

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA LA
COMPROBACIÓN DE LA PRESURIZACIÓN EN EL AVIÓN SUPER
KING AIR 200**

POR

CBOS-MC-AV YÁNEZ VERDEZOTO JOSÉ LUIS

Proyecto de Grado como requisito para la obtención del título de

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

2007

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor CBOS-MC-AV YÁNEZ VERDEZOTO JOSÉ LUIS como requerimiento parcial para obtener el título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Sgos. Tec. Av. Carlos Maldonado

DIRECTOR DE PROYECTO

Latacunga, 05 de Junio del 2007

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto de grado primeramente a DIOS y a mis padres que a pesar de sus condiciones de salud me han apoyado incondicionalmente y también a la institución que represento.

También dedico este trabajo a todas las personas que han estado junto a mí durante el presente período académico en este prestigioso instituto especialmente: mis hermanos, mi enamorada que de cierto modo me ha ayudado a alcanzar uno de mis principales objetivos como es obtener el título de Tecnólogo Aeronáutico y de ésta manera podré colaborar con mayores conocimientos a la Armada del Ecuador especialmente a la Aviación Naval.

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente a Dios por darme sabiduría, salud e inteligencia para poder terminar con éxito una de las metas que me he planteado.

A mi querida madre, a mi padre quienes son la voz de aliento que me guía siempre, me han brindado su apoyo y confianza para así poder culminar con éxito mis estudios en este Instituto.

A mi noble institución las Fuerzas Armadas del Ecuador por permitirme formar parte de sus filas, y darme la oportunidad de especializarme y ser una persona competitiva en el ámbito profesional y militar.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y a todo el personal de instructores académicos ya que al impartirme sus conocimientos han hecho posible el desarrollo de este proyecto.

José Luis Yáñez Verdezoto

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos.....	V
Índice de Contenidos.....	VI
Índice de Contenidos.....	VII
Índice de Contenidos.....	VIII
Índice de Contenidos.....	VIII

CAPÍTULO I

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Planteamiento del problema.....	5
Justificación.....	5
Objetivos.....	5
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Alcance.....	6

CAPÍTULO I I

MARCO TEÓRICO

2.1	Generalidades del Avión Super King Air 200.....	7
2.1.1	Especificaciones técnicas del avión Super King Air 200.....	7
2.1.2	Funcionamiento.....	8
2.1.3	Carga.....	8
2.1.4	Dimensiones externas del Avión.....	8
2.1.5	Dimensiones internas de cabina del Avión.....	10
2.1.5.1	Motores.....	11
2.1.5.2	Uso en la aviación militar y civil.....	11
2.2	Conceptos básicos de la atmósfera y sus implicancias fisiológicas en la aviación.....	12
2.2.1	Generalidades.....	12
2.2.2	Atmósfera.....	13
2.2.2.1	Definición de Atmósfera.....	13
2.2.2.2	Estratificación.....	13
2.2.3	Características.....	15
2.2.3.1	Troposfera.....	15
2.2.3.2	Estratosfera.....	15
2.2.2.3	Mesosfera.....	16
2.2.4	Composición Gaseosa de la Atmósfera.....	17
2.2.5	Comportamiento de la temperatura en relación a la altura.....	18
2.2.6	Medición de Presión Atmosférica.....	19

2.2.7 Estratificación Fisiológica de la Atmósfera.....	21
2.2.8 Presurización de Cabina y Descompresión Rápida.....	23
2.2.8.1 Cabinas Selladas.....	24
2.2.8.2 Cabinas Presurizadas.....	24
2.2.9 Sistemas de control de presurización.....	25
2.2.9.1 Control isobàrico.....	25
2.2.9.2 Control diferencial.....	26
2.2.10.1 Factores que Afectan la Velocidad de Descompresión.....	28
2.2.10.2 Factores que Afectan la Severidad de Descompresión.....	29
2.2.10.3 Causas de Pérdida de Presión de Cabina.....	29
2.2.10.4 Fenómenos Físicos que Acompañan a la Descompresión.....	29
Ruido Explosivo.....	29
Efecto de Succión.....	30
Reducción de Temperatura.....	30
2.3 Sistema de Control Ambiental y Presurización.....	32
2.3.1 Generalidades del sistema de presurización, calefacción y enfriamiento.....	34
2.3.2 Compresión.....	34
2.3.3 Distribución del aire de sangrado.....	35
2.4 Sistema de presurización.....	37
2.4.1 Funciones del conmutador Bleed Air Valves.....	38
2.4.2 Controlador de presurización.....	39
2.4.3 Funciones del conmutador CABIN PRESS.....	43
2.4.4 Condiciones del controlador para el descolaje.....	44
2.4.4.1 Condiciones del controlador en vuelo de crucero.....	45

2.4.4.2 Condiciones para descenso y aterrizaje.....	45
2.4.5 Unidad de control de flujo.....	46
2.4.6 Ventilación y modo no presurizado.....	49
2.4.7 Válvula de descarga (OUTFLOW VALVE).....	50
2.4.8 Válvula de seguridad (SEFATY VALVE).....	51
2.4.8.1 Funciones que realiza la válvula de seguridad.....	52

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

3.1 Identificación de alternativas.....	54
3.1.1 Primera Alternativa.....	54
3.1.2 Segunda Alternativa.....	55
3.2 Parámetros de evaluación.....	56
3.2.1 Aspecto Técnico.....	57
3.2.2 Aspecto Económico.....	58
3.2.3 Aspecto Complementario.....	59
3.3 Selección de la mejor alternativa.....	61

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

4.1.- Principios de construcción.....	62
4.1.1.- Cuerpo principal del banco.....	63

