



UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

**“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
DEL AVIÓN FAIRCHILD”**

POR:

Zapata Cruz Sintya Belen

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. ZAPATA CRUZ SINTYA BELEN, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.

TLGO. Alejandro Proaño
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Marzo 06 del 2014

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la oportunidad de culminar mi carrera profesional llena de existos, guiar mis pasos a lo largo de mi vida poniendo en el camino a las personas indicadas para llenar mi corazón de esperanza y buenos sentimientos sabiendo valorar cada día las bendiciones que me brinda.

De manera especial, mi vida y mi profesión la dedico a mi familia quienes en cada reencuentro desean mi regreso permanente a mi hogar, pero sabiendo que la distancia no nos separa me han apoyado con sus concejos y buenos deseos, sabiendo alentarme para culminar la expectativa que anhelábamos.

A mis padres Fabián Zapata y Pilar Cruz los seres que más amo, quienes me han dado los ejemplos de vida más grandes y con humildad me han brindado su apoyo en cada paso de mi vida enseñándome que todo se lo gana con esfuerzo, constancia y perseverancia, que un tropezón no es caída.

A mis hermanos Elizabeth, Ney, Mauricio y Miguel con quienes he pasado los mejores años de mi vida y me han enseñado el maravilloso sentimiento de hermandad y unión familiar demostrando su apoyo incondicional con un abrazo un beso o una broma para opacar la tristeza que es no estar a su lado.

A mis abuelitos y tío Alfredo, Etelevina y Luis, como no mencionar a las personas que con sabios concejos me han alentado y esperado en su casa cada domingo para compartir con ellos momentos gratos y nunca han dejado de estar pendientes de mi avance profesional, enviándome sus buenos deseos.

A mis amigos en general, con quienes he compartido momentos felices y difíciles, quienes nos hemos convertido en familia y nos hemos dado aliento en momentos de soledad.

Sintya Belen Zapata Cruz

AGRADECIMIENTO

Al culminar una etapa muy importante en mi vida y destacar el arduo trabajo que realicé en el transcurso como estudiante, es para mí muy grato utilizar este espacio para agradecer a las personas que me han apoyado durante este largo proceso pero no imposible de alcanzar gracias a su apoyo.

Agradezco a Dios, para mí ha sido mi guía espiritual en quien me he refugiado en momentos difíciles y he encontrado fortaleza en él, superando cada prueba y manteniéndome firme al alcanzar la meta deseada.

Agradezco también al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO de manera especial al señor Subs. Tec. Avc. Ing Hebert Atencio por su apoyo y confianza en lo largo de mi carrera profesional y su capacidad para guiar nuestra educación, ha sido un aporte invaluable el cual debe ser destacado en todos los ámbitos correspondientes por su esfuerzo constante y dedicación.

Como no agradecer a las personas más importantes en mi vida quienes me han brindado amor y llenado de valor para alcanzar el éxito, mi familia, mis padres Fabián Zapata y Pilar Cruz, quienes día a día se han esforzado por que sea una persona de bien tanto en valores como en lo profesional recibiendo su apoyo incondicional. Mis hermanos Elizabeth, Ney, Mauricio y Miguel que me han llenado de alegrías y cada segundo agradezco sus buenos deseos. A mi tía Marlene Zapata, quien siempre se ha encontrado pendiente con sus concejos durante toda mi vida. A una persona especial quien llego a mi vida y la lleno de amor y sobre todo me brindo apoyo de manera desinteresada, a su lado comprendí el significado de luchar por alcanzar una meta.

Al señor Subs. Tec. Avc. Tlgo. Cristóbal Medina, quien en el proceso final del trabajo de graduación me ha compartido sus conocimientos y experiencias para realizar un trabajo exitoso y satisfacer las necesidades y expectativas que conllevaba el mismo.

Zapata Cruz Sintya Belen

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	1
SUMMARY	2

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes	3
1.2 Justificación e Importancia	4
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Alcance.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de aire acondicionado operación en general.....	6
2.1.1 Sistema de aire acondicionado	6
2.1.2 Distribución del aire	12
2.1.3 Clasificación de los sistemas por refrigeración.....	13
2.1.3.1 Sistema de ciclo por aire	13
2.1.3.2 Sistema de ciclo por vapor	14
2.1.4 Tipos de máquina de acondicionamiento de aire	15
2.1.4.1 Turbofan	15
2.1.4.2 Salida de presión auto reforzada (maquina bootstrap).....	16
2.1.4.3 Tipo tres ruedas	17

2.1.5 Unidad de control de temperatura de aire	18
2.1.6 La condensación en la cabina	18
2.1.7 Sistema de distribución del aire acondicionado.....	19
2.1.7.1 Salidas de techo.....	21
2.1.7.2 Salidas laterales	21
2.1.7.3 Salidas en el piso de la cabina	21
2.1.8 Concentración de partículas y microorganismos.....	21
2.1.9 Control de la temperatura de cabina	22
2.1.10 Maquina de acondicionamiento de aire pack	23
2.1.11 Ventilación de aviónica.....	24
2.1.12 Ventilación de bodegas	25
2.1.13 Limitaciones	26
2.2 Sistema de aire acondicionado del avión Fairchild.....	26
2.2.1 Historia de la compañía Fairchild	26
2.2.2 Fairchild F-27	27
2.2.3 Especificaciones técnicas del fairchild F-27	29
2.3 Fundamento teórico	31
2.3.1 Sistema de aire acondicionado	31
2.3.2 Compresión	31
2.3.3 Componentes del sistema de aire acondicionado	32
2.3.3.1 Ventilación de cabina	32
2.3.3.2 Silenciador.....	33
2.3.3.3 Conjunto de válvula de derrame y Resistencia Ajuste de la velocidad de cierre	34
2.3.3.4 Transmisor de presión del ventilador y el indicador	35
2.3.3.5 Válvula de retención.....	36
2.3.3.6 Válvula de alivio depresión en el conducto.....	36
2.3.4 Distribución del aire acondicionado.....	37
2.3.5 Componentes de la distribución del sistema de aire acondicionado	41
2.3.5.1 Válvula de aire fresco.....	41
2.3.5.2 Válvula de recirculación.....	42
2.3.5.3 Recirculación del ventilador.....	42
2.3.5.4 Válvulas selectoras	43
2.3.5.5 Conector externo de Aire acondicionado.....	44

2.8. 2.3.5.6 Filtros de recirculación de aire.....	45
2.3.5.7 Radio Fan Rack.....	45
2.3.6 Climatización – refrigeración	45
2.3.6.1 Sistema de ciclo de aire	46
2.3.6.1.1 Componentes del sistema de ciclo de aire	48
2.3.6.1.1.1 Maquina de ciclo de aire.....	48
2.3.6.1.1.2 Intercambiador de calor.....	48
2.3.6.1.1.3 Ciclo de la válvula de derivación de la máquina de aire	49
2.3.6.1.1.4 Válvula de retención	49
2.3.6.2 Sistema de ciclo de vapor	50
2.3.6.2.1 Componentes del sistema de ciclo a vapor.....	51
2.3.6.2.1.1 Compresor de freón y el motor.....	51
2.3.6.2.1.2 Separador de aceite	52
2.3.6.2.1.3 Válvula de Prueba de Presión	54
2.3.6.2.1.4 Válvula de alivio de presión.....	54
2.3.6.2.1.5 Condensador.....	54
2.3.6.2.1.6 Válvula de purga.....	54
2.3.6.2.1.7 Ventilador del condensador y el motor	55
2.3.6.2.1.8 Filtro secador.....	55
2.3.6.2.1.9 Indicador de anillo seco.....	55
2.3.6.2.1.10 Válvula de expansión termostática	56
2.3.6.2.1.11 Evaporador.....	56
2.3.6.2.1.12 Válvula de derivación de gas caliente	56
2.3.6.2.1.13 Válvula de carga.....	57
2.3.6.2.1.14 Válvula de prueba de aspiración	57
2.3.6.2.1.15 Unidad condensadora de arranque del motor	58

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares.	60
3.2 Estudio de alternativas	61
3.2.1 Descripción de alternativas	61
3.2.1.1 Primera alternativa	61

3.2.1.2 Segunda alternativa.....	64
3.2.2 Análisis de factibilidad	65
3.2.2.1 Primera alternativa	65
3.2.2.1.1 Ventajas	65
3.2.2.1.2 Desventajas.....	65
3.2.2.2 Segunda alternativa.....	65
3.2.2.2.1 Ventajas	65
3.2.2.2.2 Desventaja	66
3.2.3 Estudio de factibilidad.....	66
3.2.3.1 Factor mecánico.....	66
3.2.3.2 Factor económico.....	66
3.2.3.3 Factor complementario.....	67
3.2.4 Matriz de evaluación y decisión.....	67
3.2.5 Selección de la mejor alternativa.....	68
3.3 Diseño	68
3.3.1 Orden de rehabilitación	68
3.3.2 Base para la ubicación del aire acondicionado	70
3.3.3 Análisis para la compra del aire acondicionado	74
3.3.3.1 Espacio a refrigerar	74
3.3.3.2 Dimensiones del espacio a refrigerar en el avión.....	75
3.3.3.3 Especificaciones técnicas del aire acondicionado adquirido	76
3.3.4 Desarmado y división del aire acondicionado	76
3.3.4.1 Desarmado del aire acondicionado	77
3.3.4.2 División del aire acondicionado	79
3.3.5 Limpieza del aire acondicionado	80
3.3.6 Montaje del aire acondicionado dentro del avión	83
3.3.6.2 Succión total de aire del sistema al vacío.....	89
3.3.7 Especificaciones técnicas y carga del freón R 22 al sistema	91
3.3.7.1 Especificaciones técnicas del freo R-22.....	91
3.3.7.2 Carga del freón R 22 al sistema	91
3.3.8 Selección de cañerías útiles en el avión Fairchild F-227 para enrutar el aire acondicionado	94
3.3.9 Adaptación del aire acondicionado al sistema original del avión.....	95
3.3.9.1 Sellado de las entradas de aire inoperables.....	95

3.3.9.2 Recirculación de aire	99
3.3.9.3 Entrada de aire frío al sistema.....	100
3.3.9.4 Reparación de cañerías	101
3.3.10 Diagramas de procesos.....	102
3.3.10.1 Diagrama de procesos de la elaboración de la base para la ubicación del aire acondicionado.....	103
3.3.10.2 Diagrama de procesos para el desarmado y división del aire acondicionado	105
3.3.10.3 Diagrama de procesos para la limpieza del aire acondicionado.....	107
3.3.10.4 Diagrama de procesos del montaje del aire acondicionado dentro del avión.....	109
3.3.10.5 Diagrama de procesos para la carga del freón R-22.....	111
3.3.10.6 Diagrama de procesos de la adaptación del sistema de aire acondicionado al avión	113
3.3.10.7 Diagramas generales de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado	115
3.3.11 Pruebas de funcionamiento.....	116
3.3.12 Descripción de los manuales.....	118
3.3.13 Tipos de manuales	118
3.3.13.1 Manual de operación.....	119
3.3.13.2 Manual de mantenimiento	119
3.3.13.3 Manual de seguridad.....	119
3.3.14 Presupuesto	132
3.3.14.1 Análisis de costos.....	132
3.3.15 Costos primarios	133
3.3.15.1 Costos de materiales.....	133
3.3.15.2 Costos de herramientas y equipos	133
3.3.15.3 Costos por mano de obra.....	134
3.3.15.4 Total de costos primarios	135
3.3.16 Costos secundarios	136
3.3.16.1 Tabla del total de costos secundarios	136
3.3.17 Costo total del proyecto de grado.....	136

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	137
4.2. Recomendaciones.....	138
GLOSARIO DE TÉRMINOS	139
ABREVIATURAS.....	140
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS	142

ÍNDICE GENERAL DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Productividad.....	30
-------------------------------	----

CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Elementos del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild.....	61
Tabla 3.2: Matriz de evaluación y decisión.....	67
Tabla 3.3: Datos técnicos de la maquinaria	69
Tabla 3.4: Codificación de herramientas	70
Tabla 3.5 Valores del sistema de aire acondicionado	92
Tabla 3.6: Simbología de los diagramas de proceso.....	102
Tabla 3.7: Proceso de la base para el aire acondicionado.....	104
Tabla 3.8: Proceso de desarmado y división del aire acondicionado	105
Tabla 3.9: Proceso de limpieza del aire acondicionado	108
Tabla 3.10: Proceso del montaje del aire acondicionado dentro del avión.....	110
Tabla 3.11: Proceso de la carga del freón R-22	112
Tabla 3.12: Proceso del montaje del aire acondicionado dentro del avión.....	114
Tabla 3.13: Parámetros de las pruebas de funcionamiento	117

Tabla 3.14: Codificación de los manuales.....	119
Tabla 3.15: Costo de materiales.....	133
Tabla 3.16: Costo de herramientas y equipos.....	133
Tabla 3.17: Costo por mano de obra.....	134
Tabla 3.18: Total costos primarios.....	135
Tabla 3.19: Total costos secundarios.....	136
Tabla 3.20: Total costo del proyecto.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Sistema de aire acondicionado.....	12
Figura 2.2: Distribución del aire.....	13
Figura 2.3: Turbofan.....	16
Figura 2.4: Simple de presión auto reforzada (máquina bootstrap).....	17
Figura 2.5: Distribución de distribución del aire acondicionado.....	19
Figura 2.6: Distribución de aire en cabina.....	20
Figura 2.7: Control de la temperatura de la cabina.....	23
Figura 2.8: Ventilación de aviónica.....	28
Figura 2.9: Ventilación de bodegas.....	25
Figura 2.10: Fairchild F-27.....	28
Figura 2.11: Vista técnica del fairchild F-27.....	29
Figura 2.12: Ventilador de cabina.....	33
Figura 2.13: Silenciador.....	34
Figura 2.14: Válvula de escape.....	35
Figura 2.15: Válvula de alivio.....	36
Figura 2.16: Ruta general de conductos.....	39
Figura 2.17: Distribución general de conductos.....	41
Figura 2.18: Válvula de recirculación.....	42
Figura 2.19: Circuito de testeado en tierra.....	43
Figura 2.20: Interruptor externo de aire acondicionado.....	44
Figura 2.21: Externo de aire acondicionado.....	47

Figura 2.22: Maquina de ciclo de aire	48
Figura 2.23: Intercambiador de calor.....	49
Figura 2.24: Componentes del sistema de ciclo a vapor.....	53
Figura 2.25: Funcionamiento del freón.....	58

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Elementos del sistema de refrigeración del avión Fairchild.....	62
Figura 3.2: Bloque 42, bodega de repuestos del avión Fairchild.....	63
Figura 3.3: Aire acondicionado convencional.....	64
Figura 3.4 Grafico de análisis de alternativas.....	68
Figura 3.5: Ángulos de hierro	71
Figura 3.6: Corte de la lamina de hierro	72
Figura 3.7: Empernado de laminas, ángulos contra la cuaderna	73
Figura 3.8: Espacio para la base del sistema.....	73
Figura 3.9: Mesa ensamblada para la ubicación del aire acondicionado... ..	74
Figura 3.10: Dimensiones del avión Fairchild F-27	75
Figura 3.11: Especificaciones técnicas del aire acondicionado.....	76
Figura 3.12: División del aire acondicionado	77
Figura 3.13: Desoldado de cañerías de cobre y cubierta de las mismas	77
Figura 3.14: Remoción del motor compresor	78
Figura 3.15: Remoción del blower y fan	78
Figura 3.16: Remoción total de las piezas	79
Figura 3.17: Medidas para realizar los cortes.....	80
Figura 3.18: Corte de las placas del aire acondicionado.....	80
Figura 3.19: Lavado de los componentes	81
Figura 3.20: Sopleteado del evaporador y condensador.....	82
Figura 3.21: Lavado del evaporador y condensador	82
Figura 3.22: Remachado de la base del aire acondicionado.....	83
Figura 3.23: Remachado de la tapa o cubierta del aire acondicionado.....	84
Figura 3.24: Montaje del motor compresor del aire acondicionado	84
Figura 3.25: Montaje de la placa lateral del aire acondicionado.....	85
Figura 3.26: Montaje del eje que une el blower y el fan del aire acondicionado ...	85

Figura 3.27: Montaje del blower y fan del aire acondicionado.....	86
Figura 3.28: Montaje del condensador del aire acondicionado	87
Figura 3.29: Montaje del evaporador del aire acondicionado	87
Figura 3.30: Equipo de soldadura autógena	88
Figura 3.31: Materiales de aporte para la soldadura	89
Figura 3.32: Bomba y manómetros de vaciado	90
Figura 3.33: Succión de aire y humedad.....	90
Figura 3.34: Freón R 22	91
Figura 3.35: Valores del sistema de aire acondicionado	92
Figura 3.36: Conexión de la botella de freón a la bomba de carga	93
Figura 3.37: Carga del freón al sistema	93
Figura 3.38: Enrutamiento general de las cañerías del avión.....	94
Figura 3.39: División de cañerías del avión Fairchild F- 227.....	95
Figura 3.40: Remoción del evaporador obsoleto.....	96
Figura 3.41: Sellado de las entradas de aire inoperables	97
Figura 3.42: Pegado con PRC de las tapas	97
Figura 3.43: Sellado de las entradas de aire del motor y colocación del fan.....	98
Figura 3.44: Sellado del cono mezclador de aire	99
Figura 3.45: Recirculación de aire.....	99
Figura 3.46: Salida de aire al sistema en acrílico	100
Figura 3.47: Unión de cañerías al sistema	101
Figura 3.48: Reparación de cañerías	101
Figura 3.49: Prueba de funcionamiento	116

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A

Grafico de las estaciones del avión Fairchild	143
---	-----

Anexo B

Fragmento del catalogo ilustrado de partes (IPC) del avión fairchild referente a la ata 21.....	145
---	-----

Anexo C

Hoja de vida	151
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	154
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	155

RESUMEN

La rehabilitación el sistema de aire acondicionado del avión Fairchild, tiene como finalidad ser herramienta de apoyo y perfeccionar las habilidades como técnicos aeronáuticos a los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y a la vez dar el confort necesario en la utilización del avión escuela en charlas y clases teórico-prácticas impartidas dentro del avión.

En el proyecto se detalla información sobre temas como; operación, descripción, componentes y mantenimiento del sistema, lo cual ayuda a proveer la información necesaria para el estudio del mismo.

La rehabilitación de este sistema opera en forma similar al sistema de aire acondicionado del avión escuela fairchild, brindando de esta manera mayor realismo al operar e impartir la enseñanza de dicho sistema, es por esta razón que en lo posible no se lo alteró y cumple con las necesidades y expectativas que el avión escuela debe tener.

Se detalla también los procesos de la rehabilitación y adaptación completa del sistema de aire acondicionado dando seguimiento al desarrollo del proyecto hasta su culminación, adicional a esto se proporciona un presupuesto económico detallado, necesario para la rehabilitación del presente sistema.

Como complemento se cuenta con todos los manuales indispensables para poder operar el sistema de aire acondicionado con total confianza y seguridad.

SUMMARY

Rehabilitating the air conditioning system of the aircraft Fairchild, is intended as a support tool and refine technical skills as aeronautical students Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico and also give the necessary comfort in the airplane school lectures and classes theory and practice taught in the plane.

Operation, description, components and maintenance of system, which helps provide necessary information for the study of it, in the project information issues as detailed.

The rehabilitation of this system operates similarly to the air conditioning system of the aircraft Fairchild school, thus providing more realism to operate and provide training on the system, it is therefore possible that it is not altered and meets the needs and expectations that the school must have tickets.

The processes of rehabilitation and adaptation of complete air conditioning system to monitor the development of the project to completion, in addition to this a detailed financial budget, necessary for the rehabilitation of this system provides is detailed.

Complementing it has all the essential manual to operate the air conditioning system with confidence and security.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

La compañía fue fundada por Sherman Fairchild en 1929 como Fairchild Aviation Corporation, Nueva York. Durante los años 50, Fairchild fue un subcontratista de Boeing para paneles de alas y secciones de fuselaje.

Fairchild fue una empresa fabricante estadounidense de aeronaves y sistemas espaciales cuya sede central se ha trasladado varias veces entre Farmingdale (Nueva York), Hagerstown (Washington) y San Antonio (Texas). Entre los años 2002 y 2003 la empresa fue absorbida por M7 Aerospace.¹

El sistema de aire acondicionado del avión fairchild integra calefacción, refrigeración, ventilación, y características de presurización en un sistema, que operan tanto en vuelo como en tierra.

Durante el funcionamiento en tierra cuando los motores no están encendidos, un motor impulsado por ventiladores de aire en la cabina, fuerza para ser recirculado el aire fresco el mismo será introducido en el sistema de refrigeración o de calefacción.

Un sistema de calefacción de la válvula reguladora de aire y un calentador de combustión proporcionan calor, un sistema de refrigeración por aire y freón

¹www.tc.gc.ca/.../projects-mmcl-guide-ata-21-1657.h.

generan aire acondicionado de compresión-expansión proporcionando refrigeración. Un control de temperatura automático selecciona el aire frío o caliente como sea requiriendo para la comodidad de los pasajeros.

El instituto dentro de sus laboratorios contiene maquetas y simuladores de los principales sistemas de diferentes aeronaves por lo que nace esta rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión fairchild, queriendo que se manipule en tiempo real el sistema, mejorando el nivel académico-practico de los estudiantes de manera que conozcan sus características, funcionamiento, ventajas y limitaciones del sistema.

1.2 Justificación e importancia

La rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión fairchild es de gran importancia ya que el funcionamiento del sistema mantendrá limpia y ligeramente fresca la cabina, de esta manera colabora con el confort necesario para las diferentes actividades que se realizan en el avión tales como impartir clases, reuniones o visitas realizadas al mismo, tomando siempre en cuenta la manipulación del sistema con rigurosidad, cuidado y estándares establecidos antes de su funcionamiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Rehabilitar el sistema de aire acondicionado del avión fairchild, para aportar a la enseñanza teórico-práctica de las asignaturas impartidas dentro del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2 Específico

- Analizar el sistema y cada componente ya que se encuentra obsoleto y en su mayoría desmantelado.

- Identificar de que manera opera el sistema, los parámetros a seguir y las limitaciones que se puede tener.
- Realizar pruebas de funcionamiento para obtener una optima operación del sistema de aire acondicionado y cumplir con la expectativa.
- Establecer la factibilidad técnica del sistema, respondiendo a cada inquietud.
- Elaborar manuales los cuales sean una guía para la operación, seguridad y mantenimiento del sistema de aire acondicionado.

1.4 Alcance

Una vez culminada la rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión fairchild se podrá realizar prácticas funcionales en el mismo ayudando de esta manera a cubrir las necesidades de material técnico en los laboratorios.

Con la siguiente rehabilitación del sistema de aire acondicionado se pretende relacionar la enseñanza impartida a estudiantes en las materias de control atmosférico de cabina, anti-ice, conocimientos del aeronave en general y el sistema de instrumentación en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, además se fortalecerá las habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico, lo más importante que se beneficiará a la calidad académica y por ende al prestigio de nuestra institución.

De esta manera también se busca el interés de la comunidad no solo del instituto sino de todas las personas interesadas en los sistemas de diferentes aviones en especial en el sistema de aire acondicionado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de aire acondicionado operación en general

2.1.1 Sistema de aire acondicionado

Mantener una correcta temperatura en un avión comercial con cientos de pasajeros a bordo viajando a 40,000 pies de altura (12,000 metros) representa un enorme reto para los especialistas en acondicionamiento de aire.

Lograr un ambiente de cabina confortable para los pasajeros y tripulantes de un avión requiere el control de distintas variables como: Temperatura del aire, Humedad, Presión, Control de la calidad del aire.

Estos son los factores que intervienen en la operación del sistema de acondicionamiento de aire. La cabina de un avión comercial representa un volumen enorme para la única fuente de aire disponible para el acondicionamiento del mismo, nos referimos al aire caliente a presión que se saca de los motores.

Por lo que es normal que existan limitaciones sobre la cantidad de aire que se puede extraer en las distintas fases de vuelo, debido a que entre los objetivos principales del aire que pasa por el motor no está el acondicionamiento del aire para los pasajeros sino la propulsión para que el avión vuele, y tan sólo una pequeña parte de él debe desviarse a esta función además de atender la presurización y otros servicios requeridos en la cabina del avión.

Para entender aún mejor la complicación del acondicionamiento de aire en las aeronaves hay que considerar, además, otras cuestiones, como las limitaciones

de aire a bordo y las condiciones en las que debe de operar el sistema, enfrentando temperaturas exteriores de hasta -60° C, así como la falta de humedad.

Los sistemas de refrigeración que se emplean en la aviación son el de ciclo de aire y el de ciclo de vapor. El primero se basa en el principio de eliminación de calor por transformación de la energía calorífica en trabajo mecánico, funciona con el aire que se extrae del compresor del turborreactor, dicho aire caliente y a presión, se emplea para calefacción, refrigeración e incluso para la presurización de la cabina.

El segundo sistema por ciclo de vapor es más limitado ya que proporciona únicamente la refrigeración del aire; este funciona mediante la evaporación de un líquido refrigerante en una unidad muy similar a la que es utilizada ampliamente en la industria automotriz; dicho sistema se usa generalmente en vuelos realizados a baja altitud y corta distancia. Cabe resaltar que en los aviones turbohélices se pueden emplear ambos tipos.

Ahora con respecto a la unidad de aire acondicionado, el avión, según su tamaño, dispone de una o más unidades independientes. Un conducto de aire de impacto, un intercambiador de calor y el conjunto de turbina de refrigeración.

El aire caliente que procede del compresor sigue su curso y pasa a la turbina. La rueda de turbina es de un diámetro pequeño y gira a 90,000 r.p.m; la cual está colocada en el circuito para que el aire expulsado del motor experimente al pasar por ella una expansión muy fuerte.

Con la expansión de aire ocurren dos cosas: su temperatura disminuye (ley de los gases perfectos) hasta el punto en que se forma normalmente hielo en la salida del conducto si hay suficiente humedad en el aire y en segundo lugar, la expansión produce el movimiento de giro de la rueda y ésta impulsa el ventilador situado en el mismo eje. En el vuelo tenemos una máquina con movimiento autónomo.

Se dispone así de una fuente de aire muy frío para la cabina. Es bien entendido que si este flujo de aire se introduce directamente en cabina el frío sería extremo congelando a los pasajeros, por lo que es claro que debe modularse su temperatura de la siguiente manera.

La función moduladora se hace con la válvula de derivación de la turbina de refrigeración VDT. Dicha válvula está situada en un conducto paralelo al intercambiador de calor.

Si la válvula VDT está muy abierta el flujo de aire expulsado por el motor sigue principalmente esta vía, ya que es más fácil para el aire, que introducirse en el camino interno del intercambiador de calor el cual está hecho de tubos estrechos.

El trayecto por la VDT elude el paso del aire por el intercambiador de calor y la turbina de expansión, de manera que es un flujo de aire caliente, más o menos a la temperatura del aire en el compresor del motor. Por el contrario, si la válvula VDT está muy cerrada casi todo el aire es forzado a pasar por el trayecto del intercambiador de calor, es decir, por el trayecto donde el aire se somete a un fuerte enfriamiento.

La temperatura del aire de la cabina se regula por la posición que tiene la válvula VDT. Si la válvula está muy abierta se envía calor a la cabina; si está muy cerrada el aire que sale de la unidad es frío porque ha mezclado poco aire caliente proveniente del conducto de la VDT.

Sería este el caso típico de funcionamiento de la unidad en un vuelo crucero a gran altitud, donde el avión experimenta fuertes pérdidas de calor y la cabina necesita calefacción. En vuelo a baja altitud, normalmente es necesario introducir en la cabina gran cantidad de aire frío, de manera que la VDT tienda a situarse en posiciones más cerradas. El piloto cuenta con un mando para seleccionar la posición de la válvula, pero lo normal es que el sistema funcione en modo automático regulando la temperatura de la cabina a un valor establecido previamente.

Mayor parte del equipo se hace de aluminio para ahorrar peso. Las unidades de refrigeración y de aire acondicionado para los aviones grandes se establecen generalmente en las alas. En un avión más pequeño, estas unidades pueden estar en el cuerpo de la aeronave. El aire proveniente de la unidad es distribuido a la cabina a través de los difusores y rejillas situadas en el techo.

El sistema de aire acondicionado de la cabina en las aeronaves actuales se diseña para proporcionar un ambiente seguro y cómodo de la cabina en las altitudes de vuelo que pueden alcanzar arriba de 40,000 pies.

El sistema se diseña para proporcionar un ambiente seguro y cómodo de la cabina, por una regulación de gobierno y de la FAA, la presión de la cabina no puede ser menos, en la altitud máxima de la travesía, que el equivalente de la presión de aire exterior a 8,000 pies de altura. El sistema de aire acondicionado además de controlar la temperatura y proporcionar confort a los pasajeros controla la presurización de la cabina, el flujo de aire y la filtración del mismo de la siguiente manera. El aire enfriado proveniente de la unidad de aire acondicionado fluye a un compartimiento donde se mezcla con una cantidad aproximadamente igual de aire altamente filtrado de la cabina de pasajeros.

Combinado el aire de afuera y el aire filtrado se canaliza a la cabina y se distribuye a través de los difusores situados en el techo de la misma. Dentro de la cabina, los flujos de aire siguen un patrón circular y su salida es a través de parrillas situadas en el piso o de cualquier lado de la misma, esta salida se hace a través de ductos situados arriba de los compartimientos de equipaje de mano. El aire que sale se envía debajo del piso de la cabina en el lóbulo más bajo del fuselaje. La circulación de aire es continua y elimina rápidamente olores mientras que también mantiene una temperatura cómoda en la cabina.

