

## **2.4.4 Operación<sup>19</sup>**

El motor utiliza 28 voltios dc de alimentación para abrir o cerrar la válvula. Los interruptores de las palancas de arranque del motor operan de manera mecánica para abrir o cerrar las válvulas de corte de combustible.

---

<sup>17</sup> Localización de Componentes: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

<sup>18</sup> Descripción Física: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

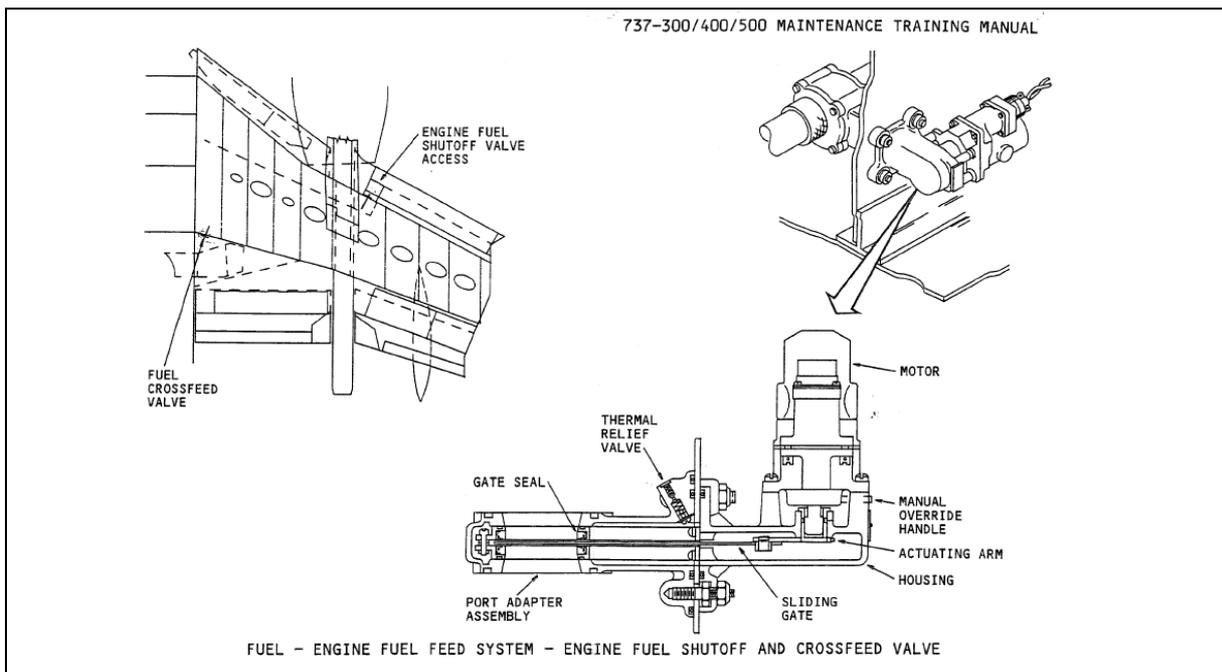
<sup>19</sup> Operación: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

Cada palanca de mano de fuego en el motor, puede también cerrar la válvula de corte de combustible del motor. Un interruptor rotativo en panel P5 opera la válvula de alimentación cruzada para abrir o cerrar. La válvula térmica de alivio limita la presión retenida entre los 40-60 psi con el sistema apagado.

La válvula de alimentación cruzada es intercambiable con la válvula de corte de combustible del motor.

#### 2.4.5 Punto de información para Entrenamiento<sup>20</sup>

Usted debe descargar el combustible del tanque hasta la cantidad indicada en la placa antes de remover la válvula.



**Fig. 2.5 Combustible –Sistema de Alimentación de Combustible al Motor-  
Válvula de Corte y Válvula de Alimentación Cruzada**

**Fuente: B737 Engines ATA 28 – 22 – CC Presented by Maintenance Training  
Manual**

<sup>20</sup> Punto de información para Entrenamiento: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

## **2.5 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Corte de Combustible al Motor**

### **2.5.1 Generalidades<sup>21</sup>**

Las palancas de arranque del motor controlan las válvulas de corte de combustible. Cuando se mueve la palanca a relanty o a posición de corte, 28v dc de energía se transmiten a través de un conjunto de interruptores y esta el actuador. Luego el actuador mueve las válvulas de corte a posición correcta.

### **2.5.2 Ubicación de los Componentes<sup>22</sup>**

Las válvulas están en el larguero delantero en el exterior del motor. Las luces indicadoras y los circuitos están en el panel P5. Los controles de la válvula de operación están debajo de las palancas de arranque y en el panel de control P8.

### **2.5.3 Operación<sup>23</sup>**

Las palancas de arranque controlan la operación de la válvula. La válvula esta también cerrada por la respectiva palanca de control de fuego del motor.

La indicación de la válvula del combustible opera de siguiente manera:

- ⚡ Válvula cerrada- luz azul oscura
- ⚡ Válvula en tránsito- luz azul brillante
- ⚡ Válvula abierta no hay luz existente

---

<sup>21</sup> Generalidades: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>22</sup> Ubicación de Componentes: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

<sup>23</sup> Operación: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

## **2.6 Combustible- Sistema de Alimentación de Combustible al Motor- Válvula de Descarga**

### **2.6.1 Generalidades<sup>24</sup>**

La válvula de descarga proporciona los medios para descargar el combustible o para transferencias de combustibles entre los tanques. Usted puede descargar el combustible a presión del tanque N° 1 y N° 2. La descarga de combustible o la transferencia de combustible se pueden realizar solo sobre la tierra.

### **2.6.2 Localización de Componentes<sup>25</sup>**

La válvula de descarga esta en el ala derecha en el larguero frontal. La válvula de descarga está conectada entre el múltiple de alimentación del motor derecho y la tubería de la estación de recarga de combustible.

### **2.6.3 Descripción Física<sup>26</sup>**

La válvula consiste de una puerta, un actuador, un puerto de adaptador de montaje. El conjunto del puerto está dentro del tanque de combustible y sujeta las líneas de combustible. El conjunto de la compuerta se desliza dentro del adaptador hasta un lugar seco.

---

<sup>24</sup> Generalidades: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>25</sup> Localización de Componentes: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>26</sup> Descripción Física: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

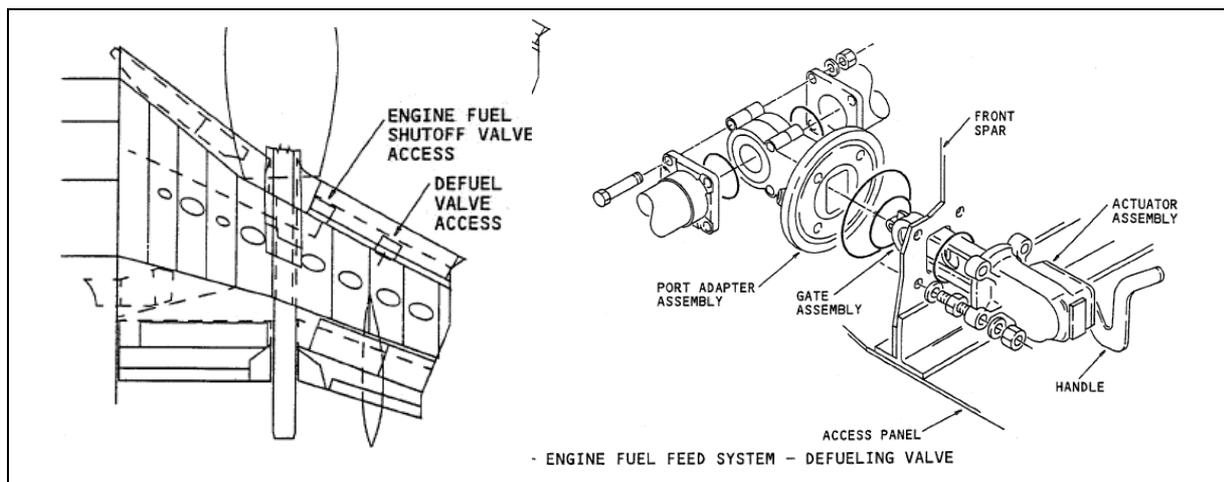
## 2.6.4 Operación<sup>27</sup>

El acceso a la válvula está entre un panel interno de la estación de recarga de combustible. La palanca de mano roja opera la válvula.

No se puede cerrar la puerta de acceso a la válvula de descarga de combustible con la manija en la posición de abierto. La válvula de descarga debe de estar en la posición de cerrada para volar.

## 2.6.5 Punto de información para Entrenamiento<sup>28</sup>

Usted debe descargar el combustible del tanque 2 hasta la cantidad indicada en la placa antes de remover la válvula.



**Fig.2.6 Combustible –Sistema de Alimentación de Combustible al Motor-  
Válvula de Drenaje de Combustible**

**Fuente: B737 Engines ATA 28 – 22 – CC Presented by Maintenance Training  
Manual**

<sup>27</sup> Operación: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>28</sup> Punto de información para Entrenamiento: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

## **2.7 Combustible - Línea de Recolección del Drenaje de la APU**

### **2.7.1 Generalidades<sup>29</sup>**

El colector de drenaje de la APU sirve para drenar humedad o cualquier fuga de combustible en la línea de APU. El colector tiene una línea de drenaje y un múltiple de drenaje. El múltiple de drenaje contiene un protector contra llamas y un grifo de desagüe. Las líneas terminan en un punto de descarga fuera del fuselaje.

### **2.7.2 Localización<sup>30</sup>**

La línea de drenaje esta en el compartimiento de la rueda principal izquierda.

### **2.7.3 Operación<sup>31</sup>**

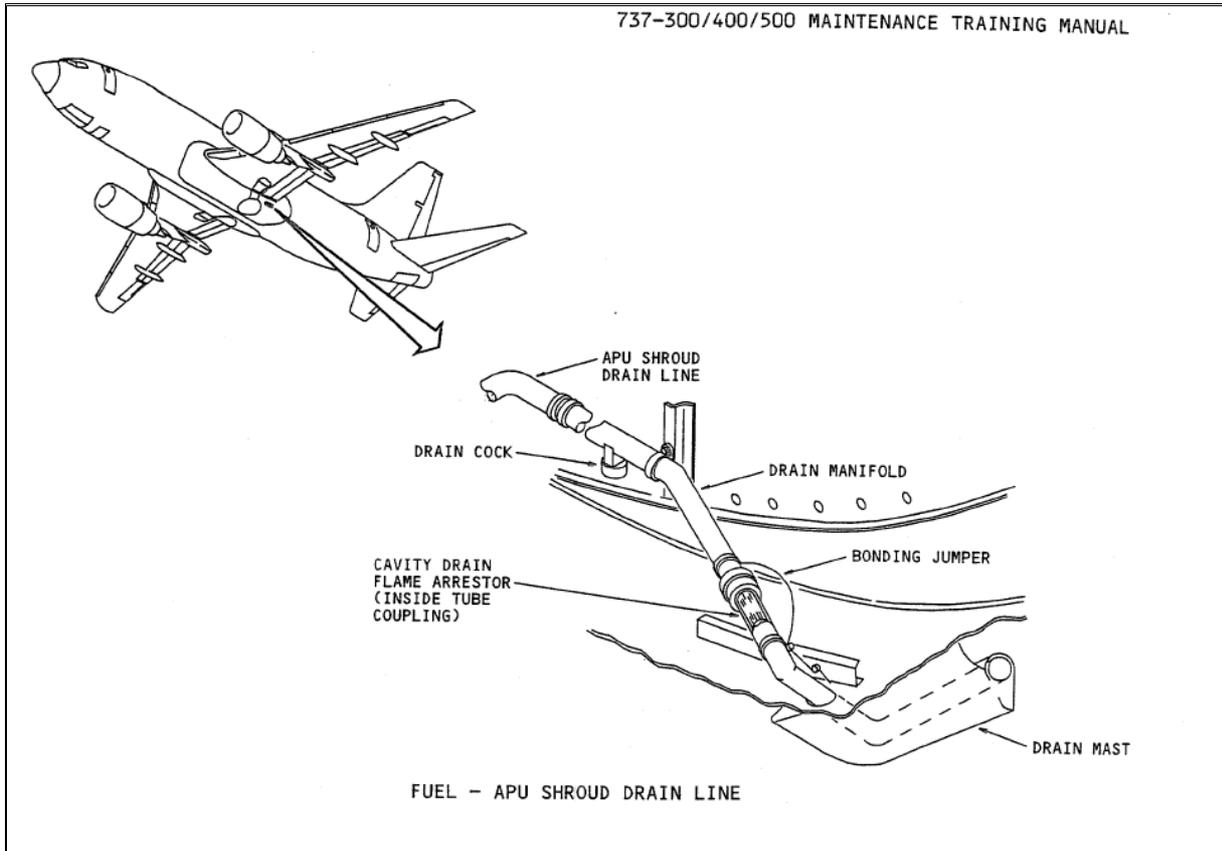
Si las líneas de combustible de la APU tienen una fuga, el combustible se drena hasta el soporte de descarga. Usted puede usar el grifo de drenaje para drenar cualquier acumulación mientras este en tierra. El grifo de drenaje debe estar cerrado durante el vuelo.

---

<sup>29</sup> Generalidades: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés.

<sup>30</sup> Localización: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés

<sup>31</sup> Operación: Traducido al español del Curso B737 Engines ATA 28 - 22 - CC Presented by Maintenance Training Manual, del idioma Inglés



**Fig. 2.7 Combustible – Línea de Recolección y Drenaje de la APU**

**Fuente: B737 Engines ATA 28 – 22 – CC Presented by Maintenance Training Manual**

- ✦ La información que se presenta a continuación es un compendio de varias páginas de internet, enunciadas en la bibliografía, las cuales han sido adaptadas además de reescritas sus textos para generar información pertinente al desarrollo del presente proyecto.

## 2.8 Soldadura

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales o termoplásticos, usualmente logrado a través de la fusión, en la cual las piezas son soldadas derritiendo ambas y agregando un material de relleno derretido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte.

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico.

La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

### 2.8.1 Procesos de Soldadura

#### 2.8.1.1 Soldadura por Arco



**Fig. 2.8 Soldadura por Arco**

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:SMAW.welding.navy.ncs.jpg>

Estos procesos usan una fuente de alimentación para soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Pueden usar tanto corriente continua (DC) como alterna (AC), y electrodos consumibles o no consumibles. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de gas inerte o semi-inerte, conocido como gas de protección, y el material de relleno a veces es usado también.

### **2.8.1.2 Seguridad en el Proceso de Soldadura**

La soldadura sin las precauciones apropiadas puede ser una práctica peligrosa y dañina para la salud. Sin embargo, con el uso de la nueva tecnología y la protección apropiada, los riesgos de lesión o muerte asociados a la soldadura pueden ser prácticamente eliminados.

El riesgo de quemaduras o electrocución es significativo debido a que muchos procedimientos comunes de soldadura implican un arco eléctrico o flama abiertos. Para prevenirlas, las personas que sueldan deben utilizar ropa de protección, como calzado homologado, guantes de cuero gruesos y chaquetas protectoras de mangas largas para evitar la exposición a las chispas, el calor y las posibles llamas.

Además, la exposición al brillo del área de la soldadura produce una lesión llamada ojo de arco (queratitis) por efecto de la luz ultravioleta que inflama la córnea y puede quemar las retinas. Las gafas protectoras y los cascos y caretas de soldar con filtros de cristal oscuro se usan para prevenir esta exposición, y en años recientes se han comercializado nuevos modelos de cascos en los que el filtro de cristal es transparente y permite ver el área de trabajo cuando no hay radiación UV, pero se auto oscurece en cuanto ésta se produce al iniciarse la soldadura.

Para proteger a los espectadores, la ley de seguridad en el trabajo exige que se utilicen mamparas o cortinas translúcidas que rodeen el área de soldadura.

### 2.8.1.3 Soldadura con Estaño



**Fig. 2.9 Soldadura con Estaño**

**Fuente:** [http:// valetron.eresmas.net/Iniciacionsoldaduraconestano.pdf](http://valetron.eresmas.net/Iniciacionsoldaduraconestano.pdf)

La soldadura con estaño es la base de todas las aplicaciones electrónicas porque permite la realización de conexiones entre conductores y entre éstos y los diversos componentes, obteniendo rápidamente la máxima seguridad de contacto.

Consiste en unir las partes a soldar de manera que se toquen y cubrirlas con una gota de estaño fundido que, una vez enfriada, constituirá una verdadera unión, sobre todo desde el punto de vista electrónico.

En Electrónica se suelen utilizar soldadores de potencia reducida, ya que generalmente se trata de trabajos delicados.

Los tipos que se encuentran generalmente en el mercado pueden clasificarse en soldadores comunes o "de lápiz" y soldadores de pistola

Ésta es una tarea manual delicada que sólo se consigue dominar con la práctica.

## 2.9 Cable de Neón

También conocidos por "cables luminiscentes", generalmente se utilizan para ambientación o decoración de ambientes. Sin embargo es posible controlar electrónicamente su estado (on/off) e intensidad, por lo que pueden utilizarse en variadas configuraciones dentro de entornos interactivos.



**Fig. 2.10 Cables Luminiscentes**  
Fuente: [http:// www.badarte.com.ar/?q=node/94](http://www.badarte.com.ar/?q=node/94)

Los cables se compran con un driver (controlador) mediante el cual se puede comandar su funcionamiento (prender/apagar). A su vez, se pueden pedir con o sin conectores.

Son muy flexibles, no emiten calor y pueden tocarse durante su funcionamiento. Toda la extensión del cable es resistente al agua, salvo sus extremos, que deben protegerse.

Funcionan con corriente alterna de alta frecuencia, por lo que se hace necesarios utilizar un convertidor. Trabaja con 3 ó 12 volts, dependiendo de la aplicación requerida.

## 2.10 Interruptores de Palanquilla de 3 Contactos



**Fig. 2.11 Tipos de Interruptores**

**Fuente:** <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Switches-electrical.agr.jpg>

Un interruptor eléctrico es un dispositivo con un funcionamiento mecánico en su interior, utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica en cualquier tipo de circuito sea este eléctrico o electrónico.

En el mundo moderno las aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un bombillo, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora.

Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.

Existen diversos tipos de interruptores acorde a la cantidad de polos, a la cantidad de vías y a la cantidad de combinaciones los cuales se emplean acorde a la necesidad de los usuarios

## 2.11 AVR



**Fig. 2.12 AVR ATMEGA 16**  
**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/AVR>

El AVR es una CPU de arquitectura Harvard. Tiene 32 registros de 8 bits. Algunas instrucciones sólo operan en un subconjunto de estos registros. La concatenación de los 32 registros, los registros de entrada/salida y la memoria de datos conforman un espacio de direcciones unificado, al cual se accede a través de operaciones de carga/almacenamiento. A diferencia de los micro controladores PIC, el stack se ubica en este espacio de memoria unificado, y no está limitado a un tamaño fijo.

El AVR fue diseñado desde un comienzo para la ejecución eficiente de código C compilado. Como este lenguaje utiliza profusamente punteros para el manejo de variables en memoria, los tres últimos pares de registros internos del procesador, son usados como punteros de 16 bit al espacio de memoria externa, bajo los nombres X, Y y Z. Esto es un compromiso que se hace en arquitecturas de ocho bit desde los tiempos de Intel 8008, ya que su tamaño de palabra nativo de 8 bit (256 localidades accedidas) es pobre para direccionar. Por otro lado, hacer que todo el banco superior de 16 registros de 8 bit tenga un comportamiento alterno como un banco de 8 registros de 16 bit, complicaría mucho el diseño, violando la premisa original de su simplicidad. Además, algunas instrucciones tales como 'suma inmediata' ('add immediate' en inglés) faltan, ya que la instrucción 'resta inmediata'

('subtract immediate' en inglés) con el complemento dos puede ser usada como alternativa.

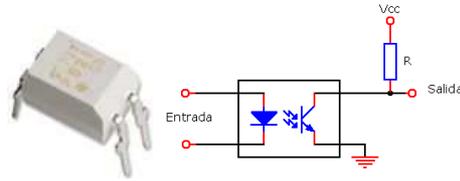
El set de instrucciones AVR está implementado físicamente y disponible en el mercado en diferentes dispositivos, que comparten el mismo núcleo AVR pero tienen distintos periféricos y cantidades de RAM y ROM: desde el micro controlador de la familia *Tiny AVR* ATtiny11 con 1KB de memoria flash y sin RAM (sólo los 32 registros), y 8 pines, hasta el micro controlador de la familia *Mega AVR* ATmega2560 con 256KB de memoria flash, 8KB de memoria RAM, 4KB de memoria EEPROM, conversor análogo digital de 10 bits y 16 canales, temporizadores, comparador analógico, JTAG, etc. La compatibilidad entre los distintos modelos es preservada en un grado razonable.

Los micro controladores AVR tienen una cañería ('pipeline' en inglés) con dos etapas (cargar y ejecutar), que les permite ejecutar la mayoría en un ciclo de reloj, lo que los hace relativamente rápidos entre los micro controladores de 8-bit.

El set de instrucciones de los AVR es más regular que la de la mayoría de los micro controladores de 8-bit (por ejemplo, los PIC). Sin embargo, no es completamente ortogonal:

- ✦ Los registros punteros X, Y y Z tienen capacidades de direccionamiento diferentes entre sí (ver mas arriba por qué)
- ✦ Los registros 0 al 15 tienen diferentes capacidades de direccionamiento que los registros 16 al 31.
- ✦ Las registros de I/O 0 al 31 tienen distintas características que las posiciones 32 al 63.
- ✦ La instrucción CLR afecta los 'flag', mientras que la instrucción SER no lo hace, a pesar de que parecen ser instrucciones complementarias (dejar todos los bits en 1, y dejar todos los bits en 0 respectivamente).
- ✦ Los códigos de operación 0x95C8 y 0x9004 hacen exactamente lo mismo (LPM).

## 2.12 Optoacopladores



**Fig. 2.13 Optoacopladores TLP521**  
Fuente: [http://www.unicrom.com/Tut\\_optoacoplador.asp](http://www.unicrom.com/Tut_optoacoplador.asp)

El Optoacoplador es un dispositivo que se compone de un diodo LED y un fototransistor, de manera de que cuando el diodo LED emite luz, ilumine el fototransistor y conduzca.

Estos dos elementos están acoplados de la forma más eficiente posible.

La corriente de salida  $I_C$  del Optoacoplador (corriente de colector del fototransistor) es proporcional a la corriente de entrada  $I_F$  (corriente en el diodo LED).

La relación entre estas dos corrientes se llama razón de transferencia de corriente (CTR) y depende de la temperatura ambiente.

A mayor temperatura ambiente, la corriente de colector en el fototransistor es mayor para la misma corriente  $I_F$  (la corriente por el diodo LED)

La entrada (circuito del diodo) y la salida (circuito del fototransistor) están 100% aislados y la impedancia de entrada es muy grande ( $10^{13}$  ohms típico)

El optoacoplador es un dispositivo sensible a la frecuencia y el CTR disminuye al aumentar ésta.

Este elemento puede sustituir a elementos electromecánicos como relés, conmutadores. De esta manera se eliminan los golpes, se mejora la velocidad de conmutación y casi no hay necesidad de mantenimiento.

## 2.13 Transistores

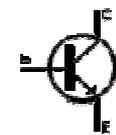


**Fig. 2.14 Transistor NPN 3n3904**

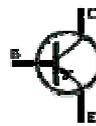
**Fuente:** <http://media.digikey.com/photos/Micro%20Commercial%20Photos/353-TO-92-3.jpg>

El transistor bipolar es el más común de los transistores, y como los diodos, puede ser de germanio o silicio.

Existen dos tipos transistores: el NPN y el PNP, y la dirección del flujo de la corriente en cada caso, lo indica la flecha que se ve en el gráfico de cada tipo de transistor.



Transistor NPN



Transistor PNP

**Fig. 2.15 Transistores npn, pnp**

**Fuente:** [http://www.unicrom.com/Tut\\_transistor\\_bipolar.asp](http://www.unicrom.com/Tut_transistor_bipolar.asp)

El transistor es un dispositivo de 3 patillas con los siguientes nombres: base (B), colector (C) y emisor (E), coincidiendo siempre, el emisor, con la patilla que tiene la flecha en el gráfico de transistor.

El transistor bipolar es un amplificador de corriente, esto quiere decir que si le introducimos una cantidad de corriente por una de sus patillas (base), el entregará por otra (emisor), una cantidad mayor a ésta, en un factor que se llama amplificación.

## 2.14 Resistencias o Resistores



**Fig. 2.16 Resistencias**

Fuente: <http://www.byexamples.com/ee/images/resistor.jpg>

Una resistencia o resistor es un elemento que causa oposición al paso de la corriente, causando que en sus terminales aparezca una diferencia de tensión (un voltaje).

Las resistencias o resistores son fabricadas en una amplia variedad de valores. Hay resistencias con valores de Kiloohmios ( $K\Omega$ ), Megaohmios ( $M\Omega$ ).

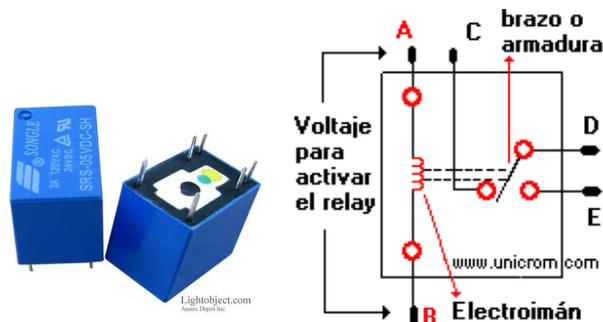
Estás dos últimas unidades se utilizan para representar resistencias muy grandes. En la siguiente tabla vemos las equivalencias entre ellas

$$\begin{aligned} 1 \text{ Kiloohmio (K}\Omega) &= 1,000 \text{ Ohmios } (\Omega) \\ 1 \text{ Megaohmio (M}\Omega) &= 1,000,000 \text{ Ohmios } (\Omega) \\ 1 \text{ Megaohmio (M}\Omega) &= 1,000 \text{ Kiloohmios (K}\Omega) \end{aligned}$$

Para poder saber el valor de las resistencias sin tener que medirlas, existe un código de colores de la resistencia que nos ayuda a obtener con facilidad este valor con sólo verlas.

Para obtener la resistencia de cualquier elemento de un material específico, es necesario conocer algunos datos propios de éste, como son: su longitud, área transversal, resistencia específica o resistividad del material con que está fabricada.

## 2.15 Relés



**Fig. 2.17 Relés**

**Fuente:** <http://www.byexamples.com/ee/images/resistor.jpg>

El Relé se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del Relé) es energizado (le ponemos un voltaje para que funcione).

Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo (el Relé).

Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán.

Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales antes mencionados.

### 2.15.1 Funcionamiento del Relé

Si el electroimán está activo acciona el brazo (armadura) y conecta los puntos C y D. Si el electroimán se desactiva, conecta los puntos D y E.

De esta manera se puede conectar algo, cuando el electroimán está activo, y otra cosa conectada, cuando está inactivo.

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA**

#### **3.1 Principios Básicos de Construcción**

La construcción de la maqueta se efectuó de manera que se alcancen los objetivos planteados y además se realizó el estudio del valor a invertir en el desarrollo práctico del trabajo a realizar en base a un estudio de costos.

Para ello, se realizó el diseño elemental de la maqueta, el estudio del material utilizado, las prestaciones que éste brindó y los componentes que se emplearon en la construcción fueron los más idóneos.

Para la ejecución práctica del trabajo se tomó en cuenta factores tales como:

- ↔ Dimensiones;
- ↔ Materiales para la estructura
- ↔ Cable Electro luminiscente; y,
- ↔ Otros.

