

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONAUTICA

CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA QUE SIMULE EL  
FUNCIONAMIENTO DEL APU (UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR)  
DEL AVIÓN AIRBUS A-320

POR:

CÓRDOVA LÓPEZ GABRIELA ALEXANDRA

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2011

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. Gabriela Córdova, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

---

Molina Washington

Latacunga, Octubre del 2011

## DEDICATORIA

- A Dios por haberme guiado en este camino hacia la formación como Tecnólogo en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- A mi madre y hermano quienes han sabido guiarme por el buen camino y por brindarme su apoyo incondicional en mis días como estudiante

Gabriela Córdova

## AGRADECIMIENTO

- A mi madre y hermano por permanecer siempre a mi lado, permitiéndome cumplir uno de mis sueños del cual estoy muy orgullosa y que estoy segura que ellos también lo están.
- Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA", lugar que me abrió sus puertas, ayudándome a adquirir todo el conocimiento y enseñanza que llevaré por siempre en mi mente y corazón.
- Un agradecimiento especial hacia todos mis profesores que a lo largo de mi carrera supieron inculcarme no solo conocimientos para lograr mi formación profesional sino también valores que hoy practico en mi vida diaria.

Gabriela Córdova

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	<b>PÁGINA</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

## CAPÍTULO I

### DESARROLLO FACTIBILIDAD

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4

1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Alcance.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Introducción.....	6
2.1.1 Maqueta.....	6
2.2 Conceptos.....	7
2.2.1 Avión Airbus A-320.....	7
2.2.2 Unidad de Potencia Auxiliar.....	10
2.2.3 Controles de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	11
2.2.4 Subsistemas de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	13
2.2.5 Funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	16
2.2.6 Componentes de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	18
2.2.7 Instalación de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	19
2.2.8 Caja de Accesorios.....	21
2.2.9 Descripción del Sistema de Combustible del APU.....	22
2.3 Soldadura.....	24
2.3.1 Proceso de Soldadura.....	25
2.3.1.1 Soldadura por Arco.....	25
2.3.1.2 Seguridad en el Proceso de Soldadura.....	26
2.3.1.3 Soldadura con Estaño.....	26
2.4 Interruptores de Palanquilla y de Pulsación.....	27

2.5 Compresor de aire.....	28
2.6 Motor Eléctrico.....	30
2.7 Diodos Led.....	32
2.7.1 Funcionamiento Físico.....	34

### **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN**

3.1 Principios Básicos de Construcción.....	36
3.1.1 Descripción de la Maqueta.....	37
3.1.2 Partes Constitutivas.....	
3.1.3 Dimensiones de la Maqueta.....	
3.1.4 Descripción del Accionamiento de la Maqueta.....	
3.1.5 Descripción del Funcionamiento de la Maqueta.....	
3.1.6 Construcción.....	
3.1.7 Codificación de Máquinas, Equipos y Herramientas.....	
3.1.8 Simbología.....	
3.2 Diagramas de Procesos de Construcción.....	
3.2.1 Diagrama de Proceso de Construcción de la Estructura del Soporte	
3.2.3 Tabla Proceso de Construcción de la Estructura del Soporte.....	
3.2.3 Diagrama del Proceso de Construcción de Tableros de Aglomerado para el Soporte Estructural.....	
3.2.4 Tabla del Proceso de Construcción de Tableros de Aglomerado.....	
3.2.5 Diagrama de Proceso de Construcción del Panel y ECAM.....	

3.2.6	Tabla del Proceso de Construcción del Panel y ECAM.....
3.2.7	Diagrama del Proceso de Formación de la Estructura del APU.....
3.2.8	Tabla del Proceso de Formación de la Estructura del APU
3.2.9	<b>Diagrama de Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.....</b>
3.2.10	<b>Tabla del Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.....</b>
3.3.1	Diagrama de Ensamblaje.....
3.3.1.1	Diagrama de ensamblaje final de la maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A-320.....

## **CAPÍTULO IV MANUALES**

4.1	Descripción de Manuales.....
4.2	Manual de Operación.....
4.3	Manual de Mantenimiento.....
4.4	Pruebas y Manuales de Operación – Mantenimiento.....

## **CAPÍTULO V ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1	Presupuesto.....
5.2	Análisis de Costos.....
5.2.1	Costos primarios.....
5.2.1.1	Costo de Herramientas y Equipos.....
5.2.1.2	Costo por Mano de Obra.....
5.2.1.3	Total de Costos Primarios.....
5.2.2	Costos Secundarios.....



5.2.3 Costo Total del Proyecto.....

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones-.....

6.2 Recomendaciones.....

**GLOSARIO.....**

**BIBLIOGRAFÍA.....**

**ANEXOS.....**

**HOJA DE VIDA.....**

**LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....**

**CESIÓN DE DERECHOS.....**

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO III

3.1. Dimensiones de la Maqueta.....	
3.2. Codificación de Máquinas.....	
3.3 Codificación de Equipos.....	
3.4 Codificación de Herramientas.....	
3.5 Simbología.....	
3.6 Tabla de Proceso de Construcción de la Estructura del Soporte.....	
3.7 Tabla del Proceso de Construcción de Tableros de Aglomerado.....	
3.8 Tabla del Proceso de Construcción del Panel y ECAM.....	
3.9 Tabla del Proceso de Formación de la Estructura del APU.....	
3.10 Tabla del Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.....	

### CAPÍTULO IV

4.1 Codificación de los Manuales y Libro de Vida.....	
---	--

### CAPÍTULO V

5.1 Tabla de Costos de Materiales.....	
5.2 Tabla de Costos de Utilización de Herramientas y Equipos.....	

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

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

5.5 Tabla del Total de Costos Secundarios.....

5.6 Tabla del Costo Total del Proyecto.....

CAPÍTULO IV

4.1 Tabla de Codificación de los Manuales de la Unidad de Potencias Auxiliar del avión Airbus A-320.....

CAPÍTULO V

5.1 Tabla de Costos de Materiales.....

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

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

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

5.5 Tabla del Total de Costos Secundarios.....

5.6 Tabla del Costo Total del Proyecto.....

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

2.1 Airbus A-320.....	
2.2 Unidad de Potencia Auxiliar.....	
2.3 Controles de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	
2.4 External Power Control Panel.....	
2.5 Página de la ECAM.....	
2.6 Máster switch de la Unidad de Potencia Auxiliar (overhead panel).....	
2.7 Componentes de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	
2.8 Instalación de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	
2.9 Caja de Accesorios de la Unidad de Potencia Auxiliar.....	
2.10 Soldadura por Arco.....	
2.11 Soldadura con Estaño.....	
2.12 Tipos de Interruptores.....	
2.13 Compresor alternativo o de desplazamiento.....	
2.14 Funcionamiento de Compresor Rotativo.....	
2.15 Compresor Rotativo.....	
2.16 Motor Eléctrico.....	
2.17 Diodos Led.....	

2.18 Funcionamiento Físico de los Diodos Led.....

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Anexo A</b>	
Anteproyecto.....	
<b>Anexo B</b>	
Maquetas didácticas existentes en los Talleres y Laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.....	
<b>Anexo C</b>	
Encuesta dirigida a los estudiantes de Mecánica Aeronáutica de Quinto y Sexto Semestre.....	
<b>Anexo D</b>	
Encuesta dirigida al director y subdirector de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.....	
<b>Anexo E</b>	
<b>Anexo F</b>	
Trabajo Terminado.....	

## RESUMEN

El siguiente trabajo contiene el proceso según el cual se desarrolló la construcción de una maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320, describiendo además el funcionamiento de la misma; destinado para el bloque 42 del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Se detalla la concepción del tema, estableciendo y fundamentando la necesidad de desarrollar la presente maqueta, además se incluye los objetivos a alcanzarse de una manera ordenada para así obtener buenos resultados.

El presente trabajo contiene información técnica de los componentes que se encuentran en la aeronave, así como también información de los componentes eléctricos que sustituirán a los accesorios de la Unidad de Potencia Auxiliar de la aeronave.

La maqueta de este sistema contiene un compresor tipo rotativo que energiza a un motor eléctrico, abasteciendo de energía eléctrica al avión a escala Airbus A-320. La energía neumática está representada por el aire que sale del compresor moviendo a un ventilador ubicado al final del mismo. Todo esto se logra a través del accionamiento desde el panel.

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.

Además se incluye los manuales necesarios para su operación y mantenimiento, para así evitar inconvenientes con la presente maqueta.

Este proyecto es creado con el afán de que todos los estudiantes puedan tener una fuente de acceso didáctico en lo que se refiere al estudio de la Unidad de Potencia Auxiliar.

## Summary

The project contains the process that has been followed in order to build a didactical model of the Auxiliary Power Unit of Airbus A-320, describing its functions too. It's destination will be the workshop of the Aeronautical Superior Technological Institute.

The origin of the topic has been detailed too, establishing and laying the foundations of the need of the development of this project. Besides, it includes the targets to fulfill on a sequential order in order to get good results.

The present project contains technical information about the components which are on the aircraft, and information about the electrical components that will substitute the real accessories of the Auxiliary Power Unit.

The didactical model has a rotary compressor that energizes an electrical engine, supplying of electrical power to the aircraft that it is shown in the model. The pneumatic power it is represented by the air that comes from de compressor moving a fan that it is located at the end of it. All of this procedure can be done by de energizing through the panel.

It also includes the economical estimate about the components and the handmade, necessary for the succeed of this project

The project includes the necessary manuals for its operation and maintenance, in order to avoid incidents with this didactical model.

The project has been created because of the students, so they can have a source of didactical access according with the study of the Auxiliary Power Unit.



# CAPÍTULO I

## EI TEMA

### 1.1 Antecedentes

Gracias a la investigación que se realizó con anterioridad el desarrollo del presente trabajo se pudo concluir que para obtener un desempeño eficaz de los estudiantes en el campo laboral, es muy importante la utilización de material didáctico como elementos necesarios para el adiestramiento de los alumnos.

Determinando así que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no cuenta con el material didáctico que preste las facilidades para el aprendizaje completo de la Unidad de Potencia Auxiliar.

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 el funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320 para de este modo mejorar el aprendizaje.

Al ser una Carrera Aeronáutica es primordial que se tome en cuenta la enseñanza teórico práctica de la materia de Unidad de Potencia Auxiliar, para lo cual se necesita material de apoyo que ayude a los alumnos a comprender mejor, puesto que con una enseñanza práctica se obtendrá mejores resultados en el ámbito laboral.

En el Anteproyecto del presente trabajo Anexo A, consta la investigación realizada que determinó la factibilidad de construcción de una maqueta que simule el funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A-320.

## 1.2 Justificación

La educación, capacitación y experiencia de los alumnos en el campo aeronáutico son componentes indispensables para la excelente formación de Mecánicos Aeronáuticos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, elementos vitales para el logro exitoso de la misión del mismo, cimiento para el rendimiento y desarrollo del alumno.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico actualmente cuenta con abundante material didáctico pero es necesaria la implementación constante de elementos de estudio que permitan al estudiante familiarizarse con el trabajo y funcionamiento de los diferentes sistemas del avión.

Toda los conocimientos recibidos deben ser transmitidos de tal manera que lo aprendido sea aplicado a futuro en casos reales, es por esto que con la construcción de una maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A 3-20 se logrará observar los componentes y funcionamiento de dicho motor.

Al no contar en los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica con una maqueta que simule el funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar, los conocimientos impartidos sobre este tema se los realiza en forma teórica, presentándose serias dificultades en los estudiantes, para comprender su funcionamiento y operación

Es cierto que cada aeronave tiene su particular funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar, pero la operación básica de este motor es el mismo para todos las aeronaves, en tal virtud se justifica la construcción de la maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar tomando como referencia el APU del avión Airbus A- 320 para que así se pueda observar este motor de una manera más fácil y práctica logrando así mejorar el proceso de instrucción y permitiendo potencializar el desarrollo de los mecánicos aeronáuticos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Construir e implementar una maqueta didáctica que simule el funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320 en el laboratorio de Motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, para mejorar el desarrollo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información técnica referente a la Unidad de Potencia Auxiliar
- Simular el funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar implementando una maqueta didáctica.
- Realizar el estudio técnico para la implementación de una maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar.
- Construir una maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar que, simule su operación y realizar las respectivas pruebas de operación.
- Elaborar manuales de operación, seguridad y mantenimiento de la maqueta didáctica.

## **1.4 Alcance.**

El presente proyecto tiene como alcance:

- La construcción de la maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar que simule su accionamiento desde panel superior en la cabina de pilotos, observando el funcionamiento real del APU desde que se energiza hasta que abastece energía eléctrica y neumática al avión.
- La simulación se realizará empleando componentes eléctricos y electrónicos ya que estos cuentan con un costo inferior y ocupan un

voltaje no superior a los 14V, lo cual permite abastecerlo con corriente continua de 110V.

- La simulación del accionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar se la realizará en base a componentes eléctricos que recrearán el panel superior de y la ECAM (Centro Electrónico de Monitoreo del Avión; y se incluirá un ventilador que indicará el abastecimiento de energía neumática y las luces de tránsito del avión que simulará el abastecimiento de energía eléctrica.
- La maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar no incluirá componentes electrónicos que permitan simular fallas en el sistema, ni porcentaje de RPM's, voltaje o frecuencia; no cuenta con indicación de bajo nivel de aceite ni baja presión de combustible pues estos son subsistemas de la Unidad de Potencia Auxiliar y de su función en sí.
- El presente proyecto no seguirá un manual para guía de prácticas ya que cada instructor o persona que emplee la maqueta lo desarrollara en base a sus necesidades y en base a las prestaciones que la misma presenta.
- Los principales beneficiarios del presente proyecto son los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, principalmente quienes están cursando niveles superiores y, los docentes que imparten esta Asignatura.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Introducción

El presente capítulo contiene toda la información y complementación para el correcto manejo y comprensión de los instrumentos, materiales y herramientas que se utilizaron para la construcción de la maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar, además da a conocer nociones generales de temas relacionados al desarrollo de este proyecto.

##### 2.1.1 Maqueta

Es la reproducción física "a escala", en tres dimensiones, generalmente, en tamaño reducido. También existen modelos de tamaño grande de algún objeto pequeño y hasta microscópico representado en alguna especie de maqueta.

La maqueta no solamente puede ser "a escala" sino también representa la simulación de cualquier cosa en otro material, sin el acabado ni la apariencia real.

#### 2.2 Conceptos

##### 2.2.1 Avión Airbus A-320

Es un avión civil de pasajeros de Airbus Industries, de un solo pasillo y de corto a medio alcance. Fue el primer modelo de avión comercial con mandos electrónicos *fly-by-wire*, de forma que el piloto controla las partes móviles del avión a través del uso de impulsos electrónicos en vez de mediante palancas y sistemas hidráulicos.