Alrededor de la mitad del aire que sale de la cabina se elimina inmediatamente de la aeronave a través de una válvula de salida en el lóbulo más bajo, que también controla la presión de dicha cabina. La otra mitad es dirigida por los ventiladores a través de los filtros especiales debajo del piso, y después es mezclada con el aire exterior que viene de los compresores del motor. Estos filtros de alta eficacia son

similares a los usados para mantener el aire limpio en hospitales, tales filtros son muy eficaces sobre las partículas microscópicas ya que son capaces de filtrar bacterias y virus. Se estima que entre 94 y 99.9 por ciento de los microbios aerotransportados que alcanzan estos filtros están capturados.

Hay varias características del sistema de aire acondicionado de la cabina que merecen énfasis especial:

- La circulación de aire es continua.
- El aire está fluyendo siempre dentro y fuera de la cabina.
- La cabina tiene un alto intercambio del aire. Todo el aire en la cabina es substituido por la mezcla entrante del aire exterior y del aire filtrado durante intervalos de solamente dos a tres minutos, dependiendo del tamaño de la aeronave. Esto representa de 20 a 30 cambios del aire total de la cabina por hora.
- La mezcla exterior de aire llena la cabina constantemente. El aire exterior guarda los límites admisibles de bióxido de carbono y de otros contaminantes en conformidad con límites estándares y sustituye el oxígeno más rápido que lo que se consume. El relleno también asegura que la porción recirculada del aire no tenga un ciclo sin fin ya que rápidamente se diluye y se sustituye por aire exterior nuevo.

Recientes estudios han confirmado la seguridad y la eficacia total de los sistemas de aire acondicionado de la cabina de los aviones. Uno de los estudios, conducido para el gobierno de Estados Unidos, era el más comprensivo de todos. Implicó una prueba independiente que tomaba muestras de aire en 92 vuelos aleatoriamente seleccionados de una línea aérea comercial. Los niveles de agentes contaminantes tales como hongos y bacterias fueron evaluados y resultaron ser similares o más bajos que los encontrados en ambientes de interior normales. También, los niveles de bióxido de carbono fueron evaluados resultando ser en promedio menor a la mitad del límite recomendado por la conferencia americana de higiene industrial.

Por lo anterior podemos ver que es inverosímil que el aire de la cabina de una aeronave comercial contenga los suficientes contaminantes para causar las condiciones de vez en cuando divulgadas tales como dolor de cabeza, fatiga, náusea o problemas respiratorios.

Es más probable que estas condiciones sean causadas por la compleja interacción de factores tales como: la salud del individuo, el retraso del vuelo, el uso de medicamentos, el consumo de alcohol y la enfermedad de movimiento (vértigo) conjuntamente con efectos de la altitud de la cabina y la baja humedad de la misma.

Vale la pena comentar que la salida de humo en algunas ocasiones por los conductos del aire acondicionado de un avión es una simple señal de que el equipo funciona perfectamente debido a que si la temperatura en el aeropuerto y la humedad del aire es elevada, la salida del aire frío por los conductos, produce la rápida condensación de esa agua, con la consiguiente aparición de humo que no es más que vapor de agua similar al que forma las nubes.

Al mezclarse el aire frío con el caliente y, por lo tanto aumentar la temperatura de este, el agua vuelve a su estado gaseoso e incoloro por lo que ese vapor desaparece a los pocos segundos. Solo en casos extremos la presencia del vapor se prolonga más allá de unos segundos sin representar esto problema alguno.

Como podemos ver el perfecto funcionamiento del sistema de aire acondicionado en los aviones es imprescindible para realizar un vuelo seguro a las altitudes que vuelan las aeronaves.

El avión tiene dos sistemas de aire acondicionado igual, diseñado para operar independiente o paralelamente. Normalmente el sistema derecho opera con aire de sangrado (bleed air) del motor derecho y controla la temperatura de la cabina de pasajeros.

El sistema izquierdo opera con aire sangrado del motor izquierdo y controla la temperatura de la cabina de pilotos. Cualquier sistema es capaz de suministrar los requerimientos de ambas cabinas.

Los sistemas de aire están protegidos contra condiciones de sobre temperatura mediante sensores que apagan el sistema. La válvula reguladora de flujo y presión se cerrará, evitando que pase el aire al sistema respectivo cuando las temperaturas de descarga del compresor o entrada de la turbina o en el ducto de suministro son excesivas.²

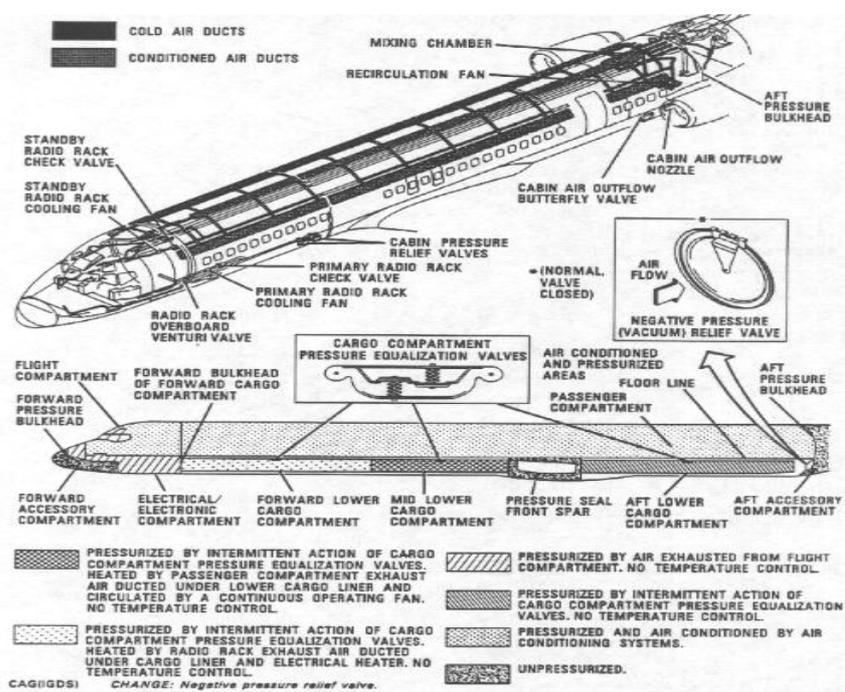


Figura 2.1: Sistema de aire acondicionado

Fuente: www.flaps45.com/vueling2/instruccion/008-013_newsAC26.pdf

2.1.2 Distribución del aire

El aire frío es conducido a las salidas individuales de cada pasajero y de cada piloto. Cada salida puede ser ajustada en su dirección y caudal. El aire acondicionado del sistema pasa a través de la cámara de mezclado para distribuirlo a la cabina de pasajeros y de pilotos.

²flaps45.com/vueling2/instruccion/008-013_newsAC26.pdf

El aire para el compartimento de pasajeros es descargado continuamente por las salidas que están debajo de los racks portaequipajes. Un ventilador recirculado ubicado delante del mamparo de presurización trasero retorna el aire de la cabina hacia los ductos sobre cabeza para recirculación. El ventilador recirculado no tiene control ni indicación en la cabina del piloto y funciona solamente en vuelo.³

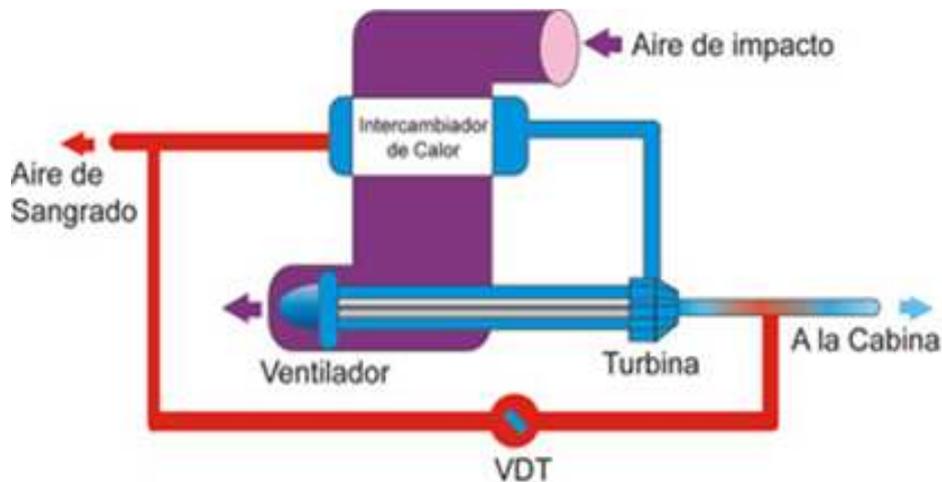


Figura 2.2: Distribución del aire

Fuente: flaps45.com/vueling2/instruccion/008-013_newsAC26.pdf

2.1.3 Clasificación de los sistemas por refrigeración

El enfriamiento del aire que pasa a la cabina es una función básica de la climatización. Hay dos tipos principales de sistemas de refrigeración.

- Sistema de refrigeración de ciclo por aire.
- Sistema de refrigeración de ciclo por vapor.

2.1.3.1 Sistema de ciclo por aire

Se basan en el principio de eliminación de calor por la transformación de la energía calorífica en trabajo mecánico, funciona con aire de sangrado del compresor del turborreactor, el sangrado se efectúa en una etapa del compresor donde el aire tiene suficiente presión caliente, que se emplea para calefacción,

³ www.parker.com/.../menuitem.7100150cebe5bbc2d6806710237ad1ca

refrigeración y presurización. El ciclo por aire esta en circuito abierto, los aviones reactores emplean normalmente sistemas de ciclo por aire ya que este sistema tiende a ser más ligero de peso.

En general, el sistema está constituido o es interface con los siguientes elementos básicos:

- a. Sistema de sangrado de aire del compresor.
- b. Conducto de entrada de aire sangrado y junta de expansión.
- c. Cambiador de calor.
- d. Válvula de entrada de aire exterior Ram Air.
- e. Máquina de acondicionamiento de aire Pack.
- f. Sistema de separación de agua.
- g. Unidad de control de la temperatura de aire.
- h. Sistema de presurización y ventilación de cabina.
- i. Sistema de indicación y de alarma en cabina

Las dos primeras unidades no forman parte, en sentido eléctrico, del sistema de acondicionamiento de aire.

Los sistemas h y i son interfaces del sistema con otros del avión.

2.1.3.2 Sistema de ciclo por vapor

Se obtiene mediante la evaporación de un líquido refrigerante en una máquina especial. Es un equipo de amplio empleo en la industria automóvil. El ciclo por vapor esta en un circuito cerrado donde la evaporación del liquido refrigerante absorbe el calor de la cabina. La aviación general-regional puede emplear el ciclo a vapor, este sistema se adapta mejor para la refrigeración de pequeños volúmenes de cabina.

Sistema de ciclo por vapor, un modo de refrigeración muy empleado de aviones turbohélice, de mediano y pequeño tamaño, y en aviones con motor de émbolo. El

sistema se emplea también en automoción y en los aparatos de refrigeración domésticos.

El ciclo de refrigeración por vapor se basa en la presencia de un líquido refrigerante que cambia de estado líquido a gaseoso en el proceso termodinámico que se efectúa en la máquina. El líquido absorbe una gran cantidad de calor durante el cambio de fase, procedente en nuestro caso del aire de la cabina. El aire de cabina se enfría en la proporción del calor cedido al refrigerante, el circuito del refrigerante pasa también por el exterior del avión, donde cede a la atmósfera el calor que ha recogido del aire de cabina. Retorna de nuevo al circuito de cabina para absorber más calor, y así un ciclo tras otro.

El líquido refrigerante que se emplea es el denominado R-12 (nombre comercial freón 12, o isotrón 12)

2.1.4 Tipos de máquina de acondicionamiento de aire

Hay tres tipos básicos de máquinas o packs de acondicionamiento de aire:

1. Turbofán.
2. Simple de presión de presión auto reforzada (máquina bootstrap).
3. Tipo tres ruedas

2.1.4.1 Turbofán

Constituye la máquina más simple de aire acondicionado. El aire a presión, sangrado del compresor, entra en la máquina y pasa por el cambiador de calor. El cambiador de calor está bañado por la corriente de aire de impacto procedente de una toma exterior del avión. La presión del aire de impacto procedente es reforzada por el ventilador. Este circuito forma la corriente de aire que pasa por el cambiador de calor.

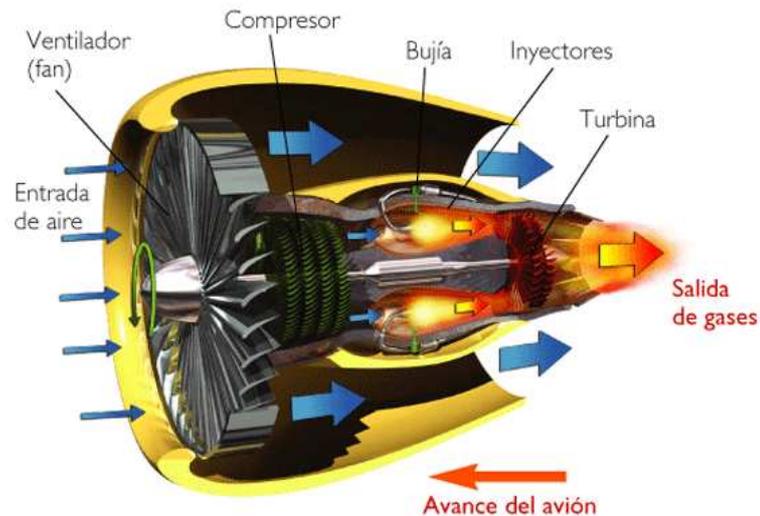


Figura 2.3: Turbofán

Fuente: [www.google.com.ec/search?q=sistema+de+aire+acondicionado+del+avio
n&client=firefox-a&hs](http://www.google.com.ec/search?q=sistema+de+aire+acondicionado+del+avio+n&client=firefox-a&hs)

El aire sangrado del compresor del motor sale del cambiador de calor a temperatura similar, pero superior, a la que posee la corriente de aire exterior de impacto. Pasa más tarde a la turbina de refrigeración, donde experimenta una fuerte caída de temperatura. La presión del aire sangrado disminuye en la turbina (expansión) y su valor se aproxima al que se necesita en cabina. El pack tipo turbofán se suele emplear con el tipo de aire de alta presión.

2.1.4.2 Salida de presión auto reforzada (maquina bootstrap)

La turbina de refrigeración acciona un rodete compresor en el circuito de aire destinado a la cabina, el rodete compresor de la maquina está instalado en el conducto de salida del cambiador de calor primario. La función del compresor es aumentar la presión del aire en la línea de sangrado. Por esta razón este tipo de pack es apropiado cuando el sangrado de aire se efectúa en zonas de baja presión del compresor. De no emplear el compresor de refuerzo, la presión del aire a la entrada de la turbina de refrigeración podría ser muy pequeña y, en consecuencia la capacidad de expansión y enfriamiento de aire limitadas.

La corriente se enfría en un cambiador primario antes de entrar en el compresor de la maquina. Una vez que pasa por el compresor, donde aumenta la

temperatura del aire debido a la compresión, el aire se vuelve a enfriar en otro cambiador de calor (cambiador secundario), y de ahí pasa a la turbina de refrigeración.

El ventilador de la máquina se mueve mediante un motor eléctrico independiente, ya que en este tipo de máquina la turbina se acopla solo al eje del compresor del pack.

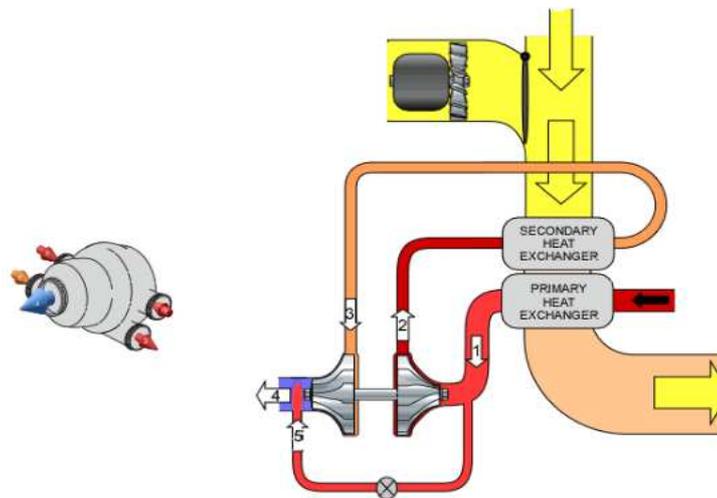


Figura 2.4: Simple de presión auto reforzada (máquina bootstrap)

Fuente: www.google.com.ec/search?q=maquina+de+presion+auto+reforzada+bootstrap&client=firefox-a&hs=QB6&rls=org.mozilla

2.1.4.3 Tipo tres ruedas

Esta máquina tan popular en el avión comercial actual, tiene tres rodillos montados en un mismo eje: el rodante ventilador, el compresor y la turbina. Por tanto, la turbina de refrigeración acciona tanto el compresor y la turbina. Por tanto, la turbina de refrigeración acciona tanto el compresor de aire de la máquina como el ventilador situado en el circuito de aire de impacto. No se necesita el motor eléctrico auxiliar para hacer girar el ventilador.

En funcionamiento en tierra, el rodete ventilador consume entre un 15 y 25 por cien de la potencia de la turbina. En vuelo, la presión de impacto es suficiente

para el movimiento del ventilador. De esta forma se descarga la turbina de refrigeración de la necesidad de aportar este trabajo.

2.1.5 Unidad de control de temperatura de aire

Es el último componente del sistema de acondicionamiento con máquina de ciclo por aire. La función de la unidad es amortiguar los efectos que los cambios de las condiciones de vuelo tienen sobre la temperatura del aire de cabina.

2.1.6 La condensación en la cabina

La mayor parte de la condensación del agua en el interior de la cabina se produce cuando la temperatura exterior es baja y la chapa del fuselaje está muy fría.

Esta condiciones concurre en la mayor parte del vuelo, cuando la temperatura de la estructura está por debajo del punto de rocío del aire de cabina. En estas condiciones la condensación está servida.

Como hemos dicho, la condensación del agua en cabina es un problema de relativa importancia en términos operacionales, aunque plantea algunos problemas de mantenimiento, posible corrosión de la estructura, y riesgo de circuitos eléctricos (no es frecuente porque los circuitos que están en las trayectoria de drenaje del agua están convenientemente sellados)

La condensación en cabina es máxima en el avión de gran utilización, gran capacidad y alta ocupación. Estos factores expresan la constatación de que mas pasajeros producen más humedad en el ambiente de cabina, y más utilización quiere decir que la estructura del avión está más tiempo expuesta a temperatura inferiores al punto de rocío del aire de cabina.

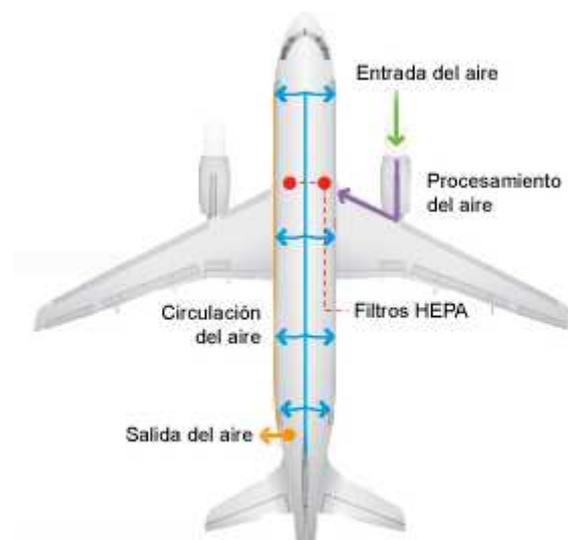
Otra cosa son las nubes de condensación que se pueden formar en ciertas ocasiones en la proximidad de las salidas de aire acondicionado, tanto en las toberas orientables de pasajero como en las generales.

Las nubes de condensación se forman cuando coexisten humedad suficiente en el aire de cabina y baja temperatura del aire acondicionado que entra en ella. Tales condiciones concurren a menudo con el avión en tierra.

2.1.7 Sistema de distribución del aire acondicionado

La función del sistema de distribución del aire es crear una combinación adecuada de temperatura, humedad y movimiento del aire en el interior de la cabina.

El pasajero se siente cómodo en posición sentada si la temperatura del aire asila entre 19 °C y 22 °C; cuando la velocidad de movimiento del aire en cabina no es inferior a 4.5 metros/minutos (límite inferior que crea o puede crear una sensación de ahogo) ni tampoco superior 20 metros/minutos, que entra dentro de la sensación de la corriente de aire. De esta forma, las velocidades normales de circulación del aire en las cabinas de los aviones comerciales oscila entre 6 y 12 metros/ minuto.



Figurar 2.5: Distribución de distribución del aire acondicionado

Fuente: refrinoticias.com/?p=564

La ventilación, entra en la cabina a través de rejillas y toberas orientables. A ellas llega procedente de conductos que se extienden a lo largo de la cabina. La velocidad del aire en estos conductos es muy alta.

Hay tres posiciones para salida del aire: techo, laterales (aunque la elevación es superior a la del pasajero en posición sentada) y en el piso. Puesto que las condiciones de habitabilidad del pasajero de ventanilla son distintas de los que ocupan posiciones interiores, es una práctica común actual calentar las paredes laterales y/o el piso de cabina. Con este fin el aire caliente se distribuye por conductos situados debajo del piso y laterales intermedios. El sistema de distribución propiamente está constituido por los elementos siguientes:

- a. Conductos de suministro de aire;
- b. Rejillas y toberas orientables para el aire de salida.

En realidad, en los grandes aviones comerciales, la cabina está dividida en zonas cada una con su propia unidad acondicionamiento de aire pack. Por tanto es propio.

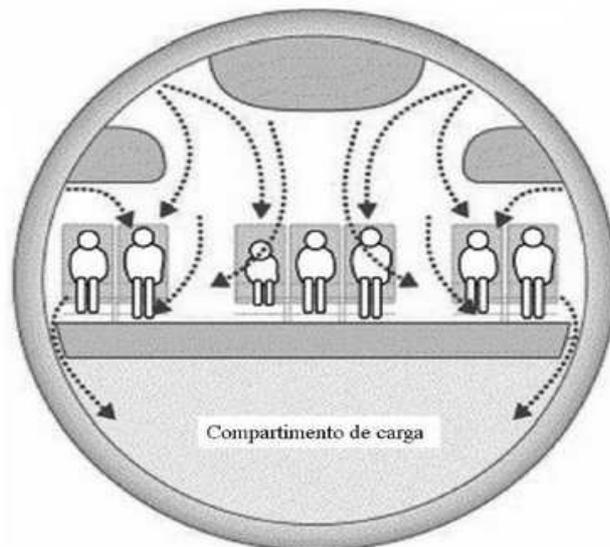


Figura 2.6: Distribución de aire en cabina

Fuente: www.archbronconeumol.org/es/patologia-respiratoria-vuelos-avion/articulo/13098421/

2.1.7.1 Salidas de techo

Las posiciones en el techo requieren chorros de aire con una cantidad de movimiento importante. En ocasiones, los pasajeros de pasillo e interiores pueden estar sometidos a condiciones de velocidad de movimiento del aire molesta en estos casos es esencial la calefacción lateral para minimizar los efectos de estas corrientes de aire.

2.1.7.2 Salidas laterales

Requieren chorros de aire de menor impulso que las salidas de techo. Las salidas laterales de aire ofrecen por lo común buenas condiciones para distribuir el aire a los pasajeros sentados.

2.1.7.3 Salidas en el piso de la cabina

Son insatisfactorias por regla general. El aire caliente que sale de la zona de los pies produce corrientes de aire hacia arriba.

2.1.8 Concentración de partículas y microorganismos

Tres puntos a señalar:

- Los filtros instalados en el sistema de circulación del aire de cabina retienen partículas del tamaño de los virus. Por consiguiente hablamos de partículas de 0,01 micras.
- Humo de tabaco.
- Mantener la ventilación del avión en funcionamiento mientras hay pasajeros a bordo es la forma más adecuada para luchar contra microbios, virus, hongos, bacterias, arácnidos, etc.

2.1.9 Control de la temperatura de cabina

Los aviones están equipados con dos “packs” o paquetes que van colocados en la panza, cerca del encastre del ala y delante del tren de aterrizaje. Estos packs aportan aire seco para el aire acondicionado de la cabina, ventilación y presurización. El aire caliente que le llega al pack viene entregado por el sistema neumático sangrado de los motores. Regulando el flujo de aire que entra al pack tenemos la FCV (Flow Control Valve) que funciona también como válvula de corte de los paquetes.

Una vez dentro de los packs, el aire es controlado por los ACSC (Air Conditioning System Controllers); que calculan la demanda de flujo y colocan la FCV en la posición adecuada, regulando el flujo de entrada al pack. Para la salida del aire, los mismos ACSC controlan la temperatura exigiendo una mínima y una máxima. Ese control se lleva a cabo modulando las puertas de entrada de aire de impacto (Ram Air Inlet Doors) y la válvula de by-pass (derivación).

El aire que sale del pack, después de ser regulado y controlado, va a parar a una unidad mezcladora (mixer unit). Esta unidad, mezcla el aire de los paquetes con aire recirculado de cabina, esto es; un X% del aire que hay en la cabina se mezcla con aire “nuevo”. Podríamos decir que hay una cierta parte del aire que respiramos que saldrá de la cabina y volverá otra vez a ella. La razón no es otra más que ahorrar combustible ya que todo aire que viene del sistema neumático del avión proviene de los motores y cuanto más demanda se pida, más consumo hay por parte del motor.

En caso de emergencia, esta unidad mezcladora puede recibir aire directamente del exterior del avión. Por ejemplo, en caso de que hubiera humo, se abriría la compuerta de entrada de aire de impacto de emergencia y se limpiaría el aire contaminado. También sirve para aclimatar el avión en tierra ya que el aire frío o caliente que sentimos cuando entramos a un avión proviene de una manguera amarilla que se conecta a la panza, concretamente a esta unidad mezcladora.

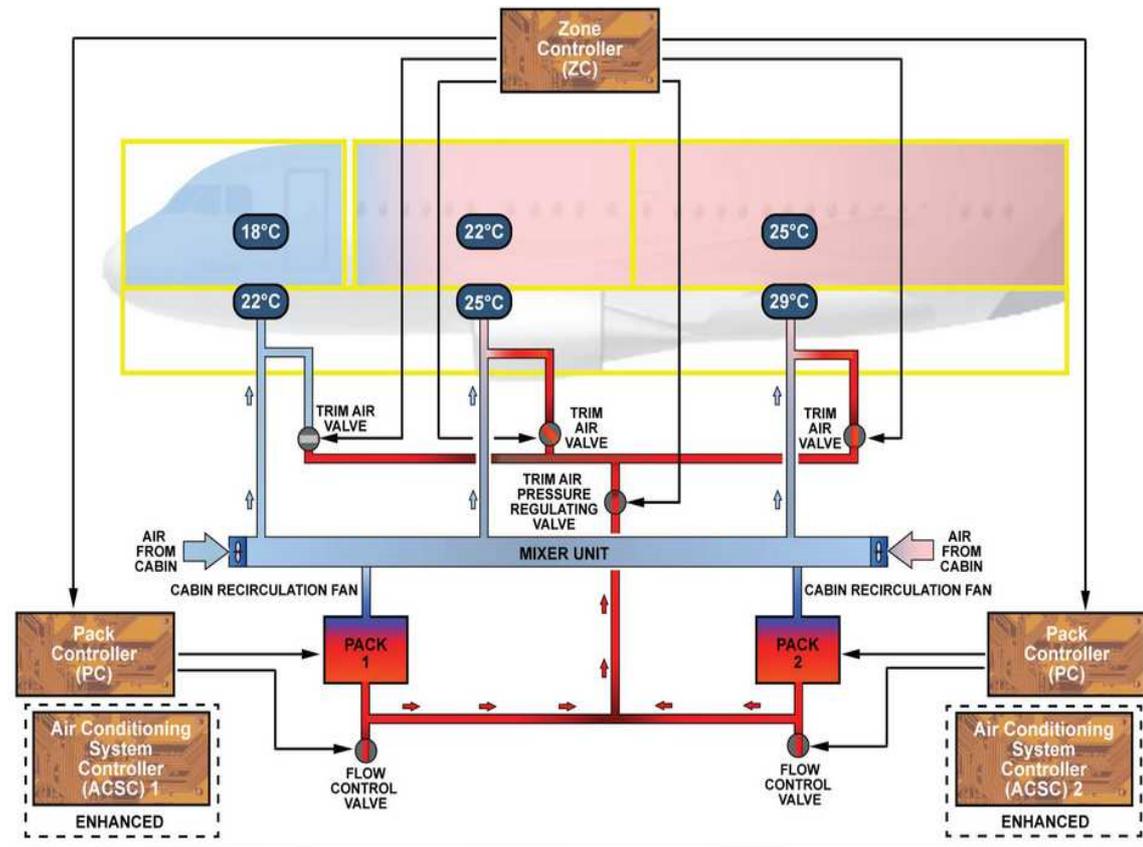


Figura 2.7: Control de la temperatura de la cabina

Fuente: www.aviaciond.com/wp-content/uploads/2013/05/Vista-general-del-sistema-de-aire-acondicionado.jpg

2.1.10 Máquina de acondicionamiento de aire pack

La función de la máquina de acondicionamiento de aire pack, es enfriado todo o parte del aire sangrado del compresor del motor hasta el grado que precisa la temperatura de aire destinado a la cabina. El grado de refrigeración que se obtiene depende de la posición de la válvula de derivación de la turbina de refrigeración VDT se apoya el funcionamiento de todo el sistema de acondicionamiento de aire.