4.1.2.- Tipo de Máquinas y Herramientas utilizados.....	68
4.2.- Diagramas de procesos.....	71
4.2.1.- Diagrama de procesos de construcción de la parte frontal y lateral de la estructura de la caja metálica del banco de prueba.....	73
4.2.2.- Diagrama de procesos de construcción de la puerta de acceso posterior de la caja metálica del banco de prueba.....	74
4.2.3.- Diagrama de procesos de construcción del soporte fijo del banco de prueba.....	75
4.2.4 Diagrama de procesos de construcción de la parte posterior de la estructura de la caja metálica del banco de prueba.....	76
4.2.5.- Diagrama de procesos de construcción del soporte móvil inferior del banco de prueba	77
4.3.- Diagramas de ensamble	78
4.3.1.- Diagramas de ensamble del banco de prueba.....	79
4.4.- Pruebas de funcionamiento.....	80
4.4.1.- Estructura del banco de prueba.....	81
4.4.2.- Sistema neumático del banco de prueba.....	82

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MANUALES

5.1.- Descripción General.....	84
5.2.- Manual de Mantenimiento.....	85
5.3.- Manual de Operación.....	89

5.4.- Manual de Seguridad.....	92
5.5.- Formatos de Registro.....	95

CAPÍTULO VI

ESTUDIO ECONÓMICO

6.1.- Presupuesto.....	98
6.2.- Análisis económico.....	98
6.3.- Materiales	99
6.4.- Maquinarias, herramienta y equipos.....	99
6.5.- Mano de Obra.....	101
6.6.- Varios.....	101
6.7.- Costo total de la construcción del banco de prueba.....	102

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.- Conclusiones.....	103
7.2.- Recomendaciones.....	104

LISTADO DE TABLAS

CAPÍTULO II	Página
Tabla 2.1. Composición gaseosa de la atmósfera.....	18
Tabla 2.2. Comportamiento de la temperatura con relación a la altura.....	19
Tabla 2.3. Equivalencias de presión.....	20
CAPÍTULO III	
Tabla 3.1 Matriz de evaluación.....	60
Tabla 3.2 Matriz de decisión.....	61
CAPÍTULO IV	
Tabla 4.1 Datos técnicos de las maquinas usadas en el proyecto.....	69
Tabla 4.2 Datos técnicos de las herramientas utilizadas en el proyecto.....	69
Tabla 4.3 Datos técnicos de los equipos utilizados en el proyecto.....	70
Tabla 4.4 Tiempos de operación en los diferentes procesos de construcción.....	70
Tabla 4.5 Simbología de los procesos de construcción del banco.....	72
Tabla 4.6 Pruebas de funcionamiento realizadas.....	80
Tabla 4.7 Parámetros de evaluación cualitativa y cuantitativa.....	81
Tabla 4.8 Evaluación de los elementos de la estructura del banco.....	82
Tabla 4.9 Evaluación de los elementos del sistema neumático del banco.....	83

CAPÍTULO V

Tabla 5.1 Codificación de los manuales.	84
Tabla 5.2 Manual de Mantenimiento.....	85
Tabla 5.3 Manual de Operación.....	89
Tabla 5.4 Manual de Seguridad.....	91
Tabla 5.5 Formatos de registro.....	94

CAPÍTULO VI

Tabla 6.1. Lista de costo de materiales del banco de prueba.....	98
Tabla 6.2 Costo de maquinaria, herramientas y equipos empleados en la construcción.....	99
..	
Tabla 6.3 Costo de mano de obra.....	10
Tabla 6.4 Otros gastos.....	0
Tabla 6.5 Costo total del Banco de prueba.....	10
	1

LISTADO DE FIGURAS

CAPÍTULO II	Página
Figura 2.1. Avión Super King Air 200.....	7
Figura 2.2 Envergadura del Avión Super King Air 200.....	8
Figura 2.3 Longitud del Avión Super King Air 200.....	9
Figura 2.4 Cola del Avión Super King Air 200.....	9
Figura 2.5 Dimensiones Internas de la Cabina.....	10
Figura 2.6 Motores del Avión Super King Air 200.....	11
Figura 2.7 Estratificación de la atmósfera.....	14
Figura 2.8 Limitación entre capas atmosféricas.....	17
Figura 2.9. Variaciones climáticas sobre presión atmosférica.....	21
Figura 2.10. Estratificación fisiológica de la atmósfera.....	22
Figura 2.11. Control isobárico.....	26
Figura 2.12. Control isobárico diferencial para aviones pequeños.....	27
Figura 2.13 Control isobárico diferencial para aviones grandes.....	28
Figura 2.14. Sistema de Control Ambiental y Presurización.....	32
Figura 2.15. Palanca de control de aire caliente a la cabina.....	36

Figura 2.16. Conmutador de las Bleed Air Valves.....	37
Figura 2.17. Controlador de presurización.....	40
Figura 2.18. Perilla de control de Rango MIN-MAX.....	41
Figura 2.19. Altímetro de cabina.....	42
Figura 2.20. Indicador de velocidad vertical.....	42
Figura 2.21. Conmutador CABIN PRESS.....	43
Figura 2.22 Unidad de control de flujo.....	46

CAPÍTULO III

Figura 3.1. Primera Alternativa.....	54
Figura 3.2. Segunda Alternativa.....	55

CAPÍTULO IV

Figura 4.1. Diseño estructural del banco de prueba.....	63
Figura 4.2 Tol estructural.....	65
Figura 4.3 Materiales de construcción.....	66
Figura 4.4 Electrodo.....	67
Figura 4.5 Banco terminado.....	67
Figura 4.6. Diagrama del sistema neumático del banco.....	68

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A: Planos generales

ANEXO B: Características de las tuberías

ANEXO C: Características de los electrodos

ANEXO D: Fotos de la tapa de acceso

ANEXO E: Norma Mil P-25508E de Purga y Presurización

RESUMEN

Con el fin de optimizar el tiempo, beneficiar las labores de mantenimiento y corrección de discrepancias en el sistema de presurización del avión Super King Air 200, se propone implementar un banco de prueba para la comprobación de la presurización en la cabina del avión, el mismo que proporcionará un mejor y eficiente desenvolvimiento del Departamento de Mantenimiento en la sección Super King de la Estación Aeronaval de Manta.