De este modelo derivaron posteriormente las versiones acortadas A318 y A319 y la versión alargada A321.

Las novedades tecnológicas que introdujo este avión fueron:

- Es la primera aeronave en usar una palanca de mando o "sidestick" en lugar de los clásicos volantes o "cuernos" de control.
- Para pilotarlo solo se necesitan dos personas (es decir, no se necesita de un ingeniero de vuelo).
- Es el primer avión de fuselaje estrecho con una cantidad significativa de su estructura hecha de fibra y materiales compuestos.
- Es la primera aeronave de su tipo que incluye un sistema de carga en contenedores.
- Sus sistemas de mantenimiento y diagnóstico son centralizados, los cuales permiten a los mecánicos comprobar los sistemas del avión desde la cabina.



Figura N° 2.1

Nombre: Airbus A-320

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Swiss.a320-200.hb-ijq.arp.jpg>

### **AIRBUS A320-232**

El A320 ha generado una familia de aeronaves que comparten un diseño común, pero que son un poco más pequeños o más grandes. La capacidad de pasajeros oscila entre uno y dos centenares. Un piloto que pueda pilotar un

avión de esta familia puede pilotarlos todos con un pequeño curso de diferencias.

### **Características Generales<sup>1</sup>**

- *Tripulación:* 2 pilotos
- *Capacidad:*
  - Pasajeros:
    - 1 clase: 164 (configuración típica), 180 (máximo)
    - 2 clases: 150 (configuración típica)
  - Carga: 37,41 m<sup>3</sup>, 7 contenedores LD3-46
- *Longitud:* 37,57 m
- *Envergadura:* 34,1 m
- *Altura:* 11,76 m
- *Superficie alar:* 122,6 m<sup>2</sup>
- *Peso vacío:* 42.600 kg
- *Peso máximo al despegue:* 78.000 kg (62.500 kg sin combustible).
- *Planta motriz:* 2× Turbofan Serie IAE V2500 o Serie CFM International CFM56-5.
  - Empuje normal: 111,2 kN (11.340 kgf; 25.000 lbf) - 120,1 kN (12.247 kgf; 27.000 lbf) de empuje cada uno.
- *Anchura de cabina:* 3,7 m
- *Anchura de fuselaje:* 3,95 m
- *Ángulo de las alas:* 25 grados.
- *Capacidad de combustible:* 24.210 litros (estándar), 30.190 (máxima).

### **Rendimiento**

- *Velocidad máxima operativa ( $V_{no}$ ):* 871 km/h (Mach 0,82) a 11.000 m
- *Velocidad crucero ( $V_c$ ):* 828 km/h (Mach 0,78) a 11.000 m
- *Alcance:* 5.900 km (3.186 nmi; 3.666 mi) (a plena carga).
- *Techo de servicio:* 12.000 m (39.370 ft)
- *Carrera de despegue:* 2.090 m (a nivel del mar)

---

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Airbus\\_A320#p-search](http://es.wikipedia.org/wiki/Airbus_A320#p-search)

### **2.2.2 Unidad de Potencia Auxiliar<sup>2</sup>**

Es un dispositivo montado en el avión cuyo propósito es proporcionar energía para funciones diferentes de la propulsión. Consiste en un generador eléctrico que se suele emplear para arrancar los motores, proporcionar electricidad, presión neumática mientras el avión está en tierra.

Aunque las APU se montan en diferentes lugares de los aviones tanto civiles como militares, normalmente se sitúan en la cola de los reactores comerciales modernos. La salida de gases puede verse en la mayoría de los aviones comerciales modernos como un pequeño tubo saliente en la cola.

En la mayoría de los casos la unidad es alimentada mediante una pequeña turbina de gas que proporciona aire comprimido para utilizarlo directamente o para almacenarlo en un compresor de carga.

El APU es un motor tipo eje simple, el cual produce energía que se usa para conducir la carga del compresor y la caja de accesorios.

La sección de potencia consiste en un generador a gas que proporciona energía a la APU. El compresor de carga suele ser un compresor que suministra presión neumática al avión.

---

<sup>2</sup> Unidad de Potencia Auxiliar: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés.



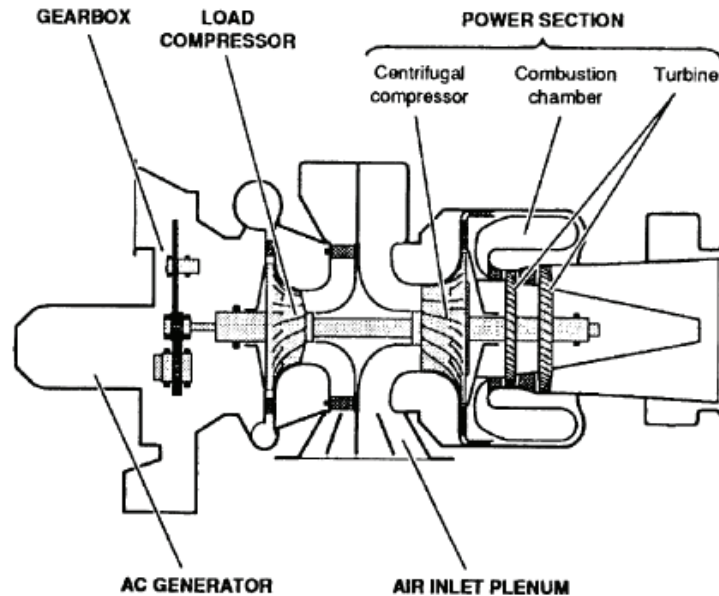


Figura N° 2.2

Nombre: Unidad de Potencia Auxiliar

Fuente: A319-A320 training manual Level 3

### 2.2.3 Controles de la Unidad de Potencia Auxiliar<sup>3</sup>

El Control normal del APU es llevado a cabo desde el panel de control del APU localizado en la cabina. El corte de emergencia puede ser accionado EN tierra dese el panel externo del avión.

#### Overhead panel<sup>4</sup>

#### Máster switch

El máster switch controla el abastecimiento de poder para la operación y protección del APU. Una secuencia de apagado normal es iniciado cuando el máster switch es soltado.

La luz ON se ilumina de azul cuando el máster switch .es presionado y la página del APU aparece en la ECAM.

<sup>3</sup> Controles de la Unidad de Potencia Auxiliar: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

<sup>4</sup> Overhead Panel: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

La luz de FAULT se hace ámbar y las señales de aviso correspondientes son activadas cuando hay un apagado automático.

### Start Push Button

El botón de start inicia la secuencia de arranque del APU. La luz de ON se hace azul hasta el 95% N (RPM). La luz de AVAIL se hace verde por encima de 95% N (RPM)

### APU Fire Push Button

Cuando el botón de APU fire es soltado, el apagado de emergencia del APU es iniciado.

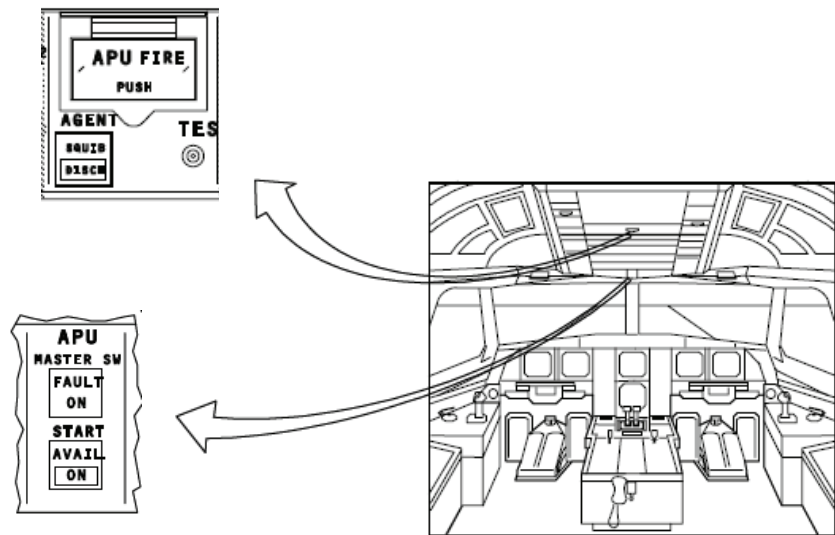


Figura N° 2.3

Nombre: Controles de la Unidad de Potencia Auxiliar

Fuente: ATA 49 APU (Garret) Mechanics Electrics & Avionics Course

### External power control panel<sup>5</sup>

#### Luz de fuego del APU

La luz roja de fuego del APU se enciende cuando se detecta fuego en tierra. La iluminación de la luz roja es acompañada con la bocina en tierra.

<sup>5</sup> External Power Control Panel: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

## APU shut-off push button

Un apagado de emergencia del APU puede ser llevado a cabo usando el botón shut-off del APU localizado en el panel externo de control, cerca del tren de aterrizaje de nariz.

La operación del botón shut-off del APU cancela la bocina externa

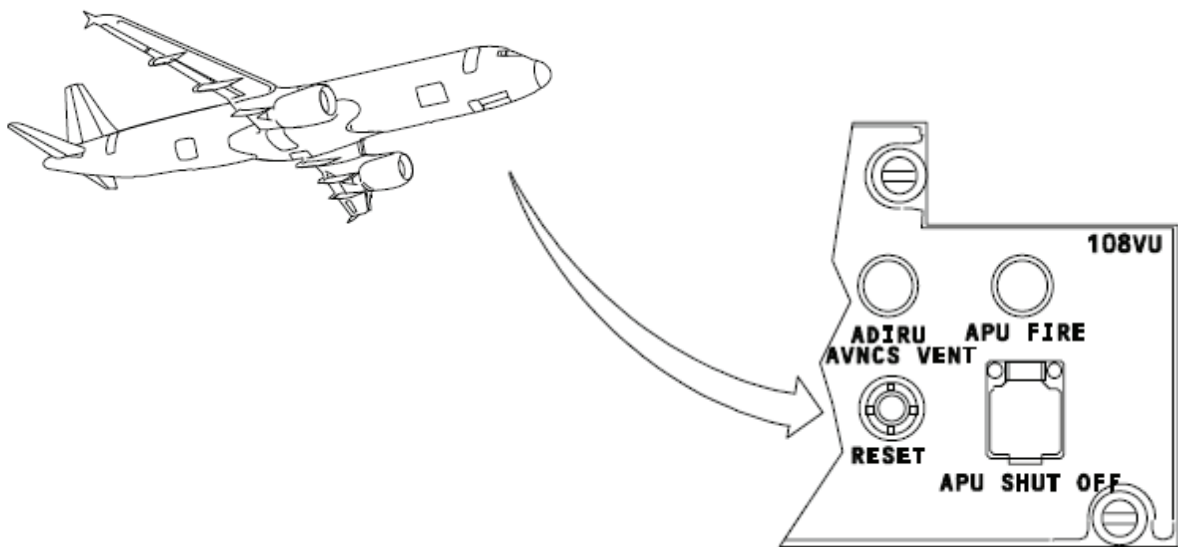


Figura N° 2.4

Nombre: External power control panel

Fuente: ATA 49 APU (Garret) Mechanics Electrics & Avionics Course

### 2.2.4 Subsistemas de la Unidad de Potencia Auxiliar<sup>6</sup>

#### Aceite

Las condiciones del sistema de aceite son monitoreados por la Caja Electrónica de Control la cual recibe temperatura, presión y señales de cantidad. El aceite contenido en el sistema lubrica, limpia y enfría los rodamientos del APU y la caja de accesorios.

<sup>6</sup> Subsistemas de la Unidad de Potencia Auxiliar: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

El aceite también es usado para enfriar y lubricar el generador de la gear box.

## **Combustible**

La Unidad de Control de Combustible (FCU) es el componente principal del sistema de combustible. La Caja Electrónica de Control (ECB) monitorea la proporción de aire-combustible, correspondiente a la carga del APU, y mide el flujo de combustible.

## **Aire**

El rol principal del sistema de aire es proporcionar aire de sangrado al sistema neumático. Esto es proporcionado por el compresor. El aire de sangrado incluye una válvula de sangrado, una regulación de flujo por parte de las aletas de guía variable y una protección de sobrepresión.

El control y la operación de estos componentes son realizados por la Caja Electrónica de Control.

## **Control y monitoreo**

El control y monitoreo es realizado por la Caja Electrónica de Control. Si ocurre una falla a la ECAM (Centro Electrónico de Monitoreo del Avión) y al sistema de mantenimiento central. La ECB solo actúa como interfaz entre el avión y el APU y tiene una constitución en el equipo de test usado para armar el test de monitoreo

La ECB recibe datos del APU y manda los parámetros más importantes al sistema ECAM

Los parámetros e indicaciones mostrados en la página del APU en la ECAM son:

- Velocidad y Temperatura de los Gases de Escape (EGT): la temperatura de los gases de salida se muestra verde en operación normal. Esto incluye el símbolo de indicación digital. Se hace ámbar o roja en caso de

emergencia de sobret temperatura. Una línea roja es monitoreada por la ECB. El límite rojo del EGT es diferente durante el arranque del APU y cuando el APU se vuelve disponible.

La indicación de velocidad es mostrada en color verde. Se vuelve ámbar o rojo en caso de sobrevelocidad.

- Presión de sangrado: la indicación de la válvula de sangrado del APU es mostrada en la página del la ECAM. La indicación de la presión de la válvula de sangrado es sustituido por las luces ámbar cuando la indicación no está disponible
  
- Generador de APU: la indicación del voltaje o frecuencia es mostrada en ámbar cuando está fuera de los parámetros correspondientes. Los parámetros del generador del APU son mostrados en ámbar en caso de una sobrecarga, o cuando el voltaje o la frecuencia se encuentra fuera de los rangos.
  
- Posición del flap interno: la indicación en color verde del Flap Open es mostrado cuando el flap, para el aire de entrada, está totalmente abierto.
  - o *Cuando la indicación de Flap Open permanece firme:* el flap de aire de entrada abierto con el botón de master switch puesto en ON
  - o *Cuando la indicación de Flap Open está titilando:* el flap de aire de entrada se está cerrando. La operación dura tres minutos después de poner en OFF el master switch.
  
- Nivel bajo de aceite y presión baja de combustible: la luz ámbar de baja presión es mostrada cuando la presión del FCU es muy baja. La luz ámbar de baja presión se muestra como mensaje cuando la presión del combustible, la alimentación de combustible al APU, está bajo de 15 psi. La indicación en verde de bajo nivel de aceite se da cuando el aceite de la gearbox alcanza el nivel bajo y necesita serviceo. Si la cantidad de

aceite disminuyendo bajo los 3.69 L la indicación en la ECAM del APU se presente.



Figura N° 2.5

Nombre: Página de la ECAM

Fuente: A319-A320 training manual Level 3

### 2.2.5 Funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar<sup>7</sup>

La secuencia de arranque del APU es iniciada desde la cabina y es controlada por la Caja Electrónica de Control. Durante el arranque, el starter del motor eléctrico enciende al APU e inicia; se suelta cuando el APU alcanza el 50% de RPM.