Si la VDT está abierta, paso que procede del aire de sangrado (caliente) del compresor, la cantidad total de aire sangrado que pasa por la turbina de refrigeración es pequeña. En estas condiciones, el aire sangrado se enfría poco en vuelo subsónico de crucero a alta altitud y a baja altitud, normalmente es

necesario introducir en la cabina gran cantidad de aire frío, de manera que la VDT tiende a posiciones más cerradas.

2.1.11 Ventilación de aviónica

Esta ventilación complementa a la del aire acondicionado para tener un aire extra circulando entre los equipos de aviónica que como se supone estos se sobre calientan y necesitan un flujo de aire frío (como los ordenadores de casa). Este aire pasa por el compartimento de aviónica, los instrumentos de la cabina y por los paneles de breakers.

El funcionamiento en el compartimento de aviónica es tan simple como tener un ventilador soplando aire y otro extrayéndolo, creando una corriente entre ellos. Estos dos ventiladores estarán siempre operando mientras el sistema eléctrico del avión esté alimentado.

El AEVC (Avionics Equipment Ventilation Computer) controla los ventiladores y la configuración de las puertas de inlet y outlet del fuselaje atendiendo a la lógica tierra/vuelo y la temperatura de la "piel" del fuselaje. Hay tres configuraciones para estas portezuelas:

- Circuito cerrado: ambas válvulas cerradas (en vuelo o con temperatura baja en tierra).
- Circuito abierto: ambas válvulas abiertas (sólo en tierra).
- Circuito intermedio: válvula de entrada de aire cerrada y válvula de salida de aire parcialmente abierta (extracción de humo en cabina en vuelo o condición de bajo flujo de ventilación).

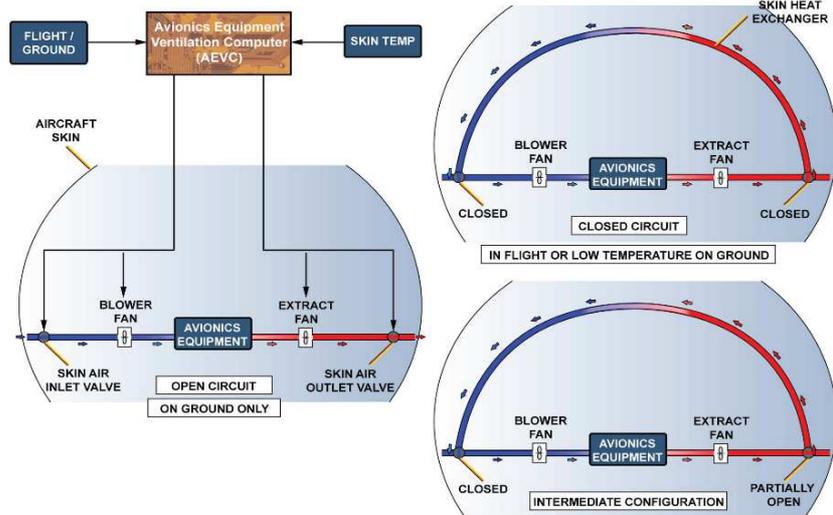


Figura 2.8: Ventilación de aviónica

Fuente: www.aviaciond.com/wp-content/uploads/2013/05/Vista-general-del-sistema-de-aire-acondicionado.jpg

2.1.12 Ventilación de bodegas

Esta ventilación es la más simple de todas ya que se coge aire de la cabina principal ya sea por un ventilador o por diferencia de presión en vuelo y después de tenerlo circulando por el compartimento, se echa fuera del avión.

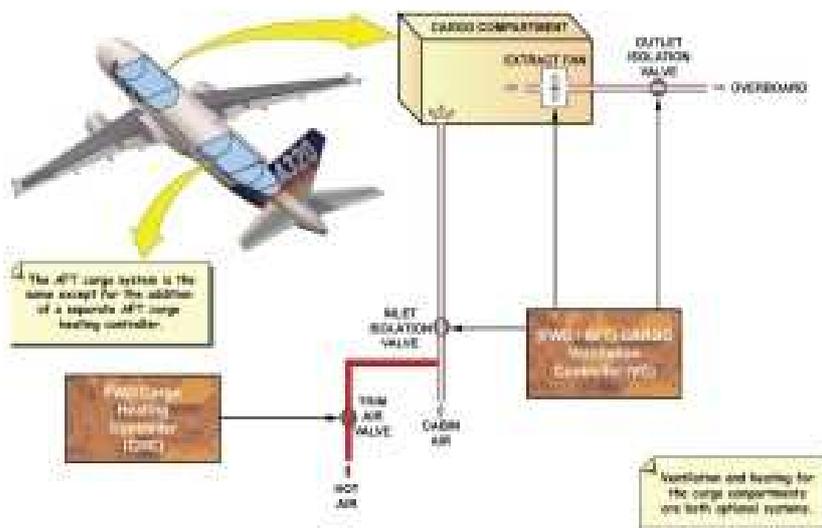


Figura 2.9: Ventilación de bodegas

Fuente: www.aviaciond.com/2013/07/sistema-de-aire-acondicionado-ata21-a320/

2.1.13 Limitaciones

Máxima presión diferencial normal.....	7,77 psi
Máxima presión diferencial de válvula de alivio.....	8,32 psi
Máxima presión de suministro de aire.....	27 psi (motores), 31-40 psi (aire de APU en uso)
Válvula de regulando (aire acondicionado).....	21 psi
Presión neumática (arco amarillo).....	20 psi
Mínima presión neumática para anti-hielo.....	20 psi

2.2 Sistema de aire acondicionado del avión fairchild

2.2.1 Historia de la compañía fairchild

La compañía fue fundada por Sherman Fairchild en 1929 como Fairchild Aviation Corporation, Nueva York. La empresa fabricó el primer avión estadounidense que incluía una cabina totalmente estanca. En algún momento la empresa pasa a denominarse Fairchild Aircraft Manufacturing Company.

Durante los años 50, Fairchild fue un subcontratista de Boeing para paneles de alas y secciones de fuselaje del B-52. Posteriormente fabricarían secciones de cola del F-4 Phantom, colas del F-14 Tomcat y estabilizadores de las lanzaderas espaciales. Su asociación con Boeing duró hasta los años 80 construyendo superficies de control de los 77 y 757.

Fairchild Hiller produciendo el FH-1100, hasta que en 1973 la sección de helicópteros fue revendida a Stanley Hiller. En 1965 la empresa compra Republic Aviation Company.

Tras la muerte de su fundador, Fairchild cambia su denominación a Fairchild Industries en 1971. La compañía desarrolló el entrenador T- 46 para sustituir a los añosos Cessna T-37 Tweet, pero no fue aceptado por la Fuerza Aérea por problemas de rendimiento.

En diciembre de 1999 Fairchild Aerospace Corporation fue comprada por la aseguradora alemana Allianz A. G. y el grupo inversor estadounidense Clayton, Dubilier & Rice por 1,2 millardos de dólares.

Fairchild fue una empresa fabricante estadounidense de aeronaves y sistemas espaciales cuya sede central se ha trasladado varias veces entre Farmingdale (Nueva York), Hagerstown (Washington) y San Antonio (Texas). Entre los años 2002 y 2003 la empresa fue absorbida por M7 Aerospace.⁴

2.2.2 Fairchild F-27

El primer F-27 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie.

Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses: F-27-100 producido por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild, F-27-200 y al F-27A de Fairchild. El F-27-300 al F-27B de Fairchild.

Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F (un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y con turbopropulsores Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.

En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporation y comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F-27 y su planta motriz Rolls-Royce Dart.

Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro se llamarán FH-227.

⁴ www.aviaciond.com/2013/07/sistema-de-aire-acondicionado-ata21-a320/

Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando una sección delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F-27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaban doce ventanillas ovas por lado, comparados a las diez de los F-27. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los mismos motores de los F-27J.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión.

El primer aparato realizó su vuelo inaugural el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a principios de julio se entrega el primer ejemplar a la Mohawk Airlines . Esta compañía había seguido con mucho detalle todo el desarrollo y producción de sus aviones, teniendo permanentemente un representante técnico en la fábrica de Hagerstown.



Figura 2.10: Fairchild F-27

Fuente: centrodeartigos.com/articulos-informativos/article_66883.html

2.2.3 Especificaciones técnicas del fairchild F-27

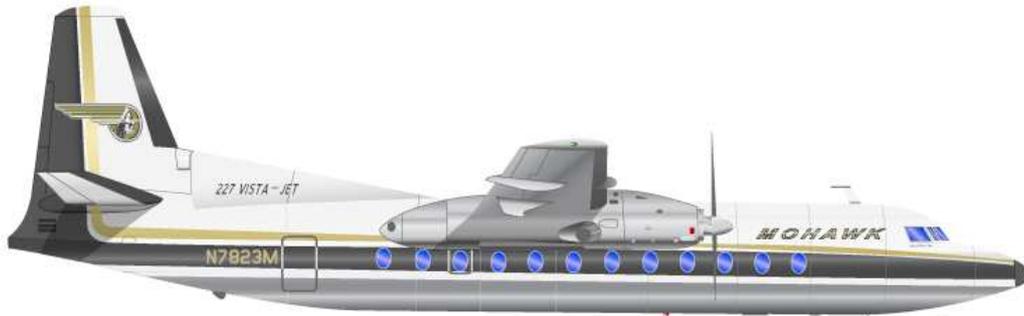


Figura 2.11: Vista técnica del fairchild F-27

Fuente: centrodeartigos.com/articulos-informativos/article_66883.html

Tripulación: 3 (piloto, copiloto y sobrecargo)

Capacidad: 48 a 52 pasajeros.

Longitud: 25,5 m (83,7 ft)

Envergadura: 29 m (95,1 ft)

Altura: 8,4 m (27,6 ft)

Peso vacío: 18 600 kg (40 994,4 lb)

Peso útil: 6 180 kg (13 620,7 lb)

Peso máximo al despegue: 20 640 kg (45 490,6 lb) . Máximo al aterrizar: 20.410 kg

Planta motriz: 2x turbohélice Rolls-Royce Dart 532-7L.

Potencia: 1 692 kW (2 268 HP; 2 300 CV) cada uno.

Hélices: Cuadripala Rotol, régimen máximo: 16.500 rpm.

Positions: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruis e pitch 28°y Feathered con 83°.

Diámetro de la hélice: 3,81 m (12,5 ft)

Velocidad nunca excedida (V_{ne}): 478 km/h (297 MPH; 258 kt)

Velocidad máxima operativa (V_{no}): 420 km/h (261 MPH; 227 kt)

Velocidad crucero (V_c): 407 km/h (253 MPH; 220 kt)

Velocidad de entrada en pérdida (V_s): 157 km/h (98 MPH; 85 kt)

Velocidad mínima controlable (V_{mc}): 166 km/h (103 MPH; 90 kt)

Alcance: 2 661 km (1 437 nmi; 1 653 mi)

Techo de servicio: 8 535 m (28 002 ft)

Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

Caja de reducción del motor: 0,093:1.

Flaps: 7 posiciones.

Combustible: 5.150 l (1.364 galones).

Consumo: 202 gal/hora.⁵

Tabla 2.1: Productividad

Tipo	Avión comercial y militar
Fabricante	 Fairchild Hiller
Primer vuelo	27 de enero de 1966
Introducido	1 de julio de 1966 (Mohawk)
Estado	Algunos ejemplares todavía en servicio
Usuarios principales	 Fuerza Aérea Uruguaya  Aces Colombia  Marina Peruana  Armada de México
Producción	1966-1972
N.º construidos	78 modelos FH-227
Desarrollo del	Fokker F27

Elaborado por: Zapata Cruz Sintya Belen

Fuente: www.aviacionargentina.net/foros/aviacion-comercial-argentina.7/2609-cata-remate-de-fokker-f-27-a.html

⁵ linea-ala.blogspot.com/2013/05/fairchild-f27-de-cata.html

2.3 Fundamento teórico

2.3.1 Sistema de aire acondicionado

El sistema de aire acondicionado integra calefacción, refrigeración, ventilación, y características de presurización en un sistema, que operan tanto en vuelo como en tierra.

Accionada por el motor de suministro de ventiladores de aire a presión por medios de una red de conductos a través de un sistema de refrigeración o calefacción en la cabina. Una confortable temperatura y la presión se mantiene durante todo el avión en altura.

Durante el funcionamiento en tierra cuando los motores no están funcionando, un motor impulsado por ventiladores de aire en la cabina, fuerza para ser recirculado o aire fresco para ser introducido en el sistema de refrigeración o de calefacción para la ventilación sin presión de la cabina. El aire del elevador está disponible para la ventilación durante el vuelo cuando no se necesita presurización.

Durante el vuelo a presión, la altitud de la cabina está regulada por el sangrado de aire de cabina por la borda a través de una válvula de salida a una velocidad que mantiene la cabina a la presión deseada. Se proporciona el control automático y manual de la presurización de la cabina.

Un sistema de calefacción de la válvula de estrangulación y un calentador de combustión proporcionan calor, es un sistema de refrigeración por aire y freón, el aire acondicionado de compresión-expansión proporcionan refrigeración. Un control de temperatura automático selecciona el aire frío o caliente como sea requiriendo para la comodidad de los pasajeros.

2.3.2 Compresión

La presurización de la cabina es proporcionada por dos motores accionados, de desplazamiento positivo, los sopladores fuerzan el aire dentro de la cabina a través de unos conductos comunes para ser utilizados también en el aire

acondicionado. Como el aire se pone en la cabina a un nivel constante, la presión de cabina se mantiene en el nivel deseado por lo que permite que el aire escape a través de la válvula de flujo de salida controlada. Además de la admisión y de la salida, el sistema de presurización consta de controles automáticos, diversos conductos de cabina y los dispositivos de seguridad de componentes indicadores de presión.

Válvulas de descarga, válvulas de retención, un interruptor de relación de presión, interruptores de palanca de potencia del derrame de válvulas, válvulas de alivio de presión del conducto, y un interruptor de derivación del interruptor de la válvula mariposa que se encuentran en todo el avión para evitar la sobrecarga de los ventiladores, así como para mantener la presión dentro de un límite preestablecido.

2.3.3 Componentes del sistema de aire acondicionado

2.3.3.1 Ventilación de cabina

Dos ventiladores de desplazamiento positivo, de una sola etapa, de tipo rotatorio son montados, uno en cada caja de engranajes del motor, con el propósito de la presurización de la cabina. Cada ventilador se compone de una cámara de rotor, dos rotores de doble lóbulo rectos, una unidad de medición de aceite, rodamientos de bola y rodillos, sellos necesarios alojados en una caja rectangular para la fuerza de estas aletas externas y para ayudar a la disipación del calor. La lubricación es proporcionada por la unidad de medición de aceite con el aceite de la caja de cambios.

Cada ventilador absorbe aproximadamente 30 caballos de fuerza o rpm de crucero y ofrece aproximadamente 40 libras de aire por minuto. Con las válvulas de descarga abiertas, el consumo de energía se reduce a aproximadamente nueve caballos de fuerza.

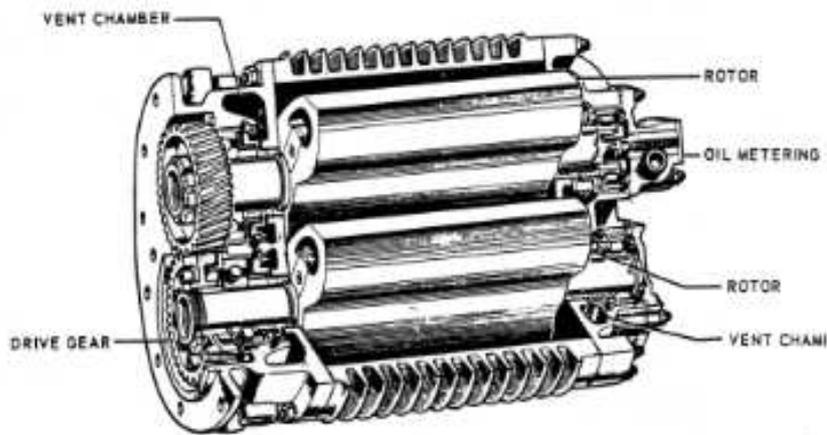


Figura 2.12: Ventilador de cabina

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.3.2 Silenciador

Un silenciador, para reducir el ruido del aire de presurización del golpe está situado en el centro de cada ala, en la sección de la estación 128. El acceso es adquirido a través de la rueda después de retirar el panel de la parte inferior del ala. Cada silenciador consiste en una cubierta, conjunto de brida y un ensamblaje interior. El conjunto interior consiste en la cubierta de extremo de salida y el paso de aire a través del silenciador.

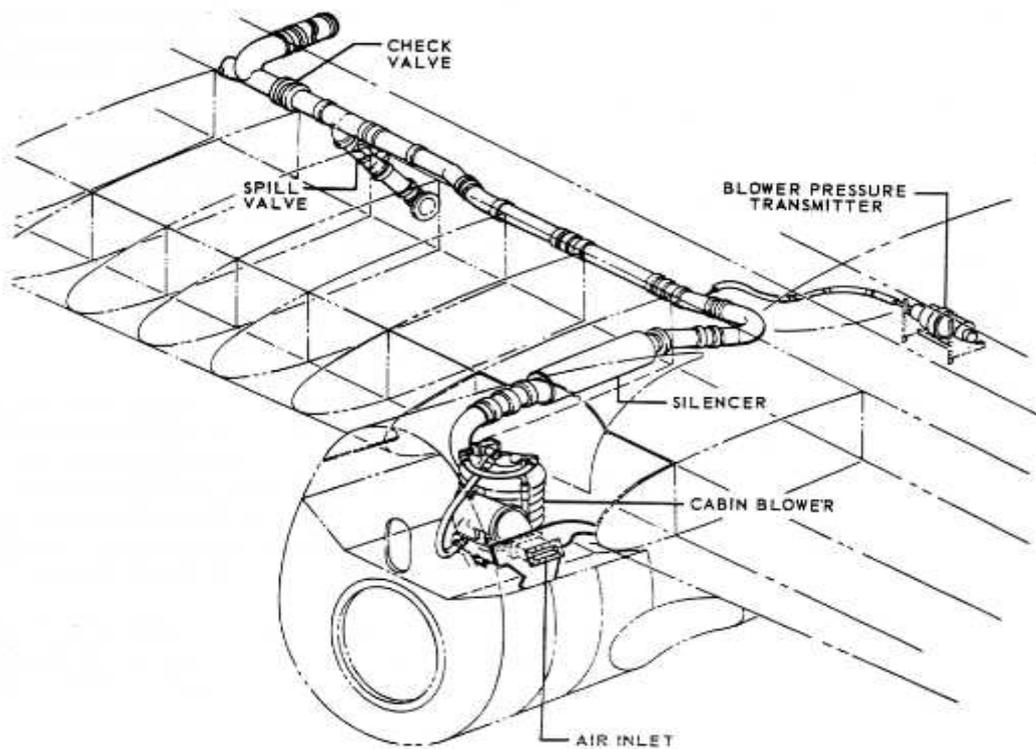


Figura 2.13: Silenciador

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.3.3 Conjunto de válvula de derrame y Resistencia Ajuste de la velocidad de cierre

Una válvula de tipo mariposa instalado abajo del silenciador en cada sección central del ala, en la estación 30, normalmente los vertederos de la salida del soplador se relaciona bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- El avión se encuentra en tierra.
- La hélice es muy fina.
- El interruptor de presurización de la cabina principal se sitúa en la posición de descarga.
- La palanca de la potencia del motor relacionada avanza por encima de 14,700 rpm (a no ser pasado por alto).

La válvula es accionada por un servicio intermitente; filtró de ruido, 28 voltios ac del motor eléctrico de corriente continua que incorpora un freno magnético. El

interruptor de límite está incluido dentro del actuador para detener el motor cuando la válvula alcanza su máximo recorrido. El acceso al conjunto de la válvula es obtenido mediante la eliminación de la parte inferior trasera del carenado del ala a fuselaje.

Para aviones con derrame de la válvula en el montaje, P / N 104798, que se cierra rápidamente, una resistencia ajustable en el lado de "cierre" del circuito eléctrico está instalado para permitir que las válvulas funcionen a una velocidad de cierre más lenta.

La hora de cierre de las válvulas de descarga debe ser de 18 a 20 segundos. Acceso a las resistencias que se gana mediante la eliminación de la cubierta del panel de ac. En los aviones con el conjunto de válvulas de escape, P / N 321604-1-1, el actuador cierra la válvula a la velocidad adecuada.



Figura 2.14: Válvula de escape

Fuente: www.lrsseries.com/shop/product/listing/15498/3602/4/RTC4910E-TURBO-CHARGER-ASSEMBLY-2-4-VM.html

2.3.3.4 Transmisor de presión del ventilador y el indicador

Dos transmisores de presión del ventilador, uno situado en cada estación de ala 141, detección de presión del conducto justo abajo de los silenciadores y

transmitir una señal eléctrica a un medidor de presión de doble situada en el panel del copiloto. El acceso a los transmisores se gana a través de la rueda. El sistema funciona a partir de 28-voltios ac, línea colectora principal.

2.3.3.5 Válvula de retención

Dos válvulas de retención, que se encuentra en la sección central del ala izquierda y la derecha en la estación 10, abajo de los silenciadores, evitar la presión del nuevo flujo de los ventiladores en caso que un motor se apague. El acceso a las válvulas se gana mediante la eliminación de la parte inferior trasera del carenado del ala al fuselaje.

2.3.3.6 Válvula de alivio de presión en el conducto

Un resorte de tipo disco y la válvula de descompresión de muelle, que se incorpora en el principal conducto de aire justo en el interior del compartimento de aire acondicionado, previene la presión en el conducto, se acumula por encima de una válvula predeterminada. La válvula comenzará a abrirse cuando la presión del conducto llega a 10 psi y se vuelva a colocar cuando la presión ha bajado a 7 psi.

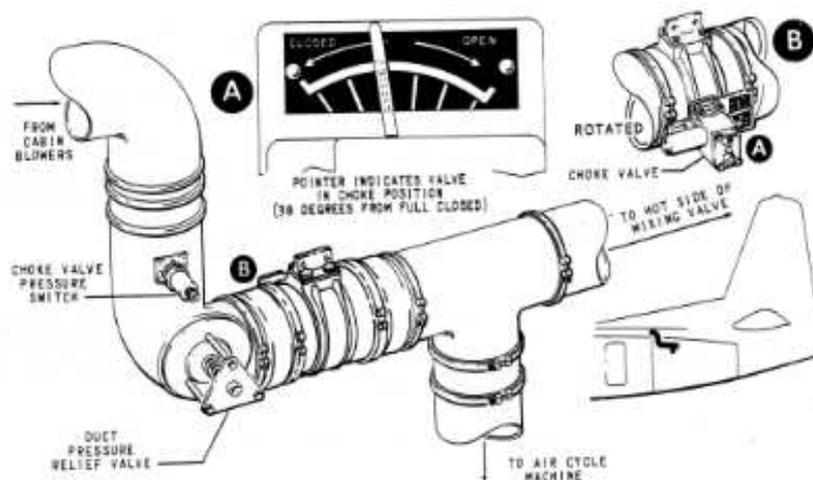


Figura 2.15: Válvula de alivio

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.4 Distribución del aire acondicionado

Un conjunto de conductos, que consiste principalmente de conductos de fibra de vidrio, sirve para presurizar el avión, así como distribuir el aire acondicionado y fresco. El sistema de compresión, sistemas de refrigeración, sistema de control de temperatura y sistema de calefacción se instalan como parte de la canalización para realizar sus tareas individuales.

La entrada de aire es a través de entradas en cada góndola donde se puede transmitir a través del sistema de compresión al conducto principal que corre a popa a lo largo de la línea central del avión a través de la zona sin presión. El conducto entra en el compartimiento de aire acondicionado a popa de la estación 655 y se divide en dos ramas, una rama pasa a través del sistema de refrigeración y a la válvula mezcladora de la cámara de aire frío, y la otra rama se enruta a través del calentador a la válvula mezcladora de aire caliente.

Desde el lado de salida de la cámara de aire frío emergen tres conductos, uno para cada una de las válvulas de mezcla y uno para suministrar aire fresco a la armella roscada en el orificio de salida. Dos conductos se extienden desde la salida de cámara de aire caliente, una a cada una de las válvulas mezcladoras.

Los conductos de aire acondicionado de las válvulas de mezcla se enrutan hacia abajo a popa y se presuriza en mamparo 655 y emerger debajo de la piso de la cabina. Un conducto se extiende hacia adelante para suministrar aire al compartimiento de la tripulación, y los otros dos se enrutan al mamparo de popa de pasajeros, uno a la derecha y uno a la izquierda. Un conducto de aire frío se extiende desde la cabeza en la estación 655 en el lado derecho del mamparo de pasajeros.

Al cierre del mamparo de pasajeros, los conductos de aire acondicionado de aire de impulsión derecha e izquierda a través de las válvulas selectoras para conductos de piso que se extiende a lo largo de la cabina y los conductos generales en los dos conductos se unen. En la coyuntura, el conducto estelar se extiende a lo largo de la línea central del avión en el larguero posterior del ala

donde termina. El conducto de revestimiento de techo comienza de nuevo hacia delante del larguero frontal del ala y se extiende a la sección delantera de la cabina. Se suministra aire al conducto de revestimiento de techo hacia adelante por los conductos que se extienden a través de los hatracks de la popa a la cabeza de granel de cabina. Treinta y dos conductos flexibles de suministro de aire de los conductos de cabeza de cartel al canal de luz en el que se emite a la cabina a través de una abertura en la parte inferior de la lente. El control de aire a través de salidas del piso y / o puntos de salida de luz del canal se accesa por las válvulas selectoras situadas en el lado delantero de la cabeza de la cabina de popa. En el mamparo de popa de pasajeros, el conducto de aire se extiende desde la armella roscada del lado derecho, en la parte superior de la cabina y en la parte izquierda en el suelo.

Libre este conducto se extiende a los conductos de aire de la armella roscada, uno a través de cada perchero, que suministra aire fresco a los pasajeros y el conducto que suministra aire de refrigeración a los pilotos y equipos electrónicos y de radio. El aire fresco a los pasajeros y los pilotos es el aliado personal controlado por los medios de la armella roscada ajustable manualmente. Todas las ventanas de los pasajeros incluyendo las trampillas de evacuación, son desempañadas por el aire acondicionado a través de tubos roscados en los conductos a nivel de suelo.

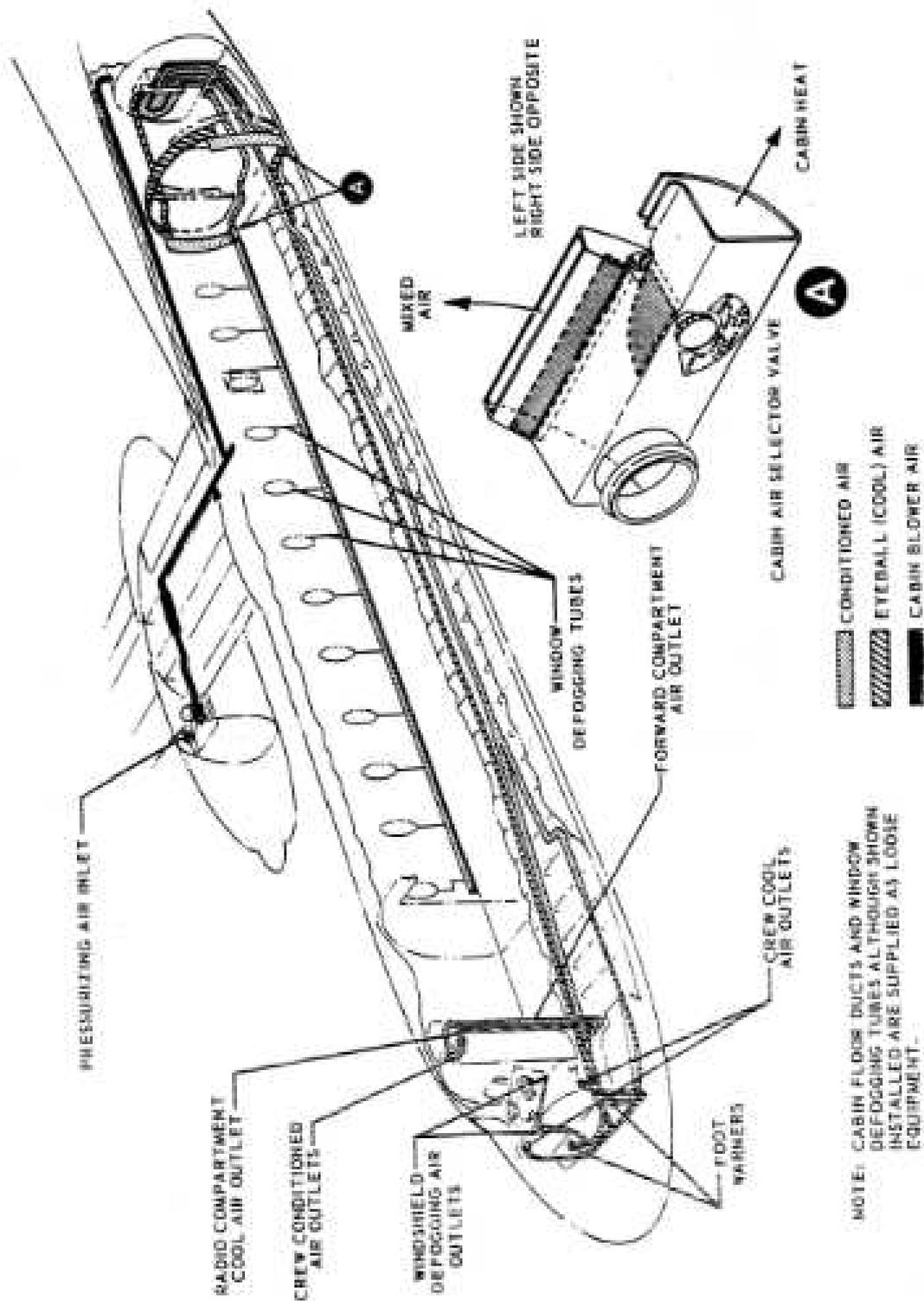


Figura 2.16: Ruta general de conductos

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

En el avión básico, los conductos de cabeza de cartel y conductos hatrack no se suministran. Los conductos del suelo de la cabina y tubos desempañadores de las ventanas son suministrados pero no instalados.