Para la construcción de este banco se utilizan manuales y órdenes técnicas, exclusivas de la aeronave, proporcionado por el fabricante y extendidas por el Departamento de Mantenimiento de la sección Super King; se plantean dos alternativas, una es la construcción de un banco de prueba para la comprobación de la presurización a presión neumática desde una toma en tierra y la otra es la construcción de un banco de prueba para la comprobación de la presurización con motor eléctrico y compresor incorporado, finalmente se opta por la construcción de un banco de pruebas para la comprobación de la presurización a presión neumática desde una toma en tierra.

Con esta opción se simplifica el uso tanto del motor eléctrico como del compresor que posee la otra opción ahorrando de este modo dinero tanto en los elementos del banco como también evitando el uso de energía eléctrica, obteniendo de igual forma resultados satisfactorios en los chequeos funcionales del sistema de presurización además facilidad de operación, verificación y comprobación de presiones.

En conclusión, el Departamento de Mantenimiento de la sección Super King de Manta, contará con un banco de prueba de presurización de cabina, optimizando así las operaciones de mantenimiento de la aeronave por parte del personal técnico.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado, como requisito previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica, trata sobre la construcción de un banco de prueba para la comprobación de presurización a presión neumática desde una toma en tierra, para el avión Super King Air 200, del escuadrón 100 de la Aviación Naval.

En el capítulo II, se presenta especificaciones técnicas, funcionamiento, carga, dimensiones externas del avión Super King Air 200, conceptos básicos de la atmósfera y sus implicancias fisiológicas.

Además vamos a encontrar las generalidades de la operación del sistema de presurización y descripción de algunos de sus componentes.

En el capítulo III, se realiza un planteamiento de alternativas para la realización del banco de prueba, también encontraremos las ventajas y desventajas de las alternativas tanto en lo técnico como en lo financiero.

En el capítulo IV, se presentan los pasos para la construcción del banco de prueba, los materiales, diagramas de construcción y pruebas de funcionamiento.

En el capítulo V, se describe paso a paso la forma de operar el banco de prueba, ya que constan el manual de seguridad, manual de operación, manual de mantenimiento y hojas de registros.

En el capítulo VI, se analiza el factor económico para la construcción, costo final del proyecto y costo en el mercado.

En el capítulo VII, se emiten las conclusiones y recomendaciones para el buen funcionamiento y uso del banco de prueba.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Aviación Naval es una unidad operativa creada en el año 1967 y se constituye en los ojos de la Armada del Ecuador, pero con el pasar del tiempo el número de sus aeronaves se ha incrementado; por lo que la institución a visto la necesidad de crear La Estación Aeronaval de Manta, la misma que desde su creación no cuenta con un banco de prueba para la comprobación de la presurización en el Avión Super King Air 200. Dicho banco servirá para verificar las discrepancias que se presenten en el sistema de presurización, y de esta forma ayudará a mantener las aeronaves operativas y listas para cumplir la misión a la cual están asignadas.

JUSTIFICACIÓN

Construir este banco para la Estación Aeronaval de Manta, es prioritario con el propósito de prestar la ayuda necesaria para contribuir con el mantenimiento del sistema de presurización de las aeronaves, lo que permitirá que el personal de mecánicos puedan realizar su trabajo de una forma rápida y segura con el fin de mantener las aeronaves siempre operativas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Construir un banco de prueba para la comprobación de la presurización en el Avión Super King Air 200, el mismo que servirá para verificar y corregir las discrepancias que se presenten en el sistema de presurización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información básica sobre neumática.
- Analizar el funcionamiento del sistema de presurización de una aeronave.
- Plantear alternativas para la construcción del banco de comprobación.
- Diseñar y construir el banco.
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Elaborar manuales de operación, seguridad, mantenimiento y hojas de registro.

4.-ALCANCE

Este proyecto esta orientado a mejorar la capacidad de los técnicos que laboran en el Departamento de Mantenimiento para resolver las discrepancias que se presentan en el sistema de presurización de las aeronaves, que puede servir además como ayuda didáctica para los futuros técnicos de la Estación Aeronaval de Manta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Avión Super King Air 200



Fig.2.1. Avión Super King Air 200.

2.1.1- Especificaciones Técnicas del Avión Super King Air 200

El Avión Super king se fabrica en los ESTADOS UNIDOS, por la compañía BEEHCRAFT, se utiliza para diferentes propósitos como, avión de vigilancia marítima, transporte sanitario o carga liviana y aerofotografía.

El avión consta de dos motores PT6A (Pratt & Whitney) de turbo hélice, uno en cada ala del avión.

2.1.2- Funcionamiento

El Avión Super King Air 200 posee una velocidad de crucero 294 Nudos con un techo certificado de 35.000 Pies.

Tiene un alcance máximo de 1974 MN aproximadamente para una autonomía de 5 Horas de vuelo.

2.1.3- Carga

La carga básica de la aeronave es de 8.375 libras, para una operación básica, más tripulantes; con carga útil es de 4.215 libras.

2.1.4.- Dimensiones Externas del Avión

La envergadura de la aeronave es 54.5 pies.



Fig.2.2. Envergadura del Avión Super King Air 200.

Tiene una Longitud máxima 43.8 pies de cabina.



Fig.2.3. Longitud del Avión Super King Air 200.

Tiene una Altura máxima de cola 15 pies.