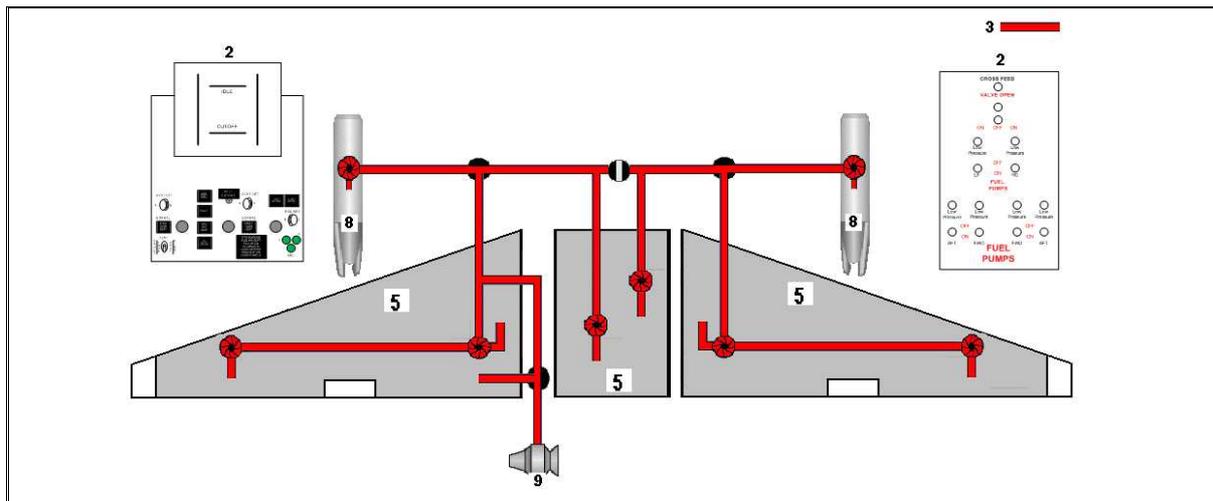
El material utilizado debe ser liviano además de que su tamaño no debe ser muy voluminoso, ya que tiene como fin ser de fácil traslado desde su lugar de almacenamiento hasta el lugar donde se empleará la maqueta, sea en las aulas de clases o lugares para explicaciones prácticas.

### 3.1.1 Descripción de la Maqueta

La maqueta que simula el funcionamiento del Sistema de Combustible del Avión Boeing 737 (ver **ANEXO H**) está constituida de acrílico y aluminio, además de un soporte que aloja a los componentes, el cual está construido en hierro, madera MDF lo que garantiza un bajo peso además de resistencia, para facilitar su traslado lleva ruedas en cada una de las patas. Esta maqueta posee un conjunto electrónico para simular las líneas de combustible, las bombas de combustible y las válvulas electromecánicas del sistema de combustible, ya que el uso de los elementos eléctricos, electrónicos facilita la construcción funcional del Sistema de alimentación de combustible reduciendo peso, tamaño y complejidad de construcción.

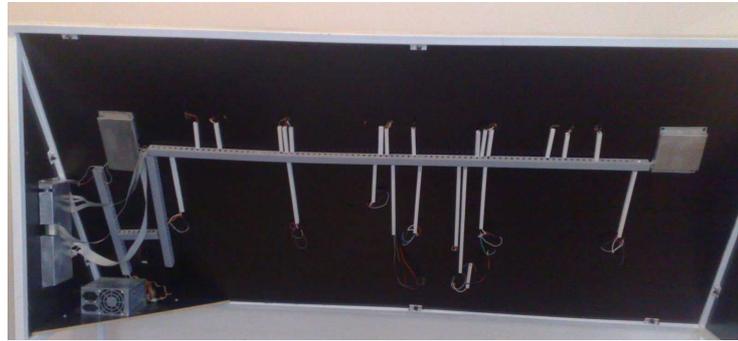
Para construir un sistema que opere con fluidos empleando componentes electromecánicos se elevaría el grado de complejidad en la construcción, las dimensiones de la maqueta se incrementarían al igual que el peso, y de este modo no cubriría el objetivo de ser de fácil traslado al lugar donde se impartan las clases.

### 3.1.2 Partes Constitutivas



**Fig.3.1 Diseño Básico de la Construcción de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible**  
Fuente: Ulices Cedillo

1. Cableado para conexiones



**Fig.3.2 Cableado para Conexiones**

**Fuente: Ulices Cedillo**

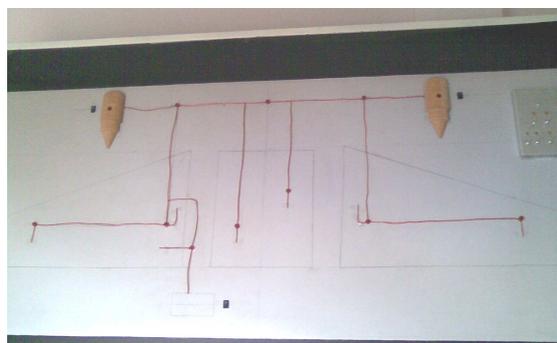
2. Simulación de Paneles P5, Start Levers, P8-1



**Fig.3.3 Simulación de paneles P5, Start Levers, P8-1**

**Fuente: Ulices Cedillo**

3. Líneas de Cable electro luminiscente



**Fig.3.4 Líneas de Cable electro luminiscente**

**Fuente: Ulices Cedillo**

4. Soporte Estructural



**Fig.3.5 Soporte Estructural**

**Fuente: Ulices Cedillo**

5. Tanques de Combustible contruidos en plexiglás



**Fig.3.6 Tanques de Combustible**

**Fuente: Ulices Cedillo**

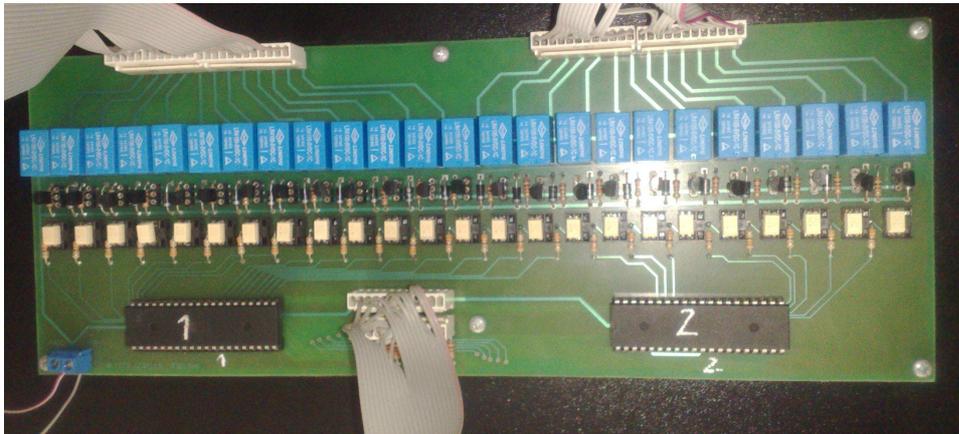
6. Fuente de Voltaje



**Fig.3.7 Fuente de Voltaje**

**Fuente: Ulices Cedillo**

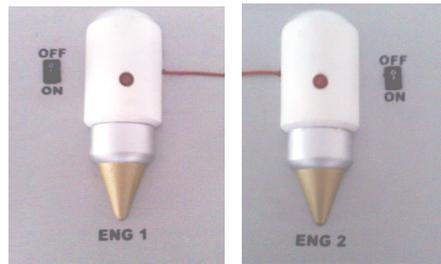
7. Conjunto Electrónico de Control



**Fig.3.8 Conjunto Electrónico de Control**

**Fuente: Ulices Cedillo**

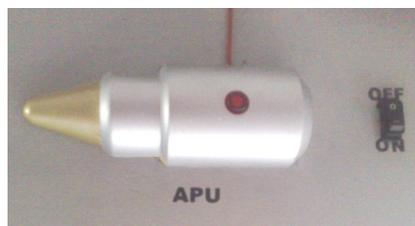
8. Motores



**Fig.3.9 Motores**

**Fuente: Ulices Cedillo**

9. APU



**Fig.3.10 APU**

**Fuente: Ulices Cedillo**

### 3.1.3 Dimensiones de la Maqueta

Tabla 3.1. Dimensiones de la Maqueta

Dimensiones de la maqueta.					
Nº	Descripción	Altura Total (cm)	Ancho Total (cm)	Espesor (cm)	Material
1	Soporte estructural	182	202	52	Tubo cuadrado de hierro 1"x1"x1.5
2	Lámina de MDF	97	197	1	MDF 10mm formica negra doble cara
3	Formaciones de las alas	35	70	7	Acrílico color humo de 5 líneas
4	Formación del tanque ventral	35	28	7	Acrílico color humo de 5 líneas
5	Paneles P5, Start Levers, P8-1	20	15	3	Lamina de aluminio de 1mm

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.1.4 Descripción del Accionamiento de la Maqueta

La simulación de la operación y funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del Avión Boeing 737 se realiza de la siguiente manera:

Para simular el accionamiento de cada una de las bombas y de cómo el combustible recorre las líneas se emplea los interruptores alojados en el panel que simula el P5 los cuales encienden cada una de las lámparas las cuales simulan las bombas y además encienden las líneas de cable de neón acorde al flujo de combustible operación seleccionada.

### **3.1.5 Descripción de Funcionamiento de la Maqueta**

El transformador el cual supe de corriente eléctrica apropiada al cable electro luminiscente necesita de 12v dc para lo cual es necesario emplear una fuente de que transforme la corriente eléctrica de los toma corrientes de 110v ac a 12 v dc

Para simular la operación y observar el funcionamiento de la maqueta del sistema de alimentación de combustible se procede le la siguiente manera:

- ⚡ La fuente y el transformador deben de estar energizados.
- ⚡ Desde el panel P5 se deberá de accionar las bombas de los tanques principales y estos darán energía a las líneas de cable de neón y a las lámparas que simulan las bombas, y de este modo se podrá observar el trayecto del combustible.
- ⚡ De la misma manera si se selecciona la operación de alimentación cruzada se puede observar cómo se energizan las líneas y como se realizaría el flujo de combustible; al igual si seleccionamos una sola bomba para que genere la presión se visualizara como se realizaría esta operación.

### **3.1.6 Construcción**

Para la construcción de esta maqueta se debe tener en cuenta la optimización de los recursos, materiales y equipos; no todos los elementos que constituyen la maqueta fueron construidos. A continuación se detallan los elementos construidos y los no construidos:

### **Construidos:**

- ✦ Soporte estructural  
(para referencia ver fig.3.5)
- ✦ Tableros de MDF para el soporte estructural  
(para referencia ver fig.3.5)
- ✦ Recreación de Paneles P5, Start Levers, P8-1  
(para referencia ver fig.3.3)
- ✦ Formaciones en acrílico de las alas  
(para referencia ver fig.3.6)
- ✦ Formación en acrílico del tanque ventral  
(para referencia ver fig.3.6)
- ✦ Conjunto de cableado y conexiones de los mismos  
(para referencia ver fig.3.2)
- ✦ Conjunto electrónico de control para la simulación  
(para referencia ver fig.3.8)

### **No Construidos:**

- ✦ Fuente de voltaje de para computador  
(para referencia ver fig.3.7)
- ✦ Transformados para las líneas de cable de neón  
(no se muestra)
- ✦ Interruptores  
(para referencia ver fig.3.3 y fig.3.9)
- ✦ Lámparas  
(para referencia ver fig.3.3y fig.3.9)

### 3.1.7 Codificación de Maquinas, Equipos y Herramientas

**Tabla 3.2. Codificación de Maquinas**

<b>Codificación de Maquinas</b>			
<b>Nº</b>	<b>Maquina</b>	<b>Características</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	Cortadora Eléctrica	110/220 V	M1
<b>2</b>	Soldadora Eléctrica	110/220 V	M2
<b>3</b>	Esmeril de mano	110V – 1/2 HP	M3
<b>4</b>	Cierra circular de mano	110/220 V	M4
<b>5</b>	Taladro de Banco	110/220 V	M5
<b>6</b>	Esmeril de Banco	110 V – 1/2 HP	M6
<b>7</b>	Prensa Termo formadora	110/220 V	M7
<b>8</b>	Dobladora de tol	L 1000 mm	M8
<b>9</b>	Cautín tipo lápiz	110/220 V	M9

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Tabla 3.3. Codificación de Equipos**

<b>Codificación de Equipos</b>			
<b>Nº</b>	<b>Equipo</b>	<b>Características</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	Compresor y Equipo de Pintura	80 PSI – 1 HP	E1
<b>2</b>	Multímetro digital	multifuncional	E2
<b>3</b>	Programador de Avrs y fresadora para placas electrónicas CNC EPC	Dac drill operado desde Prótel Sistem	E3

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Tabla 3.4. Codificación de Herramientas**

<b>Codificación de Herramientas</b>		
<b>Nº</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	Flexómetro	H1
<b>2</b>	Escuadra	H2
<b>3</b>	Juego de llaves mixtas en pulgadas	H3
<b>4</b>	Rayador	H4
<b>5</b>	Entenalla	H5
<b>6</b>	Martillo	H6
<b>7</b>	Sierra Manual	H7
<b>8</b>	Tijera para tol	H8
<b>9</b>	Cepillo de Acero	H9
<b>10</b>	Corta frio	H10
<b>11</b>	Pela cables	H11
<b>12</b>	Alicate	H12
<b>13</b>	Project board	H13

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.1.8 Simbología

La siguiente es la simbología de diagramas de procesos que se utilizará para describir el proceso de construcción de la maqueta.

**Tabla 3.5. Simbología**

Simbología		
Nº	Actividad	Simbología
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Línea de procesos	
4	Producto semi terminado	
5	Producto terminado	

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.2 Diagramas de Procesos de Construcción

#### 3.2.1 Diagrama de Proceso de Construcción de la Estructura del Soporte

**Material:** Tubo negro cuadrado de hierro 1"x1"x1.5

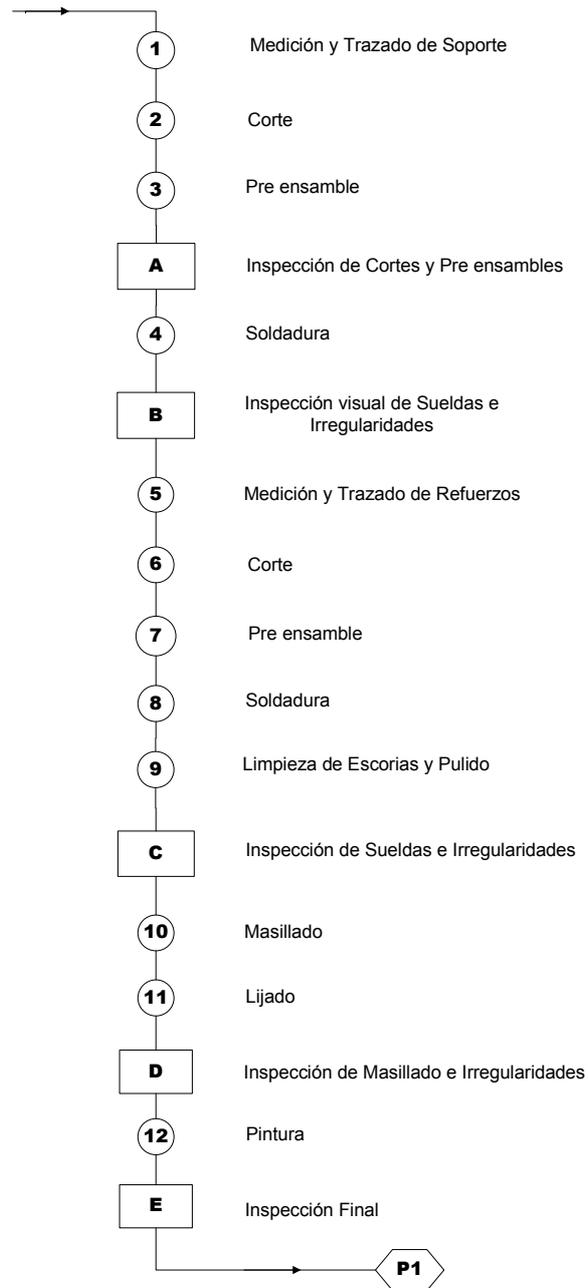


Fig. 3.5 Soporte Estructural

### 3.2.2 Tabla de Proceso de Construcción de la Estructura del Soporte

Tabla 3.6. Tabla de Proceso de Construcción de la Estructura del Soporte

Tabla de Proceso de Construcción del Soporte Estructural							
Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medición y Trazado del Soporte					H1-H2-H4	20
2	Corte					H7-H5	60
3	Soldadura	M2	60			H2	60
4	Medición y Trazado de los Refuerzos					H1-H2-H4	20
5	Corte					H7-H5	30
6	Soldadura	M2	30			H2	30
7	Limpieza de Escoria y Pulido	M3	45			H9	20
8	Pintura			E1	60		

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.2.3 Diagrama del Proceso de Construcción de Tableros de MDF para el Soporte Estructural

**Material:** MDF e=10 mm Líneas formica negra doble cara

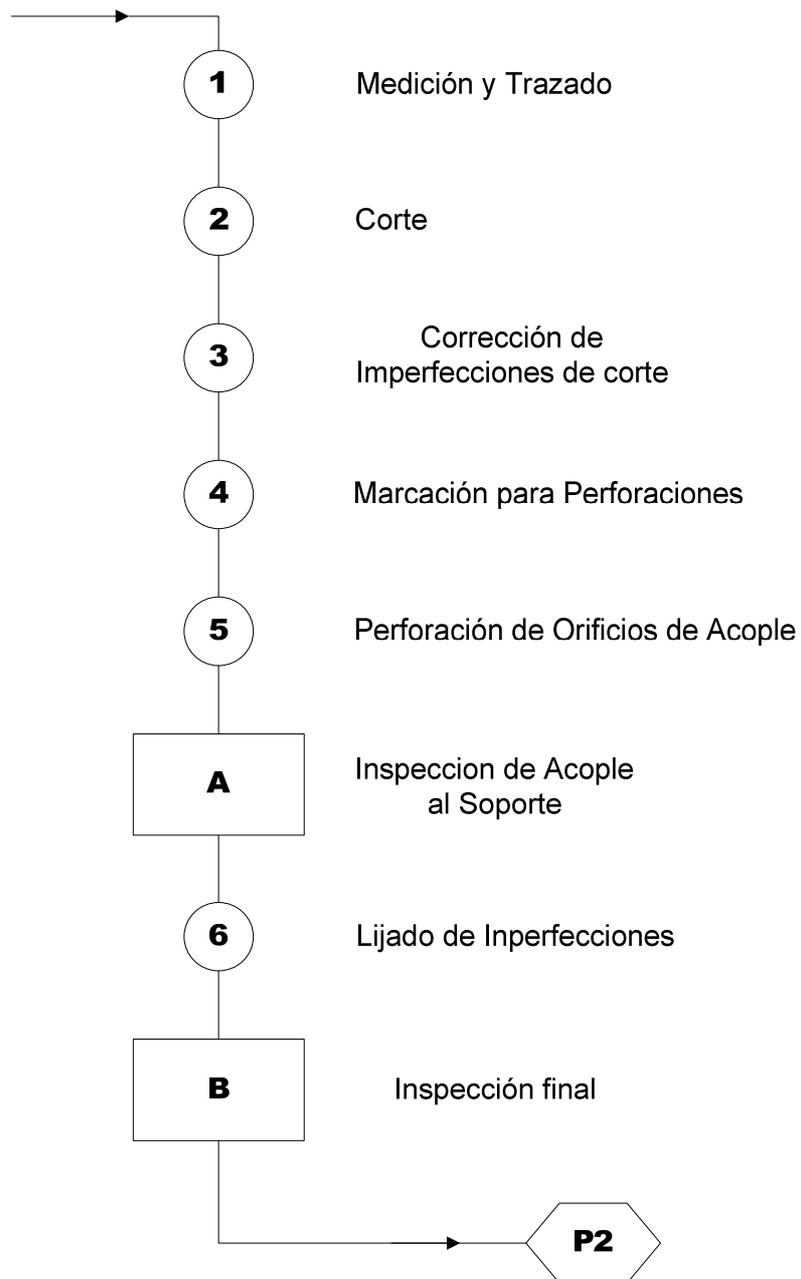


Fig. 3.5 Soporte Estructural

### 3.2.4 Tabla del Proceso de Construcción de Tableros de MDF

**Tabla 3.7. Tabla del Proceso de Construcción de Tableros de MDF**

<b>Tabla de Proceso de Construcción de Tableros de MDF</b>							
<b>Nº</b>	<b>Proceso</b>	<b>Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)</b>					
		<b>M</b>	<b>t</b>	<b>E</b>	<b>t</b>	<b>H</b>	<b>T</b>
1	Medición y Trazado					H1-H2-H4	60
2	Corte	M4	60				
3	Corrección de Imperfecciones de Corte	M4	30				
4	Marcación para Perforaciones					H1-H2-H4	20
5	Perforación de Orificios de Acople	M5	40				
6	Lijado de Imperfecciones	M3	40				

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.2.5 Diagrama de Proceso de Construcción de Paneles P5, Start Levers, P8

**Material:** Lamina de aluminio e=1mm

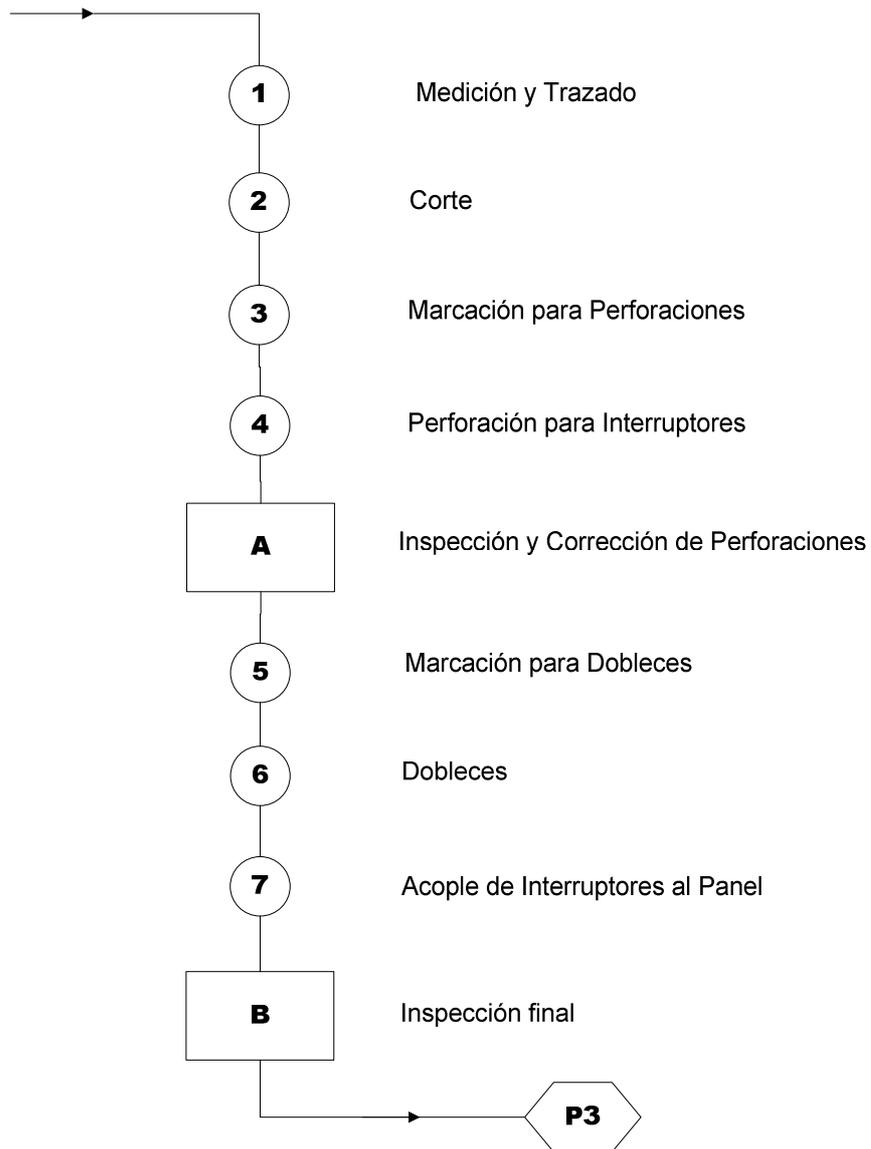


Fig. 3.3 Simulación de de Paneles P5, Start Levers, P8-1

**3.2.6 Tabla del Proceso de Construcción de Paneles P5, Start Levers, P8-1**  
**Tabla 3.8. Tabla del Proceso de Construcción de Paneles P5, Start Levers, P8-1**

**Tabla de Proceso de Construcción de Paneles P5, Start Levers, P8-1.**

Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medición y Trazado					H1-H2-H4	30
2	Corte					H8	20
3	Marcación para Perforaciones					H1-H2-H4	20
4	Perforación de Orificios	M5	40				
5	Marcación para Dobleces					H1-H2-H4	20
6	Dobleces	M8	30				
7	Acople de interruptores a los Paneles					H3-H12	40

**Fuente:** Maqueta en Construcción

**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.2.7 Diagrama del Proceso de Termo conformación de las Alas.

**Material:** Acrílico color humo e = 5 líneas

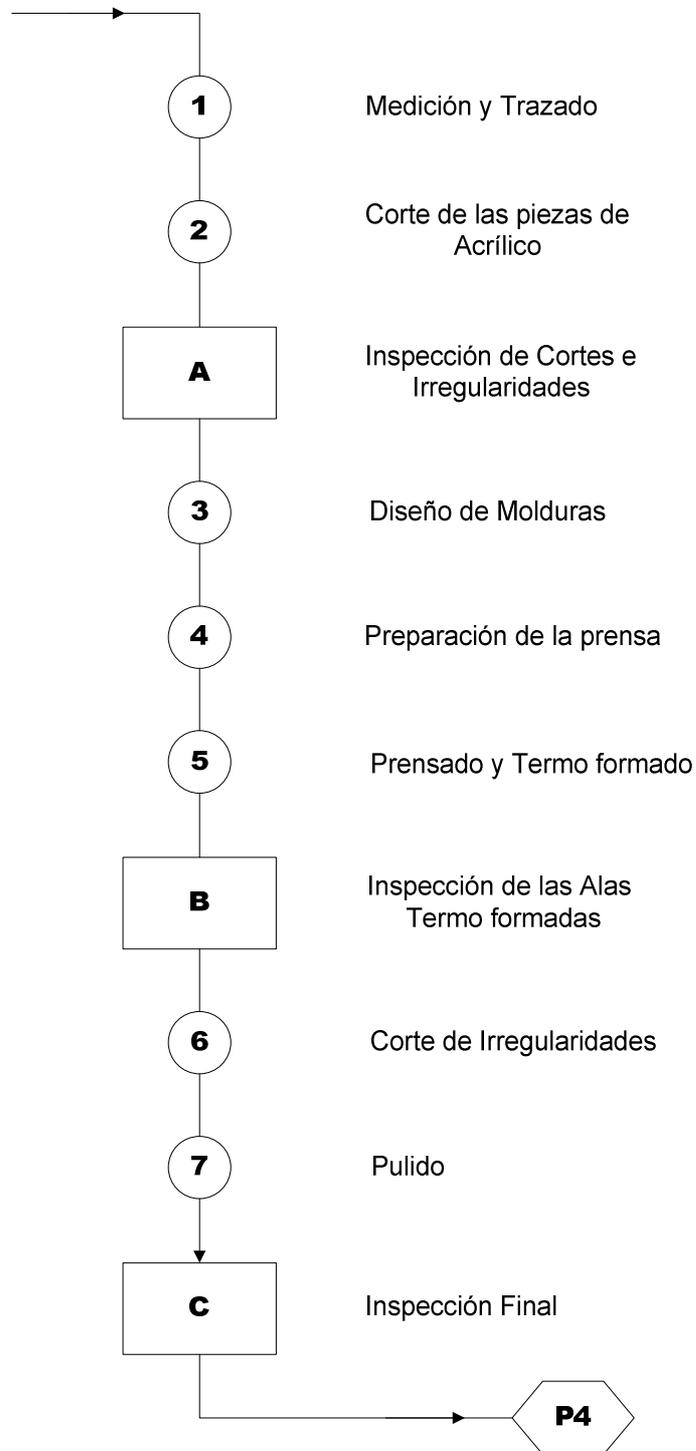


Fig. 3.6 Tanques de Combustible

### 3.2.8 Tabla del Proceso de Termo conformación de las Alas.

**Tabla 3.9. Tabla del Proceso de Termo conformación de las Alas.**

Tabla de Proceso de Termo conformación de las Alas.							
Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medición y Trazado					H1-H2-H4	60
2	Corte	M3	60				
3	Diseño de Molduras	M6	60			H1-H2-H4	60
4	Prensado y Termo formado	M7	240				
5	Corte de Irregularidades	M6	40			H4	10
6	Pulido	M3	40				

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.2.9 Diagrama de Proceso de Termo conformación del Tanque Ventral.