Cuando el máster switch del APU es puesto en ON, la Caja Electrónica de Control es abastecida eléctricamente e inicia el test de arranque. El sistema de combustible es energizado y el flap de aire de entrada es controlado para abrirse. La Caja Electrónica de Control (ECB) controla la apertura del flap de aire de entrada. Cuando está completamente abierta (aproximadamente 20 segundos), recibe una señal de FLAP OPEN.

Cuando el botón de start ha sido presionado, la ECB inicia la secuencia de arranque al cerrar el contacto de arranque.

<sup>7</sup> Funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

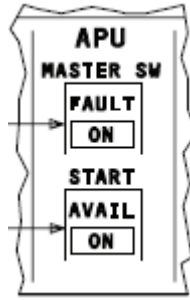


Figura N° 2.6

Nombre: máster switch del APU (overhead panel)

Fuente: ATA 49 APU (Garret) Mechanics Electrics & Avionics Course

La velocidad de la Unidad de Potencia Auxiliar es monitoreada por dos sensores idénticos de velocidad instalados en la caja de accesorios. Al 7%, la ECB energiza a la bujía y abre una válvula solenoide de combustible en el FCU. La cantidad medida de combustible es regulada por el motor de torque.

La temperatura es monitoreada por dos sensores, los cuales mandan una señal a la ECB. La temperatura de los gases de escape aumenta a lo que el APU acelera, con la asistencia del motor de arranque a 50% de RPM donde la ECB corta el contacto de arranque eléctrico. A este mismo porcentaje las aletas de guía variables se mueven 10° para abrirse y evitar la sobrecarga del compresor. Para prevenir una fuga en el compresor de carga es enviado al escape del APU a través de una válvula de control; ésta es operada neumáticamente y controlada eléctricamente por un motor de torque.

A los 75% RPM, las inlet guide vanes se mueven a 22°.

Cuando la velocidad del APU incrementa 95%, la bujía es desenergizada, la combustión se mantiene por sí misma. La velocidad de la Unidad de Potencia Auxiliar es de 99% RPM en temperatura ambiente más bajo que 30°; Y 101% en temperaturas mayores que 30°. Para el arranque del motor principal, la velocidad del APU es 101% RPM.

## 2.2.6 Componentes del APU<sup>8</sup>

La Unidad de Potencia Auxiliar está instalada en el compartimiento a prueba de fuego ubicada en la cola de la aeronave.

- **Puertas de acceso:** existen dos puertas que permiten acceder al compartimiento del APU para inspección.
- **Flap de Admisión de aire:** los ductos del sistema de admisión de aire dan el aire ambiente a la cámara del APU. El flap corta el abastecimiento de aire cuando el APU no opera.
- **Ducto de aire de entrada:** está compuesto por un difusor acodado, provee el flujo de aire correcto al APU.
- **Escape:** permite que los gases de escape del APU se vayan a la atmósfera, amortiguando así el ruido del escape.
- **Sistema de drenaje:** previene la acumulación de fluidos en el compartimiento del APU. Estos fluidos son vaciados a través de un mástil de drenaje cuando el avión está cerca de los 200 nudos.

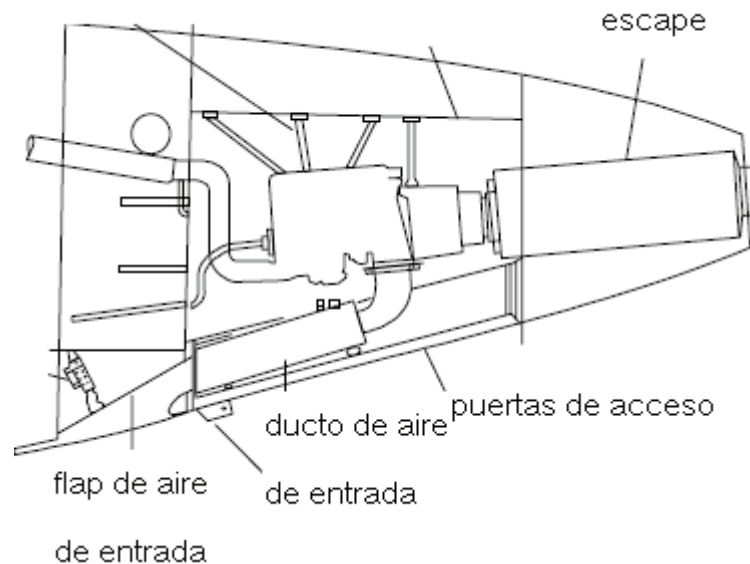


Figura: 2.7

Nombre: componentes del APU

Fuente: ATA 49 APU (Garret) Mechanics Electrics & Avionics Course

<sup>8</sup> Componentes de la Unidad de Potencia Auxiliar: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés



### **2.2.7 Instalación del APU<sup>9</sup>**

El APU está instalado en el compartimiento a prueba de fuego ubicada en el cono de cola del fuselaje.

#### **Puertas de acceso**

Dos puertas de acceso permiten acceder al compartimiento del APU. La puerta de acceso en la parte inferior de la cola del avión está al extremo para permitir que el APU se inspeccionado, para levantar y bajar.

#### **Montantes**

7 barras sostienen al APU a la estructura. Estas barras también conectan al APU mediante 3 montantes del sistema en suspensión. Los aisladores de vibración están instalados entre los montantes del APU y las barras para reducir la transmisión de la vibración de la aeronave y descargas del APU.

El aislador también previene la trasmisión de vibraciones del APU hacia la estructura de la aeronave

#### **Compuerta de admisión de aire**

Los ductos del sistema de admisión de aire dan aire ambiente a la cámara del APU. La compuerta de admisión de aire corta el abastecimiento de aire cuando el APU no opera. En caso de falla, la compuerta de admisión de aire puede ser abierta o cerrada manualmente por un dispositivo anular manual.

#### **Ducto de aire de entrada**

---

<sup>9</sup> Instalación de la Unidad de Potencia Auxiliar: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

El ducto de aire de entrada, que está compuesto por un difusor acodado, provee el flujo de aire correcto al APU. El ducto de aire de entrada está sujeto a la puerta de acceso derecha.

## Escape

El sistema de escape permite que los gases de escape del APU se vayan a la atmósfera y así amortigua el ruido del escape. El amortiguador de escape protege la estructura del avión.

## Sistema de drenaje

Este sistema previene la acumulación de fluidos en el compartimiento del APU. Cualquier fluido que pueda acumularse en el compartimiento del APU es entregado al tanque de drenaje en el compartimiento del APU el cual es vaciado a través de un mástil de drenaje cuando el avión está cerca de los 200 nudos.

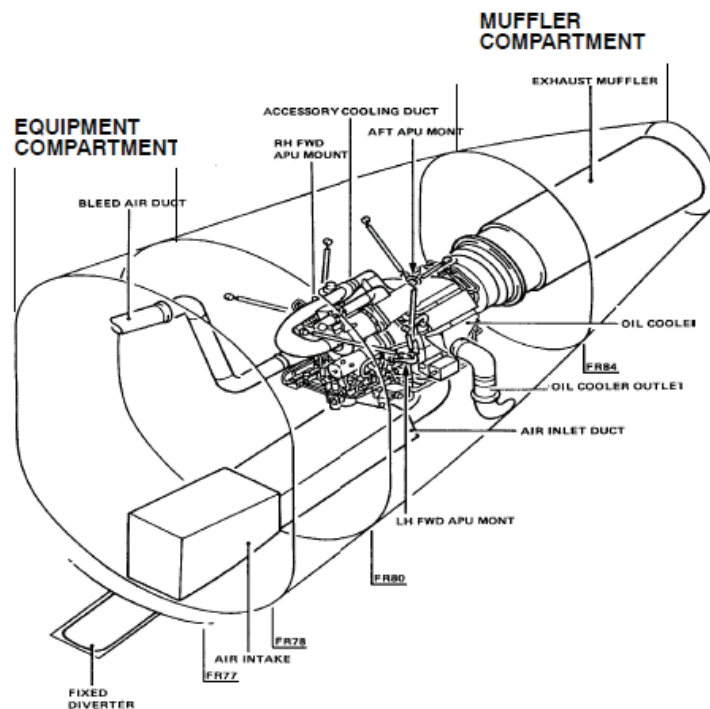


Figura: 2.8

Nombre: Instalación del APU

Fuente: A319-A320 training manual Level 3

### 2.2.8 Caja de accesorios<sup>10</sup>

La caja de accesorios transmite la potencia del eje a los accesorios del APU y al generador del APU, el cual está controlado en las almohadilla de la caja de accesorios. Es también un reservorio de aceite para el sistema de lubricación del APU.

Los componentes montados en la caja de accesorios son:

- El conjunto del arranque
- El conjunto del ventilador
- El conjunto de la bomba de aceite
- La unidad de control de combustible
- Un generador AC

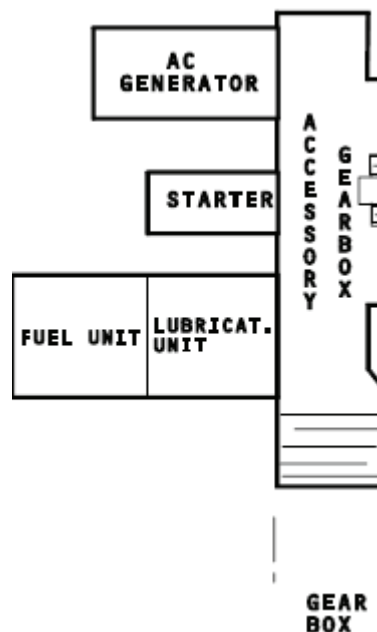


Figura: 2.9

<sup>10</sup> Caja de accesorios de la Unidad de Potencia Auxiliar: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

Nombre: Caja de accesorios del APU

Fuente: ATA 49 APU (Garret) Mechanics Electrics & Avionics Course

### **2.2.9 Descripción del sistema de combustible<sup>11</sup>**

El sistema de combustible opera completamente automáticamente; incluye: una unidad de control del combustible el cual programa el flujo de combustible, un divisor de flujo y una válvula de drenaje que guía el combustible a los inyectores.

#### **Unidad de control de combustible**

El flujo de combustible en la unidad de control pasa a través del filtro interior a la mayor presión de la bomba de combustible, luego pasa a través del filtro de alta presión a:

- El actuador de las IGV's
- La válvula medidora del motor de torque para el flujo
- El regulador diferencial de presión

El combustible medido va a través de la válvula de presión a la válvula solenoide (shut off).

La válvula de combustible solenoide está normalmente cerrada. Es eléctricamente controlada para ser abierta por la ECB cuando la velocidad está sobre las 7% rpm. Cuando la válvula solenoide es abierta, la válvula de presión se asegura que el trabajo apropiado de presión de combustible es disponible para el sistema.

#### **Divisor de flujo y válvula de drenaje**

Su propósito es direccionar el combustible para cañerías primarias y secundarias. Estas dos partes abastecen inyectores dúplex de combustible

---

<sup>11</sup> Descripción del sistema de combustible: Traducido al español del Curso GARRET MECHANICS ELECTRICS & AVIONICS COURSE ATA 49 APU del idioma Inglés

Desde 7% rpm, los inyectores primarios son abastecidos con combustible por encima de 7.5 psi. Los inyectores secundarios son abastecidos por sobre 150 psi; durante la aceleración y fases de arranque.

### **Bomba de combustible**

La bomba de combustible del APU es una bomba centrífuga impulsada por un motor AC de fase única. Esta bomba es controlada para correr si el máster switch del APU es puesto en ON y la presión en la línea de alimentación cruzada de combustible no es suficiente. El sensor de presión de la línea de alimentación cruzada de combustible controla la operación de la bomba de combustible del APU.

La bomba de combustible del APU funcionaban tan pronto como la entrada de presión de la bomba sea más bajo que 21.8 psi. Se detiene cuando la presión está sobre 23.2 psi.

### **Válvula de aislamiento de combustible**

La válvula de baja presión de aislamiento de combustible del APU es impulsado por dos motores DC. Esta válvula se abre tan rápido como el botón del máster switch se ponga ON. Cuando se cierra, previene presurización de la línea de alimentación de combustible de APU y flujo de combustible en una zona específica de fuego.

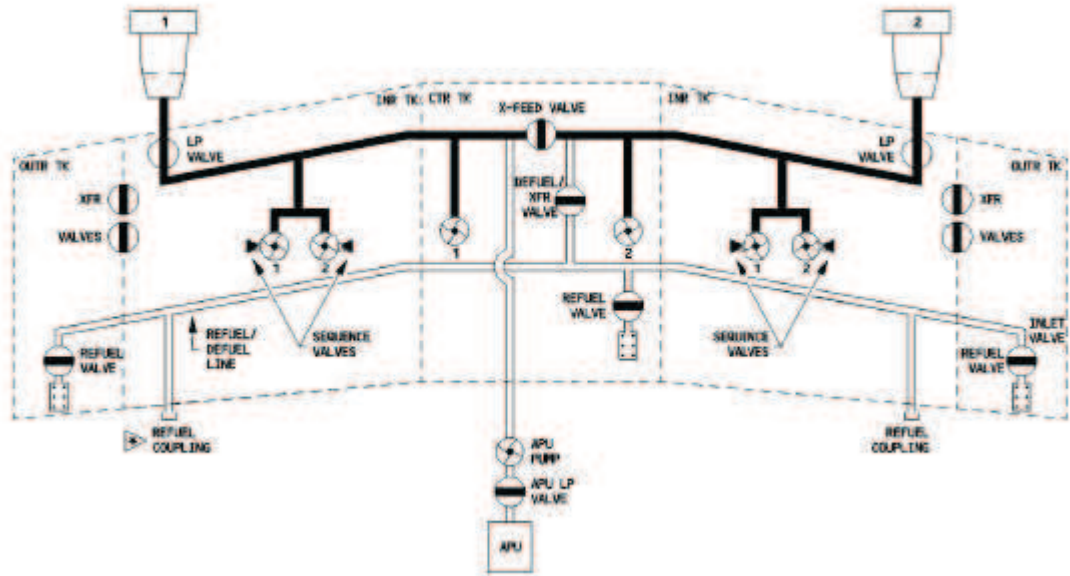


Figura: 2.10

Nombre: Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320

Fuente: <http://www.tcas.es/categoria/vuelos/page/4/>

### 2.3 Soldadura

Es un procedimiento mediante el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin aporte de otro metal (metal de aportación); cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que se han de soldar.

Los procesos de soldadura generalmente se pueden separar en dos categorías: soldadura por presión, que se realiza sin aportación de otro material mediante la aplicación de la presión suficiente y ayudada con calor; y soldadura por fusión, que se realiza mediante la aplicación de calor a las superficies, que se funden en la zona de contacto, con o sin aportación de otro metal. Se puede distinguir entre soldadura ordinaria y soldadura autógena, en lo que se refiere a la utilización del material de aportación.