Fig.2.4. Cola del Avión Super King Air 200.

2.1.5- Dimensiones internas de cabina del Avión

Las dimensiones internas de la cabina del avión son: 54 pulgadas de ancho y 57 pulgadas de alto.

ig.
2.5
Di
me
nsi
on
es
int
er



nas de la cabina.

2.1.5.1.- Motores.

La aeronave posee 2 motores Pratt & Whitney PT6A-42.



Fig.2.6. Motores del Avión Super King Air 200.

El motor PT6 (Pratt & Whitney) es un motor muy versátil que se usa tanto en Aviación como en otras industrias. El motor PT6A-42 desarrolla dos veces su peso de potencia, los otros modelos desarrollan más o menos lo mismo por los cambios que se han hecho aumentan su potencia pero también aumentan su peso. Estas características son ideales para el uso de este motor en Aviación y en otras industrias.

2.1.5.2- Uso en la Aviación Militar y Civil.

- En la aviación este motor se usa en aviones y Helicópteros.
- En la Armada se usa en barcos neumáticos y generadores de electricidad.

- En la industria civil se usa para proveer energía eléctrica en generadores, plantas de poder, se usa en trenes, también se usa en autos de carreras, en botes deportivos o de transportación, también es utilizado en equipos agrícolas.

2.2.- Conceptos básicos de la atmósfera y sus implicancias fisiológicas en la aviación.

2.2.1.- Generalidades

Desde tiempos remotos el organismo humano ha sido comparado como una máquina casi perfecta, no obstante es necesario destacar que este organismo se encuentra diseñado para desenvolverse bajo ciertas condiciones ambientales, las cuales debido al avance tecnológico, especialmente en aviación han colocado a este organismo en un ambiente hostil, desconocido y muchas veces letal.

En la medida que se ha ido complementando la ciencia médica con la ciencia de aviación se ha descubierto y comprendido las limitaciones fisiológicas que tiene este organismo frente a este nuevo medio ambiente hostil, como consecuencia de este nuevo conocimiento es que se ha podido plantear muchas medidas fisiológicas preventivas permitiendo aumentar la capacidad de adaptación del ser humano en el espacio.

Para comprender los fundamentos de la medicina de aviación resulta evidente la necesidad de analizar las características de este medio ambiente hostil, de ésta forma se podrá proyectar éstas características a la fisiología normal del individuo, deduciendo las limitaciones fisiológicas y posibles complicaciones que tendría al ser sometido a este ambiente.

2.2.2.- Atmósfera

2.2.2.1.- Definición de Atmósfera

Desde el punto de vista fisiológico la atmósfera es una mezcla adecuada de moléculas gaseosas que rodean a la tierra sin la cual la vida en el planeta no sería posible debido a que podrá aportar el porcentaje necesario de gases respirables para la vida aeróbica, así como también impide la llegada de las radiaciones solares altamente perjudiciales para los organismos biológicos.

2.2.2.2.- Estratificación

Este envoltorio gaseoso puede estratificarse de acuerdo a ciertas características especiales. En primera instancia, se puede dividir a este envoltorio en una capa interior denominada Atmósfera y una capa exterior denominada Exosfera, separadas ambas de una zona en la cual las moléculas gaseosas están en expansión natural, es decir, vencen el efecto o fuerza de gravedad comenzando su migración hacia el espacio exterior, por esta razón esta última zona se ha

denominado Zona de Escape ubicada en forma imprecisa a una altura de 430 a 600 millas (692 a 966 Km.) de distancia de la superficie terrestre.

Los límites de la Exosfera van desde la Zona de Escape hasta una altura de entre 1,200 a 35,000 millas de distancia (1,932 a 57,000 kilómetros).