En la estación 152, dos conductos están intervenidos de los conductos bajo el suelo de la cabina. El conducto del conducto de aire frío proporciona aire fresco a la radio y equipos electrónicos. Un conducto de aire acondicionado, se encamina desde el conducto principal a través del compartimiento de radio donde se incorpora una salida de aire para permitir que el aire acondicionado entre en el compartimiento delantero. Los conductos se encaminan hacia adelante para el compartimiento de vuelo para suministrar aire acondicionado a los pilotos.

Bajo el suelo los conductos de aire acondicionado terminan en el compartimiento de vuelo y proporcionar aire a los calentadores de pies de pilotos y para desempañar el parabrisas. Estos medios son controlados por válvulas de accionamiento manual. El aire de refrigeración se suministra a los pilotos a través de puntos ajustables manualmente.

Un sistema de admisión de aire secundario, proporciona aire para la operación de tierra o el funcionamiento en vuelo cuando no se desea la presurización, es incorporado en el avión. El aire entra en el sistema a través de una toma de aire situada en el extremo de popa de la aleta dorsal y se envía hacia el compartimiento de aire acondicionado. Un conducto se extiende desde la toma de aire y está conectado por una "Y", por encima del ventilador de recirculación que se encuentra en el conducto de ventilación de la cabina. El conducto de ventilación, corre abajo del ventilador de recirculación, se divide en dos ramas; Una rama conduce a la cámara de aire y la otra a la cámara de aire frío. A partir de estos puntos el aire se distribuye a la cabina a través de los conductos descritos en el sistema primario.

Un conector externo se proporciona en el lado izquierdo del compartimiento de aire acondicionado para la calefacción del suelo o de refrigeración con unidades de tierra. El aire entra a través de un conducto flexible en "y" esta corre abajo del ventilador de recirculación; a partir de este punto, el aire se distribuye a la cabina a través de los conductos descritos anteriormente.

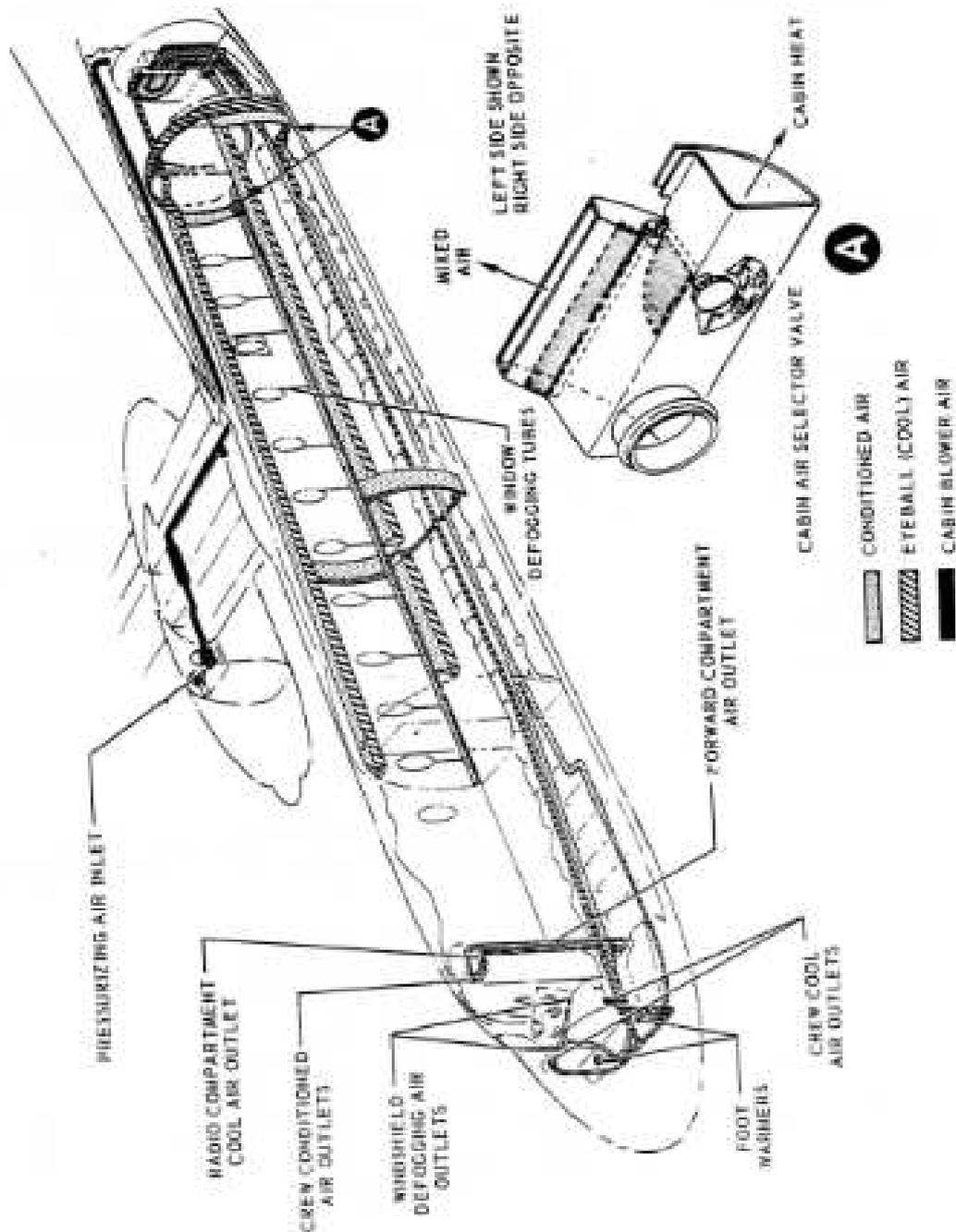


Figura 2.17: Distribución general de conductos

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.5 Componentes de la distribución del sistema de aire acondicionado

2.3.5.1 Válvula de aire fresco

Una válvula de aire de 28 voltios ac, es accionado por un motor en la toma de aire de la aleta dorsal este conducto controla el aire fresco (o RAM) en el sistema de

ventilación. Se abre la válvula cada vez que el control de cabina de presurización es encendido en el depósito provisional o durante la operación de tierra cada vez que el interruptor de la válvula de recirculación se coloca en AIRE FRESCO (FRESH AIR) (el interruptor de presurización de la cabina principal en NORMAL).

2.3.5.2 Válvula de recirculación

La válvula de recirculación, guía el aire de la cabina a la recirculación del ventilador y de nuevo al sistema de aire acondicionado para la recirculación a través la cabina. La válvula es controlada manualmente para la recirculación, cambiando cuando el avión está en tierra, sin embargo, se mueve automáticamente a la posición de recirculación en vuelo a menos que el interruptor de presurización de la cabina principal está en condiciones de DUMP, en el caso que la válvula de recirculación se cierra automáticamente.

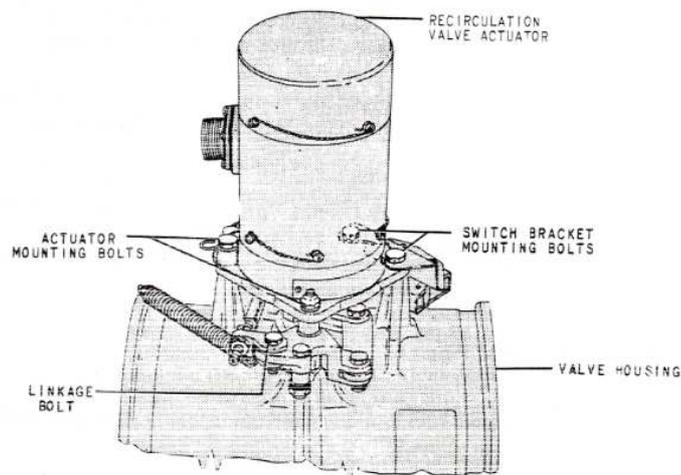


Figura 2.18: Válvula de recirculación

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.5.3 Recirculación del ventilador

Un ventilador de recirculación, impulsado por un motor de 28 voltios ac, se encuentra en el conducto de flujo de salida de la cabina. El soplador de aire de cabina fuerza de nuevo en el sistema para la recirculación a través de la cabina ya sea en vuelo o en tierra, o extraer el aire fresco a través de la válvula de aire

fresco y en la cabina durante el funcionamiento en tierra. El ventilador se activa moviendo el interruptor del ventilador de recirculación en ON.

NOTA: En los aviones incorporados S.B. 21-24, el circuito del ventilador de recirculación se modifica mediante la adición de un relé y el interruptor de presión en la caja de conexiones en la estación 730. Esta instalación evita el funcionamiento del ventilador después del despegue entre el nivel del suelo y 10.000 pies, extendiendo así la vida útil de la unidad.



Figura 2.19: Circuito de testado en tierra

Fuente: Zapata Cruz Sintya Belen

2.3.5.4 Válvulas selectoras

Dos válvulas selectoras operadas manualmente están situadas, cada una, en la cabina de conductos de aire acondicionado, izquierdo y derecho, cerca del extremo de popa del compartimiento de pasajeros. Estas válvulas permiten seleccionar la cantidad deseada de aire acondicionado que se suministra a la cabina ya sea por los conductos de piso o los conductos aéreos. Normalmente, cuando se desea aire caliente en la cabina, el aire acondicionado se suministra por los conductos de piso; para enfriar la cabina, el aire debe ser dirigido a los conductos aéreos de conformidad con los principios de la convección del aire acondicionado.

2.3.5.5 Conector externo de Aire acondicionado

Un acoplamiento situado en la parte inferior izquierda del centro del fuselaje en la estación 686.04 aloja una manguera de aire a partir de un calentamiento externo, enfriamiento, o unidad de ventilación para proporcionar aire acondicionado para la cabina mientras el avión está en el suelo. El acoplamiento se conecta en el sistema de aire acondicionado del avión en la corriente arriba del calentador y elementos de refrigeración de freón, de modo que el equipo de aire acondicionado del avión puede utilizarse para acondicionar el aire, si se desea. El acceso al conector se obtiene quitando la tapa rotulada CONECTOR EXTERNO DE AIRE ACONDICIONADO (EXTERNAL AIR CONDITIONING CONNECTOR).

Advertencia: al equipo de aire acondicionado externo funciona con los motores no funcionando, la válvula de recirculación del sistema de aire acondicionado del avión deberá estar posicionada para recircular al puesto para evitar la pérdida de aire acondicionado a través de la válvula de aire fresco. Además, alguna apertura como una ventana debe permanecer abierta para evitar presurización de la cabina del ventilador y la presión contra el aire de entrada.



Figura 2.20: Interruptor externo de aire acondicionado

Fuente: Zapata Cruz Sintya Belen

2.3.5.6 Filtros de recirculación de aire

Dos filtros de aire, uno de los medios de comunicación de fibra de vidrio, uno con los medios de comunicación de carbón activado se encuentran detrás del panel extraíble en la parte izquierda del fuselaje en el conducto de recirculación en la estación 635. Ellos están en serie y contenidos en una trama retenidos por dos amortiguadores auxiliares para el caso de la inspección y reemplazo. Su propósito es limpiar el aire recirculado de polvo, suciedad, pelusas, y minimizar los alquitranes de tabaco, humo, y cualquier olor desagradable.

2.3.5.7 Radio Fan Rack

Además de aire descargado desde la salida de aire fresco, un ventilador está instalado en el bastidor de radio en algunos aviones para disipar el calor generado por el equipo instalado en el mismo. Otros aviones, en lugar de un ventilador, tienen un alambre tejido cubierto por una abertura en el panel del suelo del bastidor radio. El ventilador se instala en el panel del suelo en la estación 140, la línea de tope 31 a la izquierda. El ventilador está protegido por un protector de alambre tejido y fijado a la entrada del mango de montaje con brida. El aire es descargado en la zona entre el suelo y el revestimiento del fuselaje inferior. La alimentación se suministra desde la línea colectiva de radio-voltios de corriente continua 28 voltios ac. Un interruptor el No, 1 en panel de equipos de radio proporciona la protección del circuito. El cambio del control está ubicado en el panel superior derecho.

2.3.6 Climatización – refrigeración

El enfriamiento de cabina es llevado a cabo por dos sistemas, un ciclo de aire y un sistema de refrigeración de ciclo de vapor. El sistema de ciclo de aire que opera sólo cuando el avión está en vuelo y se necesita presurización, consiste en una máquina de ciclo de aire, intercambiador de calor, una válvula de derivación de ciclo de aire y una válvula de retención. El sistema de ciclo de vapor opera ya sea en vuelo o en el suelo y se compone de un sistema de compresión-

evaporación freón con los controles necesarios para el funcionamiento automático.

2.3.6.1 Sistema de ciclo de aire

El aire de cabina se enfría a través de dos procesos en el sistema de ciclo de aire: la primera, por el aire que pasa sobre el ram de pasajes de aire de cabina en el intercambiador de calor y en segundo lugar a través de un proceso de expansión, el aire de la cabina se expande sobre la turbina de la máquina de ciclo de aire. El aire procedente de los sopladores de cabina se comprime aún más por la máquina de ciclo de aire y luego se dirige a través del intercambiador de calor, donde la mayor parte del calor de compresión se elimina. El aire entra entonces en la turbina donde es expandido y debido a esta expansión, se enfría a la temperatura más baja en el ciclo. Parte de la energía en el proceso de expansión se usa para accionar la turbina que a su vez acciona el compresor de la máquina de ciclo de aire. La cantidad de enfriamiento está controlado por la posición de la válvula de derivación y las válvulas mezcladoras.

No se proporcionan controles de accionamiento manual, sin embargo, la refrigeración de ciclo de aire es controlada por la válvula de derivación y las válvulas mezcladoras. La válvula de derivación permite que el aire pase a través de la máquina de ciclo de aire y a través del intercambiador de calor o para omitir la máquina de ciclo de aire y el flujo solo a través del intercambiador de calor. Puesto que la válvula está normalmente cerrada, tanto en el equipo de ciclo de aire y un intercambiador de calor, se suministrará refrigeración. La válvula se abre para permitir que el aire pase por la máquina de ciclo de aire cuando la presión en el conducto excede 8.7 psi.

Las válvulas mezcladoras controlan la cantidad de aire que fluye a través del sistema de ciclo de aire mediante la detección de la necesidad de aire frío a través de los controles de temperatura cuando hay una necesidad de aire frío en la cabina, el lado frío de las válvulas de mezcla se abrirá y el lado caliente cerrará. Esto permite que el flujo ininterrumpido de aire pase a través del sistema de ciclo de aire. A medida que se reduce la necesidad de aire frío, el lado frío de las válvulas

de mezcla cerrada y corre hacia el lado caliente que se abrirá. Esto restringe el flujo de aire de la máquina de ciclo de aire.

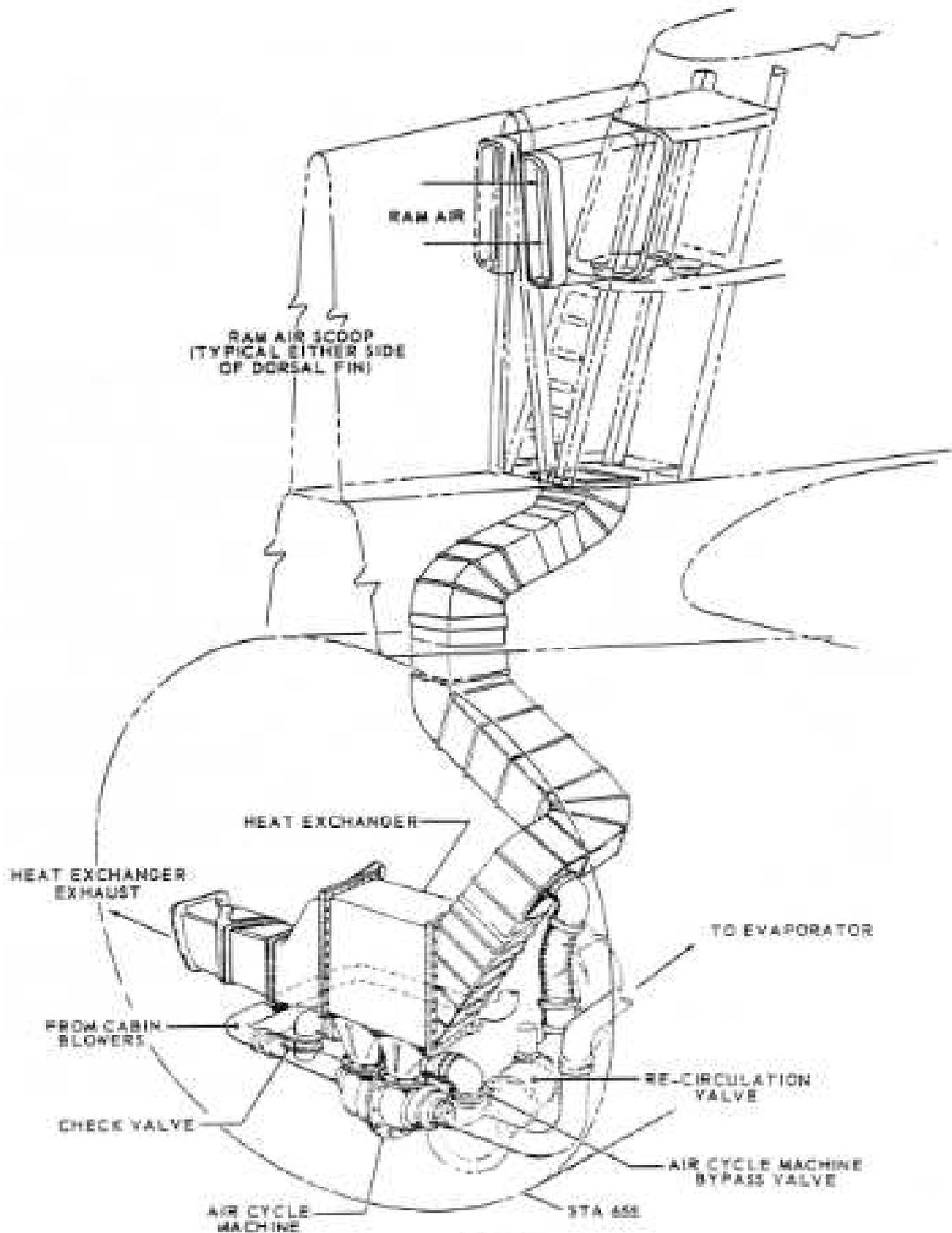


Figura 2.21: Externo de aire acondicionado

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.6.1.1 Componentes del sistema de ciclo de aire

2.3.6.1.1.1 Máquina de Ciclo de Aire

La máquina de ciclo de aire, instalado en el compartimiento de aire acondicionado en la estación 668, consta de un compresor y una turbina montada sobre un eje común dentro de un alojamiento de doble espiral. Un sistema de aceite autónomo, que consiste en un cárter de aceite, una mecha que suministra aceite al conjunto de eje por acción capilar, y honderos que inducen la resistencia al viento para distribuir el aceite a los cojinetes y los sellos que son instalados en la carcasa.

Montado en el alojamiento es una mirilla de aceite con un tapón de llenado en la parte superior y un tapón de drenaje en la parte inferior.

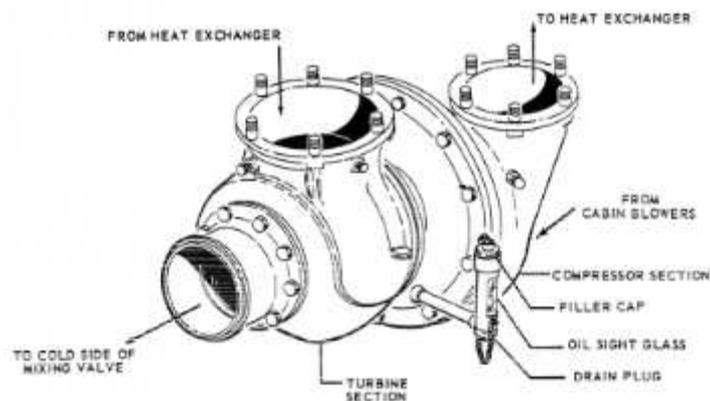


Figura 2.22: Máquina de ciclo de aire

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.6.1.1.2 Intercambiador de calor

Un intercambiador de calor de aire dinámico refrigerado en una refrigeración y dos pasajes de aire de cabina están montados en la parte superior de la máquina de ciclo de aire. La superficie del lado del aire de la cabina consta de 14 pasos con aletas de aluminio espiga espaciadas 12 aletas por pulgada de anchura de paso. Una bola de aire dinámico, ubicado en la base de la aleta vertical, dirige el aire de refrigeración a través de los pasajes de aire de cabina. Un conducto de escape se dirige desde el intercambiador de calor para el lado del fuselaje. El tubo de paso

de conexiones de entrada y de salida se incluye en la base del intercambiador de calor para permitir que el aire de cabina pueda eludir la máquina de ciclo de aire.

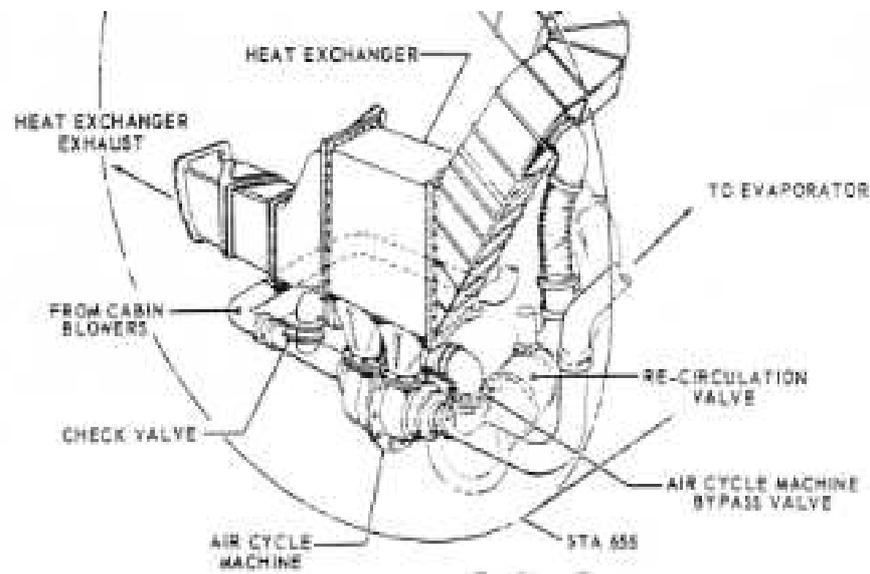


Figura 2.23: Intercambiador de calor

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.6.1.1.3 Ciclo de la válvula de derivación de la máquina de aire

Una válvula de derivación de tipo mariposa, situada en el conducto de salida de derivación del intercambiador de calor, sirve para dirigir el aire a través o alrededor de la máquina de ciclo de aire. La válvula está normalmente cerrada, sin embargo, es abierta, el interruptor de relación de presión de ventilador cuando la presión excede al conducto 8.7 psi, por lo que el aire pasa por la máquina de ciclo de aire. La válvula es accionada por un actuador que incorpora un motor de serie de división y se limita a 90% en 12 segundos.

2.3.6.1.1.4 Válvula de retención

Una válvula de retención de tipo aleta, que se encuentra en el intercambiador de calor de entrada del conducto de derivación, impide que el aire pase por el compresor de la máquina de ciclo de aire cuando la válvula de derivación está cerrada.

2.3.6.2 Sistema de ciclo de vapor

El ciclo de vapor (freón) de sistema de refrigeración, que lleva toda la carga de refrigeración en el suelo y asiste al sistema de refrigeración de ciclo de aire en vuelo, está situado en el compartimiento de aire acondicionado de popa de la estación 655.

El sistema está cargado con freón 12, es inodoro, no tóxico un líquido incoloro, que permanece químicamente estable durante un largo período. Se cambia de vapor a líquido a $-29.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-21\text{ }^{\circ}\text{F}$) y a una presión correspondiente de 21,92 pulgadas de Hg. El freón se comprime, por el compresor, a un gas de alta presión y se envía al condensador donde se enfría por el aire que pasa a través del condensador, La temperatura del freón se reduce y se cambia el freón en un líquido de alta presión. El freón líquido de alta presión pasa a la válvula de expansión, donde se reduce la presión, y en el evaporador como un líquido de baja presión. A medida que el aire de la cabina, este a una temperatura mayor que el freón, pasa sobre el evaporador, la temperatura de freón se eleva, haciendo que hierva, absorbiendo de este modo calor desde el aire de la cabina. Al hervir el freón, cambia a un gas a baja presión y se extrae del evaporador por el compresor para completar un ciclo de freón.

La unidad condensadora de arranque del motor proporciona corrección del factor de potencia para el motor del compresor durante las operaciones de arranque para reducir al mínimo la carga de la fuente de alimentación. La unidad también indica disyuntores de modo que funcionan cuando el motor se sobrecalienta, ocurre si es demasiado alta o baja la presión, o si hay un tiempo de arranque del motor excesivo. Si se produce alguna anomalía, un sensor de fallo en la unidad del condensador de arranque del motor transmitirá una señal al controlador del compresor de aire acondicionado para apagar el sistema de freón.

El motor del compresor de freón requiere tres fases, de 208 voltios dc, de corriente alterna para su funcionamiento. La fuente de este poder es normalmente accionado por el generador del motor N^o2. La energía también puede ser suministrada por el generador de corriente alterna APU impulsada o, cuando está

en tierra, a partir de una fuente de alimentación externa, ya que el sistema de deshielo tiene prioridad sobre el sistema de aire acondicionado, el sistema de circuitos de control de potencia está dispuesto para bloquear a cabo la refrigeración del freón del sistema cuando se selecciona el APU de alimentación de CA para el sistema de deshielo, y el sistema de refrigeración de freón evita el uso del generador accionado por el motor número 2 si está suministrando energía de deshielo. El funcionamiento simultáneo del deshielo motor y los sistemas de refrigeración de freón requiere que los tres generadores de corriente alterna estén operando.

El refrigerante utilizado en el sistema de freón es el medio que transporta el aceite para lubricar los puntos de apoyo, los sellos y el rotor del compresor. El freón también se hace circular alrededor del motor como un refrigerante. La depreciación de la carga de freón en los resultados del sistema de lubricación y refrigeración del compresor del motor que conduce a una eventual ruptura de la unidad adecuada.

El sobrecalentamiento del motor del compresor si se lleva a más dará lugar a la ruptura del freón que queda en el sistema. El freón 12 cuando se expone a temperaturas superiores a 335 °F se descompone en sus componentes químicos causan la contaminación del sistema. Si no se elimina totalmente esta contaminación puede dañar la unidad del compresor de reemplazo. Cuando se sospecha contaminación puede ser confirmada mediante la desconexión de la entrada del compresor o de la línea de salida. Ni el freón ni el aceite lubricante normalmente tienen ningún olor, pero cuando está contaminada tendrá un fuerte olor desagradable. La eliminación de la contaminación sólo se puede lograr mediante la purga del sistema como se indica en el apartado, en las Prácticas de Mantenimiento.

2.3.6.2.1 Componentes del sistema de ciclo a vapor

2.3.6.2.1.1 Compresor de freón y el motor

Un desplazamiento constante herméticamente sellado del compresor Heli-rotor, situado en el compartimiento de aire acondicionado en la estación 677, las

bombas de la mezcla de vapor-líquido refrigerante a través del sistema de freón. El compresor se compone de conjuntos de accionamiento y en la popa una placa de extremo, un rotor macho y hembra, los engranajes de sincronización, rodamientos, sellos y un sistema de lubricación encerrado en una carcasa abovedada.

Se aplica potencia al rotor macho, a través del eje del rotor del compresor, lo que hace girar el rotor hembra a través de los engranajes de ajuste. El freón entra en el compresor a través del orificio de entrada, hace compresión por el engrane de los rotores macho y hembra giratorios, y se descarga en el sistema bajo presión. Los cojinetes y las juntas son lubricados por aceite de un separador de aceite montado en el exterior, después de la lubricación, el aceite desemboca en el cárter del compresor donde es recogido por una bomba del eyector y se pulveriza a través de un orificio para los cojinetes y rotores. El aceite de freón-transportado es recogido por la acción de los rotores y llevado de vuelta al separador de aceite a través de las líneas de descarga del compresor.

El compresor es accionado por una de tres fases a, 208 voltios ac, 400 ciclo, motor de corriente alterna con una velocidad síncrona de 12, 000 rpm. La potencia del motor es de 13. 4 hp, un interruptor de sobrecalentamiento está contenido dentro del motor. El interruptor, cuando se cierra, se apaga el motor del compresor y hace que las luces de advertencia del sistema de freón se iluminen. Cuando se abre el interruptor de las luces proporcionan una iluminación constante durante 60 segundos después de lo cual las luces se apagan y el sistema se reinicia automáticamente. El motor refrigerado por freón se ejecuta a través del motor en su regreso desde el evaporador al compresor.