La soldadura ordinaria o de aleación se lleva a cabo añadiendo un metal de aportación que se funde, adhiriendo a las piezas base, éstas no participan por fusión en la soldadura.

Se distingue también entre soldadura blanda y soldadura dura, según sea la temperatura de fusión del metal de aportación empleado; la soldadura blanda utiliza metales de aportación cuyo punto de fusión es inferior a los 450 °C, y la dura metales con temperaturas superiores.

El tipo de soldadura depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada la pieza y de las instalaciones disponibles. Los procesos de soldadura se clasifican según las fuentes de presión y calor utilizadas.

### **2.3.1 Procesos de soldadura**

#### **2.3.1.1 Soldadura por arco**

Los 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).



Figura: 2.11

Nombre: Soldadura por Arco

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

### **2.3.1.2 Seguridad en el Proceso de Soldadura <sup>12</sup>**

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.

### **2.3.1.3 Soldadura con estaño**

---

<sup>12</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:SMAW.welding.navy.ncs>



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

Consiste en unir las partes que se van a soldar de manera que se toquen y cubrirlos con una gota de estaño fundido que, una vez enfriada, constituirá una unión.

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.

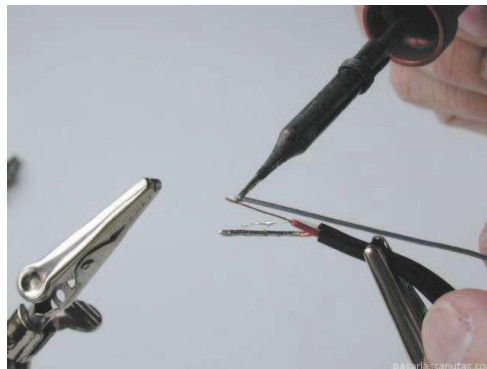


Figura: 2.12

Nombre: Soldadura con Estaño

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

## 2.4 Interruptores de Palanquilla y de Pulsación<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Switches-electrical>

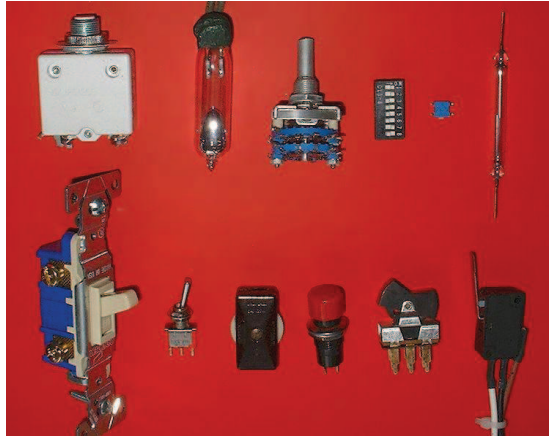


Figura: 2.13

Nombre: 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

## 2.5 Resistencias<sup>14</sup>

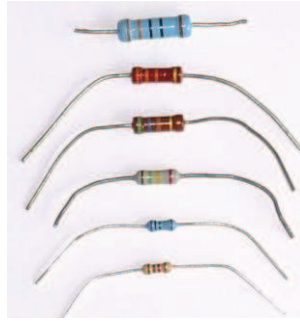


Figura: 2.14

Nombre: Tipo de 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 $\Omega$ ).

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

$$1 \text{ Kiloohmio (K}\Omega\text{)} = 1,000 \text{ Ohmios } (\Omega)$$

$$1 \text{ Megaohmio (M}\Omega\text{)} = 1,000,000 \text{ Ohmios } (\Omega)$$

$$1 \text{ Megaohmio (M}\Omega\text{)} = 1,000 \text{ Kiloohmios (K}\Omega\text{)}$$

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

---

<sup>14</sup> <http://www.byexamples.com/ee/resistor>

longitud, área transversal, resistencia específica o resistividad del material con que está fabricada.

## 2.6 Transformadores<sup>15</sup>

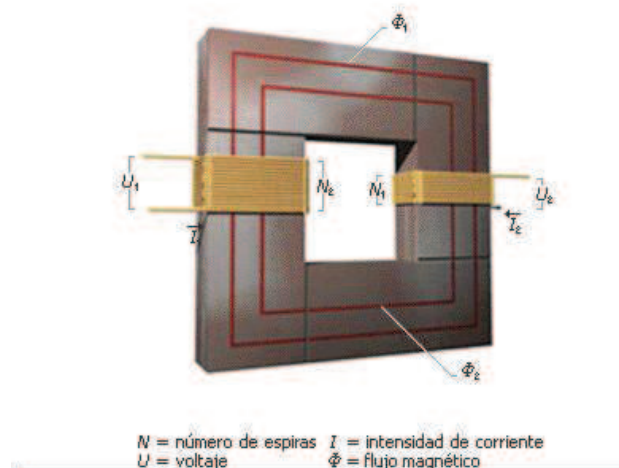


Figura: 2.15

Nombre: Transformador

Fuente: Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation.

En el campo de la electrónica se suelen utilizar con más frecuencia transformadores con capacidades de alrededor de 1 kilovatio antes de los rectificadores, que a su vez proporcionan corriente continua (CC) al equipo. Estos transformadores electrónicos de energía se fabrican normalmente con bloques de láminas de aleación de acero, llamadas laminaciones, alrededor de las cuales se instalan las bobinas de hilo de cobre. Los transformadores a niveles de entre 1 y 100 vatios se usan principalmente como transformadores reductores, para acoplar circuitos electrónicos a los altavoces de equipos de radio, televisión y alta fidelidad. Conocidos como transformadores de audio, estos dispositivos utilizan sólo una pequeña fracción de su potencia nominal

<sup>15</sup> Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation

para la producción de señales en las frecuencias audibles, con un nivel de distorsión mínimo.

Los transformadores se valoran según su capacidad de reproducción de frecuencias de ondas audibles (entre 20 Hz y 25 KHz) con distorsiones mínimas a lo largo de todo el espectro de sonido.

A niveles de potencia por debajo de un milivatio, los transformadores se utilizan sobre todo para acoplar frecuencias extremadamente elevadas (UHF), frecuencias muy altas (VHF), frecuencias de radio (RF) y frecuencias intermedias (IF), así como para aumentar su voltaje. Estos transformadores de alta frecuencia operan por lo general en circuitos sintonizados o resonantes, en los que se utiliza la sintonización para eliminar ruidos eléctricos no deseados cuyas frecuencias se encuentran fuera del rango de transmisión deseado.

## **2.7 Compresor de aire**

Es una máquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por medio de procedimientos mecánicos. El aire comprimido posee una gran energía potencial, ya que si eliminamos la presión exterior, se expandiría rápidamente. El control de la fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz de muchas máquinas y herramientas, como martillos neumáticos, taladradoras y pistolas de pintura.

Existen dos tipos de compresores: alternativos y rotatorios. Los compresores alternativos o también llamados de desplazamiento, se utilizan para generar presiones altas mediante un cilindro y un pistón. Cuando el pistón se mueve hacia la derecha, el aire entra al cilindro por la válvula de admisión; cuando se mueve hacia la izquierda, el aire se comprime y pasa a un depósito por un conducto muy fino.

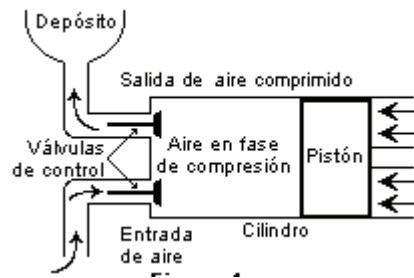


Figura: 2.16

Nombre: Compresor alternativo o de desplazamiento

Fuente: Microsoft ® Encarta 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation

Los compresores rotativos, producen presiones medias y bajas. Están compuestos por una rueda con palas que gira en el interior de un recinto circular cerrado. El aire se introduce por el centro de la rueda y es acelerado por la fuerza centrífuga que produce el giro de las palas.

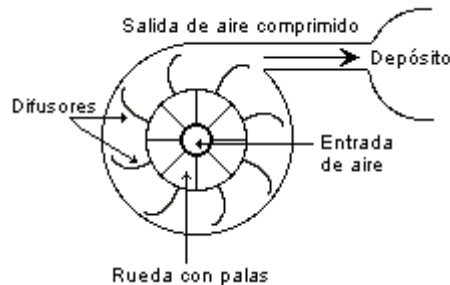


Figura: 2.17

Nombre: Funcionamiento de Compresor Rotativo

Fuente: Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation.

El aire, al comprimirlo, también se calienta. Las moléculas de aire chocan con más frecuencia unas con otras si están más apretadas, y la energía producida por estas colisiones se manifiesta en forma de calor. Para evitar este calentamiento hay que enfriar el aire con agua o aire frío antes de llevarlo al depósito. La producción de aire comprimido a alta presión sigue varias etapas de compresión; en cada cilindro se va comprimiendo más el aire y se enfría entre etapa y etapa.



Figura: 2.18  
Nombre: Compresor Rotativo  
Fuente: Gabriela Córdova

## 2.8 Motor eléctrico

Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas; pudiendo funcionar al contrario, transformando la energía mecánica en energía eléctrica convirtiéndose así en generadores

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.



Figura: 2.19

Nombre: Motor Eléctrico

Fuente: Gabriela Córdova

### Principio de Funcionamiento

Si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.



Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica.

## **2.9 Diodos led**

Es un semiconductor que emite luz. Se usan como indicadores en muchos dispositivos tales como los de iluminación. Los primeros led emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

Cuando un led se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón) se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. Por lo general, el área de un led es menor a 1 mm, y se pueden usar componentes ópticos integrados para formar su patrón de radiación. Los led presentan muchas ventajas con lo relacionado a las fuentes de luz incandescente como un consumo de energía

mucho menor, mayor tiempo de vida, tamaño más pequeño, gran durabilidad y fiabilidad.

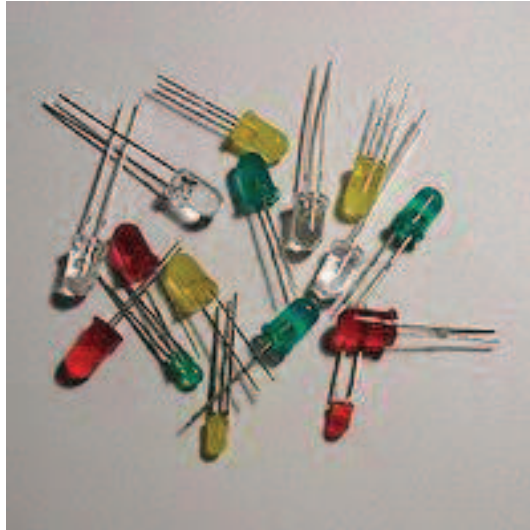


Figura: 2.20

Nombre: Diodos led

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Lysdioder2.jpg>.

Los led se usan en aplicaciones tan diversas como iluminación de aviación, iluminación automotriz, así como en las señales de tráfico. El tamaño compacto, la posibilidad de encenderse rápido, y la gran fiabilidad de los led han permitido el desarrollo de nuevas pantallas de texto y vídeo, mientras que sus altas frecuencias de operación son también útiles en tecnologías avanzadas de comunicaciones. Los led infrarrojo también se usan en unidades de control remoto de muchos productos comerciales incluyendo televisores, reproductores de DVD, entre otras aplicaciones domésticas.

### **2.9.1 Funcionamiento físico**

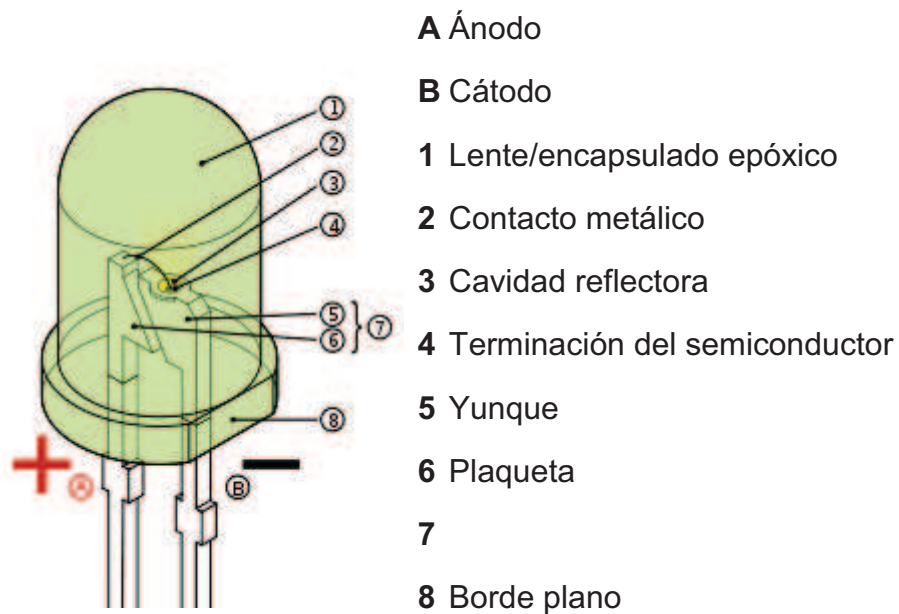


Figura: 2.21

Nombre: Funcionamiento Físico de los Diodos led

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:LED\\_5mm\(int\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:LED_5mm(int))

El funcionamiento normal consiste en que, en los materiales conductores, un electrón al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía; esta energía perdida se puede manifestar en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. El que esa energía perdida cuando pasa un electrón de la banda de conducción a la de valencia se manifieste como un fotón desprendido o como otra forma de energía va a depender principalmente del tipo de material semiconductor.

El dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Aunque el plástico puede estar coloreado, es sólo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida. Usualmente un led es una fuente de luz compuesta con diferentes partes, razón por la cual el patrón de intensidad de la luz emitida puede ser bastante complejo.

Para obtener buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el led. Valores típicos de corriente directa de polarización de un led corriente están comprendidos entre los 10 y los 40 mA. En general, los led suelen tener mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, con lo cual, en su operación de forma optimizada, se suele buscar un compromiso entre la intensidad luminosa que producen y la eficiencia.

## CAPÍTULO III

### CONSTRUCCIÓN

En el presente capítulo se hace referencia al proceso que se siguió para la construcción de la maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320, de una manera secuencial y describiendo cada uno de los pasos.

#### 3.1 Principios básicos de construcción

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, ya sea en las aulas de clase o lugares para explicaciones prácticas.