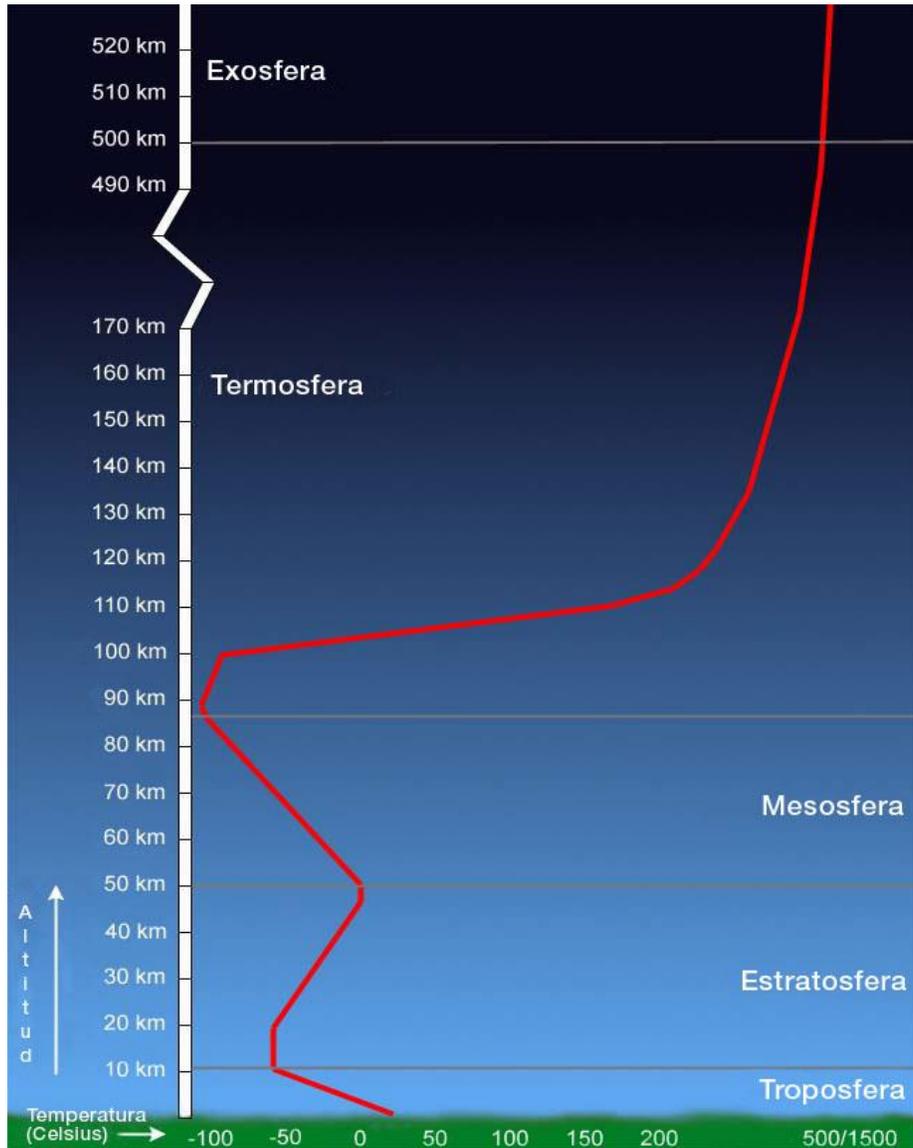


Figura 2.7. Estratificación de la atmósfera

Por otra parte la Atmósfera interior puede estratificarse en cuatro capas:

- La Tropósfera.

- La Estratósfera.
- La Mesósfera.
- La Ionósfera o Termósfera se encuentra a 500 kilómetros de distancia con respecto a la Tierra.

2.2.3.- Características

2.2.3.1.- Tropósfera

La Tropósfera tiene 12 kilómetros de altura; limita con la Estratósfera en una zona llamada Tropopausa la cual se ubica aproximadamente a una altura de 30,000 pies (9,000 metros.) en la zona de los polos y de 60,000 pies (18,000 metros.) en la zona Ecuador.

El aspecto más relevante, desde el punto de vista de aviación tiene relación con el compartimiento de la temperatura en esta zona, dado que se produce un descenso constante y lineal de ésta de 2°C (35.2°F), por cada mil pies de ascenso, fenómeno conocido como Gradiente Térmica Vertical.

2.2.3.2.- Estratósfera

La estratósfera va del kilómetro 12 al 45; limita con la mesosfera en una zona llamada estratopausa y se ubica a una altura aproximada de 68 kilómetros de la superficie terrestre.

La principal importancia de esta región es que en ella se encuentra la capa superior de ozono a 20 kilómetros de altura de la superficie terrestre; funcionando como filtro para evitar que lleguen hasta nosotros los rayos ultravioleta provenientes del Sol, y que estos nos dañen. La capa de ozono tiene un grosor de 20 kilómetros.

2.2.2.3.- Mesósfera

La Mesósfera va del kilómetro 45 al 80; limita con la Ionósfera en una zona llamada mesopausa y se ubica a una distancia de 80 kilómetros de la superficie terrestre. Corresponde a la capa más alejada de la atmósfera interior, la misma que se encuentra entre la Mesopausa y la Zona de Escape.

En ella se produce la ionización de las moléculas gaseosas actuando como reflector de radiaciones electromecánicas de onda larga, por efecto de las radiaciones ultravioleta UV. Esta ionización produce un aumento de la temperatura llegando desde 1,000 ° C hasta 2,000 ° C, pero sin efecto térmico debido a la densidad casi nula.

Por último, la Zona de Escape se caracteriza porque la expansión gaseosa finalmente vence la fuerza de gravedad iniciando su migración hacia el espacio o Exosfera.