2.3.6.2.1.2 Separador de aceite

Un separador de aceite, instalado en la línea de freón desde el compresor, actúa como un depósito para el aceite del compresor y también separa el aceite del freón, ya que se bombea desde el compresor. El separador consiste en un cuerpo de metal y la cubierta en la que están alojados dos sellos de neopreno de tipo "O" y una pantalla de metal en forma de cono. Una entrada de freón-aceite y una

salida de freón se encuentran en la cubierta y una línea de retorno de aceite se encuentra en la parte inferior del cuerpo. También se instalan en el cuerpo dos mirillas para observar el nivel de aceite. El aceite se separa del freón por un cambio en la dirección y la velocidad del refrigerante y por la acción centrífuga dentro del separador. El freón escapa a través de la salida, mientras que el aceite se filtra en el cuerpo a través de la pantalla para que retorne al compresor. Un filtro de aceite está instalado en la línea de retorno de aceite.

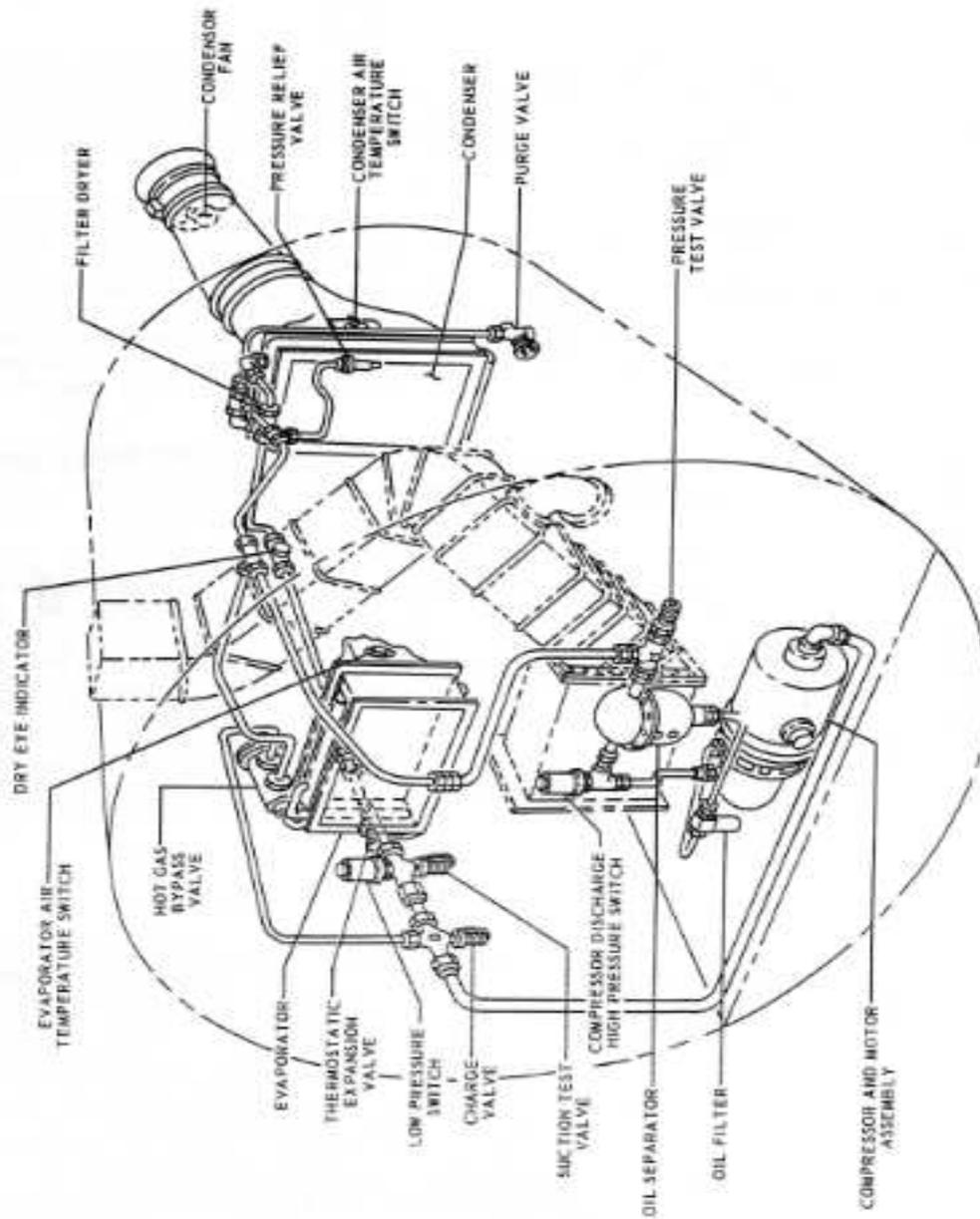


Figura 2.24: Componentes del sistema de ciclo a vapor

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.6.2.1.3 Válvula de Prueba de Presión

Una válvula de tipo de desconexión rápida instalada en un brazo de la conexión cruzada en la línea de salida del compresor permite la unión de un medidor de presión equipado con un accesorio apropiado. El medidor se puede utilizar para comprobar la presión en el sistema de freón. La válvula es de auto-sellado cuando se retira el accesorio de calibre.

2.3.6.2.1.4 Válvula de alivio de presión

Una auto-rearme de la válvula de alivio de presión, situado en la línea de descarga del compresor, está instalado para proteger los componentes del sistema de alta presión interna resultante del mal funcionamiento del sistema o de sus componentes. La válvula consiste en un cuerpo de metal que encierra un conjunto de pistón de resorte. La válvula está configurada para aliviar a 320 psi y cerrar a 280 psi.

2.3.6.2.1.5 Condensador

El condensador, ubicado en el compartimiento aire acondicionado en la estación 730, permite que el freón gaseoso dé su calor de la compresión y el cambio a un líquido. El condensador consiste en una placa de aluminio con soldadura fuerte y la unidad de transferencia de calor de las aletas y las conexiones de entrada y salida situados en la parte superior. El condensador está instalado de manera que el flujo de aire es horizontal y la frecuencia de flujo es vertical en condiciones de vuelo de nivel. El aire de refrigeración se aspira a través del cono de cola y la dirige a través del condensador por el ventilador.

2.3.6.2.1.6 Válvula de purga

Una línea de purga y la válvula, conectado a la línea de entrada del condensador permite purgar el sistema de aire y la humedad antes de, y durante, el freón de carga del sistema. La disipación de la carga de freón prepara para trabajos de reparación en el sistema también se puede lograr al abrir el freón liberando la

presión del sistema de la válvula, lo que permite el escape del freón en forma gaseosa.

2.3.6.2.1.7 Ventilador del condensador y el motor

Un ventilador del condensador y el montaje del motor, proporcionan aire de refrigeración para el condensador, se encuentra en un conducto de popa del condensador en la estación 795. El ventilador aspira aire ambiente a través del cono de cola y la dirige a través del condensador al compartimiento de aire acondicionado. El ventilador es impulsado por un motor de 28 voltios que incorpora un interruptor de sobrecalentamiento.

2.3.6.2.1.8 Filtro secador

Una unidad de filtro secador se incorpora en la línea de descarga del condensador elimina la humedad y filtra los sedimentos o partículas de suciedad del líquido refrigerante, la unidad se instala directamente en la línea y se compone de una carcasa de chapa metálica que contiene un filtro de malla y un agente de secado. El conjunto del filtro secador es de un uso y tirar y debe ser reemplazado cada vez que se elimina un componente del sistema y si el sistema se expone a la atmósfera durante más de una hora.

2.3.6.2.1.9 Indicador de anillo seco

Un indicador de anillo seco, que consta de una ventana de vidrio circular con un detector de humedad detrás del vidrio, se proporciona en la línea de freón entre el conjunto de filtro secador y la válvula de expansión termostática. El flujo de líquido a través del sistema se puede comprobar visualmente por medio de la ventana. Cuando el sistema está funcionando correctamente el líquido debe fluir claro, sin burbujas o espuma. La tapa del indicador de ventana se marca BLUE (DRY) y PINK (WET) para mostrar el estado del sistema.

2.3.6.2.1.10 Válvula de expansión termostática

Una válvula de expansión termostática, instalada en la línea de entrada del evaporador, regula la tasa de flujo de freón líquido a evaporador. La válvula actúa como un punto de división entre las altas y bajas presiones en el sistema y responde a la temperatura del freón que sale del evaporador y la presión en el evaporador. Este flujo controlado impide el retorno de freón líquido al compresor. La válvula de expansión también actúa como una válvula de cierre cuando el compresor no está funcionando.

2.3.6.2.1.11 Evaporador

Un evaporador, instalado en el compartimiento de aire acondicionado en la estación 700, proporciona los medios para eliminar el calor del aire de la cabina. El evaporador consiste en un núcleo de enfriamiento compuesto de pasajes de freón y las vías aéreas, conexiones de entrada y salida y un distribuidor, el distribuidor dirige el freón de la válvula de expansión de los pasajes de freón donde el calor es absorbido del aire que pasa a través de los pasajes de aire. El freón gaseoso se recoge en la cabecera del evaporador y se devuelve a la entrada del compresor. Una válvula de charnela de resorte está instalada en un conducto de derivación para permitir que el aire se desvíe del evaporador en el caso que las centrales se congelen. La válvula se abrirá cuando la presión contra el evaporador es un psi mayor que la presión normal del conducto.

2.3.6.2.1.12 Válvula de derivación de gas caliente

Una válvula de derivación de gas caliente, que se encuentra en la línea entre la línea de salida del compresor y el evaporador, regula la presión de entrada del compresor. La válvula consta de un alojamiento y una unidad de potencia que contiene un resorte y el diafragma que acciona el mecanismo de válvula. El diafragma de presión censa a través de una línea conectada a la línea de entrada del compresor.

2.3.6.2.1.13 Válvula de carga

Una válvula de tipo de desconexión rápida instalada en un brazo de la conexión cruzada en la línea de entrada del compresor permite la unión de un accesorio apropiado para la recarga del sistema de freón. La válvula es de auto-sellado cuando se retira el accesorio de carga.

2.3.6.2.1.14 Válvula de prueba de aspiración

Un tipo de válvula de desconexión rápida, instalada en la línea de succión entre el evaporador y la válvula de carga, permite la conexión de un medidor de aspiración equipado con un ajuste apropiado. El medidor se puede utilizar para comprobar succión en el sistema de freón. La válvula es de auto-sellado cuando se retira el accesorio de calibre.

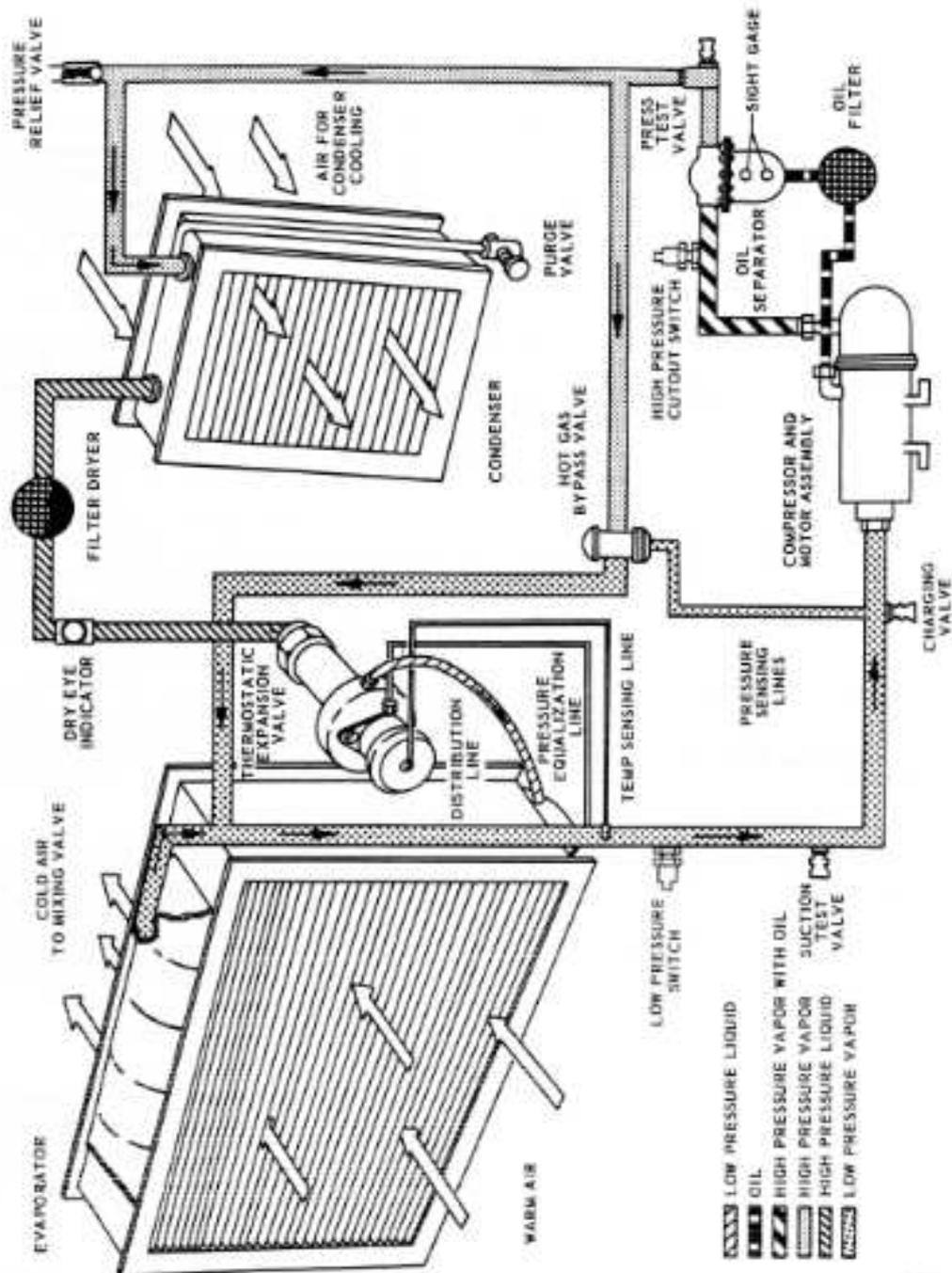


Figura 2.25: funcionamiento del freón

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

2.3.6.2.1.15 Unidad condensadora de arranque del motor

La unidad condensadora de arranque del motor proporciona corrección de factor de potencia para el motor del compresor durante las operaciones de arranque para reducir al mínimo la carga de la fuente de alimentación. La unidad también

tiene interruptores de circuito que indica si se sobrecalienta el motor, si se producen altas o bajas presiones excesivas, o si hay un tiempo de arranque excesivo del motor. Si se produce alguna anomalía, un sensor de fallo en la unidad de arranque del motor del condensador podrá transmitir una señal al controlador del compresor de aire acondicionado para apagar el sistema de freón. El sistema se repondrá al restablecer los interruptores de circuito activados, y colocar el interruptor del sistema de freón en OFF (antes de activar o anular).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVIÓN FAIRCHILD

3.1 Preliminares

Este capítulo detalla los diferentes pasos de construcción, desmontaje y montaje de las partes y componentes del sistema de aire acondicionado del avión fairchild.

El paso más importante en la rehabilitación del sistema es el ensamblaje del sistema de aire acondicionado convencional y la parte estructural necesaria en el avión para la ubicación del equipo sin afectar los componentes y estructura del mismo.

Para la rehabilitación de este sistema se toman en cuenta muchos factores importantes ya que está montado en una área importante del avión, estos son: Resistencia, condiciones térmicas, corrosión, desgaste, fricción o rozamiento, utilidad, costo, seguridad, peso, ruido, tamaño, acabado de superficies y mantenimiento estos serán parte del montaje del aire acondicionado convencional de manera que no influya en su parte técnica como mecánica al tomar las mismas cañerías del sistema original.

Se procederá a describir paso a paso el ensamblaje y toma de cañerías que se necesitó para la rehabilitación y operación del sistema mencionado.

3.2 Estudio de alternativas

3.2.1 Descripción de alternativas

3.2.1.1 Primera alternativa

Al realizar el primer estudio, al parecer el más conveniente y menos costoso fue la rehabilitación del propio sistema con los mismos componentes de esta manera se operará un sistema original y de aprendizaje real, se procedió a buscar cada uno de los componentes instalados en el avión y se observó que existían faltantes y algunos defectuosos sin mencionar que los arneses eléctricos fueron cortados bruscamente por los anteriores usuarios de la aeronave.

A continuación se detallará en una tabla los elementos del sistema a rehabilitar mencionando faltantes y defectuosos:

Tabla 3.1: Elementos del sistema de aire acondicionado del avión fairchild

Elementos del sistema de aire acondicionado del avión fairchild				
Nº	Nombre de los elementos	Operable	Faltante	Defectuoso
1	Freón		x	
2	Control del motor-compresor	x		
3	Separador de aceite	x		
4	Ram air	x		
5	Compresor	x		
6	Filtro de aceite			x
7	Evaporador	x		
8	Condensador		x	
9	Filtro de aire			x
10	Ventilador		x	
11	Válvula anti-retorno	x		
12	Cañerías no expuestas	x		
13	Cañerías expuestas			x

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Catalogo ilustrado de partes del avión fairchild F-27, ATA 21

El sistema de aire acondicionado se encuentra ensamblado en una de las partes estructurales del fuselaje, en la estación 655 del avión escuela Fairchild del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Unas de los elementos más necesarios y parte clave de la realización de este trabajo de graduación es el evaporador que se encuentra en buen estado y el condensador faltante, ya que el evaporador tiene como objetivo proporcionar los medios para eliminar el calor del aire en la cabina. El evaporador consiste en un núcleo de enfriamiento compuesto de pasajes de freón y un distribuidor que se dirige a los canales de freón para eliminar dicho aire de la cabina.

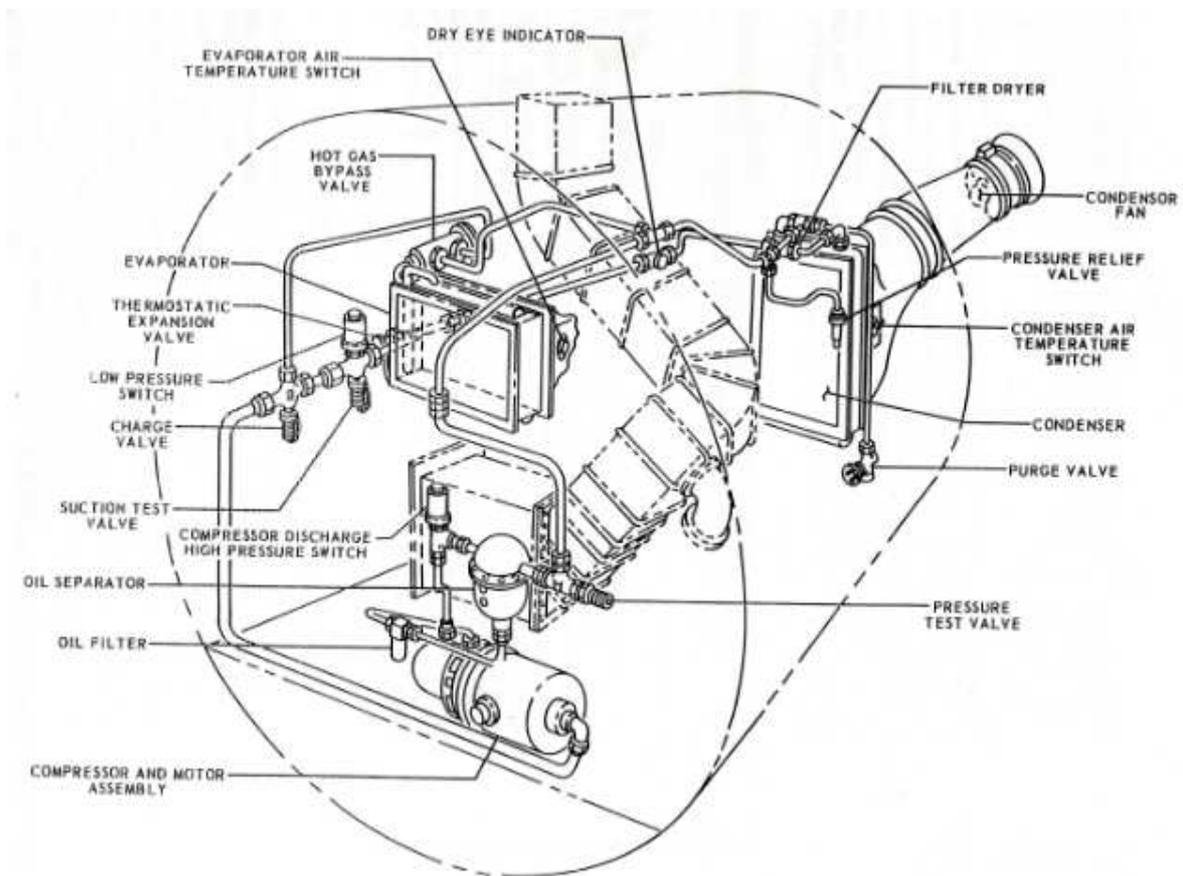


Figura 3.1: Elementos del sistema de refrigeración del avión fairchild

Fuente: Manual de mantenimiento del avión fairchild ATA 21

El condensador tiene como objetivo primordial permitir que el freón gaseoso dé su calor de la compresión y el cambio a un líquido. El condensador consiste en una placa de aluminio con soldadura fuerte y la unidad de transferencia de calor y las

conexiones de entrada y salida situados en la parte superior. El condensador está instalado de manera que el flujo de aire es horizontal y la frecuencia de flujo es vertical en condiciones de vuelo de nivel. El aire de refrigeración se aspira a través del cono de cola y la dirige a través del condensador por el ventilador.

La manera de corte brusco del arnés eléctrico también impide la manipulación de otros elementos que se encuentran en buen estado dificultando el trabajo de rehabilitación de dicho sistema.



Figura 3.2: Bloque 42, bodega de repuestos del avión fairchild

Fuente: Sintya Zapata

Se realizó la búsqueda necesaria y el seguimiento de cada elemento en el bloque 42, bodega de repuestos del avión fairchild pero se encontraron elementos duplicados de los ya existentes más no el componente completo del área del condensador, ya que se ha sido removido por el operador anterior.

3.2.1.2 Segunda alternativa

Al realizar el segundo estudio, debido a la falta y falla de elementos del avión se analizó la adaptación de un sistema de aire acondicionado convencional o doméstico que tiene similar funcionamiento en comparación con el avión antes mencionado.

Este artefacto consta de una serie de elementos los cuales tres de los más importantes realizan la operación similar a las del avión escuela Fairchild estos son, un evaporador, un condensador y para impulsar el aire dos ventiladores.

Se estableció que este artefacto es una excelente alternativa entonces se procedió a analizar el número de BTU que sea necesario para esta aeronave encontrando en el Ecuador dos tipos comerciales uno de 18 000 BTU y 32 000 BTU suficiente para abastecer a las cañerías y pasos de aire del avión.



Figura 3.3: Aire acondicionado convencional

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/various-auto-air-conditioning-parts-534780099.html>

El sistema de aire acondicionado se montara en el espacio disponible en una de las partes estructurales del fuselaje, en la estación 655 del avión escuela Fairchild del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico donde se encontraba el obsoleto sistema anterior, operando el nuevo de manera similar sin afectar ni dañar la estructura del avión escuela.

3.2.2 Análisis de factibilidad

3.2.2.1 Primera alternativa

3.2.2.1.1 Ventajas

- El sistema operara de forma y tiempo real, de manera que el estudiante pueda relacionarse con el sistema de forma práctica en conjunto con el aprendizaje teórico.
- Bajo costo al rehabilitar dicho sistema, por lo que se habilitarían los mismos componentes.
- Esta rehabilitación no es compleja.

3.2.2.1.2 Desventajas

- Los motores no se encuentran operativos por lo tanto no existe alimentación para este sistema.
- No existe alimentación eléctrica ya que el APU no se encuentra operativo.
- No existe refrigeración en el condensador por la falta de flujo de aire en el cono de cola.
- El sistema de aire acondicionado carece de algunos elementos, los cuales tampoco son encontrados en stock.

3.2.2.2 Segunda alternativa

3.2.2.2.1 Ventajas

- Suficiente empuje hacia la cabina.
- En el mercado existe gran variedad de este tipo de artefacto o sistema.

- Su funcionamiento es más sencillo por lo cual permitirá a los estudiantes comprender de la mejor manera el sistema.

3.2.2.2 Desventaja

- Alto costo en la adquisición del artefacto.
- Su funcionamiento es similar, mas no el original del avión.
- Dificultad para la ubicación, montaje, aceptación e instalación.

3.2.3 Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad se considera los siguientes factores:

- Factor mecánico
- Factor económico
- Factor complementario

3.2.3.1 Factor mecánico

- **Habilitación:** El montaje de los elementos deben caracterizarse por utilizar materiales óptimos que cumplan con los requerimientos de funcionamiento, operatividad y seguridad.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento del sistema debe ser fácil de realizar y con el menor costo posible.
- **Material:** Los materiales deben ser adecuados para el trabajo a realizar y de fácil adquisición en el mercado local.

3.2.3.2 Factor económico

- **Costo de fabricación:** Este punto es de gran importancia para la decisión correcta en la selección del Material y componentes del sistema.

3.2.3.3 Factor complementario

- **Tamaño:** Se refiere al espacio ocupado por el sistema en consideración a las dimensiones del compartimiento de aire acondicionado del avión fairchild.
- **Forma:** La estética de cada uno de los elementos constitutivos del sistema.

3.2.4 Matriz de evaluación y decisión

Tabla 3.2: Matriz de evaluación y decisión

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS		
	A.1	A.2	ALTERNATIVA IDEAL
Habilitación	0.4	0.8	1
Mantenimiento	0.6	0.7	1
Materiales	0.5	0.8	1
Costo de fabricación	0.4	0.7	1
Tamaño	0.5	0.8	1
Forma	0.4	0.7	1
TOTAL	2.8	4.5	6
%	47%	75%	100%

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

Mediante una comparación gráfica, se analiza la alternativa que más se aproxime a la ideal, tal como se muestra en la figura 3.4.

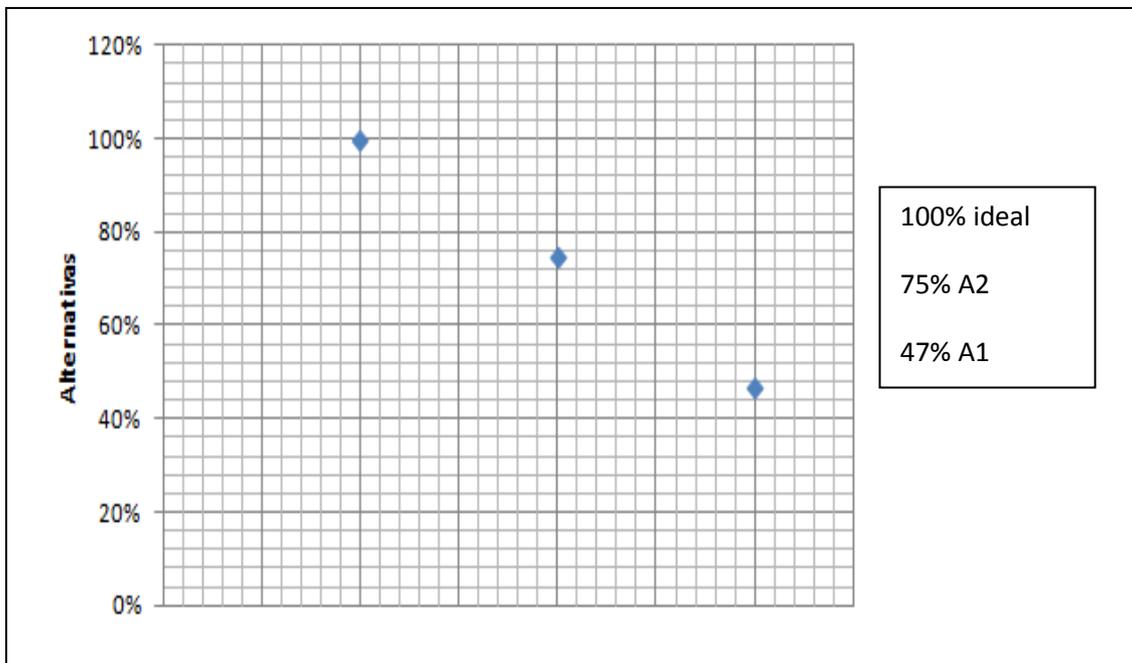


Figura 3.4: Grafico de análisis de alternativas

Fuente: investigación de campo

3.2.5 Selección de la mejor alternativa

Finalizado con el estudio técnico, análisis de las alternativas y evaluación de los parámetros, se determina que la mejor alternativa para rehabilitar el sistema de aire acondicionado, es la segunda alternativa la cual reúne excelentes condiciones, diseño y operación.

3.3 Diseño

3.3.1 Orden de rehabilitación

- a. Base para la ubicación del aire acondicionado.
- b. Análisis para la compra del aire acondicionado.
- c. Desarmado y división del aire acondicionado.
- d. Limpieza del aire acondicionado.
- e. Montaje del aire acondicionado dentro del avión.

- f. Especificaciones técnicas y carga del freón R-22 al sistema.
- g. Selección de cañerías útiles en el avión Fairchild F-227 para enrutar el aire acondicionado.
- h. Adaptación del aire acondicionado al sistema original del avión.

En las siguientes tablas se detalla las características principales de las herramientas empleadas, sus datos técnicos y el tiempo de operación de las mismas en la rehabilitación del sistema de aire acondicionado.