**Material:** Acrílico color humo e = 5 líneas

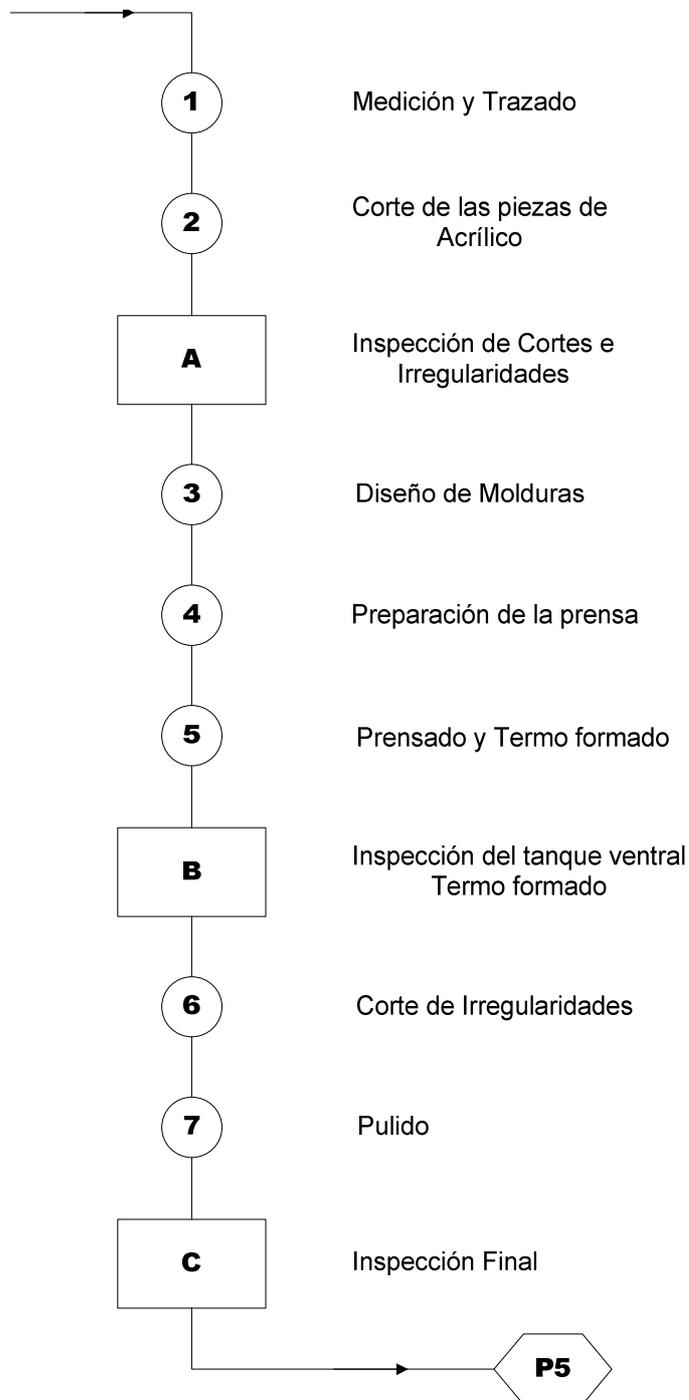


Fig. 3.6 Tanques de Combustible

**3.2.10 Tabla del Proceso de Termo conformación del Tanque Ventral.**

**Tabla 3.10. Tabla del Proceso de Termo conformación del Tanque Ventral.**

<b>Tabla de Proceso de Termo conformación del Tanque Ventral.</b>							
<b>Nº</b>	<b>Proceso</b>	<b>Maquina - Equipo - Herramienta</b>					
		<b>Tiempo (minutos)</b>					
		<b>M</b>	<b>t</b>	<b>E</b>	<b>t</b>	<b>H</b>	<b>t</b>
1	Medición y Trazado					H1-H2-H4	60
2	Corte	M3	60				
3	Diseño de Molduras	M6	60			H1-H2-H4	60
4	Prensado y Termo formado	M7	240				
5	Corte de Irregularidades	M6	40			H4	10
6	Pulido	M3	40				

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.2.11 Diagrama de Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.

**Material:** Cable de neón, cableado UTP categoría 5, interruptores

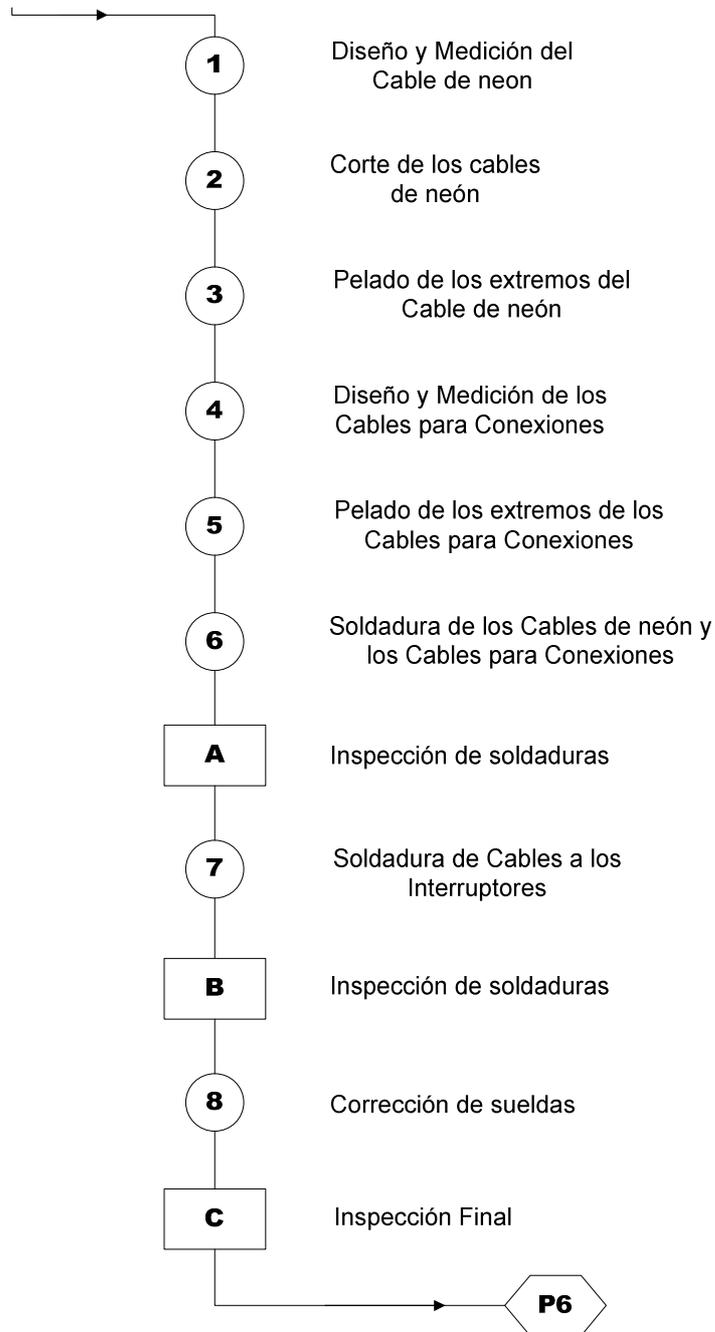


Fig. 3.2 Cableado para Conexiones

Fig. 3.4 Líneas de Cable electro luminiscente

### 3.2.12 Tabla del Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.

**Tabla 3.11. Tabla del Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.**

<b>Tabla de Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.</b>							
<b>Nº</b>	<b>Proceso</b>	<b>Maquina - Equipo - Herramienta</b>					
		<b>Tiempo (minutos)</b>					
		<b>M</b>	<b>t</b>	<b>E</b>	<b>t</b>	<b>H</b>	<b>t</b>
1	Diseño y Medición del cable de Neón					H1-H2-H4	60
2	Corte de Cables de Neón					H10	30
3	Pelado del Cable de Neón					H11	120
4	Medición del Cable para conexiones					H1-H2-H4	60
5	Pelado del Cable para conexiones					H10	45
6	Soldadura de los Cables de Neón y los de Conexiones	M9	180			H12-H10	90
7	Soldadura de los Interruptores	M9	120			H12-H10	45
8	Corrección de sueldas	M9	30				

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 3.2.13 Diagrama de Proceso de Construcción del Conjunto Electrónico de Control.

(Anexo H ) Programación de los Avrs

**Material:** Baquelita, sócalos, conectores, micro-procesadores, relés, opto acopladores, transistores, resistencias.

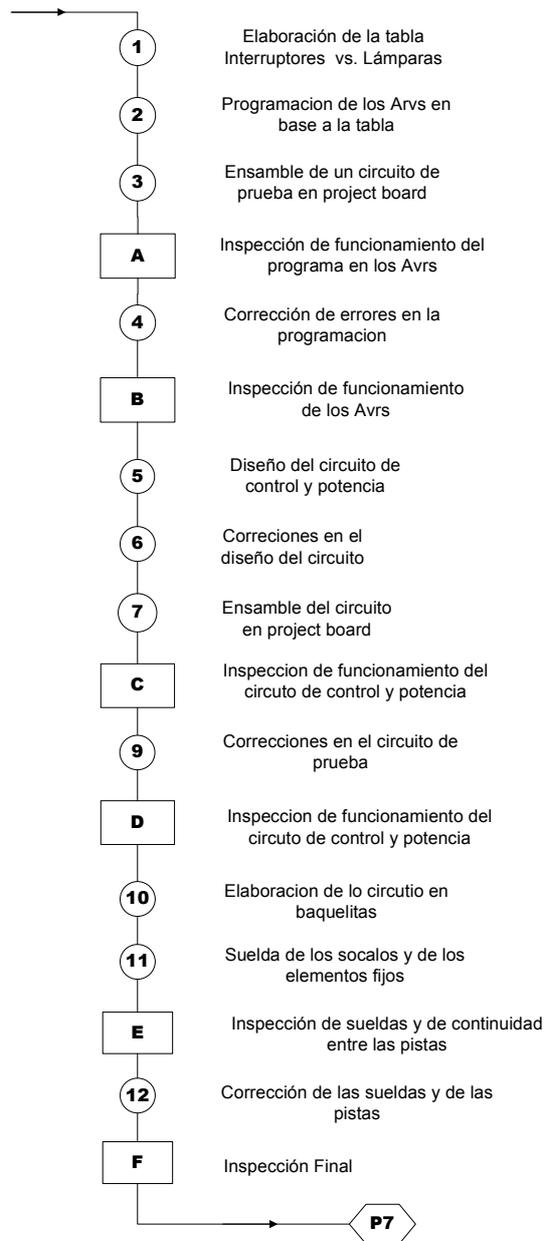


Fig. 3.8 Conjunto Electrónico de Control

**3.2.14 Tabla del Proceso de Construcción del Conjunto Electrónico de Control.**

**Tabla 3.12. Tabla del Proceso de Construcción del Conjunto Electrónico de Control.**

<b>Tabla del Proceso de Construcción del Conjunto Electrónico de Control.</b>							
Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Elaboración de la tabla interruptores vs lámparas			E3	60		
2	Programación de los Avrs			E3	240		
3	Ensamble del circuito de prueba en Project board			E2	60	H13	120
4	Corrección de los errores en la programación			E3	120		
5	Diseño del circuito de control y potencia			E3	120		
6	Correcciones del circuito de control y potencia			E3	60		
7	Ensamble del circuito de control y potencia en Project board			E2	120	H13	240
8	Correcciones en el circuito de prueba					H13	60
9	Elaboración del circuito en baquelitas			E3	120		
10	Suelda de sócalos y de los elementos fijos	M9	360			H10-H12	120
11	Corrección de las sueldas y de las pistas	M9	120	E2	120		

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

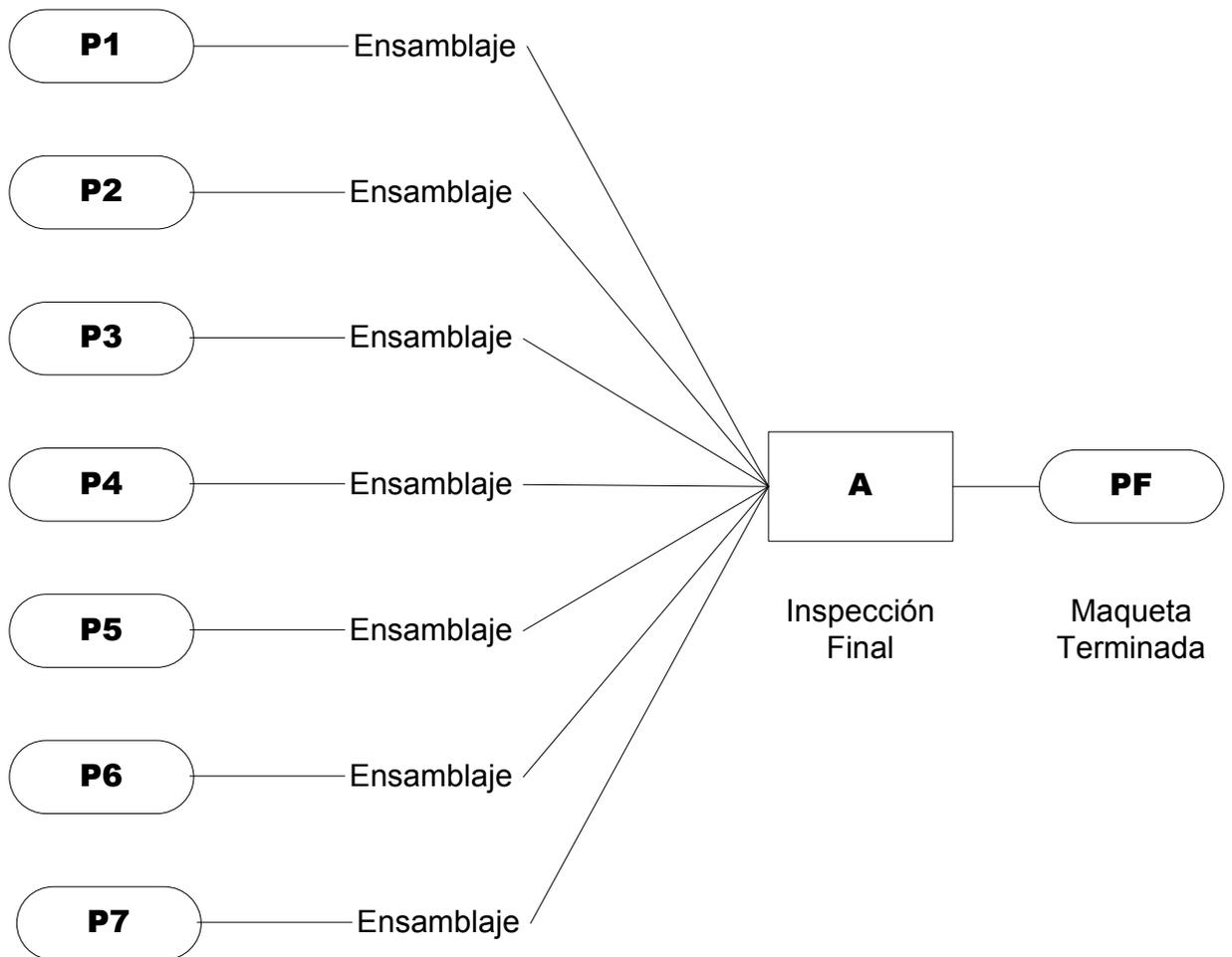
El diagrama esquemático y el ruteado de pistas del Conjunto Electrónico de control se encuentran en el **ANEXO G**, para satisfacer cualquier inquietud dirigirse al mismo.

### 3.3.1 Diagrama de Ensamble

Para realizar el ensamblaje de la maqueta, con sus respectivos componentes, se debe realizar con mucho cuidado, evitando dañar alguna de las líneas eléctricas o alguno de los componentes que incorporan la maqueta.

A continuación se muestra el diagrama de ensamblaje final de la maqueta

#### 3.3.1.1 Diagrama de ensamblaje final de la maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible a los Motores del Avión Boeing 737



Ver Anexo I

## **CAPÍTULO IV**

### **MANUALES**

#### **4.1 Descripción de Manuales**

A continuación se describen manuales los cuales servirán de ayuda al momento de manipular la maqueta y a su vez indican de cómo dar el respectivo mantenimiento para que la maqueta brinde un óptimo resultado al momento de ser empleada.

Los siguientes son los manuales que servirán de guía tanto para manipulación como mantenimiento de la maqueta alargando así la vida útil de la misma.

- ↔ Manual de Operación
- ↔ Manual de Mantenimiento
- ↔ Hojas de Registros

#### **4.2 Manual de Operación**

##### **4.2.1. Descripción General**

En el manual se encuentran los pasos que se deberán seguir para operar en forma correcta a la maqueta y a sus diferentes funciones en las líneas de combustible con una serie de normas de funcionamiento con las diversas precauciones de la misma.

Las normas de operación y funcionamiento son básicas debido a que la complejidad de operación en la maqueta es mínima, esta se basa en la operación y accionamiento del avión en sí las cuales son impartidas durante el estudio de la materia de sistemas de combustible.

Las precauciones que se debe de tomar no están por demás advertirlas, a pesar que la operación y funcionamiento de la maqueta es extremadamente sencilla, hay que tener en cuenta las debidas precauciones para evitar cualquier inconveniente o incidente al momento de emplearla

### **4.3 Manual de Mantenimiento**

#### **4.3.1 Descripción General**

En el manual de mantenimiento se detallan todos los procedimientos necesarios en cuanto a mantenimiento preventivo, para así prolongar la vida útil de la maqueta sin que esta sufra ningún tipo de averías por el uso que se de a la misma.

El manual de esta maqueta ayuda a preservar el buen estado de la misma, evitando el deterioro por agentes externos como humedad, corrosión, polvo, etc. y efectos causados por el uso normal de la maqueta como puede ser rajaduras golpes y desgaste normal.

En el manual se dará una breve descripción de los pasos que deberá seguir para proporcionar el debido mantenimiento a los componentes de la maqueta bien sea semanal mensual o bien después de haberla usado.

El mantenimiento de la maqueta es extremadamente sencillo y no requiere de herramientas especiales. Lo más importante será mantenerla protegida de agentes externos ya mencionados anteriormente, y sobre todo del agua ya que esta podría destruir en su totalidad los componentes eléctricos y electrónicos de la maqueta.

## **4.4 Registro de Datos Técnicos**

### **4.4.1 Descripción General**

La hoja de datos o registros es un instrumento necesario e importante para llevar en forma ordenada y organizada el uso de la maqueta ya que en ellas se registran los datos de todas las imperfecciones que se van dando en la maqueta al momento que empieza a funcionar.

Estas hojas sirven de respaldo para las personas que manipulen la maqueta, ya que las mismas indican la actividad que se está llevado a cabo, indica también si se ha realizado alguna actividad de mantenimiento, cambio de repuestos, etc.

Las hojas de registro que se emplearan en está maqueta son las siguientes:

- ✦ Libro de Vida de Mantenimiento de la Maqueta.
- ✦ Libro de Vida de Funcionamiento de la Maqueta.
- ✦ Libro de Vida de Daños de la Maqueta.

Las hojas de registro incorporan datos específicos de cada una de las acciones tomadas en cuanto a mantenimiento además de las prestaciones y los daños los cuales se han suscitado a medida que la maqueta se a estado empleando.

## 4.5 Pruebas y Manuales de Operación – Mantenimiento y Hojas de Registro

### 4.5.1 Descripción General

A continuación se detallan las pruebas que se han realizado con la maqueta, proporcionando al operador un manual de operación que es de gran ayuda, evitando de esta manera posible accidentes y tener conocimientos para la maniobra del equipo

Un manual de mantenimiento sirve para preservar y extender la vida útil de la maqueta, al igual que una hoja de registros en donde se anotará las veces que es utilizada la maqueta, llevando un registro el tiempo de operación de la maqueta.

**Tabla 4.1. Tabla de Codificación de los Manuales de la Maqueta del Sistema de Combustible del avión Boeing 737.**

<b>Codificación de los Manuales y Códigos.</b>	
<b>Procedimientos</b>	<b>Códigos</b>
Manual Operación de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del avión Boeing 737	<b>ITSA-MSACB-M1</b>
Manual de Mantenimiento de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del avión Boeing 737	<b>ITSA-MSACB-M2</b>
Libro de Vida de Mantenimiento de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del avión Boeing 737	<b>ITSA-MSACB-L1</b>
Libro de Vida de Funcionamiento de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del avión Boeing 737	<b>ITSA-MSACB-L2</b>
Libro de Vida de Daños de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del avión Boeing 737	<b>ITSA-MSACB-L3</b>

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

<b>ITSA</b> 	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>Pág. :1de 2</b>
	<b>PRUEBAS DE APLICACIÓN</b>	
	<b>Elaborado por: Sr. Ulices Cedillo</b>	<b>Revisión Nº. : 1</b>
	<b>Aprobado por: Ing. Dag Bassantes</b>	<b>Fecha : Junio 2009</b>

## 1. OBJETIVO

Documentar las pruebas de aplicación realizadas, de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del avión Boeing 737.

## 2. ALCANCE

Comprobar el normal funcionamiento de la Maqueta del Sistema de Alimentación Combustible del avión Boeing 737, al ser empleado en un tiempo relativo a la explicación del sistema.

## 3. PRUEBAS REALIZADAS

A fin de estimar la correcta operación y funcionamiento de la Maqueta del Sistema de Alimentación Combustible del avión Boeing 737, se efectuó varias pruebas de aplicación, con diferentes intervalos de tiempo empleando cada una de sus configuraciones de uso, se obtuvieron los siguientes resultados.

## 4. INTERVALO DE TIEMPO (minutos)

### **PRUEBA (a)**

Sistema Completo	Si
Tiempo Transcurrido	30.
Numero de pruebas	2

### **PRUEBA (b)**

Sistema Completo	Si
Tiempo Transcurrido	60.
Numero de pruebas	2

### **PRUEBA(c)**

Sistema Completo	Si
Tiempo Transcurrido	90.
Numero de pruebas	2

#### **PRUEBA (d)**

Sistema Completo	Si
Tiempo Transcurrido	120.
Numero de pruebas	2

#### **4. CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS DE APLICACIÓN**

Una vez finalizado las pruebas de aplicación se pudo definir que la Maqueta del Sistema Alimentación de Combustible del avión Boeing 737, responde de manera eficiente a todos los parámetros de seguridad y sin presentar ningún inconveniente en sus componentes.

	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. :</b>								
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>1 de 1</b>								
	<b>Elaborado por: Sr. Ulices Cedillo</b>	<b>Código :</b> <b>ITSA-MSACB-M1</b>								
	<b>Aprobado por: Ing. Dag Bassantes</b>	<b>Revisión</b> <b>Nº. : 1</b>								
<b>Fecha : Junio 2009</b>										
<p><b>1. OBJETIVO</b> Documentar los procedimientos de operación de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del avión Boeing 737.</p> <p><b>2. ALCANCE</b> Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para utilizar la maqueta.</p> <p><b>3. NOMBRE DEL EQUIPO:</b> MAQUETA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN BOEING 737.</p> <p><b>5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b></p> <table border="0"> <tr> <td>↺ Longitud</td> <td>202 cm</td> </tr> <tr> <td>↺ Ancho</td> <td>52 cm</td> </tr> <tr> <td>↺ Altura</td> <td>182 cm</td> </tr> <tr> <td>↺ N./ ruedas</td> <td>4 garruchas</td> </tr> </table> <p><b>6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:</b> Sin documentos de referencia.</p> <p><b>7. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO</b></p> <p>7.1. Asegurarse que la maqueta sea conectada a una toma energía eléctrica de 110v ac.</p> <p>7.2. Asegurarse de que el fusible principal de la maqueta se encuentre el buen estado.</p> <p>7.3. Asegurarse de que todos los interruptores y líneas se encuentren en posición de apagado antes de poner el interruptor principal de la maqueta en la posición de encendido</p> <p><b>8. PRECAUCIONES</b></p> <p>8.1. Verificar que el cable energía principal no se encuentre pelado o roto.</p> <p>8.2. No conectar la maqueta a tomas de energía eléctrica de más de 110v ac.</p> <p>8.3. No mojar la maqueta ni limpiar con agua los componentes de la misma.</p> <p>8.4. Revisar que los interruptores se encuentre en buenas condiciones para evitar un cortocircuito (si se presenta un corto circuito remplace los fusibles de la maqueta).</p> <p>8.5. Se debe trasladar con precaución y cuidado.</p> <p><b>Firma del Responsable :</b> _____</p>			↺ Longitud	202 cm	↺ Ancho	52 cm	↺ Altura	182 cm	↺ N./ ruedas	4 garruchas
↺ Longitud	202 cm									
↺ Ancho	52 cm									
↺ Altura	182 cm									
↺ N./ ruedas	4 garruchas									

	<b>MANUALES</b>		<b>Pág. :</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>1 de 1</b>
	<b>Elaborado por: Sr. Ulices Cedillo</b>		<b>Código :</b> <b>ITSA-MSACB-M2</b>
	<b>Aprobado por: Ing. Bassantes</b>		<b>Revisión</b> <b>Nº. : 1</b>
	<b>Fecha :</b>	<b>Fecha : Junio 2009</b>	
<p><b>1. OBJETIVO</b> Documentar los procedimientos para el mantenimiento óptimo de la Maqueta del Sistema de Alimentación de Combustible del Avión Boeing 737.</p> <p><b>2. ALCANCE</b> Mencionar las diferentes tareas de mantenimiento que se deben de realizar para mantener en óptimas condiciones a la maqueta y que su operatividad no se vea limitada.</p> <p><b>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b> Sin documentos de referencia.</p> <p><b>4. DEFINICIONES</b> Se debe realizar una limpieza continua de la maqueta retirando todas las suciedades de la superficie.</p> <p><b>5. PROCEDIMIENTO</b> Los siguientes mantenimientos deben ser realizados por el técnico.</p> <p><b>5.1. Mantenimiento quincenal.</b> 5.1.1 Realizar una inspección visual a los componentes del panel P5 y a las formaciones de acrílico, así se verifica que no exista fisuras superficiales ni deterioro de los componentes del panel.</p> <p><b>5.2. Mantenimiento semestral.</b> 5.2.1 Revisar y verificar en su totalidad las líneas de conexión eléctricas y los interruptores. 5.2.2 Revisar y verificar las ruedas del soporte móvil de la maqueta. 5.2.3 Limpiar la estructura del soporte móvil.</p> <p><b>5.3. Mantenimiento anual.</b> 5.3.1 Inspeccionar cuidadosamente el estado del soporte sobretodo los puntos de soldadura. 5.3.2 Pintar la estructura del soporte en el caso de existir rayones o magulladuras para evitar corrosión.</p> <p><b>Firma del Responsable:</b> _____</p>			

	<b>REGISTRO</b>	<b>Código: ITSA-MSACB-L1</b>	
	<b>LIBRO DE VIDA DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN BOEING 737.</b>	<b>Registro No:</b>	

Hoja: ..... de.....

No	FECHA		TRABAJO REALIZADO	MATERIAL Y/O REPUESTO UTILIZADO	ENCARGADO	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA				

Firma del Responsable: \_\_\_\_\_

	<b>REGISTRO</b>	<b>Código:</b> ITSA-MSACB-L2	
	<b>LIBRO DE VIDA DE FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN BOEING 737.</b>	<b>Registro No:</b>	

Hoja: ..... de.....

FECHA	MOTIVO	PRUEBAS EJECUTADAS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES

Firma del Responsable: \_\_\_\_\_

	<b>REGISTRO</b>	<b>Código: ITSA-BSM-L3</b>	
	<b>LIBRO DE VIDA DE DAÑOS DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN BOEING 737.</b>	<b>Registro No:</b>	

Hoja: ..... de.....