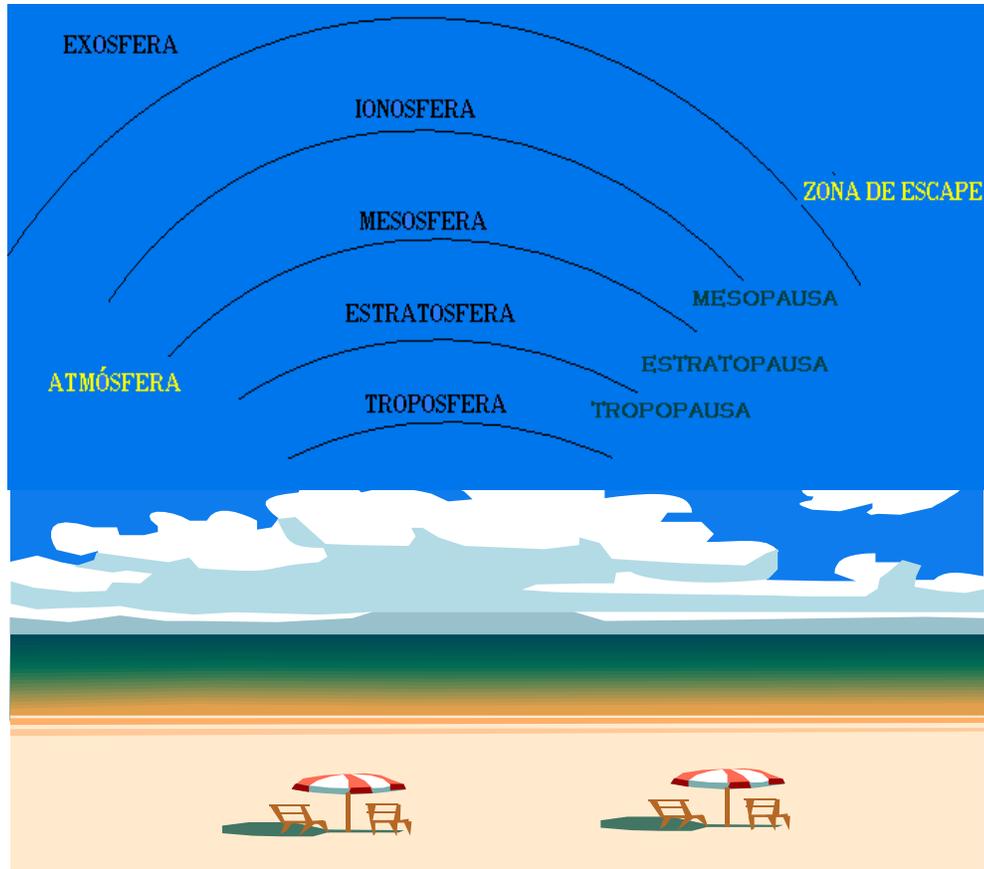


Figura 2.8. Limitación entre capas atmosféricas

2.2.4.- Composición Gaseosa de la Atmósfera

Los gases que componen la atmósfera se elevan desde la superficie del planeta hasta alcanzar unos 1,000 Km. de altura. Para fisiología de aviación se utiliza la siguiente tabla, teniendo en cuenta que esta distribución porcentual se mantiene constantemente aproximada de 50 a 60 millas (80.5 a 96.6 kilómetros).

Tabla 2.1. Composición gaseosa de la atmósfera

COMPOSICIÓN GASEOSA DE LA ATMÓSFERA CONSTANTE HASTA 60 MILLAS - CIFRAS APROXIMADAS

	Nitrógeno	78,08%
	Oxígeno	20,94%
Otros	Argón	0,93%
	Dióxido de Carbono	0,032%
	Neón	0,0018%
	Helio	0,0005%
	Metano	0,0001%
	Criptón	0,0001%
	Hidrógeno	0,00005%
	Dióxido de Nitrógeno	0,000027%
	Monóxido de Carbono	0,000019%
	Xenón	0,0000087%
	Ozono	0,0000041%

2.2.5.- Comportamiento de la temperatura en relación a la altura

Desde el punto de vista práctico no debe olvidarse que las aeronaves van a estar sometidas a estas variaciones de temperatura, por lo mismo, se necesita climatizar estas aeronaves, para que las tripulaciones y/o pasajeros no estén sometidos a alturas intolerables. Así mismo se debe tener presente la posibilidad de eyecciones en la altura, o despresurizaciones de cabina, con lo cual se pierde el efecto protector de las cabinas calefaccionadas.

Tabla 2.2.Comportamiento de la temperatura con relación a la altura

RELACIÓN DE ALTITUD VS TEMPERATURA

ALTITUD Atm. /pies/metros			PRESIÓN mmHg	TEMPERATURA °C
1 atm	0ft	0 mts	760	+15
	5,000		632,4	+5,1
	10,000		552,8	-4,8
	15,000		429,1	-14,7
1/2atm	18,000	5486	379,8	-20,6
	20,000		349,5	-24,6
	25,000		282,4	-34,5
1/3atm	27,000	8,230	258,7	-38,4
	30,000		226,1	-44,4
1/2atm	34,000	10,363	187,9	-52,3
	40,000		141,2	-
1/6atm	42,000	12,802	128,3	-
	45,000		111,1	-
	50,000		87,5	-
	60,000		54,2	-
	70,000		33,7	-
	80,000		21,0	-
	90,000		13,2	-
	100,000		8,4	-

Fuente: OÑATE Antonio Esteban

2.2.6.- Medición de Presión Atmosférica

La presión atmosférica o barométrica, es la presión que ejerce la atmósfera sobre los cuerpos sumergidos en ella, en un nivel determinado, siendo la presión atmosférica igual al peso de la columna de aire existente encima de dicho nivel.

Este peso o presión se mide utilizando un Barómetro con unidades de medición que pueden ser diferentes pero equivalentes entre si.

En aviación se utiliza aquella medida que relaciona peso-superficie como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2.3. Equivalencias de presión

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE PRESIÓN									
UNIDAD	Lbs- pulg²	Lbs/ pie²	Atmósferas	Kg./ cm²	Pulg. de agua	Pies de agua	Pulg. de Hg.	mm de Hg.	BARS.
Lbs/pulg²	1	144.0	0.068046	0.070307	27.7276	2.3106	2.0360	51.7150	0.06895
Lbs/pie²	0.006945	1	0.000473	0.000488	0.1926	0.01605	0.0141139	0.35913	0.000479
Atmósferas	14.696	2,116.22	1	1.0332	407.484	33.9570	29.921	760.0	1.01325
Kg.-cm²	14.2233	2,048.16	0.96784	1	394.27	32.864	28.959	735.558	0.9807
Pulg. de agua	0.03607	5.184	0.002454	0.00254	1	0.08333	0.0734	1.865	0.00249
Pies de agua	0.43278	62.3205	0.029449	0.03043	12.0	1	0.8811	22.381	0.02964
Pulg. de Hg.	0.49115	70.726	0.033421	0.03453	13.617	1.1349	1	25.40	0.03386
mm de Hg.	0.019337	2.7845	0.0013158	0.0013595	0.5361	0.04468	0.03937	1	0.001333
BARS.	14.5036	2,068.55	0.98692	1.0197	402.1	33.51	29.53	750.0	1

Fuente: OÑATE Antonio Esteban

La presión atmosférica varía con la temperatura y con la humedad y, en general, con el estado del tiempo, por lo que constituye una magnitud decisiva en el análisis y en la predicción meteorológica.

Entonces para trazar una ruta de Aeronavegación se utiliza la altitud barométrica bajo condiciones estandarizadas (altitud estándar), pero al salirse

fuera de la ruta y/o, en las aproximaciones a pistas aéreas, es necesario utilizar altitudes verdaderas, esta última se basa en las condiciones climáticas reinantes en ese preciso momento.