Tabla 3.3: Datos técnicos de la maquinaria

Nº	Máquina	Características	Código
1	Cortadora neumática(Rápida)	90 PSI	M1
2	Lijadora-champion neumática	90 PSI	M2
3	Martillo neumático	110/220 V	M3
4	Soldadora autógena	110/220 V	M4
5	Taladro eléctrico	110/220 V	M5
6	Esmeril	110 V – 1/2 HP	M6
7	Cortadora industrial	L 1000 mm	M7
8	Bomba de vaciado	½ Hg	M8
9	Compresor	80-90 PSI	M9

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión fairchild

Tabla 3.4: Codificación de Herramientas

Nº	Herramienta	Código
1	Fluxómetro	H1
2	Escuadra	H2
3	Juego de rachas y copas	H3
4	Rayador	H4
5	Buterola	H5
6	Brocas	H6
7	Nivel	H7
8	Soplete	H8
9	masckin	H9
10	Desarmadores en Z	H10
11	Desarmadores	H11
12	Diagonal	H12
13	Playo de presión	H13
14	Brocha	H14

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión fairchild

3.3.2 Base para la ubicación del aire acondicionado

Esta parte abarca todo el material y métodos que se emplearon para la elaboración de la base del sistema de aire acondicionado, el cual tiene las características que se detallan a continuación.

Tomando en cuenta las necesidades del aire acondicionado, se elaboro un plan de construcción de la base con un diseño acorde a las exigencias y necesidades del sistema en el avión.

En general la base fue ensamblada mediante barras de hierro estructural de 66cm x 73cm y empernado a las cuadernas del avión en diferentes puntos, de tal manera que se asegurara y nivelara el sistema al momento de colocarlo.



Figura 3.5: Ángulos de hierro

Fuente: Sintya Zapata

- a. Ángulos de hierro lisos.
- b. Láminas de hierro para dar nivel a la base de 3mm.
- c. 4 ángulos de 3mm de espesor x 4cm de ancho en c/u en la base.
- d. Espesor de los ángulos:
 - Largo de los ángulos delantero y posterior de la base: 66cm.
 - Largo de los ángulos laterales: 73cm.
 - Altura de las láminas para dar nivela la base: 2.3cm.
 - Ancho de la lámina para dar nivela la base: 4cm.

Teniendo en cuenta las dimensiones antes mencionadas y fue elaborado con los siguientes materiales ángulos, rápida, champion, taladro, pernos con arandelas y tuercas.

Con ayuda de la rápida se cortó los ángulos de hierro de 135cm x 4cm, quedando así dos ángulos pequeños de 66cm, dos ángulos de 73 cm y 12 laminas de 3mm de espesor.

Las láminas son cortadas en secciones de 4cm. Para luego ser taladradas con el número de broca 5/32 y proceder a empernar contra la cuaderna estructural en la estación 695 y 730.



Figura 3.6: Corte de la lamina de hierro

Fuente: Sintya Zapata

A las dos láminas de 73cm x 4cm se realizaron cortes de 4cm en toda la longitud de la lámina de hierro obteniendo 12 láminas de 4cm x 4cm.

Una vez cortado las láminas de 4cm x 4cm se procede a taladrar con la broca numero 5/32 realizando dos orificios en la superficie esto se realiza para emperrar a la base del sistema de aire acondicionado de tal manera dar nivel al mismo.

Por último se retira las limallas y asperezas de las superficies de cada lámina de esta manera no causara ningún daño humano y material. Todas las láminas unidas son alojadas en paralelo a cada uno de los ángulos que se instalara en la base del aire acondicionado.



Figura 3.7: Empernado de laminas, ángulos contra la cuaderna

Fuente: Sintya Zapata

Posterior a los cortes de las láminas se procedió a instalar en el avión la base del sistema de aire acondicionado en el mismo lugar del obsoleto, recordando que hubo falta de componentes y se ocupó este lugar para el nuevo sistema sin afectar el diseño estructural del avión y del sistema en sí.



Figura 3.8: Espacio para la base del sistema

Fuente: Sintya Zapata

Al encontrar el lugar adecuado se procedió a armar una mesa con las barras de hierro empernadas al fuselaje y a las cuadernas del avión, el objetivo de esta mesa fue no remover los componentes que se encontraban en la base de esta estación donde se procederá a ensamblar el aire acondicionado.



Figura 3.9: Mesa ensamblada para la ubicación del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

3.3.3 Análisis para la compra del aire acondicionado

3.3.3.1 Espacio a refrigerar

Al realizar un análisis de la cabina y compartimientos se observó que el lugar con mayor prioridad de enfriamiento y limpieza de aire fue la cabina, ya que este espacio es utilizado varias veces al día y a la semana por los estudiantes, docentes y cuerpo directivo del Instituto.

La cabina al no estar en contacto directo con el ambiente, el aire que circula en este lugar contiene humedad, partículas de olores desagradables como líquidos hidráulicos, combustible, etc.

Tomando en cuenta que cada una de estas partículas no son agradables al ser humano y afecta en parte a su organismo, es por esto que se aprovechara el 100% del aire acondicionado en cabina para obtener mejor confort en menos tiempo.

3.3.3.2 Dimensiones del espacio a refrigerar en el avión

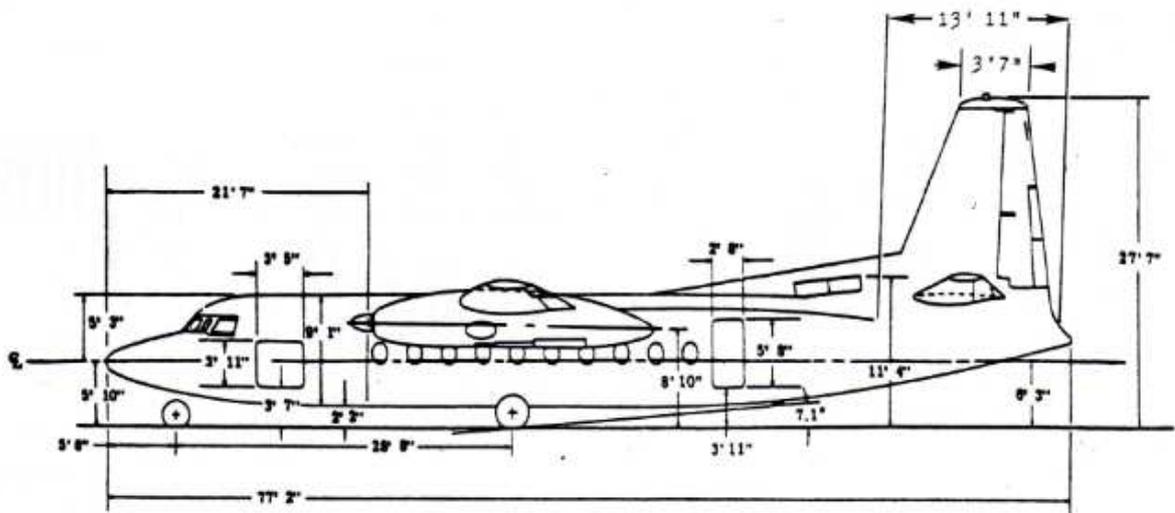


Figura 3.10: Dimensiones del avión Fairchild F-27

Fuente: Manual estructural del avión Fairchild F-27

Se tomaron las dimensiones internas para apreciar el espacio a enfriar y una vez localizado el espacio se busco un aire acondicionado que abastezca el empuje de aire por las cañerías hasta llegar al punto frontal del avión a la estación 118, al analizar las ofertas que se encuentran en el mercado y la que mejor satisfaga a esta rehabilitación fue el aire acondicionado de fabricación Panasonic de 32.000BTU reconocido como un aire acondicionado industrial.

3.3.3.3 Especificaciones técnicas del aire acondicionado adquirido



Figura 3.11: Especificaciones técnicas del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

3.3.4 Desarmado y división del aire acondicionado

Uno de los problemas encontrados en el avión Fairchild F-27 es que el lugar donde se encontraba el sistema obsoleto o compartimiento del sistema de aire acondicionado tiene un entrada en la estación 655, esta entrada o ingreso del técnico tiene una dimensión de 52cm x 42cm y el aire acondicionado obtenido tiene dimensiones de 63.5cm de altura x 43cm de largo y 60cm cm de ancho.

Al analizar esta situación se tiene dos alternativas la primera seria dañar la parte estructural de la aeronave lo cual no es conveniente ya que este es un avión escuela, la segunda opción y la más conveniente es dividir el aire acondicionado en dos partes, significa que será dividido en dos secciones para el ingreso de dicho sistema a la mesa antes elaborada.



Figura 3.12: División del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

3.3.4.1 Desarmado del aire acondicionado

El primer paso para el desarmado es retirar la cubierta y se procede a desoldar las cañerías de cobre que unen el evaporador y condensador al motor compresor, se comprende que este es un sistema de recirculación de aire y el freón R-22 es el que circula por estas cañerías de cobre, de modo que al ser desoldadas se procura taparlas para evitar el ingreso de polvo o otras partículas que puedan afectar al sistema al momento de ser nuevamente cargado con R-22



Figura 3.13: Desoldado de cañerías de cobre y cubierta de las mismas

Fuente: Sintya Zapata

A continuación se separo el motor compresor de la base del aire acondicionado, en este paso se tomo precaución al no golpear este componente, ya que un golpe fuerte puede provocar el atascamiento del pistón interno del motor.



Figura 3.14: Remoción del motor compresor

Fuente: Sintya Zapata

En el siguiente paso se removió los ventiladores fan y blower los cuales están unidos por un eje central, el blower está ubicado en la parte delantera y el fan en la parte posterior de este sistema.



Figura 3.15: Remoción del blower y fan

Fuente: Sintya Zapata

Como paso final en el desarmado es la remoción total de las piezas bases para la sujeción de los componentes principales de dicho sistema.



Figura 3.16: Remoción total de las piezas

Fuente: Sintya Zapata

3.3.4.2 División del aire acondicionado

Para este paso se utilizó una herramienta clave, la cual facilitó el proceso. Esta herramienta es la denominada rápida que consta en un disco de corte y un cuerpo que funciona a presión neumática.

Se buscó la medida de cada una de las láminas, en específico un punto donde no sea dañada la parte estructural del aire acondicionado y no afecte a los componentes separados para este paso.



Figura 3.17: Medidas para realizar los cortes

Fuente: Sintya Zapata

Ya realizadas y marcadas las medidas de todas las placas se procede a realizar los cortes de cada uno en forma individual, no todas estas placas están medidas en el centro.



Figura 3.18: Corte de las placas del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

3.3.5 Limpieza del aire acondicionado

El aire acondicionado adquirido no era nuevo, este sistema se compro en la ciudad de Guayaquil por lo que estaba un poco corroído por el tiempo, era

necesario este elemento ya que era el único que por su funcionamiento y componentes es semejante al sistema propio del avión, el hecho de ser un sistema antiguo dificultó la búsqueda por que los sistemas actuales no cumplían los requisitos para rehabilitar este sistema.

Es por esto que se simulara en su mayoría el funcionamiento real del sistema para un mejor aprendizaje de los estudiantes en el instituto, entonces se procedió a realizar una limpieza interna y externa.

Se lavo cada componente con shampoo industrial el cual es usado para el lavado de los componentes aeronáuticos, teniendo como objetivo retirar la corrosión y partículas de polvo que se encontraban en los componentes y placas del sistema.



Figura 3.18: Lavado de los componentes

Fuente: Sintya Zapata

El evaporador y condensador son muy delicados esto quiere decir que en el sistema no puede ingresar ningún tipo de líquido o partícula que no sea refrigerante, entonces para el lavado de estos componentes primero se sopleteó las secciones de aletas que tienen distribuidos en todo el componente ya sea el evaporador o el condensador.



Figura 3.20: Sopleteado del evaporador y condensador

Fuente: Sintya Zapata

Luego del sopleteado se procede al lavado con la respectiva precaución para evitar la filtración de agua a las cañerías, este lavado se realiza de manera cuidadosa ya que las aletas que forman parte de estos componentes son de aluminio y tienden a doblarse de manera brusca.



Figura 3.21: Lavado del evaporador y condensador

Fuente: Sintya Zapata

3.3.6 Montaje del aire acondicionado dentro del avión

Una vez dividido y limpio el aire acondicionado se procedió a introducirlo en el compartimiento del sistema de aire acondicionado del avión, fue colocado en orden.

Primero se remacho la base del aire acondicionado original, esta es una placa de acero donde se procederá a montar todos los componentes, esta base fue montada en la mesa antes realizada ya que desde este punto la toma de cañerías del propio sistema del avión se aprovechara al máximo por la aproximación que existe.



Figura 3.22: Remachado de la base del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

Debido al espacio reducido de este compartimiento se procedió a remachar la tapa o cubierta completa del aire acondicionado en la parte posterior del compartimiento a razón de que si se montaba los componentes primero, al querer remachar está cubierta no pasaría a la parte posterior y sería imposible sellar el sistema, las dimensiones de esta cubierta son: altura 63.5cm, largo 43cm y ancho 60cm.



Figura 3.23: Remachado de la tapa o cubierta del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

Una vez obtenido el espacio disponible y la base remachada se procedió a colocar los componentes en orden, el compresor es el guía para el montaje de todos los elementos del sistema, entonces se colocó el motor compresor.



Figura 3.24: Montaje del motor compresor del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

Otra parte guía en este sistema es una placa que está ubicada de manera transversal, esta ayuda a seccionar el aire acondicionado, dividiendo el evaporador del condensador y ayuda a la sujeción de los ventiladores.



Figura 3.25: Montaje de la placa lateral del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

A continuación se procedió a montar el blower y el fan del sistema, el blower ubicado en la parte delantera y el fan en la parte posterior, estos están unidos a un eje longitudinal el cual ayudara a que el movimiento de estos ventiladores sea coordinado.



Figura 3.26: Montaje del eje que une el blower y el fan del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

Una vez ubicado el eje que une el blower con el fan, instalamos estos dos componentes que no son nada más que un ventilador y un soplador propios del sistema que trabajan de manera coordinada.



Figura 3.27: Montaje del blower y fan del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

En el siguiente paso se procede a instalar el evaporador y condensador propios del aire acondicionado, teniendo el cuidado y la seguridad respectiva ya que este sistema porta las cañerías de cobre y en estas cañerías se encuentran pigmentos del freón extraído para la separación de los componentes.

El orden a seguir para evitar maltrato o daño en los componentes instalados y a instalarse es el condensador seguido por el evaporador, el condensador se encuentra en la parte posterior del sistema teniendo contacto directo con el motor compresor.

Este componente estará ubicado en la estación 730 la función de este elemento será permite que el freón gaseoso dé su calor de la compresión y el cambio a un líquido. El condensador consiste en una placa de aluminio con soldadura fuerte y la unidad de transferencia de calor de las aletas y las conexiones de entrada y salida situados en la parte superior. El condensador está instalado de manera que el flujo de aire es horizontal y la frecuencia de flujo es vertical en condiciones de vuelo de nivel. El aire de refrigeración se aspira a través del cono de cola y la dirige a través del condensador por el ventilador.



Figura 3.28: Montaje del condensador del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

El siguiente componente es el evaporador este estará en la estación 700, la función de este elemento es proporcionar los medios para eliminar el calor del aire de la cabina. El evaporador consiste en un núcleo de enfriamiento compuesto de pasajes de freón y las vías aéreas, conexiones de entrada y salida y un distribuidor, el distribuidor dirige el freón de la válvula de expansión de los pasajes de freón donde el calor es absorbido del aire que pasa a través de los pasajes de aire. El freón gaseoso se recoge en la cabecera del evaporador y se devuelve a la entrada del compresor.



Figura 3.29: Montaje del evaporador del aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

3.3.6.1 Soldadura de las cañerías de cobre a las entradas y salidas respectivas del sistema

Las cañerías de cobre en este sistema son uno de los elementos esenciales para su operación, teniendo como función el paso del freón 22 del motor compresor al condensador terminando en el evaporador su ciclo, por esta razón la suelda autógena es la ideal para soldar este tipo de cañerías.

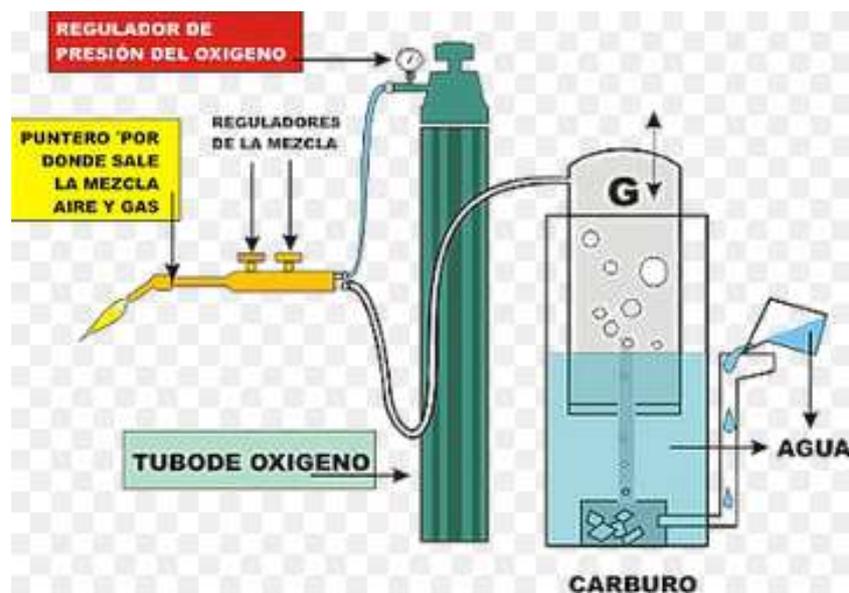


Figura 3.30: Equipo de soldadura autógena

Fuente: <http://quimicaenvicentelopez.blogspot.com/2011/11/esquema-de-un-equipo-de-soldadura.html>

Entonces se procedió a soldar estas cañerías con suelda autógena un material de aporte, en este caso una barrilla de 3mm de espesor de plata para soldar y un fundente para limpiar el sitio a soldar.



Figura 3.31: Materiales de aporte para la soldadura

Fuente: Sintya Zapata

3.3.6.2 Succión total de aire del sistema al vacío

Cuando el sistema de aire acondicionado fue seccionado el primer paso fue desoldar las cañerías de cobre y sellar antes de separa de los demás componentes, para evitar el ingreso de partículas de polvo o otros que afecten al momento de la recirculación del freón 22.

Para cargar el freón 22 se soldó nuevamente las cañerías, entendiéndose que en el sistema filtro aire ambiente y humedad lo que evitara que el refrigerante circule de forma normal por el sistema, para esto se coloco una bomba de vaciado que absorbe la humedad y aire que se encuentra dentro del sistema, a esta bomba la colocamos en 20 hg, la cual es la medida de presión suficiente para sacar el aire y la humedad.



Figura 3.32: Bomba y manómetros de vaciado

Fuente: Sintya Zapata

Se colocó la bomba al ingreso del sistema destapando el capuchón que sella el mismo y se instaló los manómetros, el proceso de succión del aire con la bomba dura de 25 a 30 minutos.



Figura 3.33: Succión de aire y humedad

Fuente: Sintya Zapata

3.3.7 Especificaciones técnicas y carga del freón R 22 al sistema

3.3.7.1 Especificaciones técnicas del freo R-22

El freón 22 es un gas más pesado que el aire por esto evite el contacto con los ojos y la piel, este gas puede producir congelamiento instantáneo en cualquiera de sus fases.

Este producto tiene como fabricación EEUU.

Nombre apropiado: Clorodifluorometano - Refrigerante R 22.

Contenido neto: 1000g (35 oz).



Figura 3.34: Freón R 22

Fuente: Sintya Zapata

3.3.7.2 Carga del freón R 22 al sistema

Para cargar este gas al sistema se debe tomar en cuenta que mientras más refrigerante se ingrese se reducirá la presencia de escarcha.

En este caso el sistema de aire acondicionado adquirido consta con parámetros de necesidad, tanto del refrigerante como de la alimentación eléctrica que necesita para un óptimo funcionamiento, los parámetros serían los siguientes:



Figura 3.35: Valores del sistema de aire acondicionado

Fuente: Sintya Zapata

Tabla 3.5 Valores del sistema de aire acondicionado

Valores del sistema de aire acondicionado		
Nº	Parámetros	Valores
1	Modelo	Panasonic CW-2430SP
2	Serie	1406105885
3	Voltaje	220 V Freq 60 Hz
4	Corriente	14.5 A
5	Entrada	3.00 kW
6	Refrigerante	R- 22 (46.9 oz)

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Placa informativa del sistema de aire acondicionado

Una vez vaciado el sistema de cualquier humedad y aire ambiente, en el mismo manómetro se coloca el freón con un dispositivo o fitting que se coloca a la boquilla de la botella y a la entrada de la bomba que une al compresor para proceder a la carga del gas.



Figura 3.36: Conexión de la botella de freón a la bomba de carga

Fuente: Sintya Zapata

La presión de empuje de la bomba para el gas es de 20 inHg ya que los manómetros de esta bomba están graduados en inHg, de manera que la presión de empuje sería 9.82 PSI.

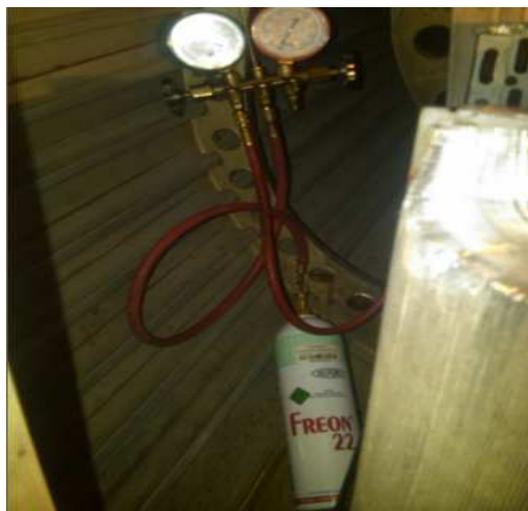


Figura 3.37: Carga del freón al sistema

Fuente: Sintya Zapata

Al cargar el freón a dicho sistema, se toma en cuenta los parámetros mencionados en este caso el abastecimiento de freón es de 46.9oz y cada botella contiene 35oz la misma bomba se encarga de informar cuando el refrigerante a llenado el sistema con la capacidad necesaria.

3.3.8 Selección de cañerías útiles en el avión Fairchild F-227 para enrutar el aire acondicionado

Para este paso se procedió a investigar en los manuales y en el catalogo ilustrado de partes (IPC) del avión Fairchild F- 227 de manera que se encontró la descripción específica de cada cañería y su recorrido dentro del avión.

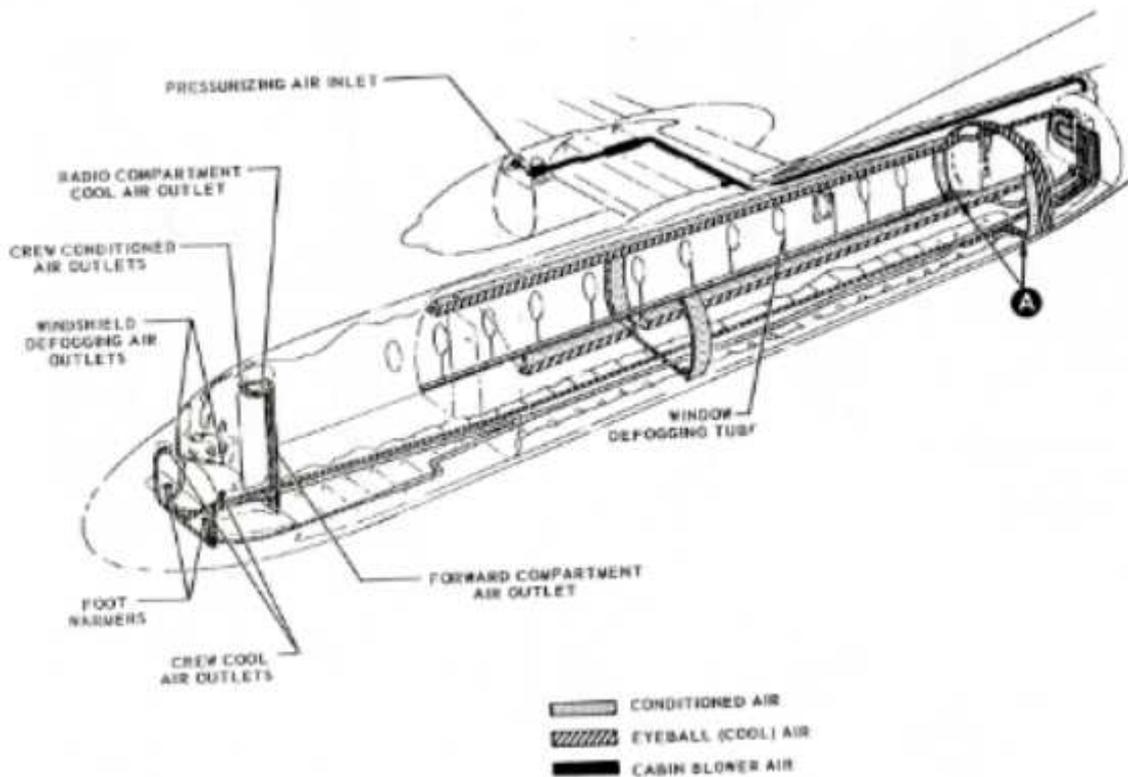


Figura 3.38: Enrutamiento general de las cañerías del avión

Fuente: Manual del avión Fairchild F-227

Al revisar el primer esquema se encontró que las salidas de aire propias del sistema de aire acondicionado son tres que se encuentran en la parte posterior del avión en la estación 655 y desde este punto se dividen para recorrer a lo largo del avión y cumplir con cada función establecida por el fabricante.

La primera división recorre y abastece las salidas de aire la parte superior de las ventanas a costado de las lámparas de pasajeros, la segunda ayuda a la ventilación de equipos electrónicos y la tercera abastece aire acondicionado a piloto y copiloto en diferentes puntos de la cabina de mando. (Ver anexo A).

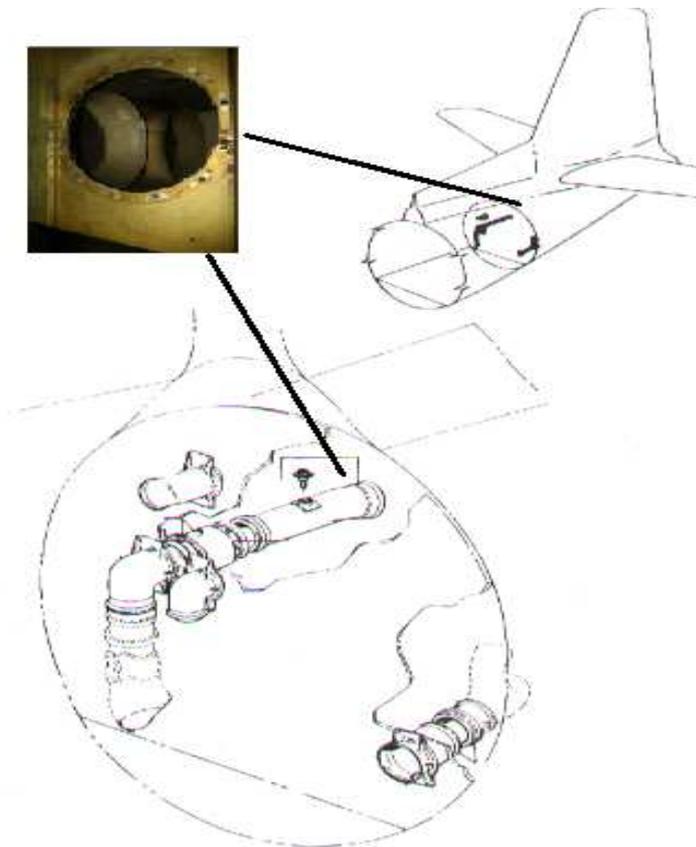


Figura 3.39: División de cañerías del avión Fairchild F- 227

Fuente: Catalogo ilustrado de partes (IPC) del avión Fairchild F-227

3.3.9 Adaptación del aire acondicionado al sistema original del avión

3.3.9.1 Sellado de las entradas de aire inoperables

En el momento que se encontró las tomas principales del aire acondicionado del sistema obsoleto del avión se realizó un análisis del paso de aire por todas las cañerías de la aeronave de tal manera que se comprobaría que no se encuentren rotas, tapadas por válvulas, y sobre todo que sectores de la cabina de pasajeros y pilotos abastezcan de manera eficaz y que cantidades de salida de aire se tendrá.

Con este paso se evitara el menor posible daño en el sistema y se aprovechara al máximo los componentes y partes originales del avión donde la principal ventaja es que el estudiante se beneficiara en el estudio de este sistema ya que su simulación será en su mayoría de forma real porque tendrá los mismos principios básicos del sistema obsoleto anterior.

En el sistema obsoleto se encontró el evaporador este componente fue el único que interrumpía el paso de aire frio al sistema, entonces fue removido para realizar el paso directo del aire ya que el sistema de aire acondicionado adquirido ya contiene un evaporador y este funciona en perfecto estado.



Figura 3.40: Remoción del evaporador obsoleto

Fuente: Sintya Zapata

A continuación se sello las entradas de aire del motor y del mezclador para obtener una sola entrada de aire directa, para esto se realizaron tapas de aluminio y selladas con PRC y remachadas contra la superficie a sellar para obtener una larga duración y el sistema quede sellado herméticamente.



Figura 3.41: Sellado de las entradas de aire inoperables

Fuente: Sintya Zapata

En el siguiente paso se dio tratamiento anticorrosivo a las tapas y sellos que se pusieron para serrar el sistema, una vez terminado este proceso se pego con PRC y remacho dichas tapas.