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

- Dimensiones
- Tipo de compresor
- Materiales para la estructura; y,
- Otros

##### 3.1.1 Descripción de la maqueta

La maqueta que simula el funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A-320 (ver **ANEXO G**) está constituida de aluminio, además de un soporte que aloja al APU, el cual está construido en hierro y madera aglomerada lo que garantiza un bajo peso además de resistencia, Esta maqueta posee un compresor tipo rotativo para simular en si la Unidad de Potencia Auxiliar admitiendo aire; el eje del compresor rotativo acciona al motor eléctrico por medio de una banda de caucho. La implementación de eléctricos facilita la construcción funcional de la Unidad de Potencia Auxiliar reduciendo peso, tamaño y complejidad de construcción.

Para construir un sistema que opere con un motor que emplea componentes más complejos, tales como los electromecánicos se elevarían el grado de dificultad en la construcción, las dimensiones de la maqueta se incrementarían al igual que el peso, y de este modo no cumpliría con el objetivo de ser de fácil traslado a las aulas o al lugar donde se imparten las clases.

### 3.1.2 Partes de la maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar

#### 1. Avión a Escala Airbus A-320



Figura: 3.1

Nombre: Avión a Escala Airbus A-320

Fuente: Gabriela Córdova

#### 2. Panel de control y ECAM



Figura: 3.2

Nombre: Panel de Control y ECAM

Fuente: Gabriela Córdova

### 3. Unidad de Potencia Auxiliar



Figura: 3.3

Nombre: Compresor Rotativo

Fuente: Gabriela Córdova



Figura: 3.4

Nombre: Estructura de Aluminio de APU

Fuente: Gabriela Córdova



Figura: 3.5

Nombre: Unidad de Potencia Auxiliar

Fuente: Gabriela Córdova

#### 4. Cableado para conexiones





Figura: 3.6

Nombre: Cableado para conexiones

Fuente: Gabriela Córdova



Figura: 3.7

Nombre: Transformador

Fuente: Gabriela Córdova

## 5. Soporte Estructural



Figura: 3.8

Nombre: Soporte Estructural

Fuente: Gabriela Córdova



Figura: 3.9

Nombre: Lámina de Madera Aglomerada

Fuente: Gabriela Córdova



Figura: 3.10

Nombre: Soporte

Fuente: Gabriela Córdova

### 3.1.3 Dimensiones de la Maqueta

Tabla 3.1 Dimensiones de la Maqueta

<b>Dimensiones de la maqueta.</b>					
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Altura Total (cm)</b>	<b>Ancho Total (cm)</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Material</b>
1	Soporte estructural (1)	71	90	51	Tubo cuadrado de hierro 1"x1"x1
2	Soporte estructural (2)	30	88	0,02	Lámina de hierro
2	Lámina de madera aglomerada	58	97	1	Madera aglomerada 10mm formica gris doble cara
3	Formación de la estructura del APU (1)	40	26	—	Lámina de Aluminio de 1 mm

<b>4</b>	Formación de la Estructura del APU (2)	34	20	–	Lámina de Aluminio de 1mm
<b>5</b>	Panel	15	21	1,5	Lamina de aluminio de 1mm
<b>6</b>	Página de ECAM	10	10	0.3	Acrílico color verde de 3 líneas

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova

**Fuente:** Maqueta en Construcción

### **3.1.4 Descripción del accionamiento de la maqueta**

La simulación de la operación y funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A-320 se realiza de la siguiente manera:

Para simular el accionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar se emplea dos interruptores en el panel que simula el panel superior, interruptor máster e interruptor de arranque que energizan y encienden al compresor rotativo respectivamente, el cual simula al motor del APU; además consta de un motor eléctrico que enciende las luces ubicadas en el avión a escala. El aire que suministra el compresor rotativo se utiliza para simular el abastecimiento de energía neumática demostrado a través de un ventilador.

### **3.1.5 Descripción de funcionamiento de la maqueta**

La maqueta se energiza al pulsar los interruptores ubicados en el panel a través de corriente eléctrica de 110v AC. El compresor tipo rotativo supe de energía al motor eléctrico a través del movimiento de su eje, conectado al engranaje del motor con una banda de caucho. El motor eléctrico abastece 14v. El aire suministrado por el compresor mueve un ventilador.

Para simular la operación y observar el funcionamiento de la maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar se procede de la siguiente manera:

- Desde el panel se deberá accionar el máster switch, seguido por el start switch que activará al compresor tipo rotativo y este a su vez dará movimiento al motor eléctrico, el cual suministrará de energía a los diodos led ubicados en el avión a escala y la ECAM, y de este modo se podrá observar el abastecimiento de energía eléctrica.
- De la misma manera, se podrá observar la simulación de abastecimiento de energía neumática a través del aire que genera el compresor rotativo al moverse el ventilador ubicado al final del ducto de salida del compresor.

### **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.3.8)
- Lámina de Madera Aglomerada (para referencia ver fig.3.9)
- Recreación de Panel y ECAM (para referencia ver fig.3.2)
- Estructura de la Unidad de Potencia Auxiliar (para referencia ver fig.3.4)
- Conjunto de cableado y conexiones de los mismos (para referencia ver fig. 3.6 ; 3,7)

**No contruidos:**

- Compresor tipo rotativo (para referencia ver fig.3.3)
- Motor eléctrico (para referencia ver fig. 3.3)
- Avión escala 1/130 (para referencia ver fig.3.1)

**3.1.7 Codificación de máquinas, equipos y herramientas**

**Tabla 3.2. Codificación de máquinas**

<b>Codificación de máquinas</b>			
<b>Nº</b>	<b>Máquina</b>	<b>Características</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	Cortadora	L 1000 mm	M1
<b>2</b>	Soldadora eléctrica	110/220 V	M2
<b>3</b>	Taladro de mano	110/220 V	M3
<b>4</b>	Esmeril de banco	110 V – 1/2 HP	M4
<b>5</b>	Dobladora de tol	L 1000 mm	M5
<b>6</b>	Cautín tipo lápiz	110/220 V	M6
<b>7</b>	Baroladora	L 1000 mm	M7

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova      **Fuente:** Maqueta en Construcción

**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

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova      **Fuente:** Maqueta en Construcción

**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>	Tijera para tol	H7
<b>8</b>	Cepillo de Acero	H8
<b>9</b>	Corta frio	H9
<b>10</b>	Pela cables	H10
<b>11</b>	Alicate	H11

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova      **Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.1.8 Simbología

La siguiente simbología de diagramas de procesos es la 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	

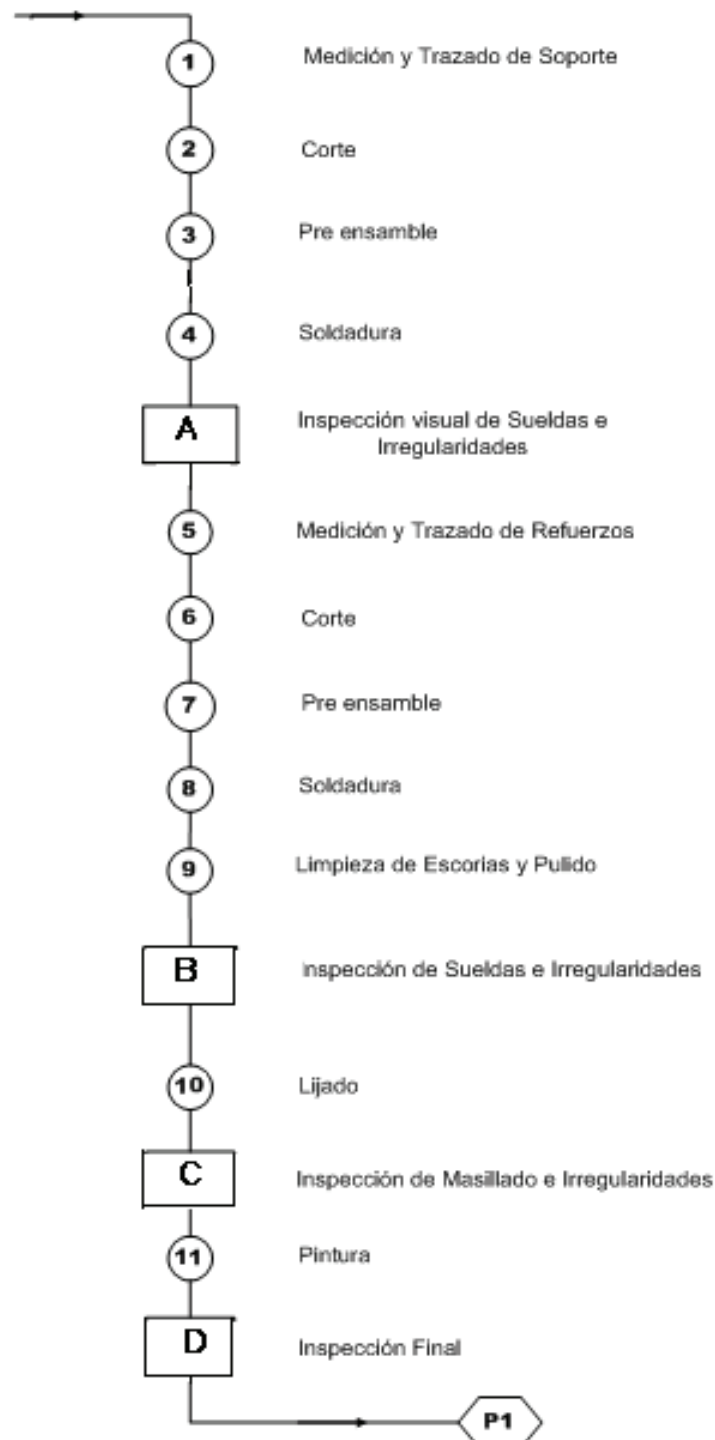
**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova  
**Fuente:** Maqueta en Construcción



### 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



En referencia a la Fig. 3.8 Soporte estructural

### 3.2.2 Tabla de proceso de construcción de la estructura del soporte

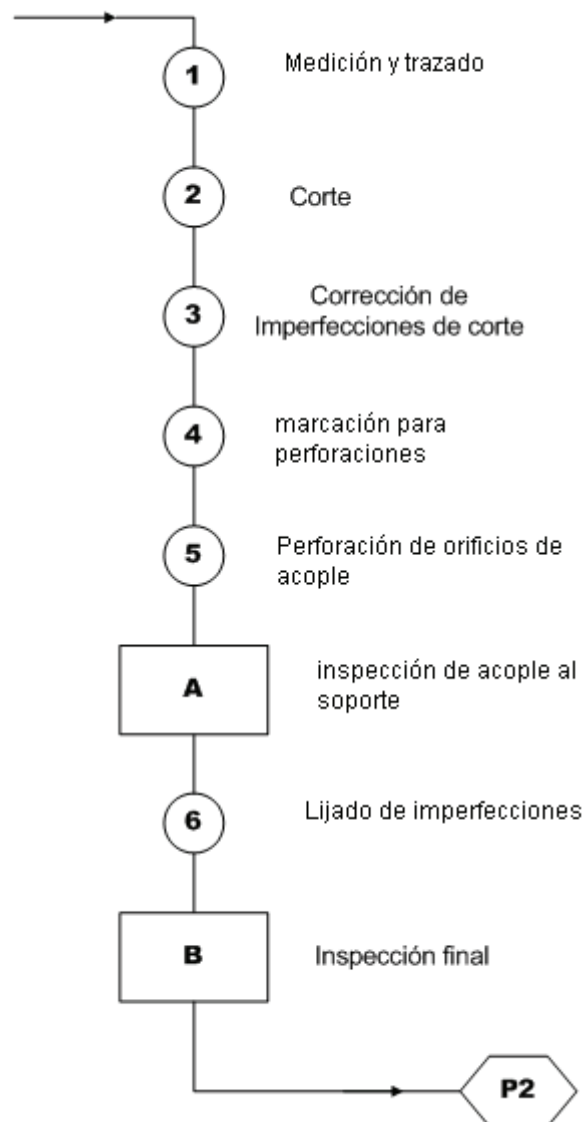
Tabla 3.6 Tabla de proceso de construcción de la estructura del soporte

Tabla de proceso de construcción del soporte estructural							
N°	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medición y Trazado del Soporte					H1-H2-H4	25
2	Corte					H7-H5	80
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	40			H8	20
8	Pintura			E1	60		

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova      **Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.2.3 Diagrama del proceso de construcción de tableros de aglomerado para el soporte estructural

**Material:** Madera Aglomerada e=10 mm líneas formica gris de doble cara



En referencia a la Fig. 3.9 Lámina de madera aglomerada

### 3.2.4 Tabla del proceso de construcción de tableros de aglomerado

Tabla 3.7. Tabla del proceso de construcción de tablero de aglomerado

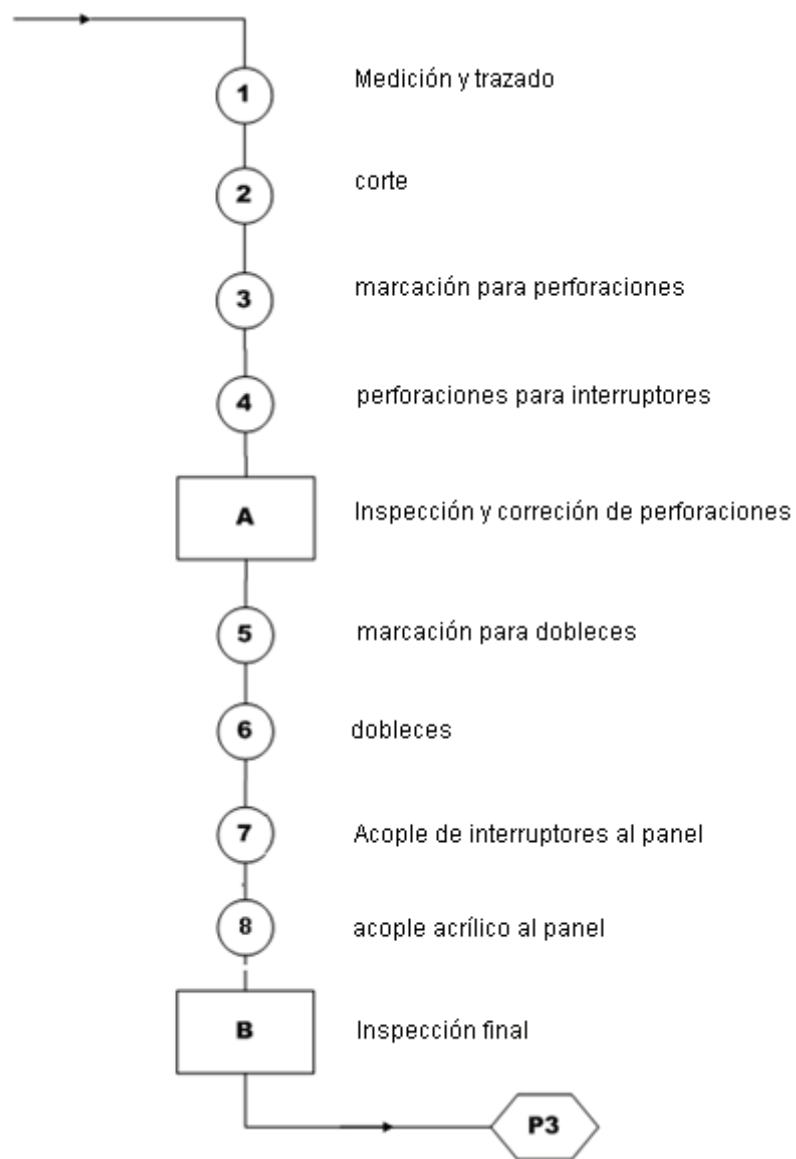
Tabla de proceso de construcción de tablero de aglomerado							
Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Medición y Trazado					H1-H2-H4	50
2	Corte	M1	60				
3	Corrección de Imperfecciones de Corte	M4	20				
4	Marcación para Perforaciones					H1-H2-H4	20
5	Perforación de Orificios de Acople	M3	40				
6	Lijado de Imperfecciones	M4	40				