Tanto la altitud verdadera con la altitud estándar nos indica la altura sobre el nivel del mar medido mediante el uso del Barómetro, en cambio la altitud absoluta nos indica la distancia exacta que hay entre la aeronave y el terreno inmediatamente por debajo requiriendo para esto un radio altímetro que no todas las aeronaves lo poseen.

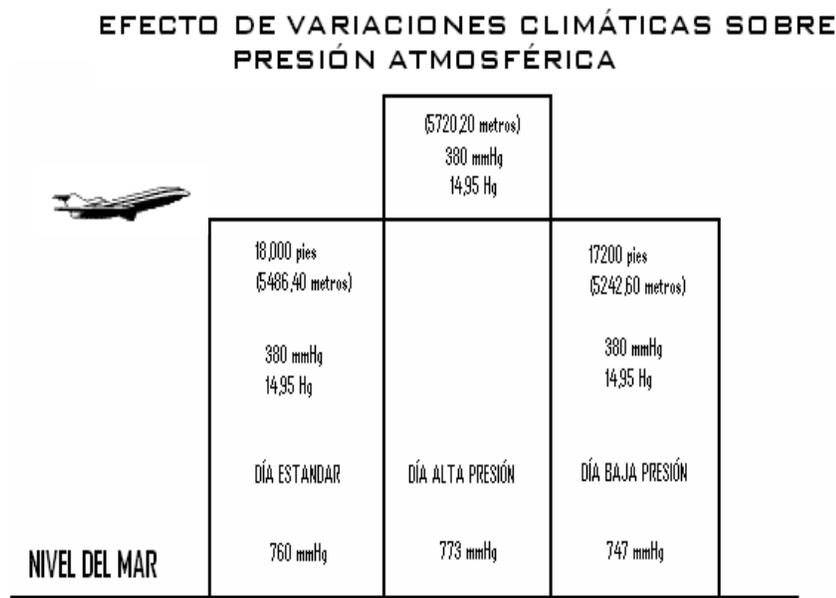


Figura 2.9. Variaciones climáticas sobre presión atmosférica

2.2.7.- Estratificación Fisiológica de la Atmósfera

Son los aspectos fisiológicos del individuo que practica actividades aéreas necesariamente debe correlacionar su tolerancia y adaptabilidad fisiológica a las diferentes altitudes.

En la figura 2.10, se muestra la adaptabilidad de un individuo sano que se mantiene en los 60 mm.Hg de presión Alveolar (PAO₂), la cual permite que el sujeto pueda vivir en estas alturas:

- De 0 a 10,000 pies de altitud de por vida con discretas adaptaciones.
- De entre 10,000 y 15,000 pies el individuo solo podría soportar solo algunos días a pesar de recurrir a todos sus mecanismos de adaptación se excluyen de este último caso a aquellas personas que han desarrollado mecanismos especiales de compensación a través del tiempo (poblaciones nativas).
- Con alturas entre 15,000 y 20,000 pies la tolerancia se reduce a unas pocas horas con condiciones de disturbio evidente, sobre los 20,000 pies la tolerancia solamente varia dentro unos pocos minutos a unos pocos segundos.

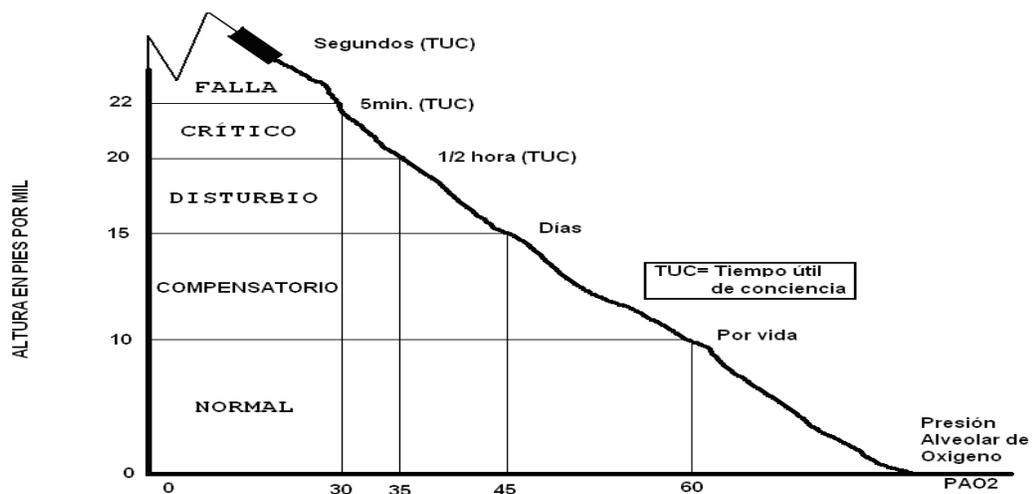


Figura 2.10. Estratificación fisiológica de la atmósfera

2.2.8.- Presurización de Cabina y Descompresión Rápida.

Para que el ambiente en vuelo a partir de los 10,000 pies de altura sea apto para los seres humanos, es necesario mantener una presión adecuada, es así que la cabina de un avión se debe presurizar; es decir que se mantiene constante la presión independientemente del valor externo.

Por ende las graves deficiencias fisiológicas que se producen en el ser humano ante la exposición de la altitud obligaron al desarrollo de técnicas y complejos equipos para la producción de aeronaves, con cabinas presurizadas a presiones equivalentes a altitudes tolerables para el normal desempeño de tripulaciones y bienestar de los pasajeros, se distinguen cuatro factores que afectan la tolerancia de una tripulación a la descompresión de cabina:

- Razón de descompresión.
- Presión diferencial (Ambiente vs. Presión de Cabina).
- Volumen de la cabina.
- Tamaño de la abertura que provoca la descompresión.