Figura 3.42: Pegado con PRC de las tapas

Fuente: Sintya Zapata

Antes de sellar con el cono mezclador de aire para hermetizar se procedió a sellar las entradas de aire en el cono fijo del avión estas entradas llegan desde el motor para ayudar con aire caliente a mezclar el aire frío en vuelo y que la entrada de aire a la cabina sea confortable y con la temperatura adecuada, en este caso se procede a sellar estas entradas porque el motor es inoperable y habría fuga de aire y falta de presión para la cabina.



Figura 3.43: Sellado de las entradas de aire del motor y colocación del fan

Fuente: Sintya Zapata

Una vez selladas las entradas de aire inoperativas se procede a colocar el cono mezclador de aire que fue separado para la remoción del evaporador y la colocación de un fan de ductos el cual aspira el aire frío y ayuda al empuje de aire a cabina, este cono fue sellado con las tapas y remaches, al momento de colocarlo se busca un sellado hermético por lo que se seguirá el procedimiento del manual de mantenimiento del avión Fairchild F-227 el que consiste en pegarlo con PRC y emperarlo al la otra mitad fija que se mantuvo en el avión.



Figura 3.44: Sellado del cono mezclador de aire

Fuente: Sintya Zapata

3.3.9.2 Recirculación de aire

La característica de este sistema es que es un sistema que recircula para mantener el aire a temperatura constante y no tener un sobre esfuerzo en el sistema, en la salida del mismo se encuentra un filtro de aire que detiene los alquitranes de polvo, humedad y otros. De tal manera que este filtro limpia el aire y lo purifica para su recirculación.

Este filtro se encuentra en la parte posterior de la cabina de pasajeros al lado derecho.



Figura 3.45: Recirculación de aire

Fuente: Catalogo ilustrado de partes (IPC) del avión Fairchild F-227

3.3.9.3 Entrada de aire frío al sistema

Ya con el sistema sellado se procedió a realizar una especie de domos en acrílico, la utilización de este material es por sus características de durabilidad y adherencia, se lo realizo de color transparente para que el sistema interno quede expuesto y los/as operarios comprendan su funcionamiento, los domos fueron adaptados a la tapa original del aire acondicionado adquirido con el objetivo que no existan fallas ni fugas de aire.



Figura 3.46: Salida de aire al sistema en acrílico

Fuente: Sintya Zapata

Una vez colocado y asegurado el domo de salida de aire frío y entrada al sistema se colocan las cañerías finales, estas cañerías son originales del sistema obsoleto las cuales fueron forradas con cinta aislante para alargar su vida útil, de esta manera se sello el sistema en su totalidad en el compartimiento de aire acondicionado en la estación 655.



Figura 3.47: Unión de cañerías al sistema

Fuente: Sintya Zapata

3.3.9.4 Reparación de cañerías

Uno de los problemas que se encontraron en el avión escuela Fairchild fue que por su año de fabricación y su falta de mantenimiento tenía las cañerías flexibles averiadas en ciertos puntos lo cual afectaba el paso de aire directo, la reparación se realizó con cinta de aluminio por su material durable y su relación con el material aeronáutico.



Figura 3.48: Reparación de cañerías

Fuente: Sintya Zapata

Ya reparadas todas las cañerías el sistema está listo para ser operado en su plena totalidad, de manera confiable y segura ya que se cumplió con la expectativa deseada.

3.3.10 Diagramas de procesos

En la siguiente tabla se gráfica la representación de todos los pasos de rehabilitación secuenciales y lógicos que se realizaron dentro de los procesos productivos, permite visualizar la rehabilitación completa del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild.

Tabla 3.6: Simbología de los diagramas de proceso

NÚMERO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección
3		Fin de operación
4		Conector

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.10.1 Diagrama de procesos de la elaboración de la base para la ubicación del aire acondicionado

Ángulos de hierro de 73m para los laterales y de 66cm para los transversales, laminas de largo y ancho de 4cm y espesor de 2.3cm como base fija para la ubicación del aire acondicionado.

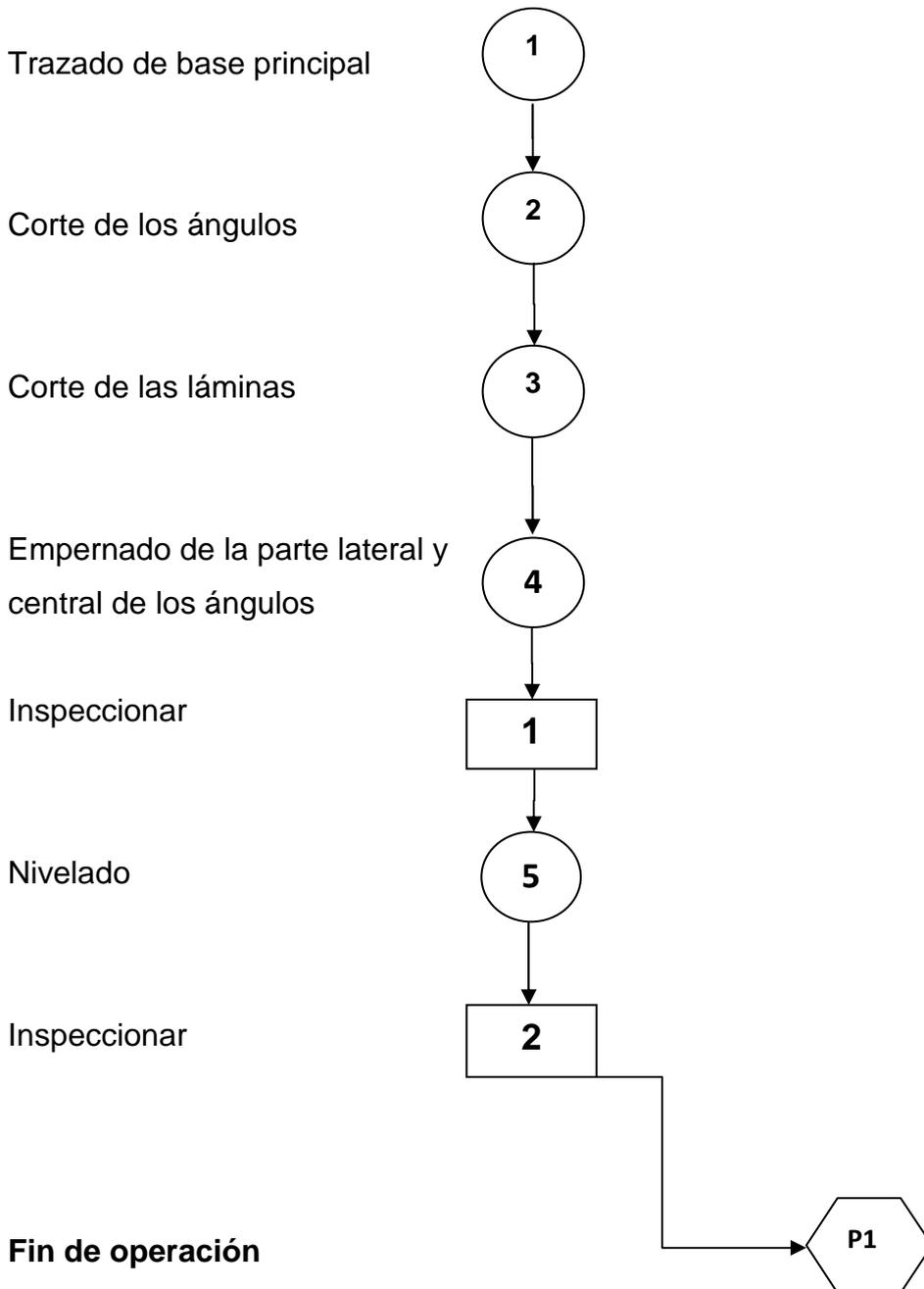


Tabla 3.7: Proceso de la base para el aire acondicionado

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medir y trazar en los ángulos la medida de 73cm y 66ccm.					H1-H2-H4	20
2	Cortar los ángulos según la medida trazada y esmerilar.	M1 - M2- M6	30				
3	Medir y trazar en la lámina de hierro, láminas de 4cmm x 4cmm.		40			H1-H2-H4	
4	Cortar las láminas según las medidas trazadas y esmerilar.	M1-M2- M6	90				
5	Taladrado y empernado de los ángulos a la las cuadernas del avión Fairchild.	M5	60			H3-H6-H11	120
6	Base terminada - pintura.					H14	40

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.32.10.2 Diagrama de procesos para el desarmado y división del aire acondicionado

Se procede a desarmar y dividirlo para el montaje en el avión debido al angosto ingreso al compartimiento.

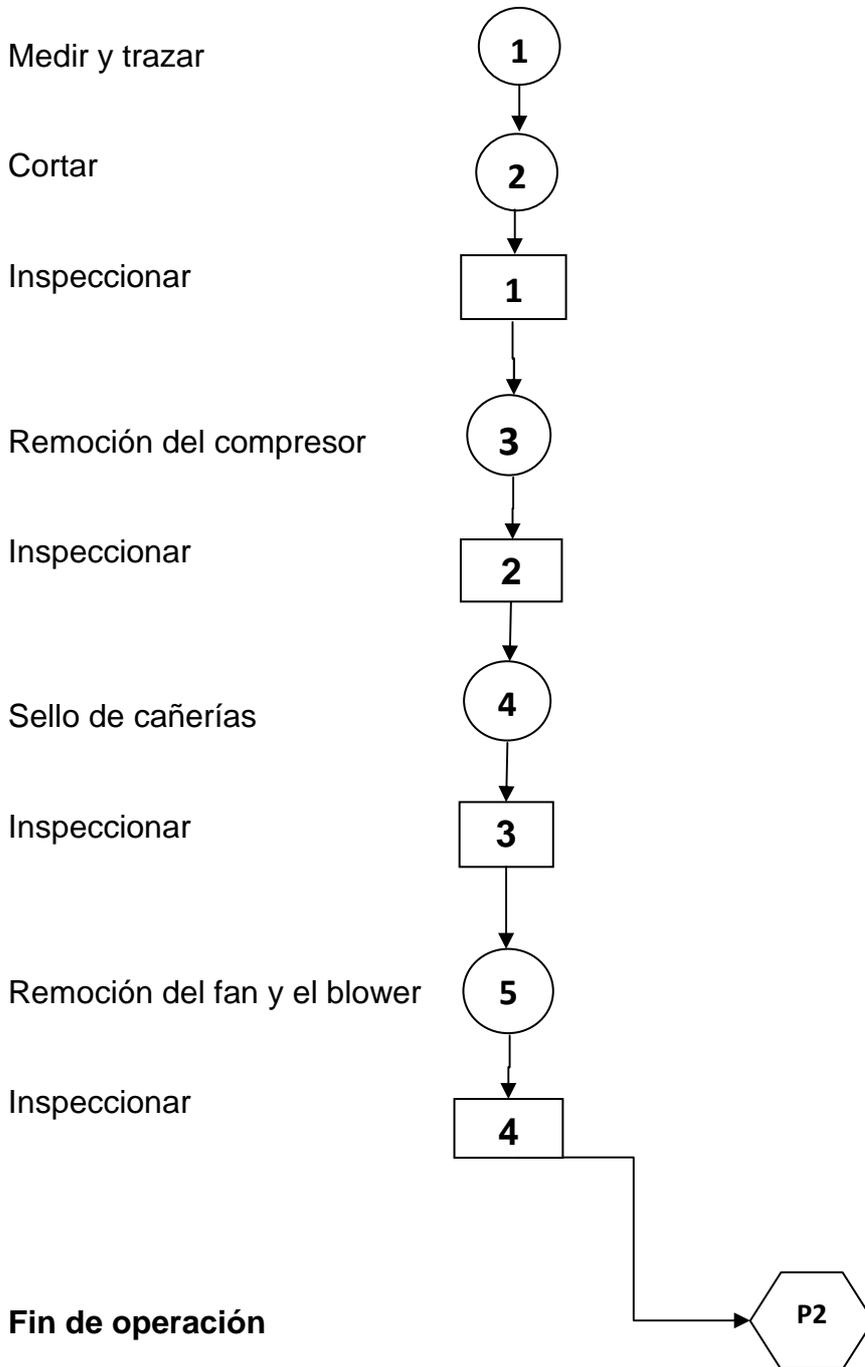


Tabla 3.8: Proceso de desarmado y división del aire acondicionado

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta- Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medir y trazar el centro del aire acondicionado evitando afectar los componentes.					H1-H2-H4	120
2	Cortar según las medidas sin afectar el diseño y limar.	M1-M2	120				
3	Remoción del compresor					H3	30
4	Se procede a sellar las cañerías.					H9	10
5	Se remueve el evaporador y condensador para que no haya filtración de polvo.	M4	60				
6	Se remueve el fan y el blower.					H3-H10	30

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.10.3 Diagrama de procesos para la limpieza del aire acondicionado

La limpieza se realizo con shampoo industrial aeronáutico.

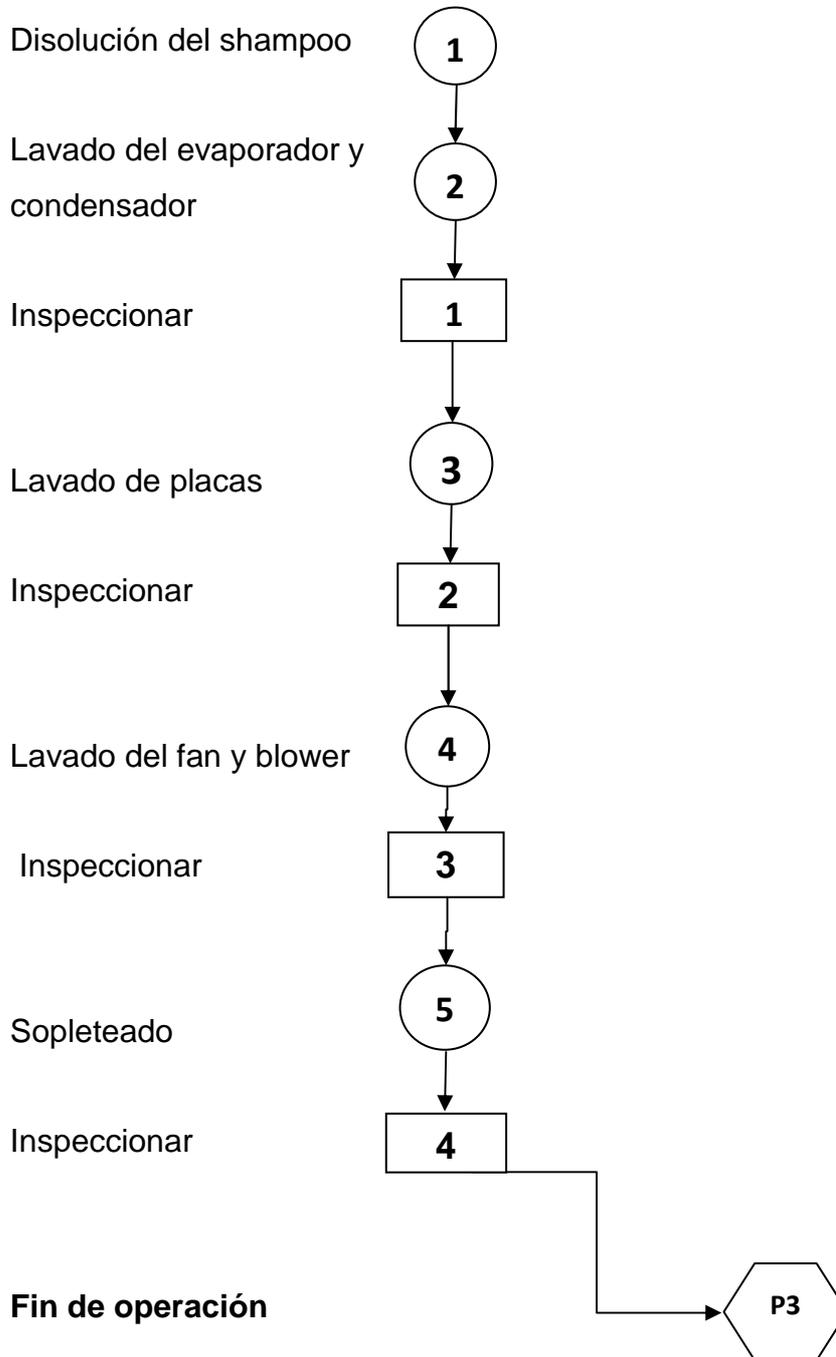


Tabla 3.19: Proceso de limpieza del aire acondicionado

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Disolución del shampoo en agua.					H14	20
2	Lavado del evaporador y condensador.					H14	40
3	Lavado de placas.					H14	40
4	Lavado del fan y blower.					H14	20
5	Sopleteado para el secado y limpieza de las aletas.	M9	40			H8	

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.10.4 Diagrama de procesos del montaje del aire acondicionado dentro del avión

Se procederá a montar y ensamblar el aire acondicionado en la base ensamblada dentro del avión.

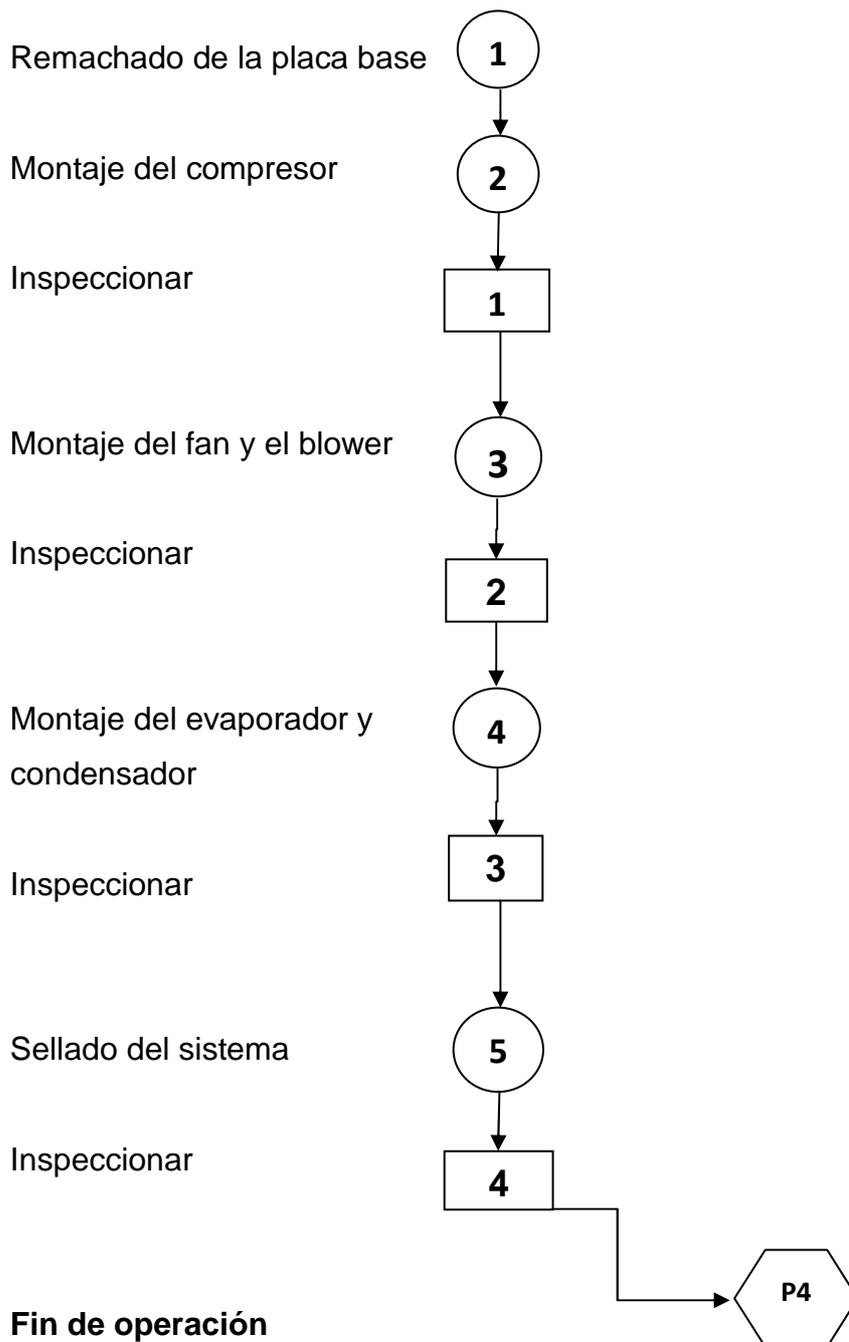


Tabla 3.10: Proceso del montaje del aire acondicionado dentro del avión

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Remachado de la placa base donde se montara los componentes del sistema.	M3-M5	20			H5-H6	20
2	Montaje del compresor.					H3	20
3	Montaje del fan y del blower al eje central.					H3-H10- H11-H13	30
4	Montaje del evaporador y condensador.	M4				H3-H11	60
5	Sellado del sistema.					H3-H11	40
6	Tapa final de acrílico					H3-H11	20

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.10.5 Diagrama de procesos para la carga del freón R-22

El freón R-22 por sus especificaciones técnicas es el más apropiado para la refrigeración del sistema, este es cargado al sistema para re circular por las cañerías que se dirigen al compresor.

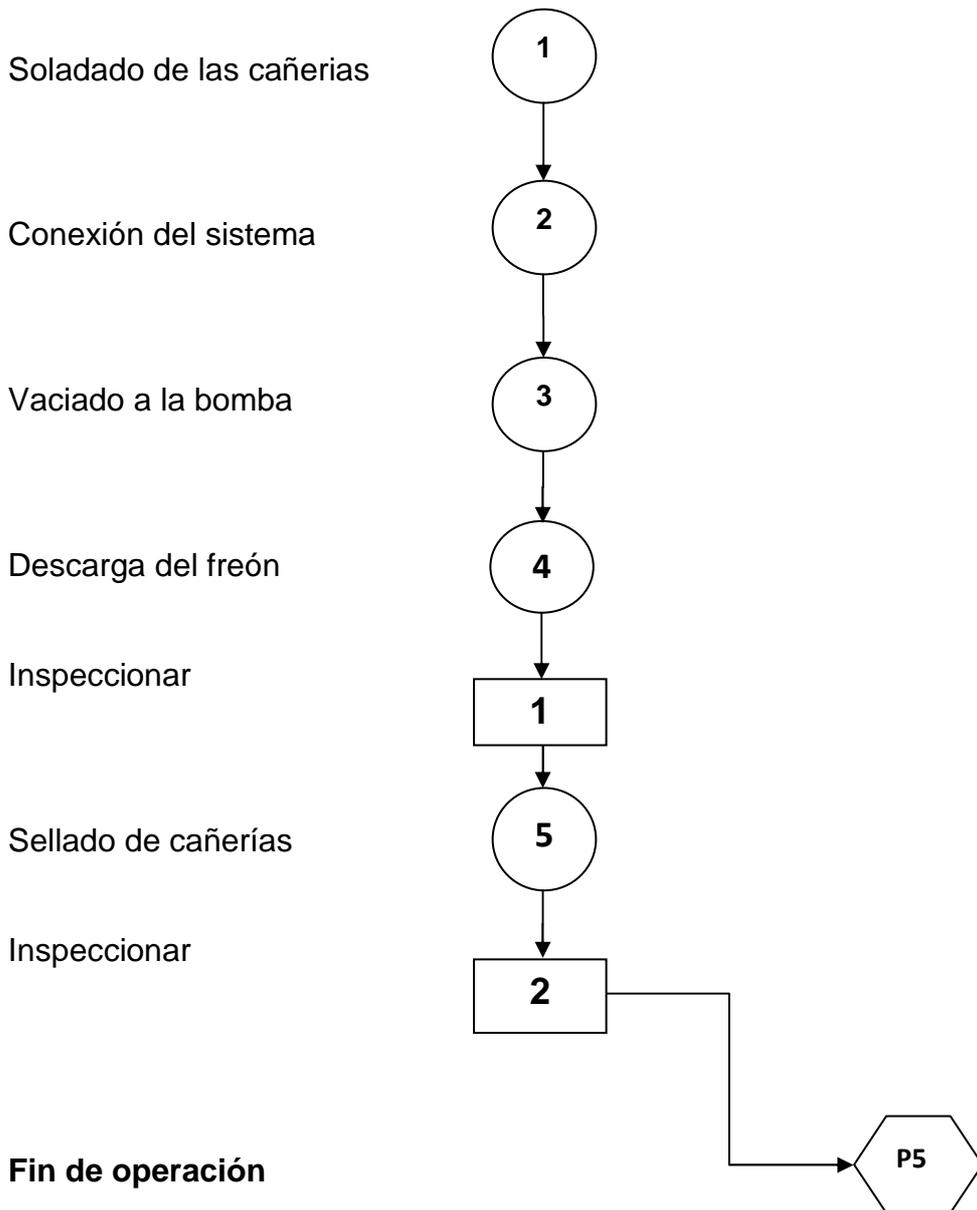


Tabla 3.11: Proceso de la carga del freón R-22

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Soldado de cañerías de cobre.	M4	40			H13	40
2	Conexión de la bomba al sistema.	M8	20			H13	20
3	Vaciado del sistema de humedad y aire.	M8	40				
4	Descarga del freón al sistema.	M8	90				
5	Sellado de cañerías.					H13	20

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.10.6 Diagrama de procesos de la adaptación del sistema de aire acondicionado al avión

Se adapta el sistema nuevo al sistema obsoleto para completar la rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild.

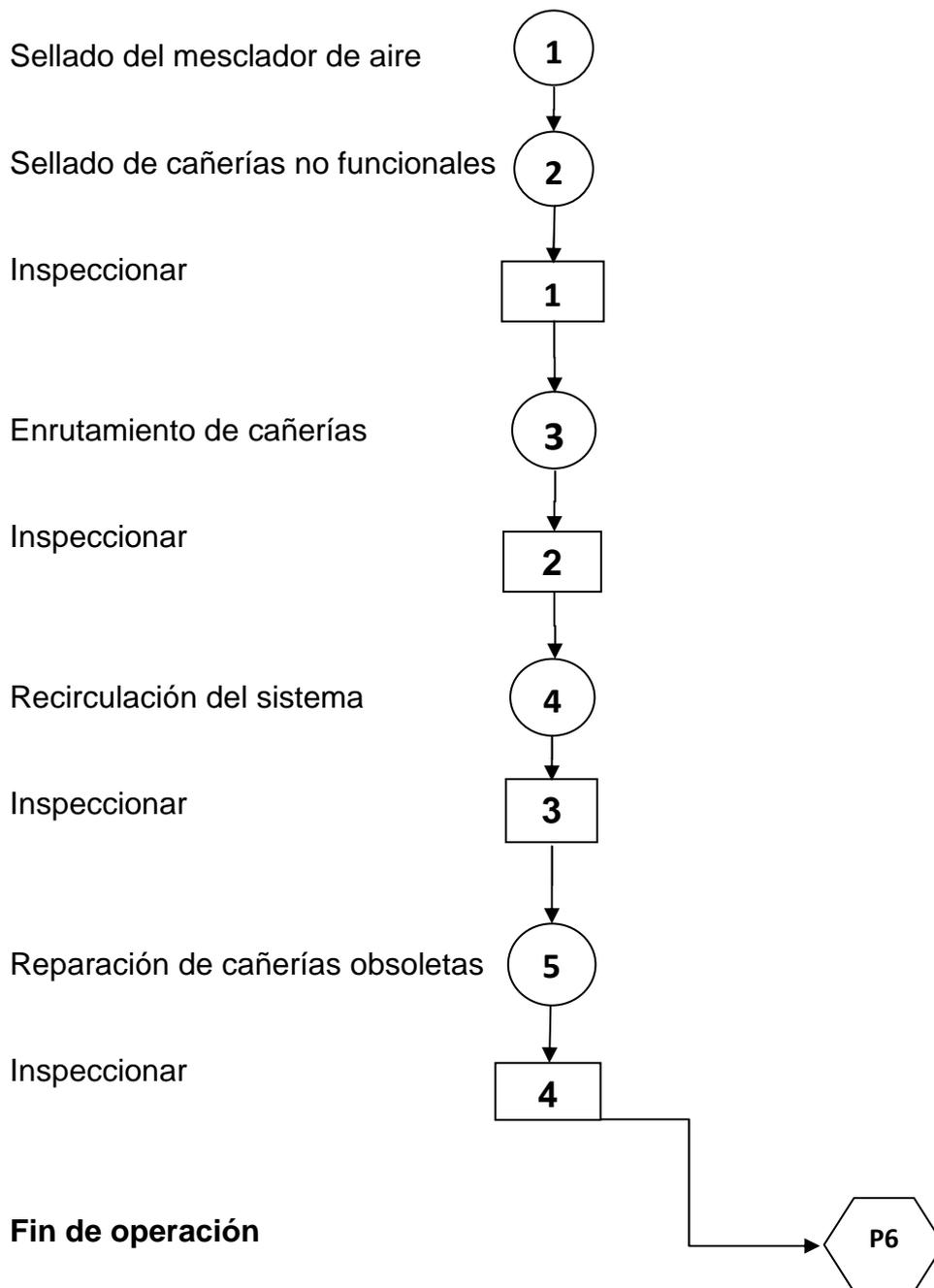


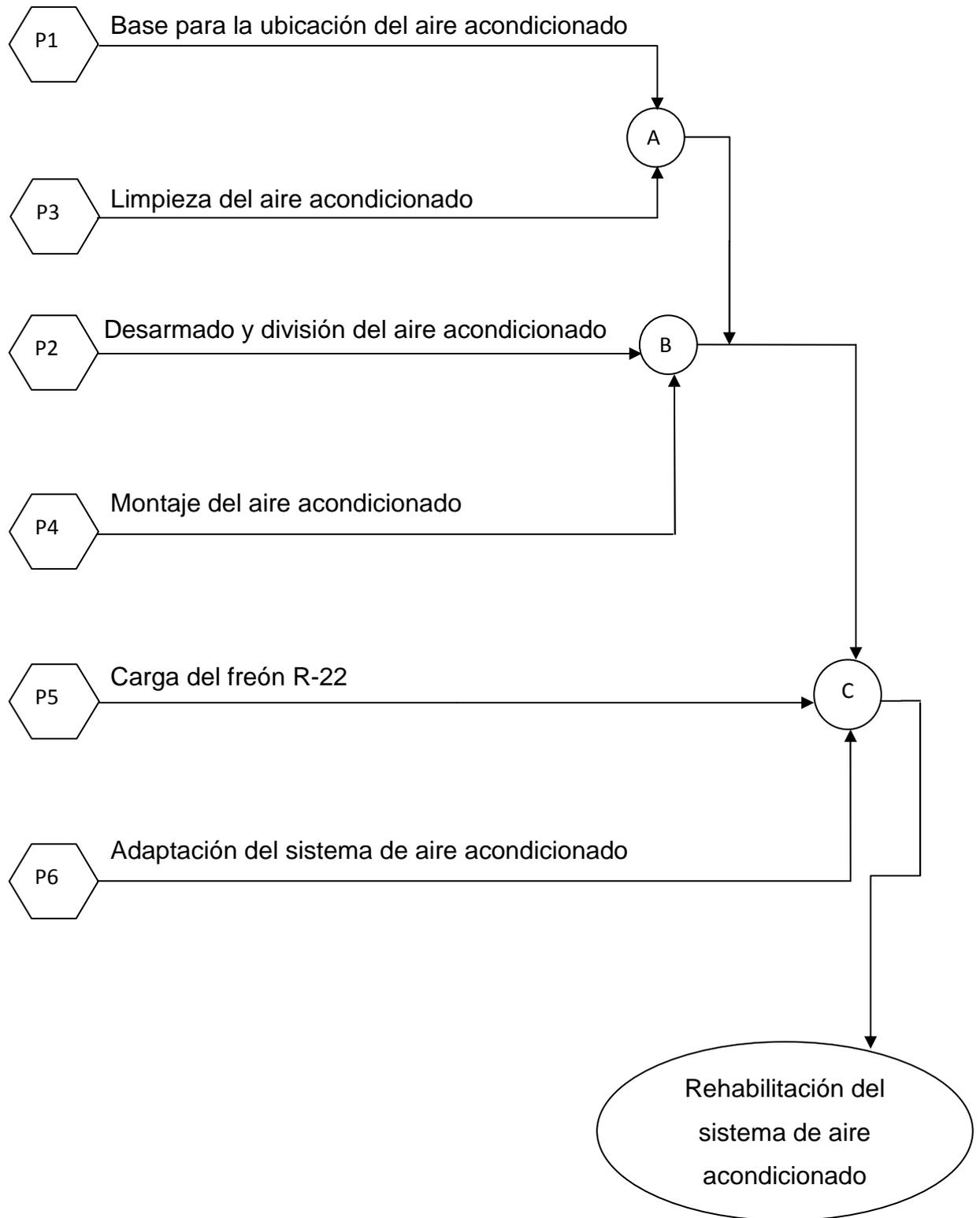
Tabla 3.12: Proceso del montaje del aire acondicionado dentro del avión

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Sellado del mezclador de aire.		60			H3-H11	20
2	Sellado de cañerías no funcionales.	H1-H2-H3-H5-H7	180			H1-H2-H3-H4-H5-H6-H11	60
3	Enrutamiento de cañerías.	M9	40			H8	40
4	Recirculación del sistema.	M1-M2	40				
5	Reparación de cañerías.					H3	
6	Sellado del sistema.					H3-H11-H12-H13	120

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.10.7 Diagramas generales de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado.