No	FECHA	DAÑO OCACIONADO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES

Firma del Responsable: \_\_\_\_\_

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

El estudio económico es un factor importante y necesario porque permite determinar el costo real de la construcción de la maqueta, una vez terminada la construcción se detallan con exactitud los recursos económicos empleados en materiales, máquinas, herramientas, equipos y mano de obra

#### **5.1 Presupuesto**

Inicialmente se presentó en el desarrollo del ante proyecto un estudio económico para la elaboración del proyecto con un estimado de \$ 920.00 acorde a las propuestas vigentes. A continuación se presenta el costo real de la construcción del proyecto con las variaciones respectivas acorde las propuestas actuales.

#### **5.2 Análisis de Costos**

En la elaboración del proyecto se realizaron los siguientes gastos, siendo todos de importancia y ninguno menos relevante, tomando en cuenta los siguientes factores que se consideraron en el siguiente orden en la construcción de la maqueta del sistema de combustible del avión Boeing 737.

##### **Costos Primarios**

- ↵ Materiales
- ↵ Herramientas y Equipos
- ↵ Mano de Obra

##### **Costos Secundarios**

- ↵ Derechos de grado
- ↵ Elaboración de textos

## 5.2.1 Costos Primarios

### 5.2.1.1 Costos de Materiales.

Tabla 5.1. Tabla de Costos de Materiales.

Costos de Materiales.						
Nombre	Material	Cant	Uni	Caract.	V. Unit USD	V. Total USD
<b>Estructura del Soporte</b>	Tubo cuadrado de hierro	3	Uni.	1"x1"x1.5	15,93	42,67
	Platina de hierro	1	M	1/2"x1.5	2,00	2,00
	Garruchas	1	Paq	2"	2,00	2,00
	Soldadura	1	Kg	Aga 6011	4,20	4,20
	Disco de desbaste	1	Uni.	Norton	3,50	3,50
	Masilla	1	Kg	Polyfill	4,50	4,50
	Lijas	2	plieg.	30, 120	0,40	0,80
	Fondo uni primer	1/4	Ltr.	Fondo gris para metales	2,50	2,50
	Pintura	1/4	Ltr.	Esmalte blanco	2,00	2,00
<b>Tableros de MDF</b>	MDF 10 líneas formica negra doble cara	1	Lam	3x2m	35,88	35,80
<b>Panel P5</b>	Lamina de aluminio de 1mm	1	cm	30x30cm	2,00	2,00
	Interruptores de doble contacto	6	Uni.	3 amp 125v ac/dc	0,50	3,00
	Cableado para los interruptores	1	m	Utp cat.5	3,00	3,00
<b>Alas</b>	Acrílico color humo	2	m <sup>2</sup>	Espesor 3 mm	30,00	60,00
<b>Tanque ventral</b>	Acrílico color humo	½	m <sup>2</sup>	Espesor 3 mm	15,00	15,00
<b>Cables de neón</b>	Cable de neón color rojo	5	m	Espesor 2 mm	15,00	75,00
	Estaño	10	m	Espesor 1,5mm	0,25	2,50

	Taype color negro	1	Uni.	Taype negro fantape	0,50	0,50
	Espaguetis	1	Pack	Negro ruber cobers 0.3	0,20	1,20
	Cable Gemelo	2	m	Cable gemelo N°12	0,50	1,00
<b>Fuete de Voltaje</b>	Fuente de Pc King start ATX	1	Uni.	Input 115v/50hz Output +5 35A +12 12A	20,00	20,00
<b>Tornillería para sujeción</b>	Pernos auto seguro cabeza redonda	20	Uni.	Pernos 3/8x 1/2 auto seguro negros	0,20	4,00
	Tornillos auto ros cantes para madera	5	Uni.	Tornillos auto ros cantes 1/4"	0,10	0,50
<b>Conjunto electrónico de control</b>	Baquelita de doble cara	2	Uni.	20 cm x 30 cm x 3 mm	7,50	14,00
	Relés 5vdc 6 pin	24	Uni.	1A 24 VDC 120 VAC	2,50	60,00
	Opto acopladores	24	Uni.	Pc 817	0,60	14,40
	Transistores	24	Uni.	2n3904	0,15	3,60
	Micro controlador	2	Uni.	AVR ATMEGA16	5,80	11,60
	Resistencias 330Ω	24	Uni.	330 Ω 1/4 w	0,03	0,75
	Resistencias 1kΩ	40	Uni.	1k Ω 1/4 w	0,03	1,20
	Bornera azul x 2	6	Uni.	Bornera para placa 2 terminales	0,35	2,10
	Conector gp 12 Beige x 12 pin	14	Uni.	Conector para placa de 12 pines gp 12	1,00	14,00
	Regleta maquinada	2	Uni.	Regleta 70 pines	1,65	3,30
	Zócalo 2 x3	48	Uni.	6 pin	0,12	5,75
	Zócalo 2 x 8	8	Uni.	16 pin	0,14	1,12
	Cable MT 25	4	m	Correa 25 cables	2,40	9,60
	Terminales n°1	142	Uni.	Terminales 4,5mm parejas	0,07	10,00
<b>TOTAL</b>					<b>439,09 USD</b>	

**Fuente:** Maqueta en Construcción

**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 5.2.1.2 Costos de Herramientas y Equipos.

**Tabla 5.2. Tabla de Costos de Utilización de Herramientas y Equipos.**

<b>Costos de Herramientas y Equipos.</b>					
<b>Nº</b>	<b>ITEM</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Uni. hrs.Hom USD</b>	<b>Hrs. Uso</b>	<b>V. Total hrs.Hom USD</b>
1	Flexómetro	1	0,25	7hrs	1,75
2	Escuadra	1	0,25	7hrs	1,75
3	Juego de llaves mixtas en pulgadas	1	1	1hrs	1,00
4	Rayador	1	0,25	7hrs	1,75
5	Entenalla	1	2,50	1hrs 30min	3,75
6	Cierra de mano	1	2,50	1hrs 30min	3,75
7	Tijera para tol	1	0,50	30min	0,25
8	Cepillo de Acero	1	0,50	2hrs	1,00
9	Corta frio	1	0,50	5hrs 30min	2,75
10	Pela cables	1	0,50	2hrs	1,00
11	Alicate	1	0,50	4hrs 30min	2,25
12	Soldadora eléctrica	1	8	1hrs 30min	12,00
13	Esmeril de mano	1	5	3hrs	15,00
14	Cierra circular de mano	1	5	1hrs 30min	7,50
15	Taladro de banco	1	5	1hrs 20min	7,00
16	Esmeril de banco	1	5	2hrs 30min	12,50
17	Prensa termo formadora	1	5	8hrs	40,00
18	Dobladora de tol	1	4	30min	2,00
19	Cautín tipo lápiz	1	2	5hrs 30min	11,00
20	Compresor y Equipo de Pintura	1	10	1hrs	10,00
21	Project board	1	0,50	7hrs	3,50
22	Multímetro digital	1	0,50	5hrs	2,50
23	Programador de AVR Y CNC EPC	1	8	15hrs	120
<b>TOTAL</b>					<b>260.25 USD.</b>

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 5.2.1.3 Costos por Mano de Obra.

**Tabla 5.3. Tabla de Costos por Mano de Obra.**

<b>Costos por Mano de Obra.</b>					
<b>Nº</b>	<b>ITEM</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unitario Hrs. Hombre USD</b>	<b>Hrs. Empleadas</b>	<b>V. Total Hrs. Hombre USD</b>
1	Soporte Estructural	1	6	5	30,00
2	Tableros de MDF	3	5	2	10,00
3	Construcción de Paneles	3	5	2	10,00
4	Formaciones de las Alas	2	5	2	10,00
5	Formación Tanque ventral	1	5	1	5,00
6	Conexiones de cables de neón y componentes eléctricos	30	5	6	30,00
7	Construcción del Conjunto Electrónico de Control.	1	7	23	161,00
<b>TOTAL</b>					<b>256,00 USD.</b>

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### 5.2.1.4 Total de Costos Primarios.

**Tabla 5.4. Tabla del Total de Costos Primarios.**

<b>Total de Costos Primarios.</b>		
<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor en USD.</b>
1	Costos de Materiales.	439,09
2	Costos de Herramientas y Equipos.	260,25
3	Costo por Mano de obra	256,00
<b>TOTAL</b>		<b>955,34 USD</b>

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

## 5.2.2 Costos Secundarios.

### 5.2.2.1 Total Costos Secundarios.

Tabla 5.5. Tabla del Total de Costos Secundarios.

<b>Total de Costos Secundarios.</b>		
<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor en USD.</b>
<b>1</b>	Derechos de Grado.	296,34
<b>2</b>	Elaboración de textos.	200,00
<b>TOTAL</b>		<b>496,34 USD</b>

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

## 5.2.3 Costo Total de Proyecto.

### 5.2.3.1 Costo Total del Proyecto.

Tabla 5.6. Tabla del Costo Total del Proyecto.

<b>Costo Total del Proyecto.</b>		
<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor en USD.</b>
<b>1</b>	Gastos Primarios	955,34
<b>2</b>	Gastos Secundarios	496,43
<b>TOTAL</b>		<b>1451,77 USD</b>

**Fuente:** Maqueta en Construcción  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- ✦ La maqueta que simula la operación y funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Boeing; en base a los resultados obtenidos en las pruebas de operacionales se encuentra en condiciones estándar de operación y cumple satisfactoriamente las expectativas del presente proyecto.
  
- ✦ La información técnica recopilada permitió comprender el funcionamiento del sistema y de los componentes que en el intervienen además de comprender los sistemas anexos al sistema de combustible.
  
- ✦ Para diseñar la simulación del sistema de alimentación de combustible se estudió los componentes que en el interviene y la ubicación de cada uno de ellos para de este modo recrear los en la maque de una manera adecuada.
  
- ✦ La maqueta exigió algunos requerimientos técnicos en cuanto a la interconexión de los componentes eléctricos y electrónicos que en ella intervienen para lo cual fue necesario observar detenidamente los parámetros que establecen los fabricantes y adquirir componentes de similares parámetros.

## 6.2 Recomendaciones

- ⌚ Para el buen uso de la maqueta se deberá de respetar los manuales y las indicaciones del instructor a cargo para de este modo evitar inconvenientes.
- ⌚ Los componentes de la maqueta y la maqueta en si deberán ser utilizados única y exclusivamente para realizar exposiciones con el fin de instruir a estudiantes o de realizar demostraciones prácticas de este sistema.
- ⌚ Realizar las tareas respectivas de mantenimiento preventivo para así evitar que la maqueta se corroa o se deteriore por la acumulación de polvo en la misma.
- ⌚ Anexar los componentes necesarios a la maqueta de los subsistemas relacionados con este sistema y con el ATA 22 del avión Boeing 737 que se describen a continuación:
  - ⌚ Sistema de Recarga de combustible a Presión.
  - ⌚ Sistema de Indicación de Cantidad de Combustible.
- ⌚ Elaborar un manual de guía para prácticas e incluir en el mismo un manual de casa fallas acorde a como se a estipulado en el alcance de el presente proyecto.

## GLOSARIO

### A

Asignatura: Cada una de las materias que se enseñan en un centro docente o forman un plan académico de estudios.

Análisis: Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.

ATA: Asociación de Transporte Aéreo - El listado **ATA 100 es una forma de organizar las distintas partes, reparaciones o tipos de sistemas que tiene cualquier avión.**

Arco Eléctrico: se denomina arco eléctrico o también arco voltaico a la descarga eléctrica que se forma entre dos [electrodos](#) sometidos a una [diferencia de potencial](#) y colocados en el seno de una atmósfera gaseosa enrarecida, normalmente a baja presión, o al aire libre.

APU: Unidad de Potencia Auxiliar.- es una unidad que proporciona energía eléctrica a la aeronave

### B

Bibliográfico: Perteneiente o relativo a la bibliografía.

Bibliografía: Descripción, conocimiento de libros, de sus ediciones, etc.

### C

Cátedra: Empleo y ejercicio del catedrático.

Confort: Aquello que produce bienestar y comodidades.

Corriente continua (DC): Corriente eléctrica de intensidad constante.

Corriente Alterna (AC): corriente eléctrica en la cual los electrones cambian repetidamente de dirección.

### D

Docencia: Práctica y ejercicio del docente.

Docente: Persona encargada de impartir sus conocimientos.

## **E**

Eficacia: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

Énfasis: Fuerza de expresión o de entonación con que se quiere realzar la importancia de lo que se dice o se lee.

Electrón: Partícula subatómica con carga eléctrica negativa y que gira alrededor del núcleo atómico

## **F**

Fricción: Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción entre dos superficies

Factibilidad: Cualidad o condición de factible.

Factible: Que se puede hacer.

Fuselaje: Cuerpo del avión donde van los pasajeros y las mercancías.

## **I**

Inducción: Acción y efecto de inducir.

## **L**

Láser: es un dispositivo que utiliza un efecto de la [mecánica cuántica](#), la emisión inducida o estimulada, para generar un haz de [luz coherente](#) de un medio adecuado y con el tamaño, la forma y la pureza controlados

## **M**

Metalurgia: Ciencia y técnica que trata de los metales y de sus aleaciones.

Método: Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

Metodología: Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

Muestra: Parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él.

## **O**

Obsoleto: Anticuado, inadecuado a las circunstancias actuales.

Operatividad: Capacidad para realizar una función.

## **P**

Pertinente: Perteneiente o correspondiente a algo. Un teatro con su pertinente escenario.

Percepción: Conocimiento, idea.

Población: Conjunto de los individuos o cosas sometido a una evaluación estadística mediante muestreo.

Propender: Dicho de una persona: Inclinarsse por naturaleza, por afición o por otro motivo, hacia algo en particular.

## **S**

Síntesis: Composición de un todo por la reunión de sus partes.

## **T**

Tabular: Expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas.

Termoplásticos: de la sustancia que al calentarla se ablanda y se convierte en viscosa, recuperando su estado primitivo al enfriarla. No ocurre ninguna reacción química durante el calentamiento.

## **U**

Universo: Conjunto de individuos o elementos cualesquiera en los cuales se consideran una o más características que se someten a estudio estadístico.

## **V**

Veraz: Que dice, usa o profesa siempre la verdad.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✦ Normas JARR. Conocimientos Básicos del Avión Actualización 2006
- ✦ THE BOEING COMPANY, "727 Maintenance Manual" Rev. 94, Boeing Comercial Aeroplanes Group, enero 2008.
- ✦ Recopilación de Derecho Aeronáutico. (RGDAC)
- ✦ <http://www.boeing.com>
- ✦ <http://www.allboeing.com>
- ✦ [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- ✦ <http://es.wikipedia.org/aviacion/fuselaje>
- ✦ <http://es.wikipedia.org/wiki/Aviacion>
- ✦ <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>
- ✦ <http://es.wikipedia.org/wiki/Aeronave>
- ✦ <http://www.nasa.gov>
- ✦ <http://www.scaled.com>
- ✦ <http://www.lockheedmartin.com>
- ✦ <http://www.northropgrumman.com>
- ✦ <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12>

- ⌘ <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:SMAW.welding.navy.ncs.jpg>
- ⌘ [http:// valetron.eresmas.net/Iniciacionsoldaduraconestano.pdf](http://valetron.eresmas.net/Iniciacionsoldaduraconestano.pdf)
- ⌘ [http:// www.badarte.com.ar/?q=node/94](http://www.badarte.com.ar/?q=node/94)
- ⌘ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Switches-electrical.agr.jpg>
- ⌘ <http://es.wikipedia.org/wiki/AVR>
- ⌘ [http://www.unicrom.com/Tut\\_optoacoplador.asp](http://www.unicrom.com/Tut_optoacoplador.asp)
- ⌘ <http://media.digikey.com/photos/Micro%20Commercial%20Photos/353-TO-92-3.jpg>
- ⌘ <http://www.byexamples.com/ee/images/resistor.jpg>
- ⌘ <http://www.byexamples.com/ee/images/resistor.jpg>

# ANEXOS

**ANEXO A**  
**Ante Proyecto**

## Datos Referenciales:

**Nombre de la Empresa o Institución para la que desarrolla el Trabajo de Investigación:**

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

**Fecha de la Presentación:**

Enero 26, 2008

**Responsable del Trabajo de Investigación:**

Sr. Ulices René Cedillo Moncayo

**Director del Trabajo de Investigación:**

Ing. Dag Bassantes

## 1. El Problema

### 1.1 Planteamiento del Problema

Los medios de transporte a nivel mundial tienden a satisfacer las demandas de transporte de carga y pasajeros con un alto nivel de confort y seguridad en menor tiempo, por lo que, están en continuas actualizaciones tecnológicas.

El avance científico y tecnológico en el campo aeronáutico, ha permitido el diseño y construcción de aviones altamente sofisticados con capacidad de transporte que sobrepasan las expectativas iniciales de esta industria.

Las aeronaves cuentan con diversos sistemas que permiten la eficaz y eficiente operatividad de las mismas. Sistemas tales como<sup>1</sup>.

- ∅ Avión en General
- ∅ Fuselaje
- ∅ Aire acondicionado
- ∅ Presurización
- ∅ Piloto Automático
- ∅ APU
- ∅ Comunicaciones
- ∅ Sistema Eléctrico
- ∅ Equipos de Emergencia
- ∅ Protección de Fuego
- ∅ Controles de Vuelo
- ∅ Instrumentos de Vuelo
- ∅ Combustible
- ∅ Hidráulico
- ∅ Protección de hielo y Lluvia
- ∅ Trenes de Aterrizaje
- ∅ Navegación
- ∅ Neumático
- ∅ Motores
- ∅ Sistemas de Advertencia

Las casas fabricantes, diseñan, construyen prototipos, y realizan pruebas operacionales para determinar la correcta operatividad y funcionamiento de los diversos sistemas y partes constitutivas de las aeronaves. Las comprobaciones las realizan en bancos de pruebas correspondientes a los diferentes sistemas.

Previo la construcción de los prototipos de los sistemas, piezas y partes constitutivas, elaboran maquetas que permiten una visualización de la operatividad de estos.

Las aeronaves que se encuentran operativas a nivel nacional, entre otras, son:

- ∅ Focker F-28
- ∅ Embraer 170 / 190
- ∅ Boeing 727 / 737
- ∅ Airbus 320

1. ATA 100

En el país no se fabrican aviones, sin embargo los operadores aeronáuticos poseen sus talleres de mantenimiento, en los cuales laboran personal técnico capacitado y especializado en los diferentes sistemas, motores y estructuras de las aeronaves.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es la única institución de educación superior en el país que oferta programas académicos a nivel Tecnológico en el área de Mantenimiento Aeronáutico.

La carrera de Mecánica Aeronáutica para la formación teórica - práctica de sus estudiantes posee talleres y laboratorios de:

- ∅ Mecánica Básica
- ∅ Motores recíprocos
- ∅ Motores JET
- ∅ Hidráulica
- ∅ Sistemas de Avión
- ∅ Metalurgia
- ∅ Pintura Aeronáutica

En estos talleres y laboratorios se cuenta con maquetas didácticas (Ver Anexo B) tales como:

- ∅ Del sistema Hidráulico del avión T-33A
- ∅ Del sistema de combustible del avión T-33A
- ∅ Del steering del avión Focker F-28
- ∅ Del sistema Hidráulico " A " del avión T-33A
- ∅ Del sistema de tren principal de aterrizaje del avión T-33A
- ∅ Del sistema de tren de aterrizaje de nariz del avión T-33A
- ∅ Del sistema de controles de vuelo del helicóptero Bell 206
- ∅ Del simulador de controles de vuelo del avión K-FIR
- ∅ Del túnel de viento de baja velocidad

Las maquetas didácticas corresponden a aviones no operativos en el ámbito de la aeronáutica comercial, en tal razón el Instituto al no poseer maquetas didácticas de los sistemas de aviones comerciales como el Boeing 737 que se encuentra operativo en la aviación nacional, en tal razón, debe propender a la adquisición y/o construcción de estas, a fin de brindar una formación teórica - practica actualizada.

Al no poseer maquetas didácticas que permitan visualizar el funcionamiento y operatividad de los sistemas de aviones comerciales; los alumnos civiles principalmente, no desarrollaran conocimientos prácticos correspondientes que les permitan desenvolverse con facilidad en su campo profesional, lo que generaría posibles dificultades en la inserción laboral y obtención de la licencia por parte de la Dirección de Avión Civil.

Debido a que el objetivo de la Institución es formar profesionales con un alto nivel de conocimientos y valores humanos, se ve en la necesidad de tener en sus talleres maquetas de instrucción actualizados en base a los aviones que se encuentran operativos en el país. Si no implementan este tipo de maquetas de ayuda didáctica los alumnos podrían llegar a tener una serie de vacios en cuanto al funcionamiento de los sistemas que permiten la operación de las aeronaves que se encuentran operativas en el país; en tal razón, la institución no estaría brindando la suficiente ayuda didáctica para cumplir con su misión.

## **1.2 Formulación del Problema:**

¿Cuáles son las maquetas y material de apoyo didáctico que deberían implementarse en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA, que permitan una clara comprensión del funcionamiento y operatividad de los sistemas del avión Boeing 737?

### **1.3 Justificación e Importancia:**

La innovación de maquetas de ayuda didáctica de los sistemas del avión Boeing 737, las cuales cuenten con características necesarias que permitan demostrar los elementos que operan en este sistema, con facilidad y simpleza por parte del instructor a cargo, mejorarán las condiciones de aprendizaje e incrementará la eficiencia en la enseñanza de estos sistemas, disminuyendo el riesgo de que se creen vacíos en los estudiantes que a futuro reciban conocimientos sobre los sistemas del avión Boeing 737

Por lo mencionado, se justifica el investigar las maquetas que se deben construir e implementar como ayudas didácticas que demuestren el funcionamiento, operatividad y los objetivos de los sistemas avión Boeing 737, y entre ellos el sistema de combustible.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar el conjunto de maquetas que se deben implementar como material de apoyo didáctico, con la finalidad de lograr una clara comprensión del funcionamiento y operatividad de los sistemas del avión Boeing 737, mediante el desarrollo de un proceso metodológico investigativo dirigido a los estudiantes que cursan la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- ∅ Recopilar información que permita el proyectar la construcción e implementación de maquetas didácticas para apoyo pedagógico, que demuestre el funcionamiento, operatividad y los objetivos de los sistemas del avión Boeing 737.

- ∅ Proponer la construcción e implementación de maquetas didácticas que optimicen las condiciones de inter - aprendizaje, permitiendo visualizar y comprender con mayor facilidad el funcionamiento, operatividad y objetivos de los sistemas del avión Boeing 737.

## **1.5 Alcance**

El presente trabajo investigativo va encaminado al análisis de factibilidad para la estimación de cuan necesario es la implementación de una maquetas didácticas del funcionamiento operatividad y objetivos de los sistemas del avión Boeing 737, la cual facilite la instrucción por parte de los docentes del ITSA así como también para el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

El beneficio que brinda este trabajo está directamente ligado con los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, principalmente para quienes están cursando las asignaturas que tienen relación con los sistemas del avión y, con los docentes que imparten estas Asignaturas.

También, beneficia a terceras personas que tengan interés en realizar trabajos de investigación sobre implementación de material didáctico tales como maquetas de los diversos sistemas de los aviones comerciales.

## **2. Plan de Investigación**

### **2.1 Modalidad Básica de la Investigación:**

#### **De Campo.**

Para realizar una investigación más profunda, con datos muy claros, y que sean de ayuda para el análisis de la mejor alternativa a ser utilizada, se tomara en cuenta la investigación de campo ya que se puede realizar en el sitio del problema, llegando directamente a las fuentes primarias, es decir a los protagonistas del hecho que se está analizando.

### **Documental Bibliográfica.**

Del mismo modo, se empleará la investigación bibliográfica documental, pues mediante esta se podrá utilizar el recurso de la bibliografía primaria obteniendo información de libros y manuales técnicos referentes a aviación; y la bibliografía secundaria, como son las fuentes en Internet, o cualquier otra que proporcione el material necesario para el trabajo investigativo.

## **2.2 Tipos de Investigación**

### **No experimental**

La presente investigación será de tipo no experimental, ya que se basará en el estudio de las prestaciones que las maquetas didácticas proporcionaran a los instructores y estudiantes al tener acceso a material didáctico que permitan una demostración simplificada y de fácil entendimiento para quienes estudian estos sistemas; además, se dará un enfoque específico a quienes estén estudiando los sistemas del avión Boeing 373, y entre estos el sistema de combustible.

## **2.3 Niveles de Investigación:**

### **Exploratoria**

La presente investigación será de nivel Exploratoria, debido a que este nivel de investigación permitirá alcanzar el objetivo de obtener información clara y pertinente; ya que para lograr esto, es necesario obtener un nivel de conocimiento apropiado de las prestaciones que dará la implementación de maquetas didácticas, que tienen como fin prestar ayuda al personal docente en la enseñanza de los sistemas que operan en una aeronave comercial en especial del sistema de alimentación de combustible del avión Boeing 737.

## **Descriptivos**

La presente investigación será de nivel Descriptivo, debido a que este nivel de investigación permitirá detallar la situación actual de las maquetas existentes en los talleres del ITSA.

## **Correlacional**

La presente investigación será de nivel correlacional, debido a que este nivel de investigación permitirá, comparar entre el método de impartir cátedra sin una maqueta de ayuda didáctica y la facilidad que proporcionaría la implantación de maquetas didácticas en los métodos de enseñanza de los sistemas que operan en una aeronave comercial en especial del sistema de alimentación de combustible del avión Boeing 737.

## **2.4 Universo, Población y Muestra:**

### **Universo**

Se tomara como Universo al personal docente y estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, quienes serán los beneficiarios directos de esta investigación.

### **Población**

La población a considerar la constituirán los docentes del área técnica y estudiantes que cursan de segundo a sexto nivel, en razón a que este periodo de tiempo se toma las asignaturas relacionadas con los sistemas del avión; así también, el director de carrera y encargados de los laboratorios y talleres correspondientes.

### **Muestra**

La muestra se considerara en base a la aplicación de ecuaciones estadísticas que permitan determinar el tamaño de la muestra en base al tamaño de la población de estudiantes, considerándose también, al personal docente y encargados de los talleres y laboratorios.

## **2.5 Métodos y Técnicas de la Investigación:**

### **2.5.1 Métodos:**

Como métodos para la ejecución del presente proyecto investigativo, con el fin de obtener datos que permitan su tabulación y en base a su análisis e interpretación determinar los problemas que requieren pronta solución; se emplearán:

#### **Análisis**

El análisis permitirá determinar la factibilidad de construir e implementar maquetas didácticas referentes a los sistemas del avión Boeing 737, las que serán de gran utilidad en el proceso de inter aprendizaje de las asignaturas relacionadas con los sistemas de aviones comerciales que operan el país.

#### **Síntesis**

La síntesis permitirá determinar los problemas relevantes en referencia a material didáctico requerido en los talleres de la Carrera de Mecánica, sobre la base da la información recopilada.

### **2.5.2 Técnicas:**

Como técnicas para la ejecución del presente proyecto, con el fin de lograr la obtención de datos pertinentes y coherentes referentes al objeto de estudio, los cuales puedan tabularse y de su análisis e interpretación inferir y conocer la problemática investigativa, se emplearan:

#### **Observación Directa**

La Observación Directa de los requerimientos de los laboratorios y talleres de la Carrera de Mecánica permitirá una visualización clara, pertinente y coherente de las limitaciones y bondades que brindan al personal de estudiantes y docentes que

desarrollan sus actividades académicas en estos, para ello se empleara una ficha de observación (Ver Anexo C)

### **La Encuesta**

La Encuesta estará direccionada a los estudiantes de la Carrera de Mecánica los cuales se encuentren cursando asignaturas referentes a los sistemas de las aeronaves, para determinar las necesidades de maquetas y material de ayuda didáctica requeridos para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje del funcionamiento operatividad, objetivos de estos sistemas (Ver Anexo D).

### **La Entrevista**

La Entrevista estará direccionada a los Docentes de las asignaturas técnicas, encargados de laboratorios y talleres, Subdirector y Director de la Carrera Mecánica Aeronáutica, la entrevista será estructurada con la finalidad de determinar los requerimientos y material didáctico que permitan optimizar el proceso de inter aprendizaje (Ver Anexo E).