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova

**Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.2.5 Diagrama de proceso de construcción del Panel y ECAM

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



En referencia a la Fig. 3.2 Construcción del panel y ECAM

### 3.2.6 Tabla del proceso de construcción del Panel y ECAM

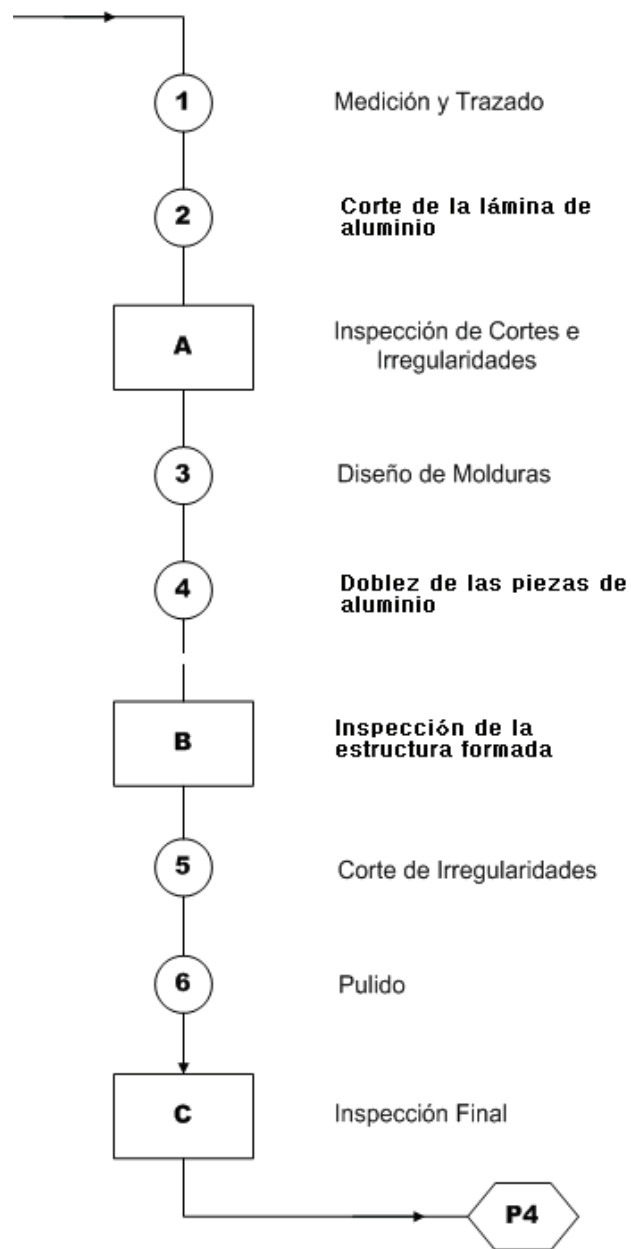
Tabla 3.8. Tabla del proceso de construcción del Panel y ECAM

Tabla de proceso de construcción del Panel y ECAM							
N°	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medición y Trazado					H1-H2-H4	30
2	Corte					H7	40
3	Marcación para Perforaciones					H1-H2-H4	20
4	Perforación de Orificios	M3	40				
5	Marcación para Dobleces					H1-H2-H4	20
6	Dobleces	M5	30				
7	Acople de interruptores a los Paneles					H3-H11	40
8	Acople de acrílico al panel					H7	30

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova      **Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.2.7 Diagrama del proceso de formación de la estructura del APU

**Material:** Lámina de Aluminio e = 1 mm



En referencia a la Fig. 3.4 Estructura del APU

### 3.2.8 Tabla del proceso de formación de la estructura del APU

Tabla 3.9 Tabla del proceso de formación de la estructura del APU

<b>Tabla de proceso de formación de la estructura del APU.</b>							
N°	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medición y Trazado					H1-H2-H4	60
2	Corte	M1	60				
3	Diseño de Estructura	M7	60			H1-H2-H4	60
5	Corte de Irregularidades	M1	40			H4	10
6	Pulido	M4	40				

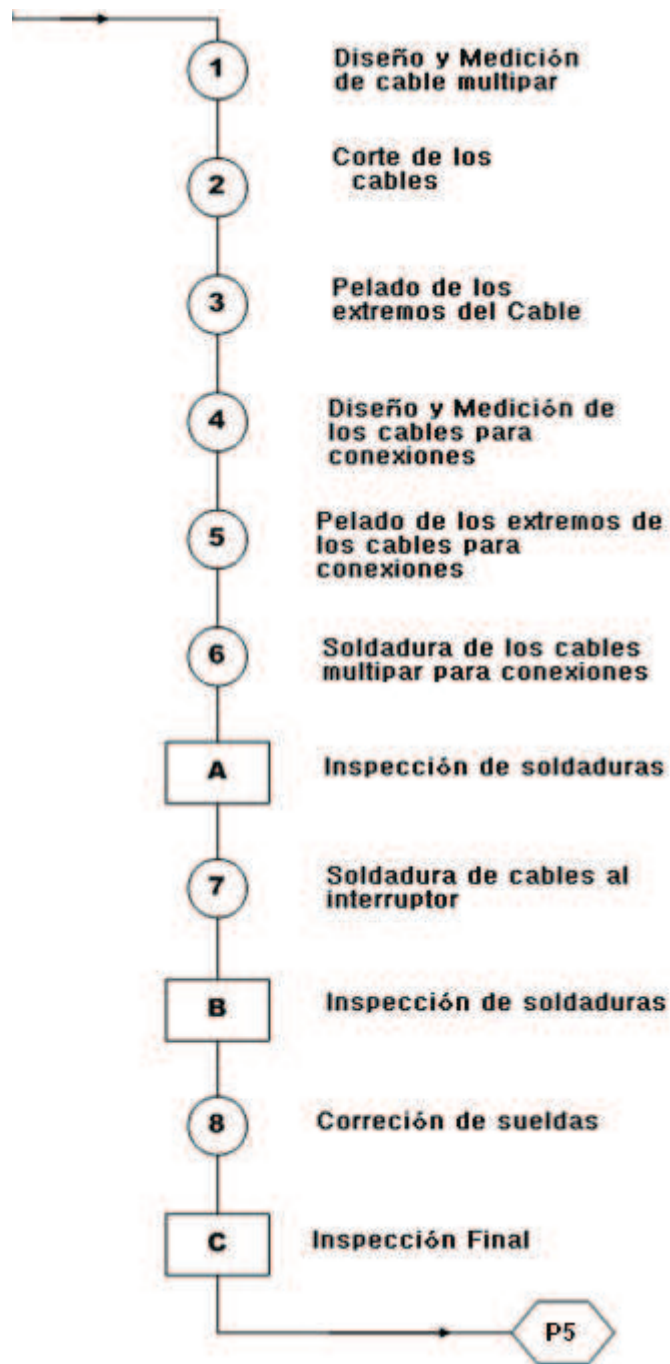
**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova

**Fuente:** Maqueta en Construcción



### 3.2.9 Diagrama de proceso de conexión de las líneas de cableado.

**Material:** Cable multipar, interruptores, transformador



En referencia a la Fig. 3.6 Cableado para Conexiones

### 3.2.10 Tabla del Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado

Tabla 3.10. Tabla del Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.

Tabla de Proceso de Conexión de las Líneas de Cableado.							
Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Diseño y Medición del cable multipar					H1-H2-H4	60
2	Corte de Cables de Neón					H19	30
3	Pelado del Cable de Neón					H10	60
4	Medición del Cable para conexiones					H1-H2-H4	60
5	Pelado del Cable para conexiones					H10	45
6	Soldadura de los Cables multipar	M6	120			H11	90
7	Soldadura de los Interruptores	M6	120	E2	10	H11	45
8	Corrección de sueldas	M6	30				

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova

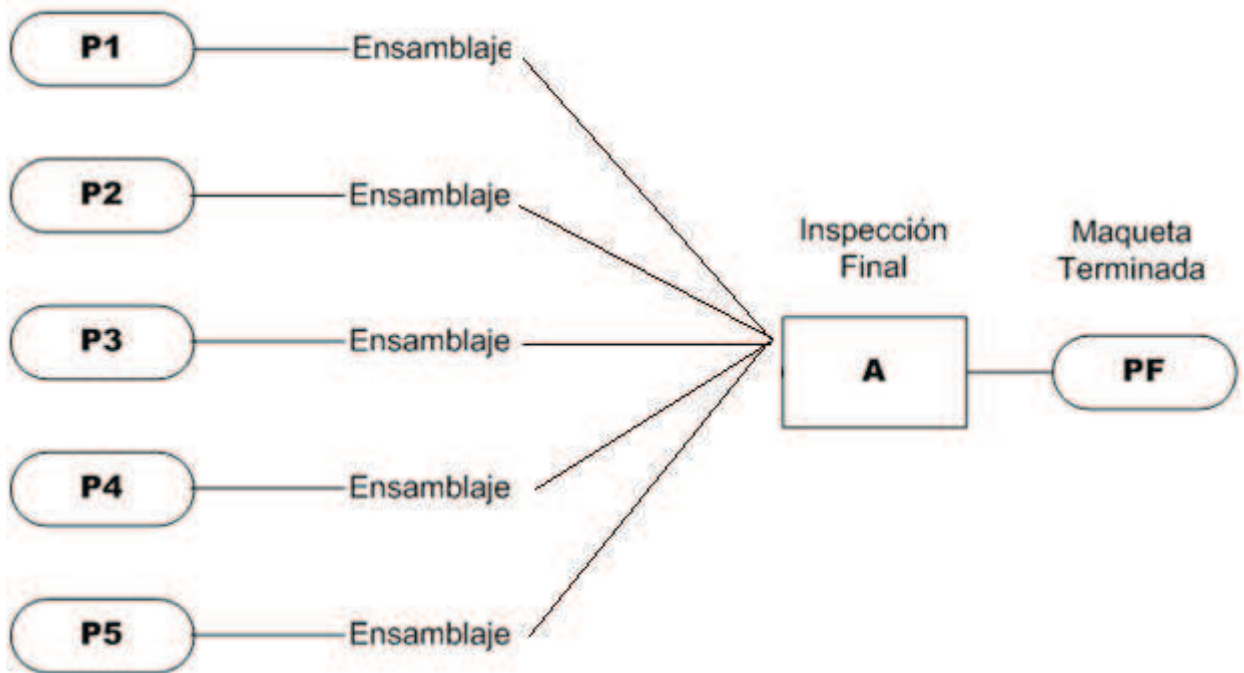
**Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.3.11 Diagrama de Ensamblaje

Para realizar el ensamblaje de la maqueta, con sus respectivos componentes, se debe realizar con sumo 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

### 3.3.12 Diagrama de ensamblaje final de la maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A-320



### 3.4 Pruebas y Manuales de Operación – Mantenimiento

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 incidentes, así como también el tener conocimientos para la maniobra del equipo


**Tabla 3.11. Tabla de Codificación de los Manuales de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320**

**Tabla 3.11 Codificación de los Manuales y Libro de Vida**

<b>Codificación de los Manuales y Libro de Vida.</b>	
<b>Procedimientos</b>	<b>Códigos</b>
Manual Operación de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320	<b>ITSA-MSACB-M1</b>
Manual de Mantenimiento de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A 3-20	<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>

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova

**Fuente:** Maqueta en Construcción

<p style="text-align: center;"><b>ITSA</b></p> 	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS PRUEBAS DE APLICACIÓN</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Gabriela Córdova	<b>Revisión</b> N°. : 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Washington Molina	<b>Fecha</b> : Septiembre 2011

### 1. OBJETIVO

Documentar las pruebas de aplicación realizadas, de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320.

### 2. ALCANCE

Comprobar el normal funcionamiento de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320, al ser empleada en un tiempo relativo a la explicación del sistema.

### 3. PRUEBAS REALIZADAS

A fin de estimar la correcta operación y funcionamiento de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320, 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	15.
Numero de pruebas	2

#### PRUEBA (b)


Sistema Completo	Si
Tiempo Transcurrido	20.
Numero de pruebas	2

### **PRUEBA (c)**

Sistema Completo	Si
Tiempo Transcurrido	25.
Numero de pruebas	2

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

Una vez finalizado las pruebas de aplicación se pudo definir que la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión AIRBUS A-320, responde de manera eficiente a todos los parámetros de seguridad y sin presentar ningún inconveniente en sus componentes.

	<b>MANUALES</b>	<b>Código : ITSA-MSACB-M1</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Revisión N°. : 1</b>
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Gabriela Córdova	<b>Fecha :</b> Septiembre 2011
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Washington Molina	

### 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de operación de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320.

### 2. ALCANCE

Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para utilizar la maqueta.

**3. NOMBRE DEL EQUIPO:** MAQUETA DE LA UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR DEL AVIÓN AIRBUS A-320

### 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

↺ Longitud	58cm
↺ Ancho	97cm
↺ Altura	75cm

**6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** Sin documentos de referencia.

### 7. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

7.1. Asegurarse que la maqueta sea conectada a una toma energía eléctrica de 110v ac.

7.2 El encendido de la maqueta es a través del interruptor máster ubicado en la parte superior del panel, este energizará a la ECAM (Centro Electrónico de Monitoreo del Avión)

7.3 El interruptor de arranque energizará al compresor tipo rotativo y este a su vez a las luces de tránsito ubicadas en el avión

### 8. PRECAUCIONES

- 8.1. Verificar que el cable energía principal no se encuentre pelado o roto.
- 8.2. No conectar la maqueta a tomas de energía eléctrica de más de 110v ac.
- 8.3 El tiempo máximo de operación es de diez minutos
- 8.4. No mojar la maqueta ni limpiar con agua los componentes de la misma.