3.3.11 Pruebas de funcionamiento

Ya rehabilitado el sistema de aire acondicionado del avión Fairchild se procede a verificar el desempeño óptimo o posibles fallas, por medio de las pruebas de funcionamiento la misma que es realizada en el avión escuela del Instituto.

Las pruebas se realizaron en la cabina del avión Fairchild analizando las salidas de aire y disipación de frío por toda la cabina.

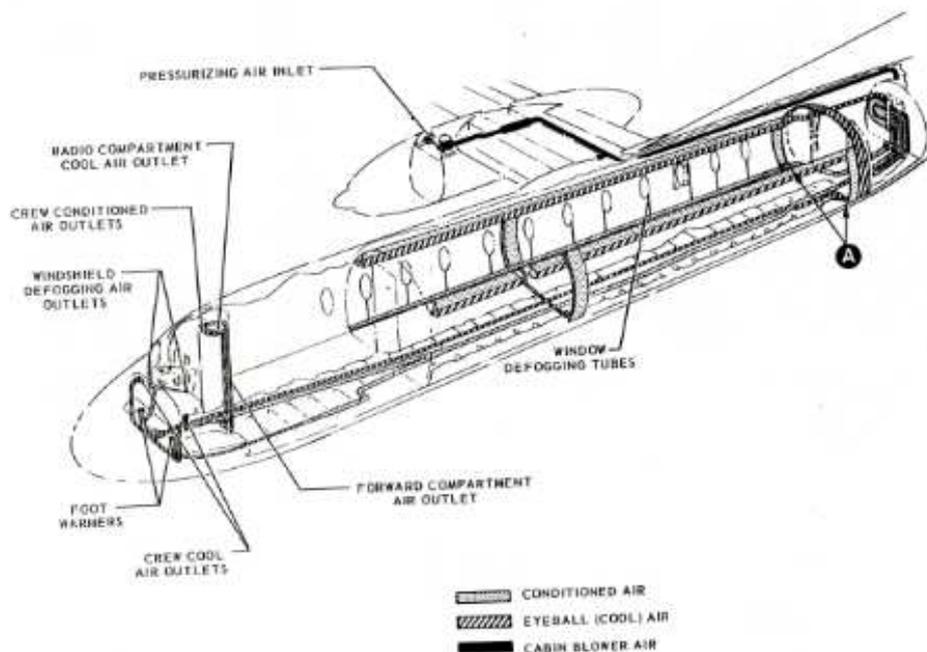


Figura 3.49: Prueba de funcionamiento

Fuente: Sintya Zapata

Para realizar esta prueba es necesario que el avión escuela Fairchild F-227 este energizado y los controles en OFF.

Estos son los procesos que se ejecutaron en la prueba de funcionamiento: Se percato que todos los switches estén en posición de off.

Se energizo el avión el cual es conectado a la toma que se encuentra en la bodega del avión Fairchild.

Se ubico el switch en ON la lamparilla de aviso se encendió esto nos informa que el sistema está listo para ser operado.

Se activando el selector de temperatura girando la perilla donde empezara a funcionar el compresor y el freón empezara a re circular y enfriar el sistema.

Con el selector de temperatura al máximo y el control de temperatura igual la cabina de piloto y pasajeros procede a enfriarse en 15 minutos.

Este sistema tiene un sensor el cual apaga automáticamente el sistema cuando este llega a una temperatura confortable y constante que re circulara por toda la aeronave la misma que cuando empieza a ambientarce activara el sistema y el trabajo se reanudara hasta que el operario suspenda el trabajo.

El manual da paso a paso las instrucciones para operar este sistema.

Tabla 3.13: Parámetros de las pruebas de funcionamiento

Componentes del sistema	SI	NO
Los componentes se acoplan correctamente al sistema.	X	
La aeronave soporta el peso del sistema de aire acondicionado nuevo.	X	
Desplazamiento correcto del freón R-22 al sistema.	X	

Satisface los espacios a enfriar dejando un ambiente confortable.	X	
Los dispositivos de operación y mando adoptan el mismo lugar y funcionamiento del sistema obsoleto.	X	

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

La rehabilitación del sistema de aire acondicionado esta en optimas condiciones de funcionamiento y cumple con las expectativas para lo que fue rehabilitado.

3.3.12 Descripción de los manuales

La finalidad de este capítulo es dar a conocer los diferentes pasos, métodos establecidos de cualquier maquina a operar como son: mantenimiento, operación y sobre todo seguridad, procedimientos que nos brindarán mayor comodidad, operatividad y sobre todo el perfecto desenvolvimiento de nuestro banco de prueba garantizando con esto cero fallas y tiempo perdido.

3.3.13 Tipos de manuales

Se elaboró tres tipos de manuales que se aplicaran como guía base para la adecuada y correcta utilización de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado. Para una mayor comodidad en la búsqueda de estos manuales para el usuario se ha establecido una codificación para la fácil identificación de estos, los cuales se darán a conocer más adelante.

3.3.13.1 Manual de operación

Este instructivo brinda los diferentes procesos acordes a una correcta operación de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild F-227, con este instructivo se obtiene mayor facilidad a la hora de operar el sistema, se gana más tiempo y el trabajo final será mucho más satisfactorio.

3.3.13.2 Manual de mantenimiento

Es importante llevar un control de mantenimiento del sistema de aire acondicionado de dicho avión, Este proceso ayudara a alargar la vida útil del mismo y preservara su estado y correcto funcionamiento.

3.3.13.3 Manual de seguridad

En el manual de seguridad se registran un conjunto de normas, procedimientos a seguir para la utilización de equipos, herramientas y maquinas, es esencial la protección personal y esta será siempre primordial para dar mantenimiento a el sistema rehabilitado, este instructivo solventara en gran medida ciertos tipos de procedimientos para mantener la seguridad tanto del sistema como del operario procurando no tener incidentes ni accidentes.

A continuación se da a anotar la codificación de los procedimientos de esta rehabilitación del sistema de aire acondicionado.

Tabla 3.14: Codificación de los manuales

Manual	Código
ANALISIS DE RESULTADOS	A.R.S.A.COND
OPERACIÓN	M.O.S.A.COND
MANTENIMIENTO	M.M.S.A.COND

SEGURIDAD	M.S.S.A.COND
HOJA DE REGISTRO	H.R.S.A.COND

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	PUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVION FAIRCHILD	Código: A.R.S. A.COND
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Sintya Zapata	Fecha: 06 Mar 2014
	Aprobado por: Tlgo. Alejandro Proaño	

1.OBJETIVO:

Observar el desenvolvimiento de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión escuela fairchild, así mismo de todo el sistema ha rehabilitar, descubrir las posibles fallas en el sistema.

2. ALCANCE:

Esta prueba de funcionamiento permite saber si la rehabilitación del sistema de aire acondicionado se encuentra en condiciones de operación óptima.

3. SE TOMÓ EN CUENTA EN LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO LO SIGUIENTE:

1. Los componentes se acoplan correctamente al sistema.

Los componentes del sistema de aire acondicionado actual tienen el mismo principio de funcionamiento del sistema obsoleto por lo que permitirá que el sistema opere en su mayoría de forma similar al anterior y optimizara la enseñanza a los estudiantes del Instituto.

2. La aeronave soporta el peso del sistema de aire acondicionado nuevo.

El avión escuela Fairchild de serie F-227, su estructura es sólida y soporta el

peso del nuevo sistema de manera que no se afectó la estructura del mismo evitando daños por cargas estructurales y se aprovechó el espacio que ocupaba el sistema obsoleto.

3. Desplazamiento correcto del freón R-22 al sistema.

El sistema obsoleto entraba en funcionamiento con freón 12 el cual es muy contaminante al contrario del freón R-22 este tiene menos contaminación y es amigable con el planeta por esto en los nuevos sistemas entraron en funcionamiento lo cual es eficiente porque abastece y cumple con el mismo funcionamiento de refrigerante en el sistema, donde se circula para obtener varios procesos como resultado enfría las aletas y expulsa aire frío.

4. Satisface los espacios a enfriar dejando un ambiente confortable.

Las cañerías de la aeronave facilitaron el trabajo por su disposición en la misma ya que recorren de manera individual para abastecer el aire en cabina y la salida en las mismas es óptima para el trabajo que se realizó y la manera que se buscó para climatizar la cabina.

5. Los dispositivos de operación y mando adoptan el mismo lugar y funcionamiento del sistema obsoleto.

En cabina los mandos de operación para este sistema fueron reemplazados por el mismo de la aeronave con el fin de que el sistema sea rehabilitado y funcione de forma similar de manera que los estudiantes del Instituto aprendan como opera un sistema en tiempo real.

5. Conclusión

Una vez finalizadas las pruebas de funcionamiento se pudo definir qué: el sistema de aire acondicionado del avión escuela Fairchild F-227 funciona de manera correcta y eficiente.

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	<p align="center">OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVION FAIRCHILD</p>	Código: M.O.S. A.COND
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Sintya Zapata	Fecha: 06 Mar 2014
Aprobado por: Tlgo. Alejandro Proaño		
<p>1. OBJETIVO:</p> <p>Documentar los procedimientos que se deben tomar en cuenta para la correcta Operación y funcionamiento del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild.</p> <p>2. ALCANCE:</p> <p>Facilitar el material necesario para la operación normal del sistema de aire acondicionado.</p> <p>3. PROCEDIMIENTOS:</p> <p>La operación de este sistema se produce en cabina en el panel lateral del copiloto, desde este panel se opera todo el sistema.</p> <p>Instrucciones para el uso del sistema de aire acondicionado:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar que todo los switches estén en posición de OFF. <div data-bbox="572 1738 1098 2029" data-label="Image"> </div>		

2. Energizar la aeronave, la toma se encuentra en el compartimiento de aire acondicionado en la estación 655 del avión Fairchild F-227 y la extensión en el taller de reparaciones menores.



3. En el compartimiento de equipaje de tripulantes principal se encuentra un circuit breaker el cual energiza el sistema de aire acondicionado, se procede a colocar el switch en la posición ON para energizar el sistema de 220V ac.



4. En el panel lateral del copiloto se encuentra el switch de posición OFF-ON este switch es selectado a posición ON y se encenderá la lamparilla de indicación, el cual nos indicara que el sistema esta energizado.



5. El selector de temperatura (SELECTOR TEMP), activa el compresor, gire la perilla hasta la posición deseada, esta perilla controla el empuje de aire deseado en cabina en un rango de 5 posiciones teniendo desde OFF a MAX en incremento.



6. El control de temperatura (CONTROL TEMP), da el grado de enfriamiento a la cabina, gire la perilla según la temperatura deseada en cabina, esta perilla tiene 10 posiciones desde MIN a MAX en incremento.



7. Para el apagado del sistema gire las perillas a los puntos MIN y OFF y el switch en OFF.



8. Cuando la lamparilla del panel lateral del copiloto se haya apagado proceda a desenergizar el avión desconectando cuidadosamente la toma de energía que se encuentra en el compartimiento de aire acondicionado en la estación 655 del avión Fairchild F-227 y desconecte el enchufe de 220V ac, del toma corriente del taller de reparaciones menores.

NOTA: Las perillas funcionan en forma conjunta de modo que la perilla uno empuja el aire climatizado y la perilla dos controla la temperatura deseada para el

enfriamiento en cabina.

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVION FAIRCHILD	Código: M.M.S. A.COND
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Sintya Zapata	Fecha:
	Aprobado por: Tlgo. Alejandro Proaño	06 Mar 2014

1. OBJETIVO:

Obtener el procedimiento a seguir para mantener siempre en condiciones óptimas el sistema de aire acondicionado.

2. ALCANCE:

El presente manual permite mantener el sistema de aire acondicionado en condiciones de operación óptima y preservar la vida útil del mismo.

3. PROCEDIMIENTOS:

El mantenimiento de este sistema se divide en dos tipos uno semestral y uno anual.

3.1 Mantenimiento semestral

Los siguientes pasos son los procedimientos a seguir por el usuario:

- Se chequeara que no exista fugas ni daños en las cañerías del compartimiento de aire acondicionado por medio de una inspección visual, ya que estas cañerías son de fibra de vidrio y su vida útil es de larga duración y el material de alta durabilidad, en caso de encontrar fugas o

daños se debe en lo posible reemplazar la sección con un material similar que en este caso sería tubos de PVC.

- Si se escucha sonidos extraños en el artefacto o anomalía se procederá a destaparlo en el siguiente orden.
 1. Se desconectaran las cañerías que conectan al artefacto en las entradas de los domos de acrílico.
 2. Retirar la tapa principal del artefacto, de manera cuidadosa para evitar daños en la misma.
 3. Retirar el forro de metal que cubre el artefacto enviándolo a la parte posterior del avión para que su reposición sea fácil.
 4. Revisar cual es el motivo de ruido que se está produciendo y repararlo, la reparación es sencilla ya que los componentes internos son expuestos y en disposición espaciosa.
 5. Una vez reparado el problema proceda a sellarlo en forma secuencial, primero se colocara el forro como paso siguiente se colocara la tapa y a continuación se conectaran y sellaran las cañerías.

3.2 Mantenimiento anual

Este mantenimiento es el más importante y necesario ya que se revisara algunos parámetros necesarios para el óptimo funcionamiento y abastecimiento del sistema.

Este mantenimiento se realiza para mantener los parámetros del freón R-22 y la limpieza interna del sistema.

Los siguientes pasos son los procedimientos a seguir por el usuario:

1. Se desconectaran las cañerías que conectan al artefacto en las entradas de los domos de acrílico.
2. Retirar la tapa principal del artefacto, de manera cuidadosa para evitar daños en la misma.
3. Retirar el forro de metal que cubre el artefacto enviándolo a la parte posterior del avión para que su reposición sea fácil.
4. Para saber si el freón se ha descargado se realiza una inspección visual donde si existe la aparición de escarcha en las aletas del evaporador y salida de aire frío, este indicara que el freón esta descargado y se procederá a conectar una bomba de vaciado con manómetros de presión en la entrada de aire del artefacto y colocar la botella de freón en la otra entrada y cargar hasta que el sistema llegue a 46.9 oz el cual es el parámetro de freón que ordena el fabricante.
5. En la limpieza se procederá a realizar cuidadosamente con un soplete y presión neumática de 80 PSI el sopleteado del sistema, este paso se realiza para evitar la acumulación de polvo y alquitranes filtrados que puedan causar posibles daños al sistema.
6. Una vez realizada la limpieza del sistema y revisado el freón se procederá a sellarlo en forma secuencial, primero se colocara el forro como paso siguiente se colocara la tapa y a continuación se conectaran y sellaran las cañerías.

Firma de responsabilidad.....

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVION FAIRCHILD	Código: M.S.S. A.COND
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Sintya Zapata	Fecha:
Aprobado por: Tlgo. Alejandro Proaño	06 Mar 2014	

1. OBJETIVO:

Documentar los procesos de seguridad, para evitar cualquier incidente o accidente al operario en la manipulación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild F-227.

2. ALCANCE:

Mantener un buen funcionamiento del sistema de aire acondicionado evitando cualquier incidente o accidente para preservar el factor mecánico como el factor humano.

3. PROCEDIMIENTOS:

El personal que realice el mantenimiento del sistema de aire acondicionado deberá tomar en cuenta las normas y precauciones de seguridad.

4. ADVERTENCIAS

- Para dar mantenimiento al sistema de aire acondicionado el sistema do debe estar energizado es decir que la toma de corriente debe estar en su totalidad desconectada.
- No mezclar el freón con aire bajo ninguna circunstancia.
- Evite respirar altas concentraciones de vapor de freón puede causar

irregularidades cardiacas, inconsciencia incluso la muerte.

- Evitar el contacto con cualquier parte de la piel porque puede producir congelamiento inmediato en cualquiera de sus fases.
- No aplique flama directa, caliente o almacene el envase a temperaturas por arriba de 55°C, el freón podría descomponerse y los productos bajo este estado son peligrosos.

5. Normas de seguridad

- Utilizar ropa ajustada, protectores de oído, gafas y mascarilla para dar mantenimiento a este sistema.
- Para el uso del freón, usar lentes de seguridad para productos químicos y guantes impermeables.
- Siempre revise el correcto apriete de las cañerías para que no exista fugas.
- En caso de inhalar altas concentraciones de freón mueva inmediatamente a la persona a una area ventilada y fresca y manténgala tranquila.
- En caso de tener contacto con la piel enjuague inmediatamente la región afectada con agua tibia durante 15 minutos, no use agua caliente y llame al médico.
- Tenga cuidado de que la ropa suelta (corbatas, camisa mangas, bufandas, etc.) que no entren en el contacto con el fan y el blower o dañen los terminales de las aletas debido al material delicado de fabricación.
- Anotar en la hoja de registro todos los trabajos de mantenimiento que se realice en el sistema de aire acondicionado.

Firma de responsabilidad.....

ITSA		REGISTRO DE MANTENIMIENTO					Código:	
		Historial de vida de Mantenimiento del Sistema de Aire Acondicionado.					Registro N°: 1	
		Avión Fairchild F-227						
MECÁNICA								
						Hoja.....de.....		
N°.	Fecha	Fecha	Trabajo	Material y/o repuesto	Respon	sable	Observaciones	
	Inicio	Finalización	realizado	utilizado				
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						
	/ /	/ /						

3.3.14 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto no es el presupuesto total ya que fue un presupuesto estimado, pero al ya palpar los elementos utilizados las herramientas adquiridas, etc. Se ha llegado al valor real.

3.3.14.1 Análisis de costos

La rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild detalla a continuación Costos primarios y secundarios.

Costos Primarios

- ✓ Materiales
- ✓ Herramientas y equipos
- ✓ Mano de obra

Costos Secundarios

- ✓ Elaboración de textos
- ✓ Derecho de graduación

3.3.15 Costos primarios

3.3.15.1 Costos de materiales

Tabla 3.15: Costo de materiales

Materiales	Cantidad	Unidad	Valor x uni.\$	valor total \$
Aire acondicionado	1		400	400
Ángulos de hierro 2.3 mm de espesor	1		10,00	10,00
Tornillos	80		0,17	13,60
Pintura	1		2,50	2,50
Cinta de aluminio	2		8,00	16,00
Cinta aislante térmica	1		4,50	4,50
Remaches solidos	1	lb	5,00	5,00
PRC	1		30,00	30,00
Lija de metal	1		0,50	0,50
TOTAL				482,10 USD.

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.15.2 Costos de herramientas y equipos

Tabla 3.16: Costo de herramientas y equipos

Nº	ITEM	Cant	V. Uni. hrs.Hom USD	Hrs. Uso	V. Total hrs.Hom USD
1	Fluxómetro	1	0,25	5hrs 30min	1,35
2	Escuadra	1	0,25	7hrs	1,75
3	Rayador	1	0,25	5hrs 30min	1,35
4	Entenalla	1	2,50	1hrs	3,75

				30min	
5	Sierra manual	1	2,00	2hrs 30min	5,00
6	Tijera para tol	1	0,50	30min	0,25
7	Soldadora autógena	1	10	2hrs 30min	23,00
8	Sierra – Metal	1	2	2hrs	4,00
9	Taladro	1	5	1hrs	5,00
10	Cortadora industrial	1	6	1hr	6,00
11	Martillo neumático	1	10	6hrs	60,00
12	Cortadora neumática	1	10	3hrs	30,00
TOTAL					141,45 USD.

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.15.3 Costos por mano de obra

Tabla 3.17: Costo por mano de obra

Nº	ITEM	Cant	V. Unitario Hrs. Hombre USD	Hrs. Empleadas	V. Total Hrs. Hombre USD
1	Maestro en acrílico	1	10	5	50
2	soldador	1	25	3	75
3	Maestro	1	5	3	15

	automotriz				
4	Cargado de freón.	1	15	3	45
5	Realización de la placa de identificación.	1	6	1	6
TOTAL					191,00 USD.

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.15.4 Total de costos primarios

Tabla 3.18: Total costos primarios

N°	Detalle	Valor \$
1	Costos de materiales	482,10
2	Costo de herramientas y equipos	141,45
3	Costo por mano de obra	191,00
	TOTAL	814,55

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.16 Costos secundarios

3.3.16.1 Tabla del total de costos secundarios

Tabla 3.19: Total costos secundarios

N°	Detalle	Valor \$
1	Pago de derecho de grado	300
2	Elaboración de textos	180
3	CD'S	30
4	Asesoramiento	100
	TOTAL	610

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

3.3.17 Costo total del proyecto de grado

Tabla 3.20: Total costo del proyecto

N°	Detalle	Valor \$
1	Gastos primarios	814,55
2	Gastos secundarios	610
	TOTAL	1424,55

Elaborado por: Sintya Belen Zapata Cruz

Fuente: Investigación de campo

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se rehabilitó el sistema de aire acondicionado del avión Fairchild, utilizando información técnica recolectada en los manuales técnicos del avión fairchild.
- Los requerimientos técnicos de funcionamiento u operación se determinaron previo a la rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild permitiendo con esto establecer los parámetros requeridos para una operación favorable.
- La rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild se cumplió y se logró culminarlo con éxito.
- Una vez finalizado el proceso de rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild se ha podido comprobar el correcto funcionamiento del mismo, realizando ensayos, en los que se verifico su total funcionalidad y utilidad.
- Se elaboró manuales de operación, mantenimiento y seguridad del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild para una correcta manipulación del mismo de manera que se optimizara la integridad física del operador y del sistema.

- Con la rehabilitación del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild, brindando una ayuda muy importante en la enseñanza de este sistema y las actividades a realizarse dentro del avión escuela del instituto, ya que el ambiente de estudio y actividades será confortable.

4.2 Recomendaciones

- Las instrucciones que se encuentran descritas en cada uno de los manuales deben ser seguidas paso a paso, para evitar un incidente o accidente.
- Es importante que toda la información relacionada con la rehabilitación del sistema sea dada a conocer de manera detallada a las personas que lo van a operar.
- El mantenimiento del sistema de aire acondicionado del avión Fairchild debe ser realizado por personal certificado y autorizado.
- Antes de operar el sistema lea cuidadosamente el manual de operación.
- El uso del sistema de aire acondicionado rehabilitado del avión fairchild es solamente con fines de instrucción en ningún caso reemplaza al sistema de aire acondicionado descrito en los manuales del avión fairchild.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Rehabilitación:** Acción y efecto de rehabilitar, habilitar de nuevo o restituir a alguien o algo a su antiguo estado.
- **Presurizar:** Mantener la presión atmosférica normal en un espacio, independientemente de la presión exterior.
- **Aterrizaje:** Es la fase final de un vuelo, que se define como el proceso que realiza una aeronave que culmina con el contacto del aparato con la tierra.
- **Despegue:** En aeronáutica, el despegue es la fase inicial y esencial de un vuelo, que se logra tras realizar la carrera de despegue sobre una pista de despegue y aterrizaje de un aeropuerto.
- **Turbohélice:** (En inglés: turboprop) tiene montada delante del rotor una hélice propulsada por una segunda turbina, denominada turbina libre.
- **Válvula bypass:** Derivación, paso, desviación, tubo de paso o de dos pasos.
- **Packs:** Paquetes de aire seco que aportan al aire acondicionado, ventilación y presurización.
- **VDT:** (Válvula de derivación de la turbina) Control combinado de presión y temperatura para aplicaciones de baja presión.
- **DUMP:** Deposito provisional.
- **FAA:** Federal Aviation Administration, entidad gubernamental responsable de la regulación de todos los aspectos de la aviación civil en los Estados Unidos.

ABREVIATURAS

M.O.A.COND: Manual de operación de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado.

M.M.A.COND: Manual de mantenimiento de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado.

M.S.A.COND: Manual de seguridad de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado.

H.R.A.COND: Hoja de Registro de la rehabilitación del sistema de aire acondicionado.

FAA: Federación americana de aviación.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

VDT: Válvula de derivación de la turbina.

R/C: Radio control.

IPC: Catalogo ilustrado de partes.

BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS:

- ✓ Conocimiento del avión, Antonio Esteban Oñate.
- ✓ Airframe Volumen 1: Structures, Dale Crane, Tercera Edición, 2010.
- ✓ Instrumentos de avión, E.H.J Pallett.

MANUALES:

- ✓ Manual de mantenimiento del avión Fairchild F-227.
- ✓ Manual estructural del avión Fairchild F-227.
- ✓ IPC-Catalogo ilustrado de partes del avión Fairchild F-227.

NET GRAFÍA:

- ✓ www.flaps45.com/vueling2/instruccion/008-013_newsAC26.pdf (en línea)
- ✓ www.q=sistema+de+aire+acondicionado+del+avion&clienta&hs (en línea)
- ✓ www.maquina+de+presion+auto+reforzada+bootstrap&client=firefox-a&hs=QB6&rls=org.mozilla (en línea)
- ✓ refrinoticias.com/?p=564 (en línea)
- ✓ www.aviaciond.com/wp-content/uploads/2013/05/Vista-general-del-sistema-de-aire-acondicionado.jpg (en línea)
- ✓ www.aviaciond.com/2013/07/sistema-de-aire-acondicionado-ata21-a320/ (en línea)
- ✓ centrodeartigos.com/articulos-informativos/article_66883.html (en línea)
- ✓ www.lrsseries.com/shop/product/listing/15498/3602/4/RTC4910E-TURBO-CHARGER-ASSEMBLY-2-4-VM.html (en línea)
- ✓ www.aviacionargentina.net/foros/aviacion-comercial-argentina.7/2609-cata-remate-de-fokker-f-27-a.html (en línea)

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Zapata Cruz Sintya Belen

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**Ing. Hebert Atencio Vizcaíno
SUBS. TÉC. AVC.**

Latacunga, Marzo 06 del 2014

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **SINTYA BELEN ZAPATA CRUZ**, Egresada de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, en el año 2013, con Cédula de Ciudadanía N° **171937157-5**, autora del Trabajo de Graduación “**REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL AVIÓN FAIRCHILD.**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Sintya Belen Zapata Cruz
171937157-5

Latacunga, Marzo 06 del 2014