## **2.6 Recolección de Datos:**

Para la recolección de datos informativos, se utilizará una fuente primaria, es decir de primera mano, con la ayuda de la observación directa a través de fichas técnicas de observación, encuestas mediante cuestionarios y guías de entrevista que se aplican a personas que están vinculadas con el estudio y enseñanza de asignaturas técnicas en el área de Mecánica Aeronáutica, poniendo énfasis en los requerimientos a satisfacer. Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitara antes de su aplicación, el criterio juicioso de personas expertas en docencia referente a aeronáutica, esto permitirá desarrollar instrumentos de recolección de datos confiables y veraces.

En cuanto al campo bibliográfico – documental, se consultara las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil, bibliográfica y documentos dedicados al tema y páginas web en Internet.

## **2.7 Procesamiento de la Información:**

Para procesar los resultados que se obtengan, mediante las fichas técnicas de observación, cuestionarios y guías de entrevista; referente a la investigación, se procederá a:

- ∅ Codificar y Tabular;
- ∅ Representara en forma grafica;
- ∅ Analizar los resultados;
- ∅ Interpretar ; y,
- ∅ Formular a conclusiones y recomendaciones.

## **2.8 Análisis e Interpretación de Datos**

El análisis e interpretación de los datos obtenidos permitirá establecer y/o definir los requerimientos de maquetas y material didáctico a satisfacer en los laboratorios y talleres de la Carrera Mecánica Aeronáutica, así también definir los problemas de mayor relevancia y propender a dar soluciones en corto tiempo.

## **2.9 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación**

La formulación de conclusiones y recomendaciones permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos para la investigación y realizar recomendaciones para resolver los problemas producidos por la carencia de maquetas y material didáctico referentes a los sistemas de aeronaves comerciales como es el avión Boeing 737.

### **3. Marco Teórico:**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

Durante el desarrollo de la investigación documental bibliográfica en la biblioteca del Instituto, se estableció la existencia de trabajos de grado realizados por estudiantes, en referencia a la implementación de manuales y construcción de maquetas didácticas. La tabla N° 1, detalla un listado de estos trabajos.

Entre otros trabajos que no se mencionan, cabe señalar que se han realizado simulaciones virtuales de varios sistemas de diversos aviones, material que no es utilizado en su totalidad por parte de los docentes para la instrucción académica.

**Tabla N° 1 Listado de trabajos de grado referentes a maquetas**

<b>TEMA</b>	<b>AUTOR</b>	<b>FECHA</b>
Habilitación del Banco de Instrucción de Controles de Vuelo del ITSA e Implementación de un Manual de Calidad según las Normas GPE, INEN-ISO/IS 25 : 95 ISO 9003	Fuentes Y. Paco D. Albuja N. Hugo F.	2002/11/27
Construcción de un túnel de Viento de Baja Velocidad	Altamirano C. Gonzalo Muñoz G. Milton E. Muñones P. Ludwe	2002/11/27
Habilitación del Banco de Simulación del Sistema de Transferencia de Combustible del Avión T-33A e Implementación de Manuales de Operación y Mantenimiento	Álvarez A. Wilson O. Esparza Y. Freddy R.	2002/11/29
Construcción de una Maqueta Didáctica del Sistema de Flaps del Avión	Robalino B. Darwin V.	2004/01/27
Construcción de un Sistema Prototipo de Extensión y Retracción del Tren de Nariz del Avión Boeing 727 Operado Eléctricamente	Hermosa P. Edison P.	2004/04/28
Construcción de una Maqueta Didáctica que realice el Frenado de la Rueda en Operación Normal y Emergencia del Avión KFIR	Tumipamba P. Diego D.	2004/04/28
Construcción de una Maqueta Didáctica del Funcionamiento de Sistema de Alimentación de Combustible del Avión Mirage F1	Álvarez F. Alex X.	2004/06/11
Construcción de una Maqueta de Simulación del Sistema de Emergencia para la Extensión del Tren de Aterrizaje Principal Operado Neumáticamente del Avión T-33A	Mise C. Juan C.	2004/09/20
Construcción de un Banco de Prueba para Evaluar Ángulos de la Hélice del Avión Twin Otter	Mora A. Edgar A.	2005/01/12

## **3.2 Fundamentación Teórica**

### **Maqueta**

Una maqueta es la reproducción, generalmente en pequeña escala, de algo real o ficticio. Se puede tratar de objetos como muebles, autos o aviones; o bien, tratarse de los componentes específicos de autos, aviones o edificios, que se pueden utilizar para retratar y recrear ciertas características las cuales se desea representar. Adicionalmente estas maquetas suelen ser utilizadas para instrucción o para pruebas de diseño de ciertos autos, aviones o edificios.

### **Didáctica**

La palabra didáctica deriva del griego didaktikè ("enseñar") y se define como la disciplina científico-pedagógica que tiene como objeto de estudio, los procesos y elementos existentes en la materia en sí y el aprendizaje. Es, por tanto, la parte de la pedagogía que se ocupa de los sistemas y métodos prácticos de enseñanza destinados a plasmar en la realidad las directrices de las teorías pedagógicas. La didáctica pretende fundamentar y regular los procesos de enseñanza y aprendizaje.

### **Avión o Aeroplano**

Aeronave más pesada que el aire, por lo general propulsada por medios mecánicos y sustentada por alas fijas como consecuencia de la acción dinámica de la corriente de aire que incide sobre su superficie. Otras aeronaves más pesadas que el aire son: el planeador o velero, provisto también de alas fijas y carente de motor; aquéllas en las que se sustituyen las alas por un rotor que gira en el eje vertical se les conoce como helicópteros.

## **Fuselaje**

En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los otros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados, afianzados y sujetos por medio de montantes y cables de riostramiento, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento. Es el modelo más usado actualmente y permite presurizar el interior para volar a elevadas altitudes.

## **Sistema de Climatización de la Cabina**

Los aviones que vuelan a altitudes elevadas utilizan este sistema para presurizar la cabina, de manera que el proceso respiratorio sea posible, para que la temperatura del aire sea confortable y para mantener un control adecuado de la humedad.

## **Piloto Automático**

El piloto automático detecta las variaciones con respecto al plan de vuelo establecido para el avión y proporciona señales correctoras a las superficies de control del avión: alerones, elevadores y timón de cola.

## **Comunicaciones**

Los sistemas de comunicación son usados para recibir y transmitir información audible, desde la aeronave hacia tierra, como hacia otra aeronave, con estas se puede recibir y dar instrucciones de las maniobras a realizar, para este sistema existen varias frecuencias utilizadas para varios fines, también como opciones

secundarias o modificaciones, existen redes internas que sirven y se utilizan para intercomunicación con la cabina de pasajeros, con la cabina de mando, entre otras comunicación a personal técnico cuando la aeronave esta en tierra.

### **Sistema Eléctrico**

La energía eléctrica es necesaria para el funcionamiento de muchos sistemas e instrumentos del aeroplano: arranque del motor, radios, luces, instrumentos de navegación, y otros dispositivos que necesitan esta energía para su funcionamiento (bomba de combustible, en algunos casos accionamiento de flaps, subida o bajada del tren de aterrizaje, calefacción del pitot, indicador de pérdida, etc....).

La mayoría de los aviones ligeros están equipados con un sistema de corriente continua de 12 voltios, mientras que aviones mayores suelen estar dotados de sistemas de 24 voltios, dado que necesitan mayor capacidad para sus sistemas más complejos, incluyendo la energía adicional para arrancar motores mas pesados.

### **Protección de Fuego**

La protección de fuego esta separado en dos categorías, en detección de fuego y extintor de fuego.

El sistema de detección de fuego da señales de existencia de fuego en tres áreas del motor, en los pozos de las ruedas principales, el pozo de la rueda de nariz y en el APU. Para el sistema de extinción de fuego posee unas botellas extintoras localizadas en las secciones del motor en si, son usadas para extinguir llamas que se presenten en el área del motor, además posee unas paredes de fuego que sirven para proteger a la estructura del motor,

## **Controles de Vuelo**

Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la cabina de pilotos mediante una palanca de mando, con o sin volante, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

## **Instrumentos de Vuelo**

Los instrumentos de navegación están diseñados para fijar la posición, medir la dirección y la distancia, determinar la velocidad, tomar parte en la representación de las cartas y observar los fenómenos meteorológicos. A veces se utiliza simultáneamente una combinación de varios instrumentos para proporcionar la información requerida.

## **Sistema de Protección de Hielo y Lluvia**

El siguiente sistema es usado para proteger a la aeronave y ayudar al pitot cuando este operando bajo condiciones de lluvia y presencia de hielo.

## **Sistema de Combustible**

Este sistema está formado por los depósitos y las redes de carga y de suministro al motor. Elementos de estas redes son las bocas de llenado, las bombas de alimentación, las cañerías, las válvulas y filtros, y los controles e indicadores. Actualmente los depósitos son integrales, es decir, forman parte de la propia estructura del avión. El repostado y vaciado de combustible suele realizarse desde un sólo punto para todos los depósitos del avión.

## **Sistema Hidráulico**

Este sistema se encarga de actuar numerosos sistemas del avión: los controles primarios de vuelo (alergones, timón de dirección y timón de profundidad), los controles secundarios (flaps y spoilers), la retracción del tren de aterrizaje, los frenos de las ruedas del tren, el sistema de dirección de la rueda de morro, las compuertas de las bodegas, etc.

## **Trenes de Aterrizaje**

El tren de aterrizaje suele ser uno de los mecanismos más complicados de un avión. Entre sus componentes se incluye el amortiguador principal, que es una pata con una estructura muy resistente, en cuya parte inferior y antes del ensamblaje de las ruedas lleva un amortiguador hidráulico para absorber el impacto del aterrizaje. Va sujeto a los largueros del ala o del fuselaje. El mecanismo de accionamiento del tren permite extenderlo y retraerlo al accionar desde la cabina de pilotos la palanca de mando. Por lo general, se actúa con energía hidráulica. Los frenos también suelen ser hidráulicos y provistos de sistema antideslizante. Suelen llevar un mecanismo detector de modo, aire/tierra, que activa o desactiva varios sistemas del avión, según esté volando o en el suelo.

## **Sistema Neumático**

Algunos aviones están equipados con sistemas neumáticos para lograr algunos fines similares a los logrados con el sistema hidráulico: actuar sobre frenos y dirección, abrir y cerrar compuertas. Este sistema no suele utilizarse como sistema primario de los aviones.

## **Propulsión**

Hay dos sistemas de tracción que permiten volar a un aeroplano: la hélice y la propulsión a chorro. La hélice puede ser movida tanto por un motor de combustión interna como por un motor turboreactor. Debido a su diseño, empuja el aire hacia atrás con sus palas, que penetran en el aire como un tornillo. La propulsión a chorro produce el empuje al descargar los gases de escape, producto de la combustión, a una velocidad mucho mayor que la que tenía el aire al entrar en el motor. En modelos especiales se han usado motores cohete para proporcionar empuje adicional, basándose en el mismo principio de acción y reacción. Un motor de aviación tiene que satisfacer un número importante de requerimientos: alta fiabilidad, larga vida, bajo peso, bajo consumo de combustible y baja resistencia al avance.

### **3.3 Fundamentación Legal**

En la Recopilación de Derecho Aeronáutico, se encuentra el fundamento técnico legal que sustenta el presente trabajo, que textualmente indica:

**“R DAC 147**

#### **SUBPARTE B - REQUERIMIENTOS DE CERTIFICACIÓN**

##### **147.13 Facilidades, equipo y materiales requeridos**

Un solicitante de un Certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe tener por lo menos, las facilidades, equipos y materiales especificados en las secciones, 147.15 a la 147.19, que sean los apropiados para las habilitaciones que solicita.

### **147.15 Requerimientos de espacio**

Un solicitante de un Certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener las siguientes facilidades adecuadas con calefacción, iluminación y ventilación, como sean apropiadas a las habilitaciones que solicita y que la DGAC. Determine como apropiadas para el número máximo de estudiantes a ser instruidos en cualquier momento:

- a) Un aula cerrada adecuada para enseñar clases teóricas;
- b) Facilidades adecuadas, ya sea en áreas centrales o localizadas para entrenamiento, distribuidas de manera que aseguren la separación del espacio de trabajo, de las partes, herramientas, materiales y artículos similares;
- c) Áreas adecuadas para la aplicación de materiales de acabados, incluyendo pintura a soplete;
- d) Áreas convenientemente equipadas con tanques de agua para lavado y equipo de desengrasado de aire comprimido y otro equipo adecuado de limpieza;
- e) Facilidades adecuadas para el corrido de motores;
- f) Área convenientemente adecuada que incluya bancos, mesas, y equipos de prueba, para desarmar, dar servicio e inspeccionar:
  - 1) Equipos eléctricos, de encendido, y accesorios;
  - 2) Carburadores y sistemas de combustible; y,
  - 3) Sistemas hidráulicos y de vacío para aeronaves, motores de aeronaves y sus accesorios.

- g) Espacio adecuado con equipos adecuados incluyendo bancos, mesas, estantes y gatas, para el desarmado, inspección y reglaje de la aeronave; y,
- h) Espacios convenientes con equipo adecuado para el desarmado, inspección, armado, caza fallas, y puesta a tiempo del encendido de motores.

#### **147.17 Requerimientos del equipo de instrucción**

- a) Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener los siguientes equipos de instrucción, como sean apropiados para las habilitaciones que solicita:
  - 1) Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y componentes de aeronaves, motores, sistemas y componentes de motores (incluyendo las hélices) de una cantidad y tipo conveniente para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado; y,
  - 2) Al menos una aeronave de un tipo actualmente certificado por la DGAC. para operación privada o comercial, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizaje, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y con los cuales el Técnico debe estar familiarizado;
- b) El equipo requerido por el párrafo (a) de esta sección, no necesita estar en condición aeronavegable. Sin embargo, si estuviere dañado, éste debería ser reparado lo suficiente para conservar su integridad;
- c) En aquellas aeronaves, motores, hélices, aparatos y componentes en los cuales la instrucción se va a dar, y de los cuales se va a ganar experiencia práctica, deben ser tan diversificados como para mostrar los diferentes

métodos de construcción, ensamblaje, inspección y operación cuando están instalados en la aeronave para su uso. Deben haber unidades suficientes, de manera que no más de ocho alumnos trabajen en una unidad al mismo tiempo; y,

- d) Si la aeronave utilizada para propósitos de instrucción, no tiene tren de aterrizaje retráctil ni flaps, la escuela debe proveer ayudas de instrucción o maquetas operacionales de aquellos.

#### **147.19 Materiales, herramientas especiales y requerimientos de equipo de taller**

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones, o de una habilitación adicional debe tener un adecuado suministro de materiales, herramientas especiales y equipo de taller como sean requeridos por el plan de estudios de la escuela y serán utilizados en la construcción y mantenimiento de las aeronaves, para asegurar que cada estudiante sea apropiadamente instruido. Las herramientas especiales y el equipo del taller, deben estar en condiciones satisfactorias de trabajo para el propósito para el cual se van a utilizar.”

## **4. Ejecución del Plan Metodológico:**

### **4.1 Modalidad Básica de la Investigación:**

#### **De Campo.**

La investigación se realizó en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA, con la finalidad de constatar las maquetas existentes en los mismos y su situación actual. De la observación realizada, se pudo establecer que no existen maquetas didácticas de los sistemas de aviones comerciales como el Boeing 737 incluido entre estos el Sistema de Alimentación de Combustible

## **Documental Bibliográfica.**

La investigación Bibliográfica – documental, realizada en la biblioteca de la Institución permitió constatar la existencia de trabajos realizados sobre material de apoyo como: maquetas, software de simulación virtual de varios sistemas del avión, otros; realizados por estudiantes del Instituto, con anterioridad al presente trabajo.

La información bibliográfica – documental primaria, manuales técnicos referentes a la aviación y, secundaria, como son las fuentes en Internet, otras; consultadas consolidaron la estructuración del marco teórico a partir de fuentes especializadas en el campo del trabajo de investigación.

## **4.2 Tipos de Investigación**

### **No experimental**

La presente investigación fue de tipo no experimental, ya que se basó en el estudio de las prestaciones que las maquetas didácticas existentes proporcionan a los instructores y estudiantes al tener acceso a este material didáctico que ayuda a simplificar y facilita el entendimiento para quienes estudian los sistemas de aviones militares.

## **4.3 Niveles de Investigación:**

### **Exploratoria**

La presente investigación fue de nivel Exploratorio, debido a que, este nivel de investigación permitió alcanzar el objetivo de obtener información clara y pertinente como se detalla en la tabla No.1 de los antecedentes de la investigación de este anteproyecto; sobre las maquetas didácticas existentes en los talleres del bloque No 42. Los cuales están disponibles para brindar a los docentes del área técnica que dictan asignaturas referentes a las unidades y sistemas de las aeronaves; cabe

indicar que algunas de estas maquetas se encuentran fuera de servicio por falta de mantenimiento, y algunas son demasiado grandes y pesadas para ser trasladadas al aula de clase.

## **Descriptivos**

La presente investigación fue de nivel Descriptivo en razón a que se realizó una puntualización de las maquetas existentes en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica y estimar un grupo básico de maquetas de funcionamiento de sistemas y unidades, que permitan direccionar en un claro entendimiento al momento de impartir cátedra sobre las distintas unidades y sistemas de las aeronaves. Las maquetas de las unidades y sistemas sugeridas se basarían en las ATA, las cuales determinan todos los sistemas de una aeronave, descartando los ya existentes se propone maquetas de:

- ∅ Avión en General
- ∅ Fuselaje
- ∅ Aire acondicionado
- ∅ Presurización
- ∅ Piloto Automático
- ∅ APU
- ∅ Comunicaciones
- ∅ Sistema Eléctrico
- ∅ Equipos de Emergencia
- ∅ Protección de Fuego
- ∅ Controles de Vuelo
- ∅ Instrumentos de Vuelo
- ∅ Combustible
- ∅ Hidráulico
- ∅ Protección de hielo y Lluvia
- ∅ Trenes de Aterrizaje
- ∅ Navegación
- ∅ Motores
- ∅ Unidades y sistemas de Advertencia
- ∅ Unidad de Reversa

## **Correlacional**

La presente investigación fue de nivel correlacional ya que permitió comparar la opinión de los docentes en impartir cátedra con ayuda de maquetas y sin utilizar la

ayuda de las mismas; información la cual se puede verificar a analizar las entrevistas realizadas.

#### **4.4 Universo, Población y Muestra:**

##### **Universo**

Se tomo como Universo al personal docente y estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, quienes serán los beneficiarios directos de éste trabajo de investigación.

##### **Población**

La población la constituyen los docentes del área técnica y estudiantes que cursan de segundo a sexto nivel de la Carrera de Mecánica Aeronáutica; en razón a que en estos niveles los estudiantes toman las asignaturas relacionadas con los sistemas del avión; así también, el director de carrera y encargados de los laboratorios y talleres correspondientes.

##### **Muestra**

La muestra se determinó en base a la aplicación de la ecuación estadística N° 1 que permitió determinar el tamaño de la muestra en base al tamaño de la población de estudiantes, reduciendo el error de muestreo a 0,01 de la siguiente manera:

##### **Estudiantes**

**n**= Tamaño de la Muestra

**N** = Población, estudiantes comprendidos entre segundo a sexto nivel de la carrera de mecánica del ITSA.

**E** = Error de Muestreo; mínimo

$$n = \frac{N}{E^2(N-1)+1}$$

(Ec. 1)

**Datos:**

**n** = ?

**N** = 183

**E** = 0.01

$$n = \frac{N}{E^2(N-1)+1}$$

$$n = \frac{183}{0.01^2(183-1)+1}$$

$$n = 179.73$$

$$n_{real} = 180$$

**Docentes y encargaos de talleres y laboratorios.**

**Tabla N° 2. Docentes y encargados**

<b>N°</b>	<b>REFERENTE</b>	<b>CANTIAD</b>
1	Director de Carrera	1
2	Subdirector de Carrera	1
3	Docentes Técnicos	5
4	Encargados de talleres y laboratorios.	Nota: Es el mismo Subdirector de Carrera
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

La muestra total es la sumatoria de estudiantes y docentes, asciende a 187 personas a investigar.

#### **4.5 Métodos y Técnicas de la Investigación:**

##### **4.5.1 Métodos**

Los métodos aplicados durante el desarrollo de la investigación del presente trabajo y con el fin de obtener los datos que permitieron tabular, analizar e interpretar para determinar los problemas que requieren pronta solución; se emplearon:

##### **Análisis**

El análisis permitió determinar las maquetas didácticas referentes a los sistemas del avión Boeing 737 que se deben implementar y la factibilidad de construirlas. Estas serán de gran utilidad en el proceso de inter - aprendizaje de las asignaturas relacionadas con los sistemas de aviones comerciales que operan el país.

##### **Síntesis**

La síntesis permitió determinar los problemas relevantes en referencia a material didáctico requerido en los talleres de la Carrera de Mecánica, sobre la base de la información recopilada.

##### **Deducción**

La deducción permitió, el análisis de datos particulares para llegar a la generalización de la insuficiencia de material didáctico en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, ya antes determinados en el nivel descriptivo de este anteproyecto.

#### **4.5.2 Técnicas**

Como técnicas para el desarrollo del presente proyecto, con el fin de obtener datos pertinentes y coherentes referentes a los objetivos de estudio, que se tabularon y de su análisis e interpretación dieron a conocer la problemática investigativa, que se empleó:

##### **Observación Directa**

La Observación Directa de los requerimientos en los laboratorios y talleres de la Carrera de Mecánica permitió visualizar de manera clara además de pertinente y coherente, las limitaciones y bondades que brindan a los estudiantes y docentes que desarrollan sus actividades académicas en estos.

##### **La Encuesta**

La Encuesta fue direccionada a los estudiantes de la Carrera de Mecánica los cuales se encuentran cursando asignaturas referentes a sistemas de las aeronaves, para determinar las necesidades de maquetas y material de ayuda didáctica requeridos para facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje del funcionamiento operatividad, objetivos de estos sistemas.

##### **La Entrevista**

La Entrevista se direccionó a los Docentes de las asignaturas técnicas, encargados de laboratorios y talleres, Subdirector y Director de la Carrera Mecánica Aeronáutica; fue estructurada con la finalidad de determinar los requerimientos de material didáctico que permita la optimización del proceso de inter - aprendizaje.

#### **4.6 Recolección de Datos:**

Para la recolección de datos informativos, se utilizó una fuente primaria, es decir de primera mano, con la ayuda de fichas técnicas de observación, encuestas mediante cuestionarios y guías de entrevista que se aplicaron al personal que vinculado en el estudio y enseñanza de asignaturas técnicas en el área de Mecánica Aeronáutica, poniendo énfasis en los requerimientos. Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitó antes de su aplicación, el criterio juicioso de personas expertas en docencia referente a aeronáutica, además de la realización de una prueba piloto la cual permitió estimar la veracidad de los instrumentos utilizados.

En cuanto al campo bibliográfico – documental, se consultó las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil, además de manera bibliográfica se utilizó información magnética referente a los sistemas del avión Boeing 737, documentos dedicados al tema y páginas web en Internet.

#### **4.7 Procesamiento de la Información:**

Para procesar los resultados de la investigación, con los resultados obtenidos en las encuestas así como en las entrevistas se procedió a:

- ∅ Codificar y Tabular;
- ∅ Representar en forma gráfica;
- ∅ Analizar los resultados;
- ∅ Interpretar ; y,
- ∅ Formular conclusiones y recomendaciones.

#### 4.8 Análisis e Interpretación de Datos

Tomando en cuenta los objetivos que en la presente investigación se han propuesto, así como las fundamentaciones presentadas en el Marco Teórico, se han realizado encuestas a los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, así como, entrevistas al personal docente encargado de impartir cátedra de los sistemas los cuales operan en las aeronaves comerciales, cuyas respuestas se presentan a continuación conjuntamente con el análisis realizado.

Para la aplicación de las encuestas se recurrió a las preguntas dicotómicas ya que permiten investigar sobre temas específicos sin dejar la posibilidad a respuestas, razonamientos o conjeturas superficiales que impedirían una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

#### **Análisis e Interpretación de los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los Estudiantes de la Carrera de Mecánica del ITSA**

##### **Pregunta Nº 1.**

¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?

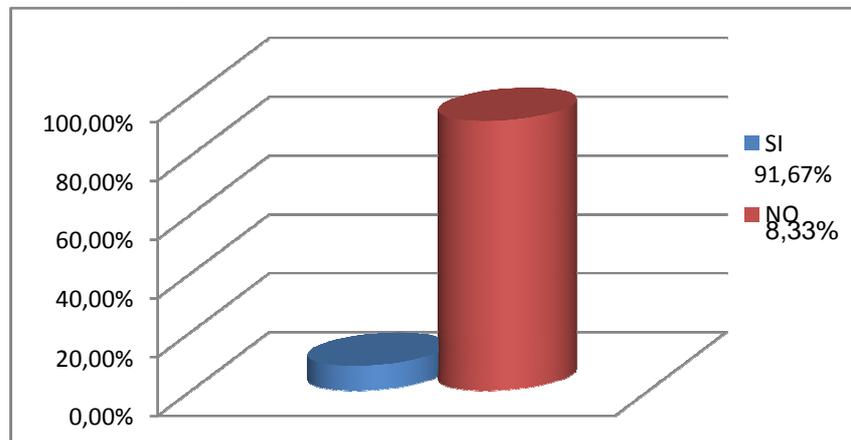
**Tabla Nº 3: Análisis de resultados**

<b>PREGUNTA 1</b>		
¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clase?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	15	8,33%
<b>NO</b>	165	91,67%
<b>SUMA</b>	<b>180</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### PREGUNTA 1

¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clase?



**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA

**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Análisis:** El 91,67% de los estudiantes encuestados, considera que el ITSA no posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases. El 8,33% de los estudiantes encuestados considera que el ITSA si posee suficiente material didáctico.

**Interpretación:** En base al resultado obtenido es fácil observar que en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica no se cuenta con material didáctico actualizado sobre los sistemas de aviones comerciales operativos en el país, lo cual no permite un claro entendimiento del funcionamiento y operatividad de los mismos.

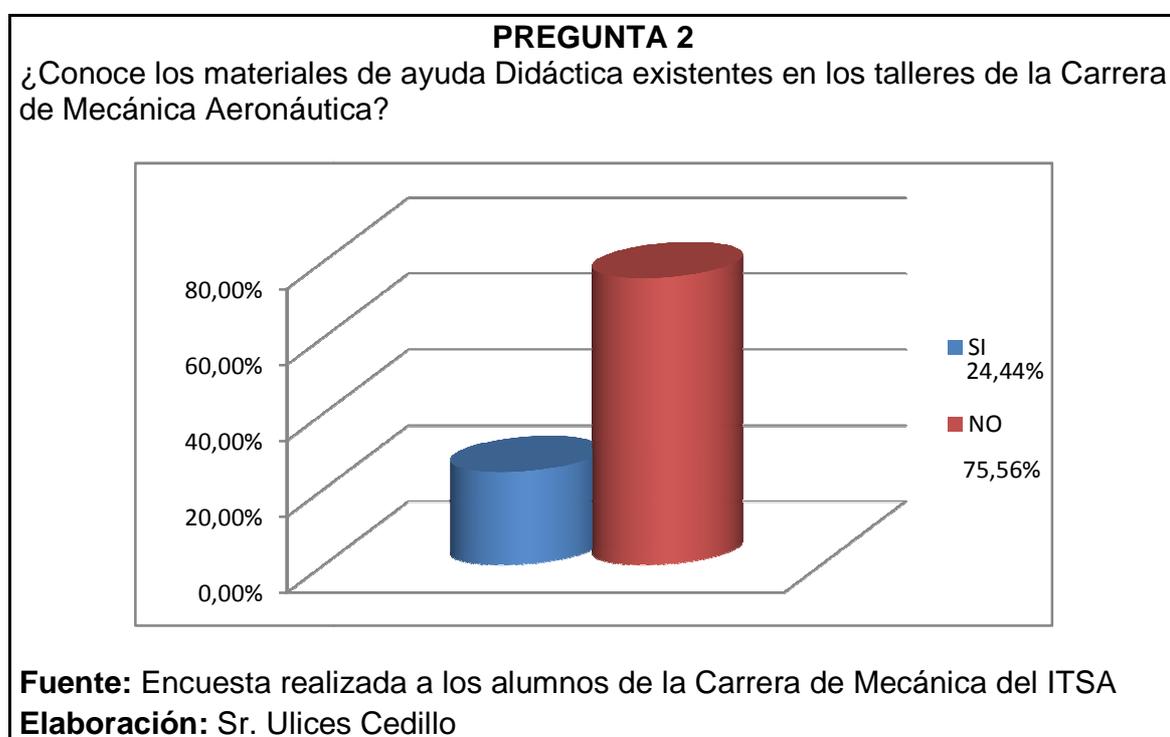
## Pregunta Nº 2.

¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?

**Tabla Nº 4: Análisis de resultados**

<b>PREGUNTA 2</b>		
¿Conoce los materiales de ayuda Didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	44	24,44%
<b>NO</b>	136	75,56%
<b>SUMA</b>	<b>180</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo



**Análisis:** El 75,56% de los estudiantes encuestados, desconoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica. El 24,44% de los estudiantes encuestados tiene conocimiento de los materiales de ayuda didáctica existentes.

**Interpretación:** En base al resultado obtenido es fácil observar que los estudiantes y sus instructores no acceden al material de ayuda didáctica existente en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, debido a que desconocen el material existente ya sea por la complejidad de transportación de estos materiales asea las aulas de clase o debido a que no visitan los talleres y laboratorios de Instituto de una manera frecuente.

**Pregunta Nº 3.**

¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?

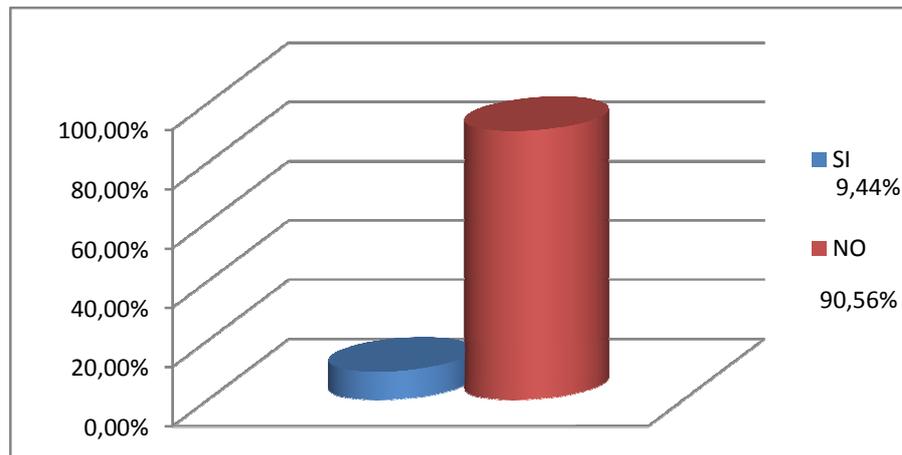
**Tabla N°5: Análisis de resultados.**

<b>PREGUNTA 3</b>		
<b>¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?</b>		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	17	9,44%
<b>NO</b>	163	90,56%
<b>SUMA</b>	<b>180</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### PREGUNTA 3

¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?



**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA

**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Análisis:** El 90,56% de los estudiantes encuestados, desconocen la existencia de maquetas didácticas, las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737. El 9,44% de los estudiantes encuestados afirman conocer la existencia de estas maquetas, las cuales realmente no existen.

**Interpretación:** Por la información receptada se determina la no existencia de las maquetas de los sistemas del avión Boeing 737 en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, por lo tanto los estudiantes que afirmaron conocer de la existencia de las mismas están equivocados.

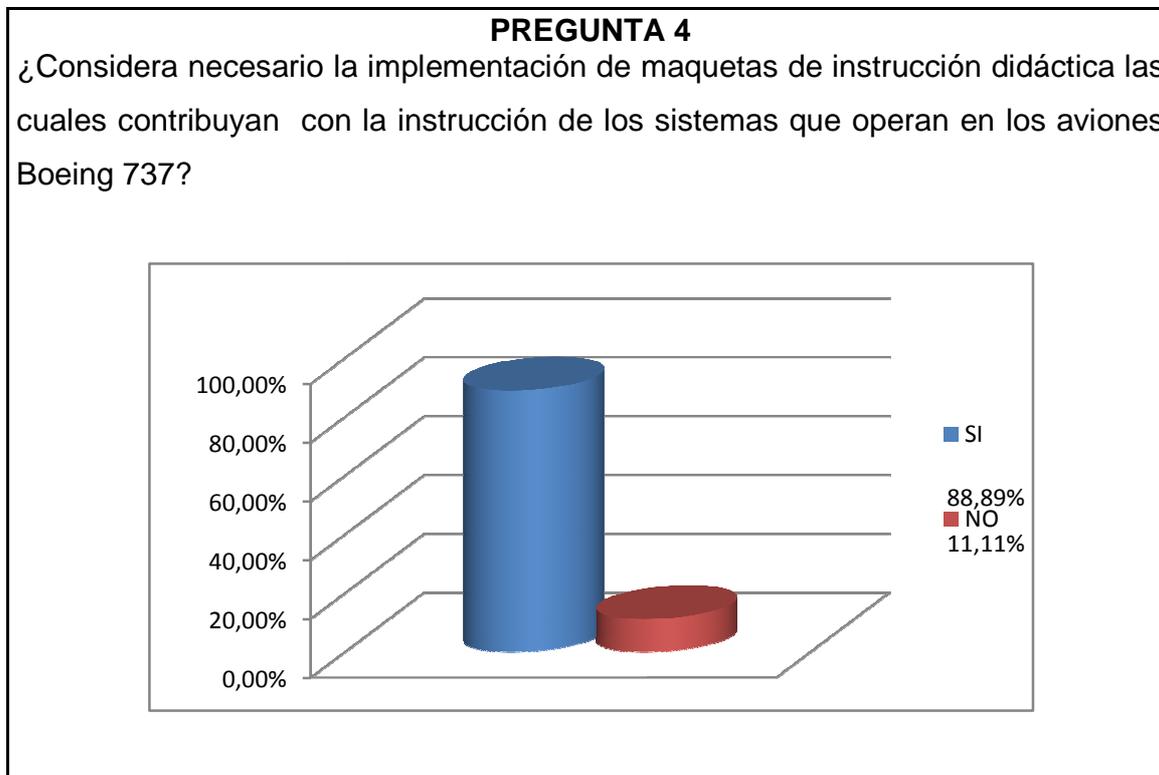
#### Pregunta Nº 4.

¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?

**Tabla Nº 6: Análisis de resultados**

<b>PREGUNTA 4</b>		
¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas en los aviones Boeing 737?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	160	88,89%
<b>NO</b>	20	11,11%
<b>SUMA</b>	<b>180</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo



**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Análisis:** El 88,89% de los estudiantes encuestados, considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737. El 11,11% de los estudiantes encuestados no considera necesaria la implementación de estas maquetas.

**Interpretación:** En base al resultado obtenido es fácil observar que los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, consideran necesario la implementación de dichas maquetas ya que estas permitirán tener un mejor entendimiento de los temas que se traten referentes a los sistemas del avión Boeing 737.

#### Pregunta Nº 5.

¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejorara la calidad del proceso de inter - aprendizaje?

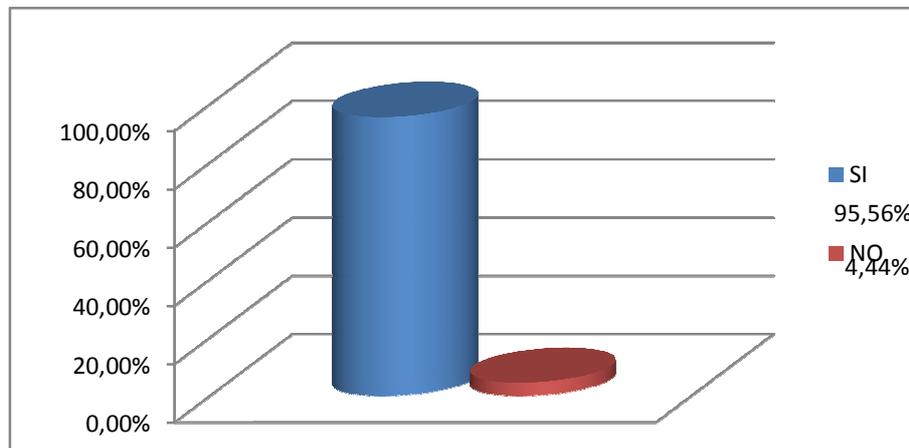
**Tabla Nº 7: Análisis de resultados.**

<b>PREGUNTA 5</b>		
¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejorara la calidad del proceso de inter - aprendizaje?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	172	95,56%
<b>NO</b>	8	4,44%
<b>SUMA</b>	<b>180</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

### PREGUNTA 5

¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejorara la calidad del proceso de inter - aprendizaje?



**Fuente:** Encuesta realizada a los alumnos de la Carrera de Mecánica del ITSA

**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Análisis:** El 95,56% de los estudiantes encuestados, está de acuerdo en que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejorara la calidad del proceso de inter - aprendizaje. El 4,44% de los estudiantes encuestados no considera necesaria la implementación de estas maquetas.

**Interpretación:** En base al resultado obtenido es fácil observar que los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, consideran necesario la implementación de dichas maquetas ya que esto permitirá alcanzar un nivel apropiado en el proceso de inter - aprendizaje de los temas que referentes a los sistemas del avión Boeing 737.

## **Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas a los Docentes de las asignaturas técnicas de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA**

### **Nº.1**

<b>Entrevistado:</b>	Ing. Trujillo Guillermo
<b>Formación Académica:</b>	Ingeniero Mecánico
<b>Asignatura que dicta:</b>	Hidráulica y Neumática de Aviación
<b>Cargo que ocupa:</b>	Director de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

#### **1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?**

Como suficiente nada es suficiente, pero existe lo elemental y se esta consiente de la necesidad de mejorar.

**Análisis:** El ingeniero Trujillo manifiesta que existe el material de ayuda didáctica elemental, y que es consiente de la necesidad de mejorar

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA existe material de ayuda didáctica elemental. Sin embargo, la gran mayoría de estas son alusivas a aviones del ámbito militar, además de que estas maquetas se encuentran desactualizadas.

#### **2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?**

Existen maquetas y material didáctico fuera de servicio y se necesita inducir al estudiantado a la innovación de estas maquetas.

**Análisis:** El ingeniero expresa que existen maquetas y material de ayuda didáctica fuera de servicio, y que es necesario inducir a los estudiantes a la innovación de estas maquetas.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA existe material de ayuda didáctica deteriorado y fuera de servicio, los cuales deben ser renovados con la ayuda de los estudiantes.

**3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Maquetas no existen, pero si los cursos básicos de entrenamiento.

**Análisis:** El ingeniero expone que no existen maquetas, sino mas bien se cuenta con cursos de entrenamiento básico.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existe material de ayuda didáctica el cual aporte a los docentes los cuales se encuentren impartiendo cátedra de los sistemas de avión Boeing 737, para demostrar la operación funcionamiento de estos sistemas.

**4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Si, las cuales no sean muy grandes sino más bien pequeñas y prácticas.

**Análisis:** El ingeniero señala estar de acuerdo en la construcción de estas maquetas y sugiere que las mismas sean prácticas y de dimensiones accesibles para poder ser transportadas.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica es necesario este tipo de maquetas las cuales sean de fácil transportación y bastante practicas para que así se puedan emplear con total normalidad en clases las cuales requieran de estas ya que si fuesen bastante robustas se dificultaría su acceso y no seria factible emplearlas en el momento de impartir cátedra.

**5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter - aprendizaje?**

En un porcentaje si serian muy útiles siempre y cuando exista el personal apto para impartir las clases y los conocimientos

**Análisis:** El ingeniero opina que las maquetas de ayuda didáctica serian útiles para los docentes los cuales estén en la capacidad de impartir los conocimientos de una manera teórico - práctica al estar familiarizados con el funcionamiento y operación de los sistemas los cuales se traten en clases.

**Interpretación:** Los docentes los cuales impartirán las cátedras de los sistemas en los cuales se cuente con maquetas de ayuda didáctica deberán estar familiarizados con estos sistemas además de que deberán de tener un amplio conocimiento del modo de operación de los mismos como también de las funciones que estos sistemas realizan.

**Nº.2**

**Entrevistado:** Sgop. Tec. Avc. Vallejo William  
**Formación Académica:** Bachiller Técnico en Electrónica  
**Asignatura que dicta:** Sistemas de Combustible de los Aviones  
**Cargo que ocupa:** Subdirector de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

**1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?**

No, falta ayudas de instrucción, sean estas maquetas que indiquen el funcionamiento y operación de los diversos sistemas.

**Análisis:** El Sargento considera, que falta ayudas de instrucción, sean estas maquetas que indiquen el funcionamiento y operación de los diversos sistemas.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA es necesario implementar mas material de ayuda didáctica referente a los sistemas que operan en las aeronaves comerciales existentes en el país.

**2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?**

Si, la mayoría se enfoca en aviación militar.

**Análisis:** El sargento certifica que existen maquetas y material de ayuda didáctica referente aviones del ámbito militar.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA existe material de ayuda didáctica referente a aviación militar los cuales están deteriorados y fuera de servicio, estos deben ser renovados.

**3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

No, ya que la mayoría de maquetas son relacionadas a aviación militar.

**Análisis:** El sargento opina que la mayoría de maquetas existentes son solamente del ámbito militar, ya que no existen maquetas referentes a los sistemas del avión Boeing 737.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existe material de ayuda didáctica el cual aporte a los docentes los cuales se encuentren impartiendo cátedra de los sistemas de avión Boeing 737, para demostrar la operación funcionamiento de estos sistemas.

**4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Claro, para dar un enfoque a la aviación comercial

**Análisis:** El sargento expresa estar de acuerdo en la construcción de estas maquetas para de este modo dar un enfoque a los estudiantes en el ámbito de la aviación comercial.

**Interpretación:** Debido a que los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica en su gran mayoría son civiles el enfoque de los docentes se a tornado hacia la aviación comercial.

**5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter - aprendizaje?**

Si, ya que la educación de esta manera mejora.

**Análisis:** El sargento exterioriza que las maquetas de ayuda didáctica serian útiles para los docentes los cuales estén en la capacidad de impartir los conocimientos de una manera teórico - práctica al estar familiarizados con el funcionamiento y operación de los sistemas los cuales se traten en clases.

**Interpretación:** Los docentes los cuales impartirán las cátedras de los sistemas en los cuales se cuente con maquetas de ayuda didáctica deberán estar familiarizados con estos sistemas además de que deberán de tener un amplio conocimiento del modo de operación de los mismos como también de las funciones que estos sistemas realizan.

**Nº.3**

<b>Entrevistado:</b>	Tlgo. Paredes Andrés
<b>Formación Académica:</b>	Técnico Superior en Mantenimiento Aeronáutico
<b>Asignatura que dicta:</b>	Motores Turbina Teoría
<b>Cargo que ocupa:</b>	Docente de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

**1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?**

No, se debería implementar material didáctico y se debería hacer accesible para los estudiantes.

**Análisis:** El tecnólogo opina que no existe material de ayuda didáctica el cual sea empleado para impartir cátedra, y que se debería implementar material didáctico que sea de fácil manejo y que permitan tener una clara percepción a los estudiantes.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existe material de ayuda didáctica de fácil manejo y traslado a las aulas en las cuales se impartirá cátedra de acuerdo al tema a tratarse en clase, ya que las maquetas existentes son bastante robustas y de difícil traslado, desactualizadas y con un enfoque a la aviación militar

## **2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?**

Si, existen maquetas y elementos seccionados, algunos de ellos obsoletos.

**Análisis:** El tecnólogo manifiesta, que tiene conocimiento de la existencia de material de ayuda didáctica como maquetas y elementos seccionados, pero que estos se encuentran obsoletos.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA existe material de ayuda didáctica, como maquetas y elementos aeronáuticos, pero algunos de estos se encuentran obsoletos, los cuales se deben actualizar acorde al avance tecnológico en el campo de la aviación.

## **3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

No, a excepción de un trabajo de tesis interactivo del motor JT8D

**Análisis:** El Tecnólogo Paredes, denuncia que no existen maquetas de ayuda didáctica referente a la instrucción de Sistemas y Unidades que operen en los aviones Boeing 737; a excepción de un sistema interactivo del motor JT8D presentado como proyecto de grado.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existe material de ayuda didáctica el cual contribuya con los docentes los cuales se encuentren impartiendo cátedra de sobre las unidades y sistemas de un avión básico como es el Boeing 737, el cual les sea útil para demostrar la operación y funcionamiento de estos sistemas.

**4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Si, siempre y cuando sean de uso practico de fácil transporte y sencillos

**Análisis:** El Tecnólogo considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica que sean sencillas y de fácil transporte, que contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica es necesario este tipo de maquetas las cuales sean de fácil transportación, practicas para que se puedan emplear con total normalidad en clases las cuales requieran de estas ya que si fuesen bastante robustas se dificultaría su acceso y no seria factible emplearlas en el momento de impartir cátedra.

**5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter - aprendizaje?**

Desde luego es un elemento indispensable.

**Análisis:** El tecnólogo ratifica que las maquetas son un elemento indispensable para ayuda didáctica.

**Interpretación:** Las maquetas de instrucción didáctica representan un aporte bastante amplio para facilitar la enseñanza de materias técnicas, al demostrar de una manera práctica el funcionamiento y operación de los sistemas que operan en una aeronave.

#### **Nº.4**

**Entrevistado:** Tlgo. Aguilar Diego  
**Formación Académica:** Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica mención Motores  
**Asignaturas que dicta:** Sistema de Enfriamiento del Motor  
Sistemas de Escape y Reversa del Motor  
**Cargo que ocupa:** Docente de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

**1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?**

No, hay material se necesita de implementar material didáctico para el inter - aprendizaje.

**Análisis:** El tecnólogo expresa, que no hay material didáctico, y es necesario implementar material didáctico para el inter – aprendizaje.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA es necesario implementar más material de ayuda didáctica para de este modo mejorar las condiciones de inter - aprendizaje.

**2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?**

Si conoce la mayoría, considera que fuese apropiado implementar maquetas referentes de aviación comercial.

**Análisis:** El tecnólogo manifiesta conocer la mayoría de las maquetas existentes y considera que fuese apropiado implementar maquetas referentes a aviación comercial.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA existe material de ayuda didáctica referente a aviación militar el cual debería de ser renovado y ser referente a la aviación comercial.

**3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

No, solo existe una maqueta del motor JT8D.

**Análisis:** El tecnólogo especifica la existencia de una maqueta del motor JT8D, mas no la existencia de maquetas referentes a los sistemas del avión Boeing 737.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existen maquetas de ayuda didáctica el cual aporte a los docentes los cuales se encuentren impartiendo cátedra de los sistemas de avión Boeing 737, para demostrar la operación funcionamiento de estos sistemas, existe una maqueta de instrucción referente al motor JT8D la cual se encuentra en mal estado.

**4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Claro, es indispensable ya que la mayor parte de alumnos son civiles y porque es un avión básico y fácil de comprender.

**Análisis:** El tecnólogo menciona estar de acuerdo en la construcción de estas maquetas debido a que la gran parte de los alumnos son civiles, adiciona que este es un avión básico y fácil de comprender.

**Interpretación:** Debido a que los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica en su gran mayoría son civiles el enfoque de los docentes se a tornado hacia la aviación comercial en especial buscando impartir la cátedra de los aviones básicos además de operativos en el país.

**5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter - aprendizaje?**

Claro ya que el instructor va a tener un medio con el cual llegar con facilidad a los alumnos y para los estudiantes seria mas fácil entender de una maqueta que de un libro.

**Análisis:** El tecnólogo sugiere que las maquetas de ayuda didáctica serian útiles para los docentes ya que es más fácil de impartir conocimientos teórico - prácticos mediante una maqueta la cual demuestre el funcionamiento y operación de los sistemas los cuales se traten en clases.

**Interpretación:** Los docentes los cuales impartirán las cátedras de los sistemas en los cuales se cuente con maquetas de ayuda didáctica tendrán la facilidad de mostrar de manera real el funcionamiento y operación a comparación de lo que era describir el funcionamiento y operación simplemente mediante una grafica.

## Nº.5

<b>Entrevistado:</b>	Subs. Tec. Avc. Dávila Fausto
<b>Formación Académica:</b>	Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica mención Motores Ing. Diseño Grafico
<b>Asignaturas que dicta:</b>	Sistema de Enfriamiento del Motor Sistemas de Escape y Reversa del Motor
<b>Cargo que ocupa:</b>	Docente de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

### 1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?

Yo creo que existe material didáctico suficiente en lo que se refiere a conocimientos Generales que debe de adquirir el estudiante ya que es la base fundamental, pero para conocimientos de especialidad o prácticos existe un vacío muy grande por falta de material didáctico.

**Análisis:** El sub oficial manifiesta, que existe material didáctico suficiente en lo que se refiere a conocimientos Generales que debe de adquirir el estudiante ya que es la base fundamental, pero para conocimientos de especialidad o prácticos existe un vacío muy grande por falta de material didáctico.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA es necesario implementar más material de ayuda didáctica para de este modo mejorar las condiciones de inter – aprendizaje cuando se trata de temas de especialidad afines con los diferentes sistemas que operan en las aeronaves.

## **2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?**

Si conozco todo los materiales de ayuda didáctica.

**Análisis:** El sub oficial exclama conocer todos los materiales de ayuda didáctica existentes en los laboratorios y talleres de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA existe material de ayuda didáctica referente a aviación militar los cuales tiene total conocimiento el sub oficial.

## **3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Maquetas no existen, lo que existen son carteles gráficos de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737.

**Análisis:** El sub oficial comunica la existencia de carteles gráficos de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737, mas no existen maquetas referentes a los sistemas del avión Boeing 737.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existen maquetas de ayuda didáctica el cual aporte a los docentes los cuales se encuentren impartiendo cátedra de los sistemas de avión Boeing 737, para demostrar la operación funcionamientos de estos sistemas, se emplean carteles gráficos.

**4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Si considero que es muy necesario por cuanto de estas maquetas se partiría para su instrucción académica, para que los estudiantes luego lo pongan en práctica en la aviación.

**Análisis:** El sub oficial confirma que si considera necesario ya que de estas maquetas se partiría para la instrucción académica, para que los estudiantes lo pongan en práctica en la aviación comercial.

**Interpretación:** Es necesaria la implementación de este tipo de maquetas ya que con estas se realizara una explicación del modo de operación y funcionamiento los cuales se simularan, para que los estudiantes interpreten estos conocimientos de manera mas simple y luego logren aplicarlos en ámbito laboral.

**5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter - aprendizaje?**

Si mejoraría y ayudaría para la familiarización con los aviones.

**Análisis:** El sub oficial manifiesta que las maquetas de ayuda didáctica serian útiles para que los estudiantes se familiaricen con lo sistemas que operan en las aeronaves.

**Interpretación:** Los docentes los cuales impartirán las cátedras de los sistemas en los cuales se cuente con maquetas de ayuda didáctica tendrán la facilidad demostrar el funcionamiento y operación para así buscar la familiarización con estos sistemas y sus aeronaves.

**Nº.6**

**Entrevistado:** Sgop. Tec. Avc. Gordon Marlon  
**Formación Académica:** Técnico en Electricidad e Instrumentación de Aviones  
**Asignaturas que dicta:** Sistema de Ignición y Arranque  
**Cargo que ocupa:** Docente de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

**1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?**

El ITSA no posee laboratorios adecuados para impartir ciertas materias, como específicamente sistema de ignición y arranque, sistemas de emergencia, etc. Lo que dificulta la parte practica de estas materias y como es instituto tecnológico se ve que es una gran falencia.

**Análisis:** El sub oficial expresa, que el Instituto no posee laboratorios adecuados para impartir ciertas materias, como específicamente sistema de ignición y arranque, sistemas de emergencia, etc. Lo que dificulta la parte practica de estas materias y como es instituto tecnológico se ve que es una gran falencia.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA es necesario implementar más material de ayuda didáctica para de este modo mejorar las condiciones de inter – aprendizaje cuando se trata de temas de especialidad afines con los diferentes sistemas que operan en las aeronaves.

## **2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?**

Si los talleres que conozco son:

- ∅ Taller de motores,
- ∅ Taller de Hidráulica y Controles de Vuelo.

**Análisis:** El sub oficial indica que únicamente conoce los talleres de motores, de hidráulica básica y controles de vuelo.

**Interpretación:** Existen mas talleres los cuales desconoce el sub oficial y ratifica que existe material de ayuda didáctica referente a aviación militar.

## **3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

No conozco de maquetas que existan en el Instituto y peor del avión Boeing

**Análisis:** El sub oficial expresa el no conocer de la existencia de maquetas de ayuda didáctica y que desconoce totalmente si existiesen maquetas referentes a los sistemas del avión Boeing 737.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existen maquetas de ayuda didáctica el cual aporte a los docentes los cuales se encuentren impartiendo cátedra de los sistemas de avión Boeing 737.

**4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Para mi es indispensable que existan este tipo de maquetas y como dije anteriormente para la práctica es muy importante, de esta manera los alumnos aprenderán mucho mejor las materias técnicas.

**Análisis:** El sub oficial indica que para él es indispensable que existan este tipo de maquetas y como expreso anteriormente para la práctica es muy importante, de esta manera los alumnos aprenderán mucho mejor las materias técnicas.

**Interpretación:** Es necesaria la implementación de este tipo de maquetas ya que con estas se realizara una explicación del modo de operación y funcionamiento los cuales se simularan, para que los estudiantes interpreten estos conocimientos de manera más simple y luego logren aplicarlos en ámbito laboral.

**5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter - aprendizaje?**

Si las maquetas van a estar bien elaboradas creo que va a contribuir enormemente en el proceso de inter – aprendizaje.

**Análisis:** El sub oficial opina a que si las maquetas van a estar bien elaboradas van a contribuir enormemente en el proceso de inter – aprendizaje.

**Interpretación:** Los docentes los cuales impartirán las cátedras de los sistemas en los cuales se cuente con maquetas de ayuda didáctica tendrán la facilidad demostrar el funcionamiento y operación de los sistemas que operan en las aeronaves, ya que las maquetas se ajustarán a las características reales de operación y funcionamiento de los sistemas.

**Nº.7**

**Entrevistado:** Sgos. Tec. Avc. Molina Edison  
**Formación Académica:** Licenciado en Ciencias de la Educación  
**Asignaturas que dicta:** Sistema de Inducción y flujo de aire al Motor  
**Cargo que ocupa:** Docente de la Carrera de Mecánica Aeronáutica

**1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?**

No ya que es necesario que este sea actualizado constantemente, para una mejor enseñanza - aprendizaje.

**Análisis:** El Sargento indica la necesidad de actualizar de manera constante el material didáctico existente en los talleres y laboratorios de la carrera de Mecánica Aeronáutica, y de este modo facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA es necesario implementar material de ayuda didáctica actualizado para de este modo mejorar las condiciones de inter – aprendizaje cuando se trata de los diferentes sistemas que operan en las aeronaves.

**2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?**

Si en un cierto porcentaje son excelentes para los conocimientos básicos del avión.

**Análisis:** El Sargento indica conocer los materiales de ayuda didáctica existentes en los laboratorios y talleres de la carrera de Mecánica Aeronáutica, adiciona que estos materiales aportan en un cierto porcentaje en el modo de impartir conocimientos básicos de aviación militar.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA existe material de ayuda didáctica referente a aviación militar los cuales permiten proporcionar instrucción elemental de nociones básicas de aviación, pero existe la necesidad de estudiar sistemas específicos de aviones comerciales para lo cual es necesaria la implementación de maquetas de ayuda didáctica de los aviones tales como el Boeing 737.

**3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

No, ya que aparentemente no existen o realmente desconozco de su existencia.

**Análisis:** El Sargento expresa la inexistencia de maquetas referentes a los sistemas del avión Boeing 737 debido a que aparentemente no las hay a su vez el desconoce de si realmente existan.

**Interpretación:** En los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no existen maquetas de ayuda didáctica el cual aporte a los docentes los cuales se encuentren impartiendo cátedra de los sistemas de avión Boeing 737, para demostrar la operación funcionamiento de estos sistemas.