8.5. Revisar que los interruptores se encuentre en buenas condiciones para evitar un cortocircuito.

8.6 En caso de emergencia desconectar inmediatamente el cable de energía.

8.6. Se debe trasladar con precaución y cuidado.

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



	<b>MANUALES</b>	<b>Código :</b> ITSA-MSACB-M2
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Revisión N°. :</b> 1
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Gabriela Córdova	<b>Fecha :</b> Septiembre 2011
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Washington Molina	
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Documentar los procedimientos para el mantenimiento óptimo de la Maqueta de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A-320.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>Mencionar las diferentes tareas de mantenimiento que se deben de realizar para mantener en óptimas condiciones a la maqueta y que su operación no se vea limitada.</p> <p><b>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <p>Sin documentos de referencia.</p> <p><b>4. DEFINICIONES</b></p> <p>Se debe realizar una limpieza continua de la maqueta retirando todas impurezas de la superficie.</p> <p><b>5. PROCEDIMIENTO</b></p> <p>Los siguientes mantenimientos deben ser realizados por el técnico.</p> <p><b>5.1. Mantenimiento Mensual.</b></p> <p>5.1.1 Realizar una inspección visual a los componentes del panel, APU y avión; así se verifica que no exista fisuras superficiales ni deterioro de los componentes.</p> <p><b>5.2. Mantenimiento semestral.</b></p> <p>5.2.1 Revisar y verificar en su totalidad las líneas de conexión eléctricas y los interruptores.</p> <p>5.2.2 Revisar y verificar las ruedas del soporte móvil de la maqueta.</p>		

5.2.3 Limpiar la estructura del soporte móvil.

**5.3. Mantenimiento anual.**

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 para evitar corrosión.

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

## **3.6 ESTUDIO ECONÓMICO**

El estudio económico es un factor necesario e importante 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

### **3.6.1 Presupuesto**

Inicialmente se presentó en el desarrollo del ante proyecto un estudio económico para la elaboración del proyecto con un estimado de \$ 501.00 acorde a las propuestas vigentes. A continuación se presenta el costo real de la construcción del proyecto con las variaciones respectivas acorde a la propuesta actual.

### **3.6.2 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 de la Unidad de Potencia Auxiliar del avión Airbus A-320.

#### **Costos primarios**

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

#### **Costos secundarios**

- ↵ Derechos de grado
- ↵ Elaboración de textos

### 3.6.3 Costos primarios

Tabla 3.12. Tabla de costos de materiales.

<b>Costos de materiales.</b>						
<b>Nombre</b>	<b>Material</b>	<b>Cant</b>	<b>Uni</b>	<b>Características.</b>	<b>V. Unit USD</b>	<b>V. Total USD</b>
<b>Estructura del Soporte</b>	Tubo cuadrado de hierro	3	Uni.	1"x1"x1	16	48
	Platina de hierro	1	lam	60"x89	14,00	14,00
	Soldadura	1	Kg	Aga 6011	4,20	4,20
	Lijas	2	plieg.	30, 120	0,40	0,80
	Pintura	1	Uni.	Esmalte negro	2,00	2,00
<b>Tableros de Aglomerado</b>	Aglomerado e= 1 cm formica gris doble cara	1	Lam	60x100 cm	40	40
<b>Panel</b>	Lámina de aluminio de 1mm	1	cm	30x30 cm	5,00	5,00
<b>ECAM</b>	Acrílico color verde	1	cm	10x10 cm	2,00	2,00
	Interruptores de doble contacto	2	Uni.	3 amp 125v	0,50	1,00
	Cableado para los interruptores	1	m	Cable multipar	2,00	2,00
<b>Estructura del APU</b>	Lámina de aluminio de 1 mm	1	cm	100x150 cm	20,00	20,00
<b>Compresor</b>	Compresor tipo	1	Uni	compresor	40.00	40,00

	rotativo					
<b>Avión</b>	Avión a escala	1	Uni.	Avión	70	70
<b>Cables multipar</b>	Cable	2	m	e=1 mm	2,00	4,00
	Estaño	10	m	Espesor 1,5mm	0,25	2,50
	Taype color negro	1	Uni.	Taype negro fantape	0,50	0,50
	Cable Gemelo	2	m	Cable gemelo N°12	0,50	1,00
<b>Diodos led</b>	Diodos led blanco, rojo y verde	20	Uni	Diodos led	0,30	6
<b>transformador</b>	Transformador	1	Uni.	Transformador	4,00	4,00
<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 pequeños para madera	30	Uni.	Tornillos 3x40	0,05	1,5
	Remaches	100	Uni.	Remaches 3/16	0,03	3,00
	Pernos auto ros cantes para madera	10	Uni.	Tornillos auto ros cantes 1/4"	0,10	1,00
<b>TOTAL</b>					<b>285,00 USD</b>	

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova

**Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.6.4 Costos de herramientas y equipos.

Tabla 3.13. Tabla de costos de utilización de herramientas y equipos.

<b>Costos de herramientas y equipos.</b>					
<b>N°</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	4,00	1hrs	4,00
6	Tijera para tol	1	0,50	30min	0,25
7	Cepillo de Acero	1	0,50	2hrs	1,00
8	Corta frio	1	0,50	5hrs	2,50
9	Pela cables	1	0,50	2hrs	1,00
10	Alicate	1	0,50	4hrs	2,00
12	Soldadora eléctrica	1	8	1hrs	12,00
14	Taladro de mano	1	5	1hrs	7,00
15	Esmeril de banco	1	5	3hrs	15,00
16	Dobladora de tol	1	4	30min	2,00
17	Cautín tipo lápiz	1	2	6hrs	12,00
21	Multímetro digital	1	0,50	5hrs	2,50
<b>TOTAL</b>				<b>67.50 USD.</b>	

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova      **Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.6.5 Costos por mano de obra.

Tabla 3.14. 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	10	5	50,00
2	Tablero de madera aglomerada	1	7	2	14,00
3	Construcción de Paneles	1	6	4	24,00
4	Formaciones de las Estructura	4	8	3	24,00
6	Conexiones de cables y componentes eléctricos	30	6	6	36,00
<b>TOTAL</b>					<b>148,00 USD.</b>

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova

**Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.6.6 Total de costos primarios.

Tabla 3.15. Tabla del total de costos primarios.

<b>Total de costos primarios.</b>		
<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor en USD.</b>
<b>1</b>	Costos de Materiales.	285,00
<b>2</b>	Costos de Herramientas y Equipos.	67,50
<b>3</b>	Costo por Mano de obra	148,00
<b>TOTAL</b>		<b>500,50 USD</b>

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova **Fuente:** Maqueta en Construcción

### 3.6.7 Costos secundarios.

Tabla 3.16. 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>	Elaboración de textos.	250,00
<b>TOTAL</b>		<b>250,00 USD</b>

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova **Fuente:** Maqueta en Construcción



### 3.6.8 Costo total de proyecto.

Tabla 3.17. Tabla del costo total del proyecto.

<b>Costo Total del Proyecto.</b>		
<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor en USD.</b>
<b>1</b>	Gastos Primarios	<b>500,50</b>
<b>2</b>	Gastos Secundarios	<b>250,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>750,50 USD</b>

**Elaborado por:** Srta. Gabriela Córdova      **Fuente:** Maqueta en Construcción

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se resumen todas las observaciones finales, una vez que se ha terminado el trabajo y se ha comprobado la operación del mismo sin ninguna falla o desperfecto.

Analizados los procedimientos, procesos, problemas y beneficios de la maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones.

#### **4.1 Conclusiones**

- Se recopiló información técnica referente a la Unidad de Potencia Auxiliar
- Se realizó el estudio técnico para la implementación de una maqueta didáctica de la Unidad de Potencia Auxiliar.
- Se realizó la construcción de una maqueta que simula el funcionamiento de la Unidad de Potencia Auxiliar del Avión Airbus A-320; 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.
- Se elaboraron manuales de operación, seguridad y mantenimiento de la maqueta didáctica, los mismos que permitirán asegurar y proteger su funcionamiento.

## **4.2 Recomendaciones**

- Para el buen uso de la maqueta se deberá seguir los procedimientos de los manuales y las indicaciones del instructor a cargo, para evitar inconvenientes.
  
- Los componentes de la maqueta deberán ser utilizados única y exclusivamente para realizar exposiciones con fines didácticos, para instruir a los estudiantes o para realizar demostraciones prácticas de esta Unidad.
  
- Realizar las tareas respectivas de mantenimiento preventivo para así evitar que la maqueta se corra o se deteriore por la acumulación de polvo en la misma.
  
- Se recomienda la implementación de la Unidad de Potencia Auxiliar real del Avión Airbus A-320 en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## GLOSARIO

### A

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

### B

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

### C

- Corriente Continua: Corriente eléctrica de intensidad constante.
- Corriente Alterna: Corriente eléctrica en la cual los electrones cambian repetidamente de dirección.

### D

- Diodos led: diodo semiconductor que emite luz.

### E

- Envergadura: Distancia que hay entre las puntas de un ala
- Estator: Es la parte fija de una máquina rotativa y uno de los dos elementos fundamentales para la transmisión de potencia

## F

- Fly-by-wire: Sistema de control de las superficies de sustentación o de dirección de un avión, que se basa en el uso de servomotores que, mediante impulsos eléctricos activados por [computadora](#), desplazan [fluido hidráulico](#) hasta aquéllas.
- Flap: Superficie móvil ubicado en el borde posterior del ala de un avión
- Factibilidad: Calidad o condición de factible

## G

- Gear box: Caja de engranajes

## I

- Inlet Guide Vanes: Aletas de guía variable

## M

- Materiales Compuestos: Materiales que se forman por la unión de dos materiales para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales
- Motor: Máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía

## P

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

## S

- Sidestick: [Palanca de mando](#) que se encuentra en la consola del lado del [piloto](#)
- Shut-off: Apagado

T

- Tail cone: cono

V

- Ventilador: Máquina que produce una corriente de aire mediante un rodete con aspas que giran produciendo una diferencia de presiones

## BIBLIOGRAFÍA

- Recopilación de Derecho Aeronáutico. (RGDAC)
- A319-A320 training manual Level 3
- Microsoft ® Encarta 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation
- 49 APU (Garret) Mechanics Electrics & Avionics Course
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Swiss.a320-200.hb-ijq.arp.jpg>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Airbus\\_A320#p-search](http://es.wikipedia.org/wiki/Airbus_A320#p-search)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:SMAW.welding.navy.ncs>.
- [http:// valetron.eresmas.net/Iniciacionsoldaduraconestano.pdf](http://valetron.eresmas.net/Iniciacionsoldaduraconestano.pdf)
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Switches-electrical.agr.jpg>
- <http://media.digikey.com/photos/Micro%20Commercial%20Photos/353-TO-92-3.jpg>
- [http:// www.badarte.com.ar/?q=node/94](http://www.badarte.com.ar/?q=node/94)

# Anexos



## **ANEXO A**

**"Maquetas didácticas existentes en los Talleres y Laboratorios de la  
Carrera de Mecánica Aeronáutica"**

- Sistema de Combustible del Avión T-33a



- Sistema de Controles de Vuelo del Helicóptero Bell 206



- Simulador de Controles de Vuelo del Avión K-FIR

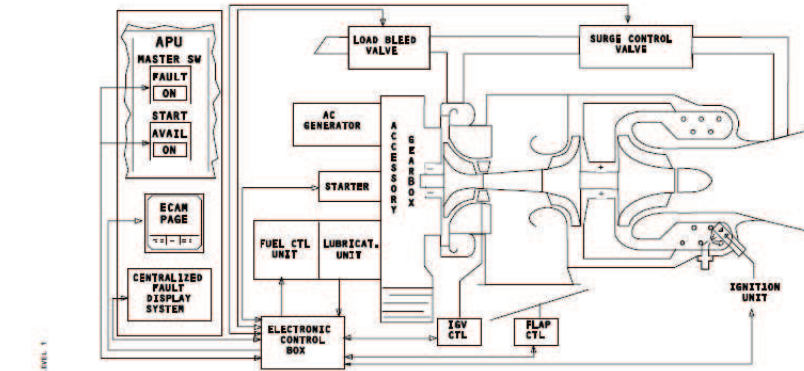


- Túnel de Viento de Baja Velocidad



**ANEXO B**

**A320 TECHNICAL TRAINING MANUAL MECHANICS / ELECTRICS &  
AVIONICS COURSE 49 APU (GARRETT)**



APU PRESENTATION

EFFECTIVITY  
ALL

49-00-00

Page 3  
Nov 30/99

APU PRESENTATION

GENERAL

The APU is a Model STCP 36-300 manufactured and designed by GARRET.  
The APU is an independent source of pneumatic and electrical power.  
It can be used in flight and on ground.

ENGINE

The APU is a single shaft type engine which produces the energy used to drive the load compressor and the accessory gearbox.

- The engine is composed of:
- a single stage centrifugal compressor,
  - a reverse flow combustion chamber,
  - a single stage radial inflow turbine.

The combustion chamber is equipped for the installation of 6 dual fuel nozzles and one ignitor plug.

OIL

The conditions of the oil system is monitored by the Electronic Control Box which receives temperature, pressure and quantity signals.  
The self contained oil system lubricates, cleans and cools the APU bearings and accessory gearbox.  
The oil is also used to cool and lubricate the gearbox mounted generator.

FUEL

The Fuel control Unit (FCU) is the main component of the fuel system.  
The Electronic control box (ECB) computes the fuel/air ratio, corresponding to the APU load, and meters the fuel flow accordingly.  
Fuel pressure is also used as muscle pressure to operate the load compressor Inlet Guide Vane actuator.

AIR

The main role of the air system is to supply bleed air to the pneumatic system.  
This is supplied by the load compressor.  
The bleed air includes a load bleed valve, a flow regulation by means of Inlet Guide Vanes and a surge protection.  
Control and operation of these components are controlled by the Electronic Control Box.

IGNITION AND STARTING

The APU start sequence is initiated from the cockpit and is controlled by the Electronic control box.  
During starting, the electrical starter motor drives the APU and initial combustion is seconded by the ignition system.  
It disengages when the APU is above 50% RPM.

EFFECTIVITY  
ALL

49-00-00

Page 2  
Nov 30/99

**APU CONTROLS PRESENTATION**

**GENERAL**

Normal control of the APU is carried out from the APU control panel located in the cockpit. Emergency shut down can be performed on ground from outside the aircraft.

**OVERHEAD PANEL**

**MASTER SWITCH**

The master switch controls the power supply for APU operation and protection.  
A normal shutdown sequence is initiated when the master switch is released out.  
The ON light illuminates blue when the Master switch P/B is pressed and the APU page appears on the ECAM system display.  
The FAULT light comes on amber and the corresponding warnings are activated when an automatic shutdown occurs.

**START PUSH BUTTON**

The start push-button initiates the APU start sequence. The ON light comes on blue until 95%N(RPM). The AVAIL light comes on green above 95%N(RPM).