**4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica las cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?**

Si ya que con estas ayudas de instrucción se fortalece los conocimientos para una enseñanza adecuada en la aviación comercial.

**Análisis:** El Sargento expone que con estas ayudas de instrucción se fortalece los conocimientos de una educación enfocada en la aviación comercial.

**Interpretación:** Es necesaria la implementación de este tipo de maquetas ya que con estas se realizara una explicación del modo de operación y funcionamiento, los cuales se simularan, para que los estudiantes interpreten estos conocimientos de manera mas simple y luego logren aplicarlos en campo laboral de la aviación comercial.

## **5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter - aprendizaje?**

Si porque con esto se va a lograr que los estudiantes comprendan entre lo teórico y practico.

**Análisis:** El Sargento afirma que las maquetas de ayuda didáctica serán útiles para lograr que los estudiantes los conocimientos impartidos entra la teoría y la practica.

**Interpretación:** Los docentes los cuales impartirán las cátedras de los sistemas en los cuales se cuente con maquetas de ayuda didáctica tendrán la facilidad demostrar el funcionamiento y operación para así lograr una comprensión e interpretación adecuada entre los conocimientos teóricos y prácticos.

## **5. Conclusiones y Recomendaciones**

### **5.1 Conclusiones:**

- ∅ Posterior a la recopilación de información que permitió visualizar las respuestas obtenidas por las entrevistas y encuesta, se pudo conocer que tanto los Docentes como los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA no poseen información del material de ayuda didáctica existente en los talleres y laboratorios que les son útiles para comprender los sistemas tratados en clase como también de los sistemas del Avión Boeing 737.

- ∅ Se debería construir e implementar de maquetas didácticas que optimicen las condiciones de inter - aprendizaje, permitan visualizar y comprender con mayor facilidad el funcionamiento, operatividad y objetivos de los sistemas del avión Boeing 737 y otras aeronaves referentes a la aviación comercial del país.
- ∅ Al construir e implementar maquetas de ayuda didáctica referente a aviación comercial en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica se estaría actualizado maquetas existentes en los mismos.

## 5.2 Recomendaciones:

- ∅ Se recomienda que los instructores empleen los medios de ayuda didáctica existentes en los laboratorios y talleres Mecánica Aeronáutica en el momento de impartir la cátedra de sus respectivas materias con el fin de que los estudiantes desarrollen y optimicen el conocimiento teórico - práctico necesario para la inserción laboral y la obtención de la Licencia de la DGAC.
- ∅ Se recomienda la construcción de maquetas de ayuda didáctica de los sistemas de aviones comerciales tales como:
  - ∅ Aire acondicionado
  - ∅ Presurización
  - ∅ Piloto Automático
  - ∅ APU
  - ∅ Comunicaciones
  - ∅ Sistema Eléctrico
  - ∅ Controles de Vuelo
  - ∅ Instrumentos de Vuelo
  - ∅ Combustible
  - ∅ Hidráulico
  - ∅ Protección de hielo y Lluvia
  - ∅ Trenes de Aterrizaje
  - ∅ Navegación
  - ∅ Neumático
  - ∅ Motores
  - ∅ Sistemas de Advertencia

Del avión Boeing 727 y 737 ya que la mayoría de material de apoyo didáctico existente en los laboratorios y talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA son alusivos a aviación militar y por este echo están desactualizadas.

## **6. Denuncia del Tema**

“ CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA QUE SIMULE LA OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN BOEING 737 ”

## **7. Factibilidad del Tema:**

### **7.1 Técnica**

Fue primordial partir de análisis de la situación actual de los laboratorios y talleres de la carrera de mecánica del ITSA y del material existente para apoyo didáctico lo cual se realizo mediante encuestas dirigidas a los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, además de entrevistas dirigidas a los docentes de las materias técnicas.

Mediante estas encuestas y entrevistas se obtuvo los datos pertinentes para la realización del análisis referente a la necesidad de construcción de una maqueta de ayuda didáctica que simule la operación y funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Boeing 737.

### **7.2 Legal**

El marco legal que se ha aplicado para este trabajo son las Regulaciones Aeronáuticas de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Específicamente la R DAC 147 que trata sobre Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, y la sub parte B referente a requerimientos de Certificación.

### 7.3 Apoyo

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con el apoyo de varias personas y del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al cual va a beneficiar el proyecto.

El ITSA, brinda su apoyo, permitiendo acceder a la información técnica que se encuentra en los libros del curso básico de entrenamiento del Avión Boeing 737, información existe en diapositivas del sistema de alimentación de combustible del avión Boeing 737.

El taller de Motos para Competencia Cedillo`s Racing, en conjunto con el taller de Autos para competencia Chinos Racing colaborara en la construcción de la maqueta.

### 7.4 Recursos

#### 7.4.1 Talento Humano:

**Tabla N° 8: Talento Humano.**

<b>Talento Humano.</b>		
<b>Nº</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>
<b>1</b>	Sr. Ulices Cedillo	Investigador
<b>2</b>	Ing. Dag Bassantes	Asesor

**Fuente:** Consejo de Carreras.  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

## 7.4.2 Recurso Material

**Tabla N°9: Costo Primario.**

<b>Costo Primario.</b>		
<b>Nº</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO</b>
1	Materiales:	430 USD
2	Mano de obra	400 USD
<b>TOTAL</b>		<b>830 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Tabla N°10: Costos Secundarios.**

<b>Costos Secundarios.</b>		
<b>Nº</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO</b>
1	Pago aranceles Derechos de Grado	120 USD
2	Impresiones e Internet	50 USD
3	Anillados y empastados	50 USD
4	Transporte y varios	120
<b>TOTAL</b>		<b>340 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

## 7.5 Presupuestó

**Tabla N° 11: Costos Primarios.**

<b>Costos Primarios.</b>		
<b>Nº</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO</b>
1	Flexi- Glas	80 USD
2	Cables de Neon	100 USD
3	Transformador 110v ac- 12v cc	20 USD
4	Pulsadores	20 USD
5	Switchs	20 USD
6	Cable UTP categoría 5; 10m	20 USD
7	Cableado adicional	10 USD
8	Lamina de aluminio de calibre 16	20USD
9	Placa de madera triplex enchapada en sus dos superficies	80 USD
10	Tubo de aluminio rectángulas de 1` 1/2	20 USD
11	Implementos para construcción del soporte	40 USD
<b>TOTAL</b>		<b>430 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

**Tabla N° 12: Costos Secundarios.**

<b>Costos Secundarios.</b>		
<b>Nº</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO</b>
1	Pago aranceles Derechos de Grado	120 USD
2	Impresiones	20 USD
	Internet	10 USD
3	Anillados y empastados	50 USD
4	Transporte y varios	120
<b>TOTAL</b>		<b>320 USD</b>

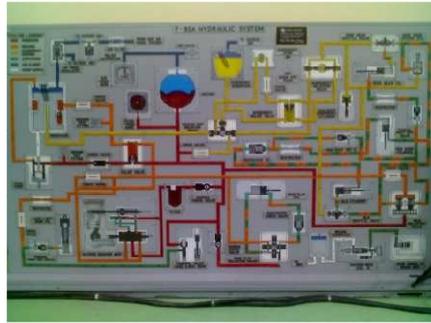
**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaboración:** Sr. Ulices Cedillo

## 8. Cronograma

Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	27 oct '08							03 nov '08							10 nov '08							17 nov '08							24 nov '08													
				V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J							
1	<b>Estudio de la Elaboracion del Anteproyecto</b>	<b>sáb 25/10/08</b>	<b>mié 26/11/08</b>	[Barra de actividad completa]																																									
2	Estructuración del Problema	sáb 25/10/08	sáb 25/10/08	[Barra de actividad]																																									
3	Revisión y Corrección de la Estructuración del Problema	lun 27/10/08	lun 27/10/08	[Barra de actividad]																																									
4	Estructuración del Plan de Investigación	mar 28/10/08	mar 04/11/08	[Barra de actividad]																																									
5	Revisión y Corrección de la Estructuración del Problema y el Plan de Investigac	mié 05/11/08	jue 06/11/08	[Barra de actividad]																																									
6	Elaboración del Marco Teórico	vie 07/11/08	lun 10/11/08	[Barra de actividad]																																									
7	Revisión y Corrección del Marco Teórico	mar 11/11/08	mar 11/11/08	[Barra de actividad]																																									
8	Elaboración de la Ejecución del Plan Metodológico	mié 12/11/08	mié 12/11/08	[Barra de actividad]																																									
9	Ejecución de la Encuesta	jue 13/11/08	vie 14/11/08	[Barra de actividad]																																									
10	Ejecución de la Entrevista	lun 17/11/08	mar 18/11/08	[Barra de actividad]																																									
11	Análisis de Datos	mié 19/11/08	jue 20/11/08	[Barra de actividad]																																									
12	Revisión y Corrección de la Ejecución del Plan Metodológico	vie 21/11/08	vie 21/11/08	[Barra de actividad]																																									
13	Estructuración de la Denuncia del Tema	sáb 22/11/08	sáb 22/11/08	[Barra de actividad]																																									
14	Estructuración de la Factibilidad del Tema	dom 23/11/08	dom 23/11/08	[Barra de actividad]																																									
15	Elaboración del Glosario, Cronograma, Bibliografía	dom 23/11/08	dom 23/11/08	[Barra de actividad]																																									
16	Revisión Global del Anteproyecto	mar 25/11/08	mar 25/11/08	[Barra de actividad]																																									
17	Entrega del Anteproyecto	mié 26/11/08	mié 26/11/08	[Barra de actividad]																																									
18	Transcripción del Anteproyecto	sáb 25/10/08	mié 26/11/08	[Barra de actividad]																																									

**ANEXO B**  
**“Maquetas didácticas existentes en los Talleres y Laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica”**

- ∅ Del sistema Hidráulico del avión T-33A



- ∅ Del sistema de combustible del avión T-33a



- ∅ Del steering del avión Focker F-28



∅ Del sistema Hidráulico " A " del avión T-33A



∅ Del sistema de tren principal de aterrizaje del avión T-33<sup>a</sup>



∅ Del sistema de tren de aterrizaje de nariz del avión T-33<sup>a</sup>



∅ Del sistema de controles de vuelo del helicóptero Bell 206



∅ Del simulador de controles de vuelo del avión K-FIR



∅ Del túnel de viento de baja velocidad



**ANEXO C**  
**“ Modelo de Ficha técnica de Observación ”**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**  
**MECANICA AERONÁUTICA – MOTORES**  
**OBSERVACIÓN AL PERSONAL TÉCNICO DEL CEMA**  
**DATOS INFORMATIVOS:**

**Lugar:** Laboratorios del ITSA  
**Observador:** Sr. Ulices Cedillo  
**Equipo:** Cámara fotográfica  
**Objetivo:** Visualizar las Maquetas de Ayuda didáctica existentes en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA

La presente observación tiene como objetivo registrar el material didáctico existente y determinar las condiciones en las cuales se encuentran estos para ser usados en la instrucción del docente

**Observaciones:**

En los talleres y laboratorios de se pudo constatar la existencia de los materiales además de cerciorarse que, algunos se encuentran desactualizados, y son difíciles de trasladar para usarlos como material de ayuda didácticas de los temas a tratarse en clase. Otro punto es que los materiales existente, son enfocados a aviación militar; como se mostro en el **ANEXO B**

**ANEXO D**  
**“ Modelo de Encuesta ”**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**  
**CARRERA MECÁNICA AERONÁUTICA**  
**ENCUESTA PARA ESTUDIANTES**

La presente encuesta tiene por objeto recabar información sobre la necesidad de implantar maquetas de ayuda didáctica de los sistemas del avión Boeing 737 en los talleres y laboratorios del ITSA. Como parte fundamental del desarrollo investigativo del Trabajo de Grado.

Por la importancia de la información requerida, se solicita que sus respuestas sean apegadas a la realidad académico pedagógica institucional.

Marque con una X en el casillero correspondiente a su respuesta.

Por la gentil atención a la presente se le agradece.

1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?

SI

NO

2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?

SI

NO

3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?

SI

NO

4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?

SI

NO

5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter aprendizaje?

SI

NO

Gracias

**ANEXO E**  
**“ Modelo de Entrevista ”**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

La presente entrevista tiene por objeto recabar información sobre la necesidad de implantar maquetas de ayuda didáctica de los sistemas del avión Boeing 737 en los talleres y laboratorios del ITSA. Como parte fundamental del desarrollo investigativo del Trabajo de Grado.

Por la importancia de la información requerida, se solicita que sus respuestas sean apegadas a la realidad académico pedagógica institucional.

Por la gentil atención a la presente se le agradece.

No.....

Entrevistado:.....

Formación Académica:.....

Asignaturas que dicta:.....

Cargo que ocupa:.....

1. ¿Considera que el ITSA posee en sus laboratorios y talleres suficiente material didáctico que permitan un mejor entendimiento de los temas que se tratan en clases?

.....  
.....  
.....  
.....

2. ¿Conoce los materiales de ayuda didáctica existentes en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica?

.....  
.....

.....  
.....

3. ¿Tiene conocimiento si existen maquetas de ayuda didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?

.....  
.....  
.....  
.....

4. ¿Considera necesario la implementación de maquetas de instrucción didáctica los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Boeing 737?

.....  
.....  
.....  
.....

5. ¿Cree usted que la implementación de estas maquetas de instrucción didáctica mejoraran la calidad del proceso de inter aprendizaje?

.....  
.....  
.....  
.....

**ANEXO F**

**Boeing 737-300/400/500 Engines ATA 28 Presented by Maintenance Training**

FUEL - GENERAL DESCRIPTION

General

The fuel tanks store fuel for use by the engines and the APU. The pressure fueling system lets you add fuel to each tank. The fueling station is on the right wing. You also do defueling and fuel transfer at the fueling station.

The six fuel boost pumps, two per tank, deliver fuel under pressure from the tanks to the two engines. Pump outlet check valves crack pressures are different for pumps in main and center tank. The center tank boost pump check valves have one spring. The main tank boost pump check valves have three springs. The center tank boost pump check valves takes lower fuel pressure to open. Because of this, the fuel in the center tank is used before the fuel in the main tanks.

Control of the engine and APU fuel feed system is on the P5 panel. Fuel quantity of each tank shows in the flight compartment and at the fueling station.

Fuel Storage

These tanks store fuel:

- Main tank 1
- Main tank 2
- Center tank.

The surge tanks collect fuel overflow only.

The main tanks are in the wings. Main tank 1 is in the left wing. Main tank 2 is in the right wing. The center tank is in the fuselage between the wings.

Pressure Fueling System

The pressure refueling system fuels each fuel tank. The P15 fueling panel, on the right wing, controls fueling operations. There is over wing fueling capability for main tanks.

Engine Fuel Feed System

The engine fuel feed system supplies fuel from the fuel tanks to the engines. The fuel control panel operates valves and boost pumps to control engine fuel feed.

Fuel Quantity Indicating System

The fuel quantity indicating system shows fuel weight of the main tanks and the center tank on the flight compartment P2 panel and the P15 refuel panel.

Fuel Temperature Indicating System

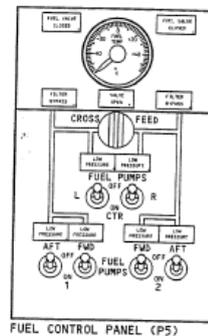
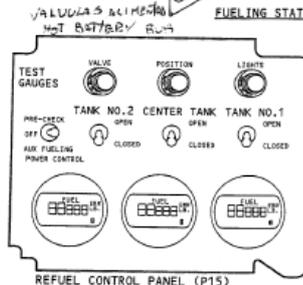
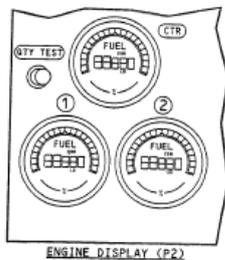
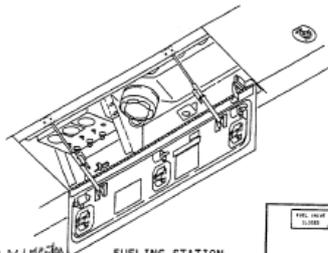
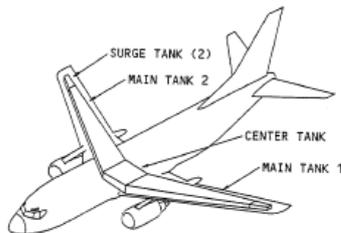
Main tank 1 fuel temperature shows on the fuel control panel.

28-00-CC-001 Rev 2 (31/02/2000)

EFFECTIVITY  
FS003

28-00-CC

- 4 -  
FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(C) ALL RIGHTS RESERVED - See title page for details



28-00-CC-001 Rev 2 (31/02/2000)

EFFECTIVITY  
FS003

FUEL - GENERAL DESCRIPTION

28-00-CC

- 5 -  
FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(C) ALL RIGHTS RESERVED - See title page for details

FUEL - STORAGE - GENERAL DESCRIPTION

Fuel Tank Arrangement

These are the fuel tanks.

- Main tank 1
- Main tank 2
- Center tank.

Surge tanks collect fuel overflow only. The fuel overflow in the surge tanks drains into the center tank. If the fuel level is high enough in the surge tank fuel drains out the vent scoop.

Component Location

Main tank 1 is in the wing box of the left wing. Main tank 2 is in the wing box of the right wing. The center tank is in the fuselage between the wings.

Capacity

The nominal capacity of main tank 1 is 10,043 lbs (4,555 kgs). The nominal capacity of main tank 2 is 10,043 lbs (4,555 kgs). The nominal capacity of the center tank is 15,497 lbs (7,029 kgs). Fuel tank capacity does not include surge tanks.

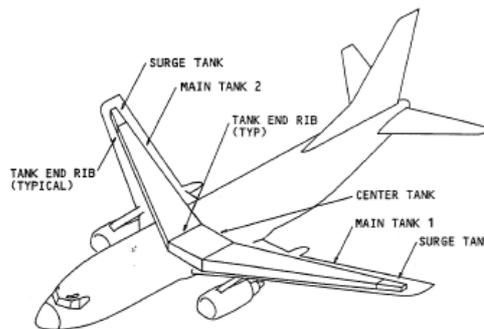
28-10-CC-000 Rev 0 02/07/1999

EFFECTIVITY  
FS003

28-10-CC

- 8 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details



	NOMINAL FUEL TANK CAPACITY			
	LB	KGS	US GALLONS	LITERS
MAIN TANK 1	10,043	4,555	1,499	5,674
MAIN TANK 2	10,043	4,555	1,499	5,674
CENTER TANK	15,497	7,029	2,313	8,755
TOTAL	35,583	16,139	5,311	20,103

28-10-CC-000 Rev 0 02/07/1999

FUEL - STORAGE - GENERAL DESCRIPTION

EFFECTIVITY  
FS003

28-10-CC

- 9 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details

FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - GENERAL DESCRIPTION

General

The engine fuel feed system controls and supplies fuel to the engines. It uses these inputs:

- Fuel system panel (P5-2)
- Engine start switches
- Engine fire switches.

The engine fuel feed system uses these components to supply fuel to the engines:

- Center tank boost pumps
- Forward boost pumps
- Aft boost pumps
- Crossfeed valve
- Fuel shutoff valve.

Center Tank Boost Pump Control

A switch on the fuel system panel (P5-2) controls each center tank boost pump. The switches control electrical power to the pumps.

Center Tank Boost Pump Indication

A LOW PRESSURE light comes on when the center tank boost pump pressure is low and the center tank boost pump switch is in the ON position.

Fuel Boost Pump

A switch on the fuel system panel (P5-2) controls each forward and aft boost pump for main tank No. 1 and main tank No. 2. The switches control power to the pumps.

Fuel Boost Pump Indication

A LOW PRESSURE light comes on when the fuel boost pump pressure is low.

Engine Fuel Shutoff Valve

The engine fuel shutoff valves control fuel flow to the engines. The engine start levers and the engine fire switches control the engine fuel shutoff valves.

Engine Fuel Shutoff Valve Indication

A blue FUEL VALVE CLOSED light shows valve position.

Crossfeed Valve

The crossfeed valve lets a single fuel tank supply fuel to both engines. A switch on the fuel system panel (P5-2) controls the crossfeed valve.

Crossfeed Valve Indication

A blue VALVE OPEN light shows valve position.

28-22-CC-001 Rev 0 02/09/1999

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 50 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details

FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - COMPONENT LOCATION

General

The engine fuel feed system has these components:

- Fuel boost pump (6)
- Crossfeed valve
- Fuel shutoff valve (2)
- Defuel valve
- APU fuel shutoff valve.

System Description

The engine fuel feed system uses pumps, valves and tubing for engine and APU feed. Defuel and transfer operations is done at the fueling station and are only done on the ground.

General Operation

Both engines receive fuel first from the center tank and then from the respective main tank. Crossfeed valve allows one fuel tank to supply fuel to both engines. Both engines can receive fuel by suction from the main tanks.

Tank No. 1 primarily supplies fuel to the APU. Any tank can supply fuel to the APU by using the engine feed components.

Defuel of all the tanks is done by operation from the engine feed components and through the fueling manifold.

Fuel transfer between tanks is done by operation from the engine feed components and through the fueling manifold.

28-22-CC-002 Rev 0 02/09/1999

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 52 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details

FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - ENGINE FUEL SHUTOFF AND CROSSFEED VALVE

General

Two engine fuel shutoff valves provide the means to shutoff the fuel supply to the engines. The crossfeed valve lets fuel flow between the left and right engine fuel feed manifolds. With the connection of the two engine fuel feed manifolds, one fuel tank supplies fuel to both engines.

switch to open or close the engine fuel shutoff valve. Each engine fire handle can also close the engine fuel shutoff valve. A rotary switch on the P5 panel operates the crossfeed valve to open or close. The thermal relief valve limits the pressure trapped in the manifold to 40-60 psi with the system shut down.

Component Location

The fuel shutoff valves are on the front spars out board of the engines.

The fuel crossfeed valve is interchangeable with the engine fuel shutoff valve.

The fuel crossfeed valve is on the right wing rear spar. Access is through the right wheel well.

Training Information Point

You must defuel the tank to the quantity on the placard prior to the removal of the valve.

Physical Description

Each valve has an electric motor to open or close the valve. The valves consist of a gate, actuator, and a port adaptor assembly. The port adaptor assembly is inside the fuel tank and supports the fuel manifold. The gate assembly slides into the adapter from the dry side, and the actuator couples to the gate shaft with an index tooth spline. The manual override handle indicates the position of the valve, and provides a manual method to open or close the valve.

Operation

The motor uses 28 volt dc power to open or close the valve. The engine start lever operates a mechanical

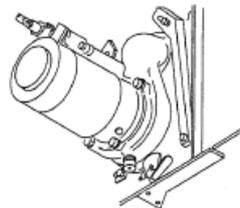
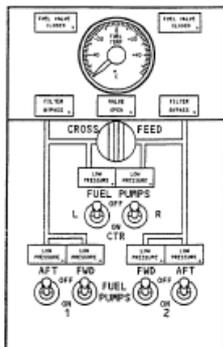
28-22-CC-1001 Rev. 0 02/08/1999

EFFECTIVITY  
FS003

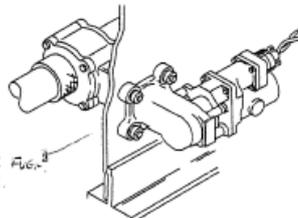
28-22-CC

- 62 -

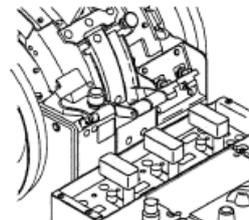
FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details



FUEL BOOST PUMP (6)



CROSSFEED AND ENGINE FUEL SHUTOFF VALVES



ENGINE START LEVERS AND FIRE SWITCHES

*INTERCOMMUNICATE SWITCHES  
ON COM PANT 048*

*SHUTOFF COMBUSTIBLE SE  
FUEL LEAKS Y FWD SWITCHES*

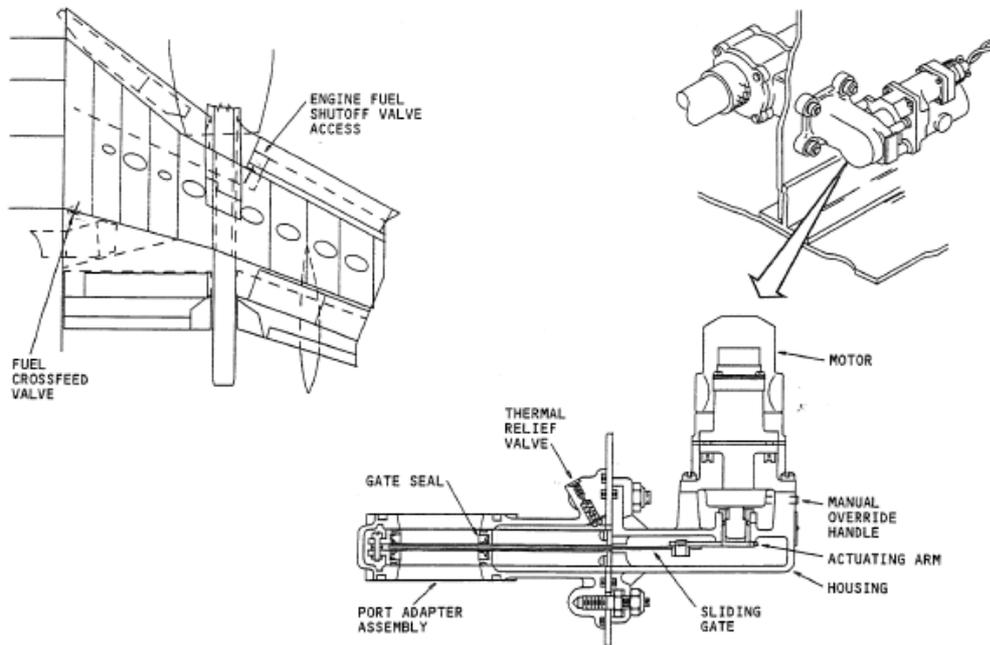
FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - GENERAL DESCRIPTION

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 51 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details



FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - ENGINE FUEL SHUTOFF AND CROSSFEED VALVE

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 63 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details

FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - ENGINE FUEL SHUTOFF VALVE

General

The engine start levers controls the engine fuel shutoff valve. When you move the lever to idle or cut off position, 28v dc power goes through a switch assembly to the actuator. The actuator then moves the engine fuel shutoff valve to the correct position.

Component Location

The valves are on the front spars outboard of the engines. The indicating lights and circuits are on the P5 panel. Controls for the valve operation are below the start levers and on the P8 fire control panel.

Operation

The engine start lever controls the operation of the valve. The valve is also closed by the respective engine fire control handle. The indication of the blue fuel valve closed light operates as follows:

- Valve closed - dim blue light
- Valve in transit - bright blue light
- Valve open - no light.

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 64 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details

FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - DEFUELING VALVE

General

The defuel valve provides the means to defuel the tanks or for fuel transfer between tanks. You can suction defuel main tank No. 1 and No. 2. Defueling or fuel transfer can only be done on the ground.

Component location

The defuel valve is on the right wing front spar. The defuel valve connects between the right engine fuel feed manifold and refuel station tubing.

Physical Description

The valve consists of a gate, actuator, and port adapter assemblies. The port adapter assembly is inside the tank and supports the fuel line. The gate assembly slides into the adapter from the dry side.

Operation

Access to the valve is through a panel inboard of the fueling station. The red handle operates the valve. You can not close the defuel valve access door with the handle in the open position. Defuel valve must be in the closed position for flight.

Training Information Point

You must defuel tank 2 to the quantity on the placard prior to the removal of the valve.