**APU FIRE PUSH BUTTON**

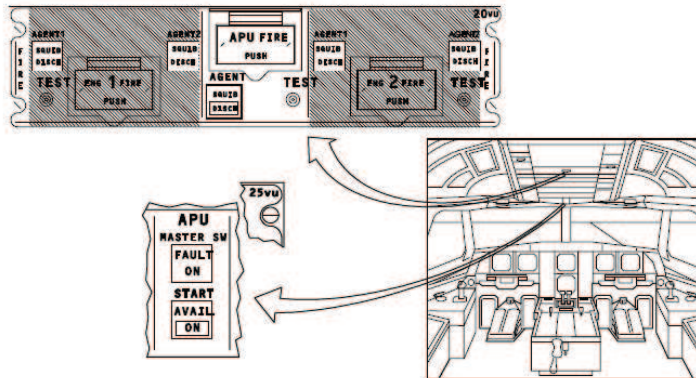
When the APU fire push button is released out, an APU emergency shutdown is initiated.

49-60-00  
 17MAY94/01-1/01 LEVEL 1

EFFECTIVITY  
ALL

49-60-00

Page 8  
May 31/99



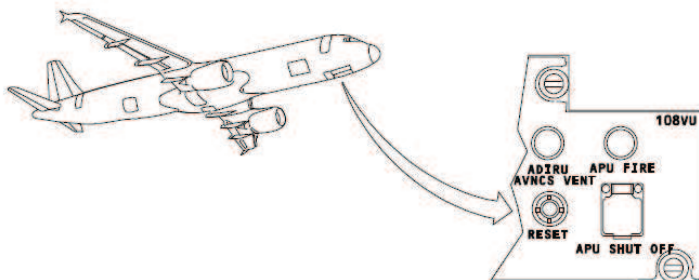
49-60-00  
 17MAY94/01-1/01 LEVEL 1

**APU CONTROLS PRESENTATION**

EFFECTIVITY  
ALL

49-60-00

Page 9  
May 31/99



U14X200  
TMR04921-700 LEVEL 1

APU CONTROLS PRESENTATION

EFFECTIVITY  
ALL

49-60-00

Page 11  
May 31/99

APU ECAM PAGE PRESENTATION

GENERAL

The APU indications are displayed on the Lower ECAM page.  
This page is called manually or automatically during APU start.

EXHAUST GAS TEMPERATURE

The Exhaust Gas Temperature is displayed green in normal configuration. This includes the pointer symbol and digital indication.  
It pulses in advisory mode.  
It becomes amber or red in case of over-temperature. A movable red line is computed by the ECB. The red EGT limit value is different during APU starting and when APU becomes available.

SPEED

The speed indication is displayed in green.  
It becomes amber or red in case of overspeed.

FLAP OPEN

The green FLAP OPEN indication is displayed when the air intake flap is fully open.  
No indication is displayed otherwise.

- FLAP OPEN Displayed steady: Air intake flap fully open with the MASTER SW push-button set to ON.
- FLAP OPEN Displayed pulsing: Air intake flap not fully closed 3 minutes after the MASTER SW push-button has been set to OFF.

AVAIL

When the APU is running, a green APU AVAILABLE indication appears on the upper ECAM page.  
The green AVAILABLE indication is displayed when the APU speed is above 951.  
Nothing is displayed otherwise.

U14X200  
TMR04921-700 LEVEL 1

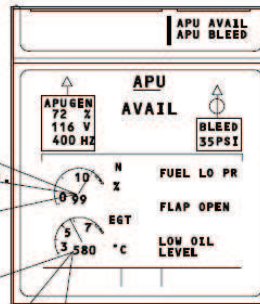
EFFECTIVITY  
ALL

49-70-00

Page 14  
Mar 31/94



- 99 (Green) Normal configuration.
- 104 (Amber) Excessive speed (above 102%).
- 110 (Red) Overspeed (above 107%).
- 580 (Green) Normal configuration. Advisory at 675°C (inhibited during APU start).
- 760 (Amber) Excessive EGT (>758°C APU running). (>1038°C during APU start).
- 800 (Red) Overtemperature (>798°C with APU running).



APU ECAM PAGE PRESENTATION

EFFECTIVITY  
ALL

49-70-00

Page 15  
Mar 31/94

11/14/2000  
 IMPROVEMENT-TEST LEVEL 1

APU INSTALLATION PRESENTATION

GENERAL

The Auxiliary Power Unit is installed in a fireproof compartment located in the fuselage tail cone.

ACCESS DOORS

Two access doors allow access to the APU compartment. The access doors on the bottom of the tailcone open outwards to permit the APU to be inspected, lifted and lowered.

MOUNTS

Seven tie rods attach the APU to the structure brackets on the APU compartment ceiling. These tie rods also connect to the APU three point mounted suspension system. Vibration insulators are installed between the APU mount brackets and the tie rods to reduce the transmission of aircraft vibrations and shocks to the APU. The insulators also prevent the transmission of vibrations from the APU to the aircraft structure.

AIR INTAKE FLAP

The air intake system ducts ambient air to the APU plenum chamber. An air intake flap cuts off the air supply when the APU does not operate. In case of failure, the air intake flap can be opened or closed manually by a Manual Override Device.

AIR INTAKE DUCT

The air intake duct, which is composed of a diffuser and elbow, provides correct airflow to the APU plenum. The air intake duct is attached to the right access door.

EXHAUST

The exhaust system lets the APU exhaust gas flow into the atmosphere and muffles the noise from the exhaust. The exhaust muffler thermal insulation protects the aircraft structure.

DRAIN SYSTEM

A drain system prevents the collection of fluids in the APU compartment. Any fluid that may accumulate in the APU compartment is delivered to a drain tank in the APU compartment, which is emptied through a drain mast when the aircraft is above 200 KTS.

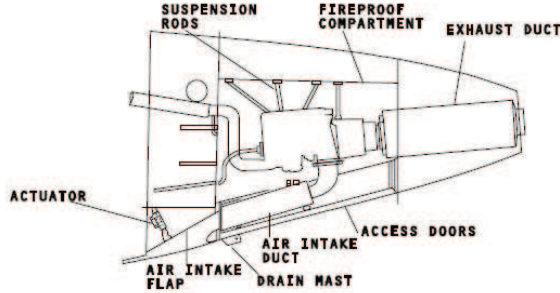
EFFECTIVITY  
ALL

49-10-00

Page 22  
Sep 30/94

11/14/2000  
 IMPROVEMENT-TEST LEVEL 2





APU INSTALLATION PRESENTATION

EFFECTIVITY  
ALL

49-10-00

Page 23  
Sep 30/94

16163200  
 TRAMPART-INT LEVEL 2

APU DRAIN SYSTEM PRESENTATION

FUEL/OIL PUMP DRAIN

The fuel and oil pump seal drain line is routed via a collector line to the drain tank. This line drains fuel or oil leaks.

DRAIN-PORT AIR CHECK-VALVE

An air check valve, mounted on the Fuel Control Unit (FCU) drain line, prevents air ingestion in the FCU.

GEARBOX VENT

The accessory gearbox is vented to the APU exhaust through a vent line. This line vents air or oil leaks to the APU exhaust.

INLET GUIDE VANE ACTUATOR DRAIN

The Inlet Guide Vane (IGV) actuator drain line is routed via a collector line to the drain tank. This line drains only fuel leaks.

FLOW DIVIDER DRAIN

The fuel flow divider and drain valve drain line is routed via a collector line to the drain tank. This drain line collects fuel leaks.

TURBINE PLENUM DRAIN

The turbine plenum drain line is routed alone to the drain mast. This drain line collects fuel or air leaks.

HEAT SHIELD DRAIN

The heat shield drain line is routed to the drain mast. This drain line collects fuel, water or air leaks.

EXHAUST COUPLING DRAIN

The exhaust coupling drain line is routed to the drain mast. This drain line collects fuel, water or air leaks.

DRAIN TANK

For venting and evacuation the drain tank is connected to the drain mast. Airflow across the drain mast creates a vacuum in the drain line. The suction effect produced at 200 kt, is sufficient to remove the contents of the drain tank. A vent line ventilates the drain tank and drain lines. The APU drain lines are connected to the right access door drain lines through spring adapter seals (kiss seals). The drain mast drains any fluid leakage from the APU through four holes.

EFFECTIVITY  
ALL

49-17-00

Page 26  
Aug 31/98

16163200  
 TRAMPART-INT LEVEL 2

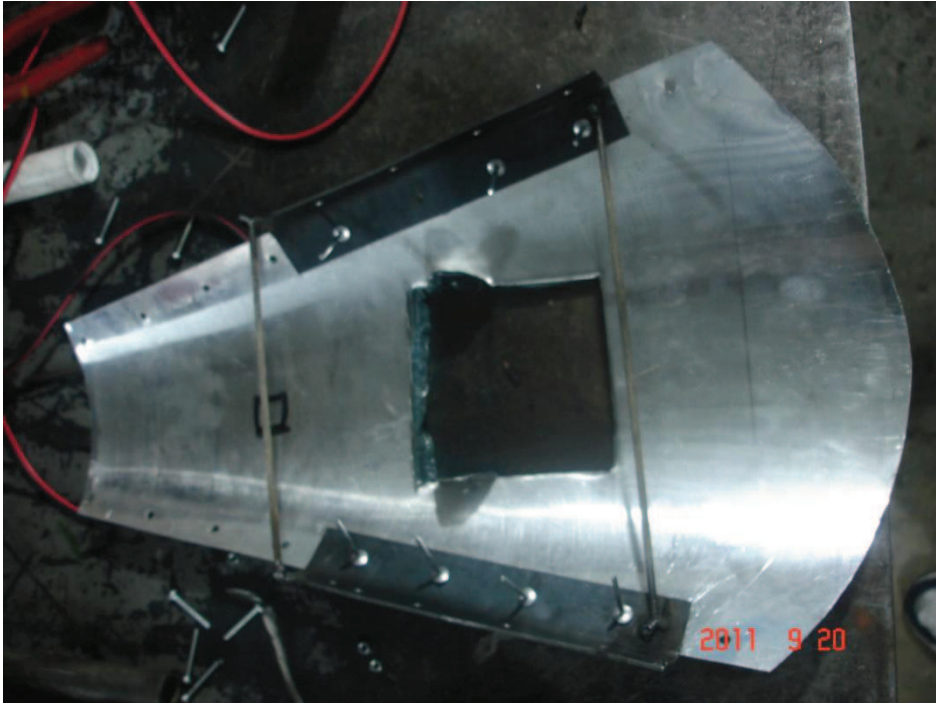
**ANEXO C**  
**MAQUETA EN CONSTRUCCIÓN**



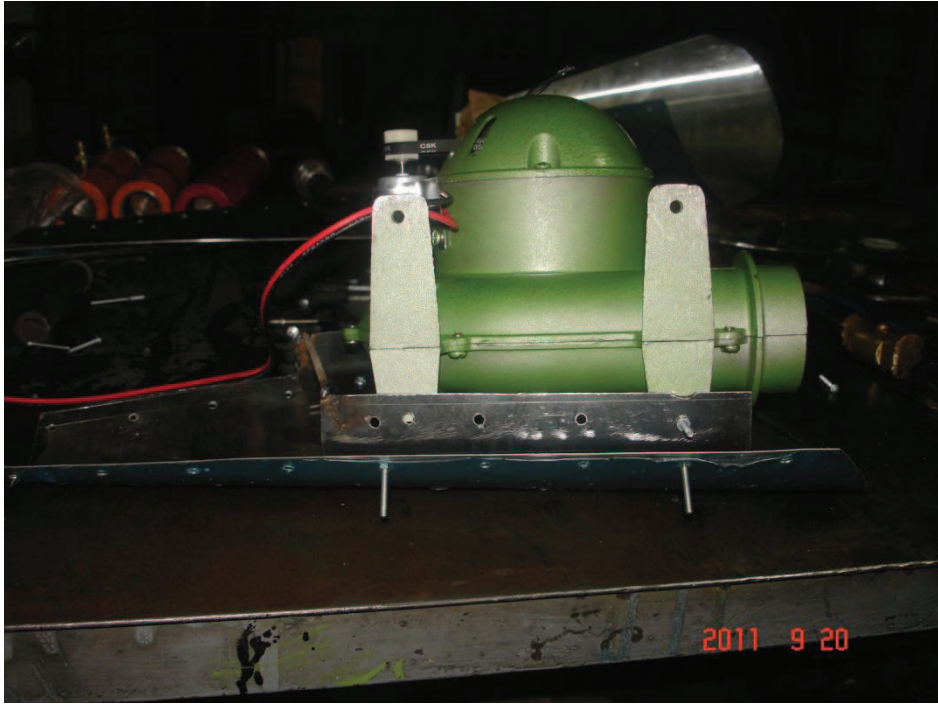
















**ANEXO D**  
**TRABAJO TERMINADO**



## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Gabriela Alexandra Córdova López

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 16 de noviembre de 1990

CEDULA DE CIUDADANÍA: 180327955-1

TELÉFONOS: 032420172 / 095474915

CORREO ELECTRÓNICO: gacordoal@yahoo.com

DIRECCIÓN: Ave. Las Américas 03-187 y Uruguay, Cdla. Ingahurco



### ESTUDIOS REALIZADOS

Escuela Juan León Mera “La Salle”

1996 – 2002          Ambato – Tungurahua – Ecuador

Colegio Particular “Santo Domingo de Guzmán”

2002 – 2008          Ambato – Tungurahua – Ecuador

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

2008 – 2011          Latacunga – Cotopaxi – Ecuador

### TÍTULOS OBTENIDOS

Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores

Bachiller en Ciencias Generales

### IDIOMAS

Español

Inglés (Experticia)

## **EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PROFESIONALES**

Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento Marzo 08 a Abril 02 del 2010	Escuela Superior de Aviación "ESMA" Salinas - Ecuador
Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento Agosto 02 a Septiembre 03 del 2010	Cía. LAN ECUADOR Guayaquil – Ecuador
Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento Guayaquil Marzo 07 a Abril 08 del 2011	CIA. AERoclub Guayaquil - Ecuador
Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento Agosto 08 a Septiembre 09 del 2011	Centro de Mantenimiento Aeronáutico "CEMA" Latacunga - Ecuador

## **CURSOS Y SEMINARIOS**

Curso Básico del Motor JT8D Salinas Marzo 2010	Duración 160 Horas
Training Airbus A-320, Curso Básico Guayaquil Agosto 2010	Duración 160 Horas

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIONES  
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

---

**Gabriela Alexandra Córdova López**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA**

---

**Herbert Atencio**

Latacunga, Septiembre del 2011

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

Yo, Gabriela Alexandra Córdova López, Egresada de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 1803279551, autor del Trabajo de Graduación: “Construcción de una maqueta didáctica de simule el funcionamiento del APU (Unidad de Potencia Auxiliar) del avión Airbus A-320”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Gabriela Alexandra Córdova López**

Latacunga, Octubre del 2011