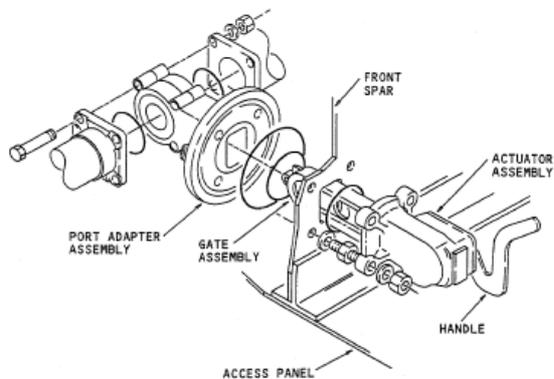
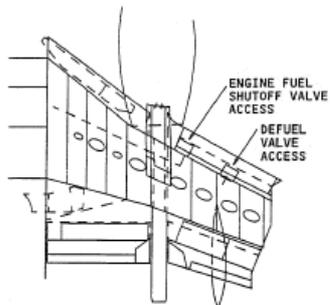
28-22-CC-013 Rev 0 02/06/1999

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 72 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details



28-22-CC-013 Rev 0 02/06/1999

FUEL - ENGINE FUEL FEED SYSTEM - DEFUELING VALVE

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 73 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) ALL rights reserved - See title page for details

FUEL - APU SHROUD DRAIN LINE

General

The APU shroud drain is to drain moisture or any fuel from a leak in the APU fuel line.

The shroud has a drain line and a drain manifold. The drain manifold contains a flame arrestor and a drain cock. The line terminates in a drain mast.

Location

The drain line is in the left main wheel well.

Operation

Fluid that accumulates from condensation drains from the drain mast. If the APU fuel line has a leak, fuel drains from the drain mast.

You use the drain cock to drain off any fuel accumulation while on the ground. The drain cock is closed for flight.

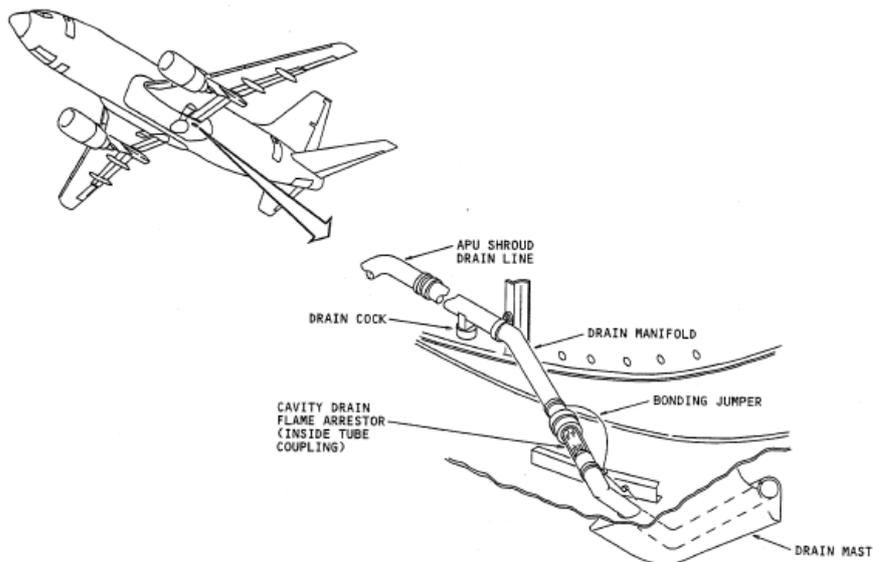
28-22-10-024 Rev 0 04/13/1999

EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 74 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) All rights reserved - See title page for details



28-22-10-024 Rev 0 04/13/1999

FUEL - APU SHROUD DRAIN LINE

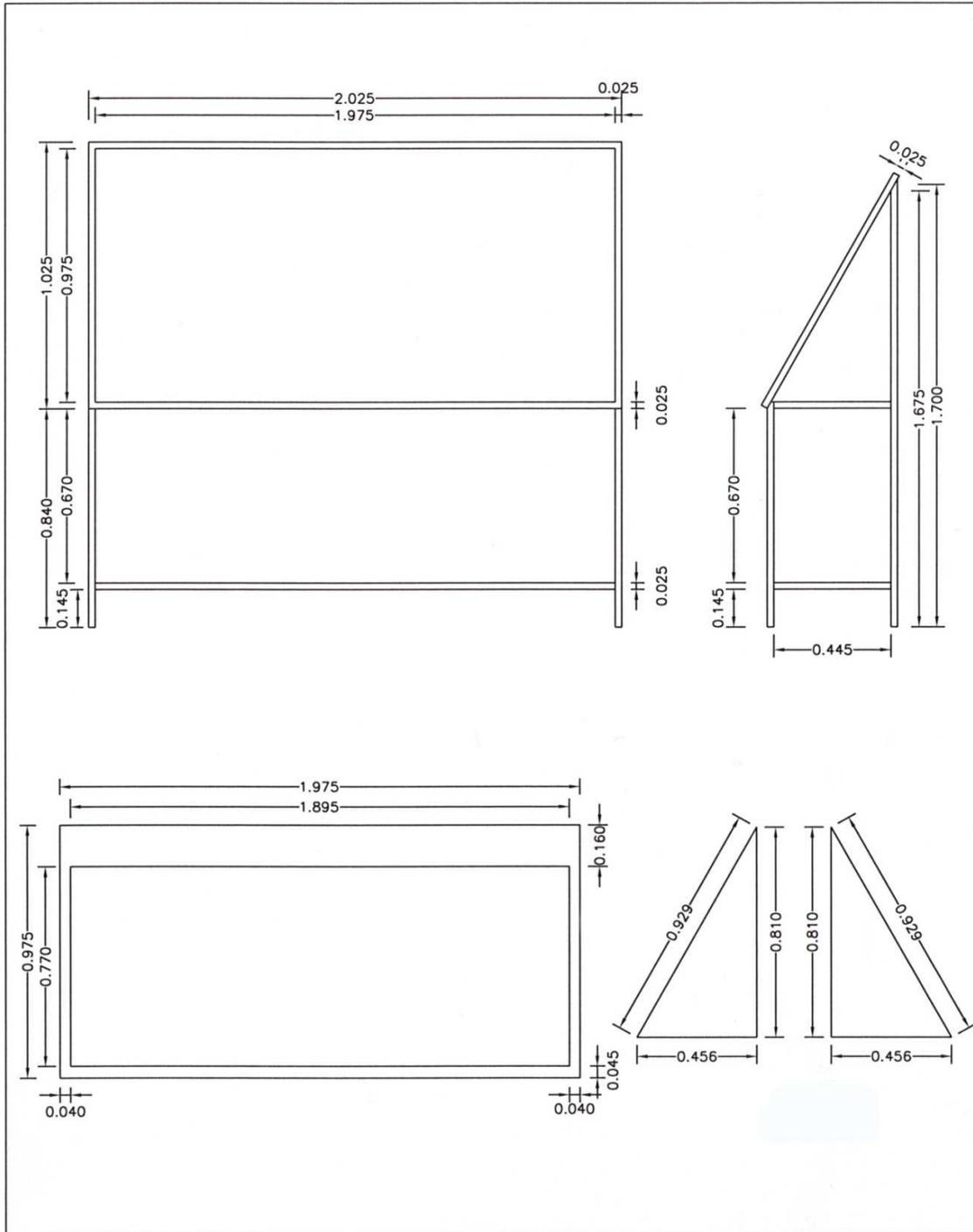
EFFECTIVITY  
FS003

28-22-CC

- 75 -

FLIGHTSAFETYBOEING PROPRIETARY(c) All rights reserved - See title page for details

**ANEXO G**  
**PLANOS DE ELEMENTOS CONSTRUIDOS PARA LA MAQUETA**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**



ITEM:	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:
Diseñado:	Sr. Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09:
Dibujado:	Sr. Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09:
Revisado:	Ing. Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	11-10-09:
Aprobado:	Ing. Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	13-10-09:
Material: Tubo cuadrado de hierro 1" Madera MDF 10mm.			

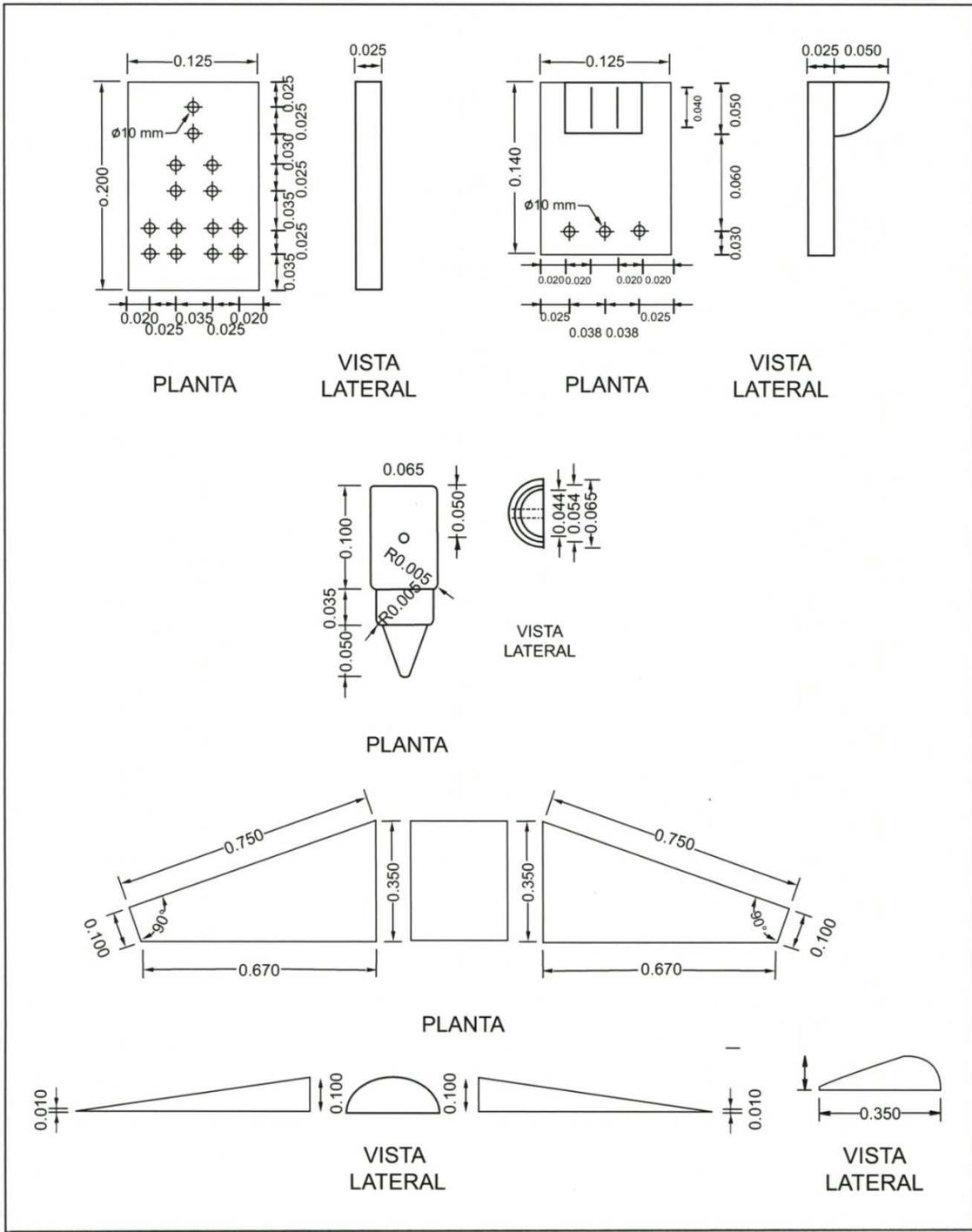
**MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE  
DEL AVIÓN BOEING 737**

Contenido: Soporte Estructural

Lamina:01/03

Escala:1/200

Medida:  
Metros



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ITEM:	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:
Diseñado:	Sr. Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Dibujado:	Sr. Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Revisado:	Ing. Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Aprobado:	Ing. Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	13-10-09

Material: Aluminio 2mm - Madera  
Acrílico color humo 4mm

MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE  
DEL AVIÓN BOEING 737

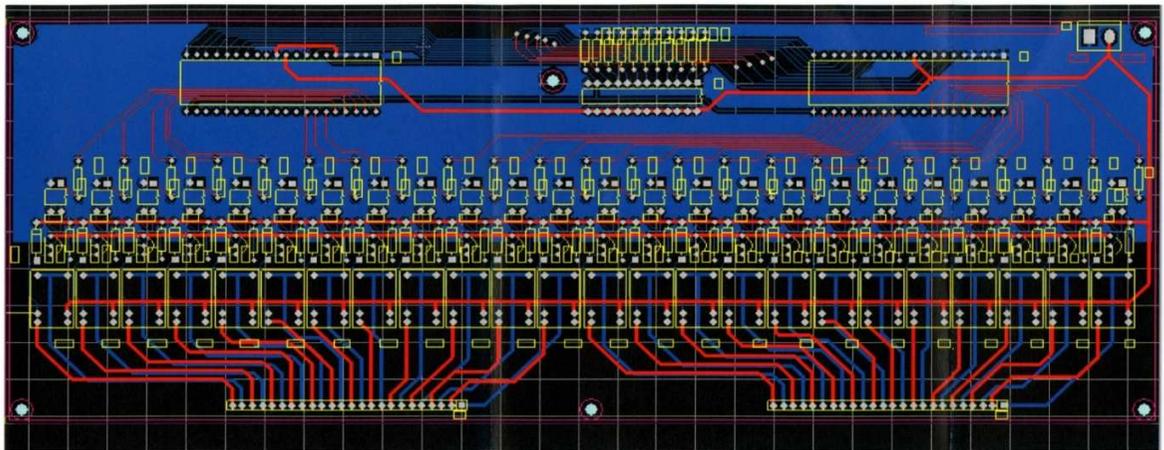
CONTENIDO: Paneles P5-P8-Start Level  
Motores - Tanques

Lamina 02/3

Escala: 1/200  
1/500

Medida:  
Metros





INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ITEM	NOMBRE	FIRMA	FECHA
Diseñado	Sr. Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Dibujado	Sr. Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Revisado	Ing. Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Aprobado	Ing. Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	13-10-09

MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE  
DEL AVIÓN BOEING 737

Material: Baquelita doble cara

Contenido: Ruteado de Pistas

Lamina: 01/1

Escala: 1/1

Medida:  
Metros

**ANEXO H**  
**PROGRAMACION DE LOS AVRS**

## AVR N°1

```
'COMBINACION 1'  
If Puertod = &H80 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &H80  
Else  
Puertoa = 0  
Puertoc = 0  
End If
```

'Enceramiento de las salidas

```
'COMBINACION 2'  
If Puertod = &H40 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HC0
```

```
'COMBINACION 3'  
If Puertod = &H20 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H3F
```

```
'COMBINACION 4'  
If Puertod = &H10 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H1F
```

```
'COMBINACION 5'  
If Puertod = &H08 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &H80
```

```
'COMBINACION 6'  
If Puertod = &H04 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H1F
```

```
'COMBINACION 7'  
If Puertod = &H02 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &H80
```

```
'COMBINACION 8'  
If Puertod = &H06 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &H9F
```

```
'COMBINACION 9'  
If Puertod = &H12 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &H9F
```

```
'COMBINACION 10'  
If Puertod = &H16 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &H9F
```

```
'COMBINACION 11'  
If Puertod = &H22 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &HBF
```

'COMBINACION 12'  
If Puertod = &H26 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &HBF

'COMBINACION 13'  
If Puertod = &H32 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &HBF

'COMBINACION 14'  
If Puertod = &H36 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7F  
Puertoc = &HBF

'COMBINACION 15'  
If Puertod = &H01 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H1F

'COMBINACION 16'  
If Puertod = &H09 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &H9F

'COMBINACION 17'  
If Puertod = &H41 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HDF

'COMBINACION 18'  
If Puertod = &H49 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HDF

'COMBINACION 19'  
If Puertod = &H81 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &H9F

'COMBINACION 20'  
If Puertod = &H89 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HDF

'COMBINACION 21'  
If Puertod = &HC1 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HDF

'COMBINACION 22'  
If Puertod = &HC9 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HDF

'COMBINACION 23'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H80 Then  
Puertoa = &H27  
Puertoc = &H00

'COMBINACION 24'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H40 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H1E

'COMBINACION 25'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H20 Then  
Puertoa = &H08  
Puertoc = &H00

'COMBINACION 26'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &HC0 Then  
Puertoa = &H27  
Puertoc = &H1E

'COMBINACION 27'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H60 Then  
Puertoa = &H08  
Puertoc = &H1E

'COMBINACION 28'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &HA0 Then  
Puertoa = &H2F  
Puertoc = &H00

'COMBINACION 29'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &HE0 Then  
Puertoa = &H2F  
Puertoc = &H1E

'COMBINACION 30'  
If Puertod = &HC0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HC0

'COMBINACION 31'  
If Puertod = &HC8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HC0

'COMBINACION 32'  
If Puertod = &H88 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &H80

'COMBINACION 33'  
If Puertod = &H48 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HC0

'COMBINACION 34'  
If Puertod = &H30 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H3F

'COMBINACION 35'  
If Puertod = &H34 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H3F

'COMBINACION 36'  
If Puertod = &H24 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H3F

'COMBINACION 37'  
If Puertod = &H14 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00  
Puertoc = &H1F

'COMBINACION 38'  
If Puertod = &HE0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 39'  
If Puertod = &HF0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 40'  
If Puertod = &HF8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 41'  
If Puertod = &HFC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 42'  
If Puertod = &H7C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 43'  
If Puertod = &H3C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HBF

'COMBINACION 44'  
If Puertod = &H1C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &H9F

'COMBINACION 45'  
If Puertod = &H0C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &H9F

'COMBINACION 46'  
If Puertod = &HF8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 47'  
If Puertod = &HF0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 48'  
If Puertod = &HE0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 49'  
If Puertod = &HDC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HDF

'COMBINACION 50'  
If Puertod = &HEC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 51'  
If Puertod = &HCC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HDF

'COMBINACION 52'  
If Puertod = &H6C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 53'  
If Puertod = &H9C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &H9F

'COMBINACION 54'  
If Puertod = &H90 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &H9F

'COMBINACION 55'  
If Puertod = &H60 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H3F  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 56'  
If Puertod = &HF4 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 57'  
If Puertod = &HF8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 58'  
If Puertod = &HFD And Puertob = &HE0 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

'COMBINACION 59'  
If Puertod = &HFE And Puertob = &HE0 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF

```
'COMBINACION 60'  
If Puertod = &HFD And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF
```

```
'COMBINACION 61'  
If Puertod = &HFE And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF
```

```
'COMBINACION 62'  
If Puertod = &HFF And Puertob = &H60 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF
```

```
'COMBINACION 63'  
If Puertod = &HFF And Puertob = &HA0 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF
```

```
'COMBINACION 64'  
If Puertod = &HFF And Puertob = &HC0 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HFF
```

```
'COMBINACION 65'  
If Puertod = &HBC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFF  
Puertoc = &HBF  
Else
```

## AVR N°2

```
'COMBINACION 1'  
If Puertod = &H80 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H02  
Else  
Puertoa = 0  
End If
```

'Enceramiento de las salidas

```
'COMBINACION 2'  
If Puertod = &H40 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H02
```

```
'COMBINACION 3'  
If Puertod = &H20 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00
```

```
'COMBINACION 4'  
If Puertod = &H10 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H81
```

```
'COMBINACION 5'  
If Puertod = &H08 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H62
```

'COMBINACION 6'  
If Puertod = &H04 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H18

'COMBINACION 7'  
If Puertod = &H02 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00

'COMBINACION 8'  
If Puertod = &H06 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H18

'COMBINACION 9'  
If Puertod = &H12 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H81

'COMBINACION 10'  
If Puertod = &H16 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H99

'COMBINACION 11'  
If Puertod = &H22 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H00

'COMBINACION 12'  
If Puertod = &H26 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H18

'COMBINACION 13'  
If Puertod = &H32 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H81

'COMBINACION 14'  
If Puertod = &H36 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H99

'COMBINACION 15'  
If Puertod = &H01 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H88

'COMBINACION 16'  
If Puertod = &H09 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HEA

'COMBINACION 17'  
If Puertod = &H41 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H8A

'COMBINACION 18'  
If Puertod = &H49 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HEA

'COMBINACION 19'  
If Puertod = &H81 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H8A

'COMBINACION 20'  
If Puertod = &H89 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HEA

'COMBINACION 21'  
If Puertod = &HC1 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H8A

'COMBINACION 22'  
If Puertod = &HC9 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HEA

'COMBINACION 23'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H80 Then  
Puertoa = &H00

'COMBINACION 24'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H40 Then  
Puertoa = &H00

'COMBINACION 25'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H20 Then  
Puertoa = &H06

'COMBINACION 26'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &HC0 Then  
Puertoa = &H00

'COMBINACION 27'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &H60 Then  
Puertoa = &H06

'COMBINACION 28'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &HA0 Then  
Puertoa = &H06

'COMBINACION 29'  
If Puertod = &H00 And Puertob = &HE0 Then  
Puertoa = &H06

'COMBINACION 30'  
If Puertod = &HC0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H02

'COMBINACION 31'  
If Puertod = &HC8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H62

'COMBINACION 32'  
If Puertod = &H88 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H62

'COMBINACION 33'  
If Puertod = &H48 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H62

'COMBINACION 34'  
If Puertod = &H30 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H81

'COMBINACION 35'  
If Puertod = &H34 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H99

'COMBINACION 36'  
If Puertod = &H24 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H18

'COMBINACION 37'  
If Puertod = &H14 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H99

'COMBINACION 38'  
If Puertod = &HE0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H02

'COMBINACION 39'  
If Puertod = &HF0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H83

'COMBINACION 40'  
If Puertod = &HF8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HE3

'COMBINACION 41'  
If Puertod = &HFC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 42'  
If Puertod = &H7C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 43'  
If Puertod = &H3C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 44'  
If Puertod = &H1C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 45'  
If Puertod = &H0C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7A

'COMBINACION 46'  
If Puertod = &HF8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HE3

'COMBINACION 47'  
If Puertod = &HF0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H83

'COMBINACION 48'  
If Puertod = &HE0 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H2A

'COMBINACION 49'  
If Puertod = &HDC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 50'  
If Puertod = &HEC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7A

'COMBINACION 51'  
If Puertod = &HCC And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7A

'COMBINACION 52'  
If Puertod = &H6C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H7A

'COMBINACION 53'  
If Puertod = &H9C And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 54'  
If Puertod = &H90 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HAB

'COMBINACION 55'  
If Puertod = &H60 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &H2A

'COMBINACION 56'  
If Puertod = &HF4 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HBB

'COMBINACION 57'  
If Puertod = &HF8 And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HEB

'COMBINACION 58'  
If Puertod = &HFD And Puertob = &HE0 Then  
Puertoa = &HFF

'COMBINACION 59'  
If Puertod = &HFE And Puertob = &HE0 Then  
Puertoa = &HFF

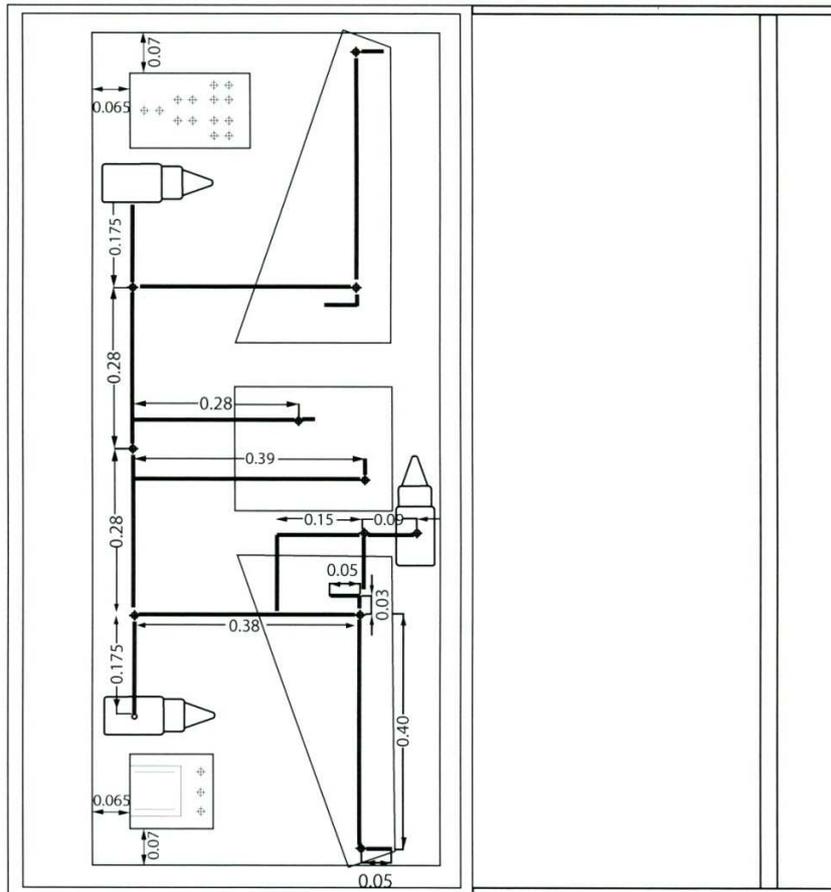
'COMBINACION 60'  
If Puertod = &HFD And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 61'  
If Puertod = &HFE And Puertob = &H00 Then  
Puertoa = &HFB

'COMBINACION 62'  
If Puertod = &HFF And Puertob = &H60 Then  
Puertoa = &HFF

'COMBINACION 63'  
If Puertod = &HFF And Puertob = &HA0 Then  
Puertoa = &HFF

**ANEXO I**  
**TRABAJO TERMINADO**



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ITEM	NOMBRE	FIRMA	FECHA
Diseñado	Sr Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Dibujado	Sr Ulises Cedillo	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Revisado	Ing Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	11-10-09
Aprobado	Ing Dag Bassantes	<i>[Signature]</i>	13-10-09

Material: Aluminio-Madera  
Acrílico- Tubos de Hierro

MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE  
DEL AVIÓN BOEING 737

Contenido: Trabajo Terminado

Lamina 03/3  
Escala: 1/200  
Medida:  
Metros



## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Ulices René Cedillo Moncayo

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: Septiembre 8 de 1987

CEDULA DE CIUDADANÍA: 171883077-9

TELÉFONOS: 084076604 / 089151938

CORREO ELECTRÓNICO: uly\_punk@hotmail.com

DIRECCIÓN: Autopista Manuel Córdova Galarza km 7 1/2

Cjto. Ciudad del Sol II Casa 196



### ESTUDIOS REALIZADOS

Escuela Politécnica Javeriana

1992 – 1999          Quito – Pichincha – Ecuador

Colegio Técnico Aeronáutico “ Coronel Maya ”

1999 – 2005          Quito – Pichincha – Ecuador

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

2005 – 2009          Latacunga – Cotopaxi – Ecuador

### TÍTULOS OBTENIDOS

Tecnología en Mecánica Aeronáutica (Egresado)

Bachiller Técnico Industrial Especialización Motores de Aviación

### IDIOMAS

Español

Inglés Americano (Suficiencia)

## **EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PROFESIONALES**

Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. INTERPROPEC S.A.

Febrero 25 a 11 de abril del 2008                      Quito - Ecuador

Pasantía Técnica en la Sección Motores J85-17A del Escuadrón Logístico 2321, Ala de Combate No. 23 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana,

Agosto 1 a Septiembre 14 del 2007                      Manta – Ecuador

Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. SAEREO S.A.

Febrero 16 a Abril 22 del 2005                      Quito - Ecuador

Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. AEROMASTER AIRWAYS

Julio 12 a Agosto 26 del 2004                      Quito - Ecuador

## **CURSOS Y SEMINARIOS**

Curso Básico del Motor J85-17A Duración 320 Horas

Manta Agosto 2007

Curso Básico de Helicópteros 206-A BELL Duración 100 Horas

Quito Mayo 2005

## **EXPERIENCIA LABORAL**

Docente del Colegio Técnico Aeronáutico “Coronel Maya”

10 de Marzo del 2008                      Quito - Ecuador

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIONES  
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

---

**Ulices René Cedillo Moncayo**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA**

---

**Ing. Guillermo Trujillo**

Latacunga, Julio 28 del 2010

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

Yo, Ulices René Cedillo Moncayo, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 1718830779, autor del Trabajo de Graduación " Construcción de una Maqueta que simule la Operación y Funcionamiento del Sistema de Alimentación de Combustible del Avión Boeing 737 ", cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Ulices René Cedillo Moncayo**

Latacunga, Julio 28 del 2010