El desarrollo de la cabina presurizada y sellada ha determinado la mayoría de problemas en la altitud, problemas que se relacionan con los efectos fisiológicos derivados en los cambios de la presión barométrica pero al mismo tiempo se ha creado un nuevo factor de riesgo que es la descompresión causada por una pérdida de presurización en la cabina o por fallas estructurales. La descompresión es de dos tipos:

- **Rápida.-** Es aquella en la cual sus efectos físicos son rápidamente identificables.
- **Lenta.-** Es insidiosa y muchas veces difícil de detectar las causas que le han producido.

2.2.8.1.- Cabinas Selladas.

Este sistema se utilizan en cápsulas o naves especiales, las mismas que poseen su propia provisión de oxígeno líquido y otros gases inertes, los cuales son regulados en las proporciones adecuadas para proporcionar ambiente gaseoso adecuado y con la presión necesaria para el bienestar de la tripulación.

Tienen las siguientes características:

- Existe una provisión limitada de gases, lo cual limita la extensión de las misiones que cumple la aeronave.
- Los gases deben ser continuamente purificados y recirculados.
- Debe removerse del ambiente el dióxido de carbono y otros contaminantes.
- Las pérdidas de gas son mínimas y el sistema es un conjunto sellado y de utilización principal en los anillos superiores de la atmósfera y en el espacio exterior.

2.2.8.2.- Cabinas Presurizadas

El sistema convencional utilizado para aumentar la presión en el interior de las aeronaves, es la utilización del aire ambiental como fuente gaseosa, el cual es

comprimido, acondicionado e impulsado al interior del avión, controlando su presión por medio de sistemas que varían la cantidad de aire que se ingresa a la cabina y la cantidad de aire que escapa a través de válvulas de expulsión regulables.

2.2.9.- Sistemas de Control de Presurización

2.2.9.1.- Control Isobárico

La presurización de la cabina es controlada de tal manera que la presión interior permanece estable sin importar el ascenso del avión, de esta manera se entiende por Control Isobárico a aquella situación en la cual la altitud de cabina se mantiene constante mientras que la altitud de vuelo varía.

En la figura 2.11, se puede visualizar el control isobárico de la presurización de cabina de un avión tipo comercial.

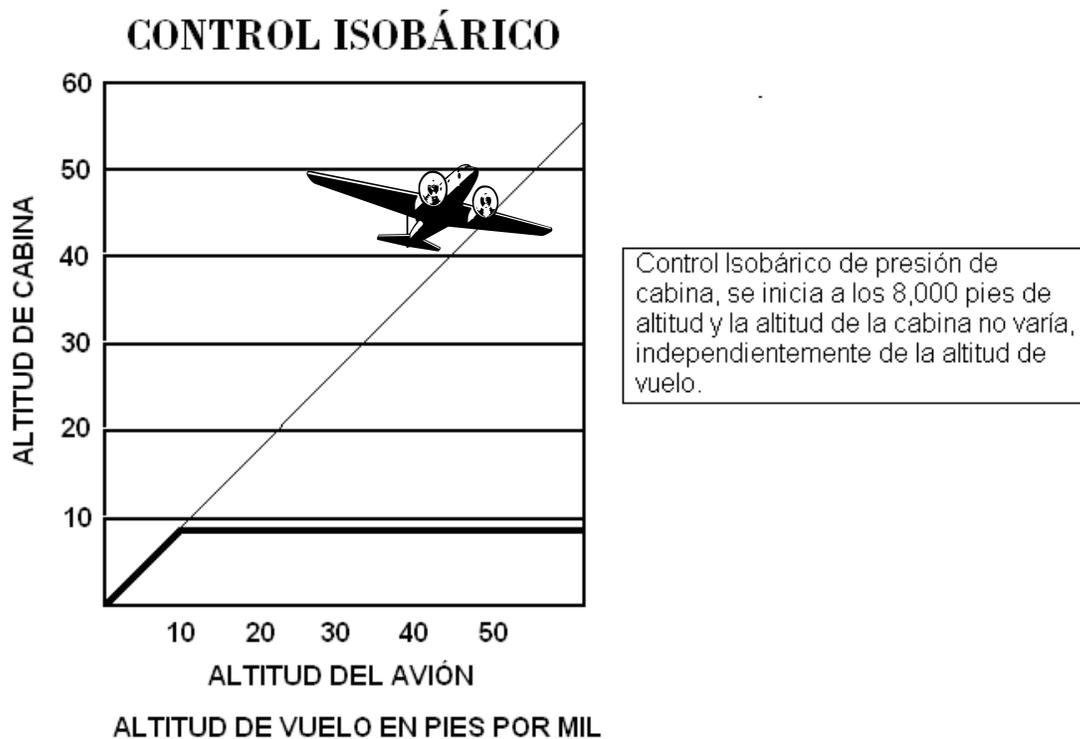


Figura 2.11. Control isobárico

2.2.9.2.- Control Diferencial

Este sistema provee controles para mantener constante la diferencia de presión entre el interior y el exterior de la aeronave. A medida que aumenta la altitud de vuelo y de cabina, esta última varía proporcionalmente siendo siempre menor la razón de cambio de presión en el interior de la cabina, en la figura siguiente se representa el control diferencial de 5 PSI; en el cual la cabina no recibe presión hasta una altura de 8,000 pies, iniciándose luego un control isobárico desde 8,000 pies hasta 23,000 pies y sobre esa altitud, el control es diferencial manteniendo en forma constante una presión diferencial de 5 PSI, hasta el techo operativo del avión.

Los aviones de combate, con cabina pequeña, usan en general menores presiones diferenciales para disminuir los efectos de la descompresión, por el peligro que en ella ocurra durante las maniobras de combate (Combat Override), como se muestra en la figura 2.12.

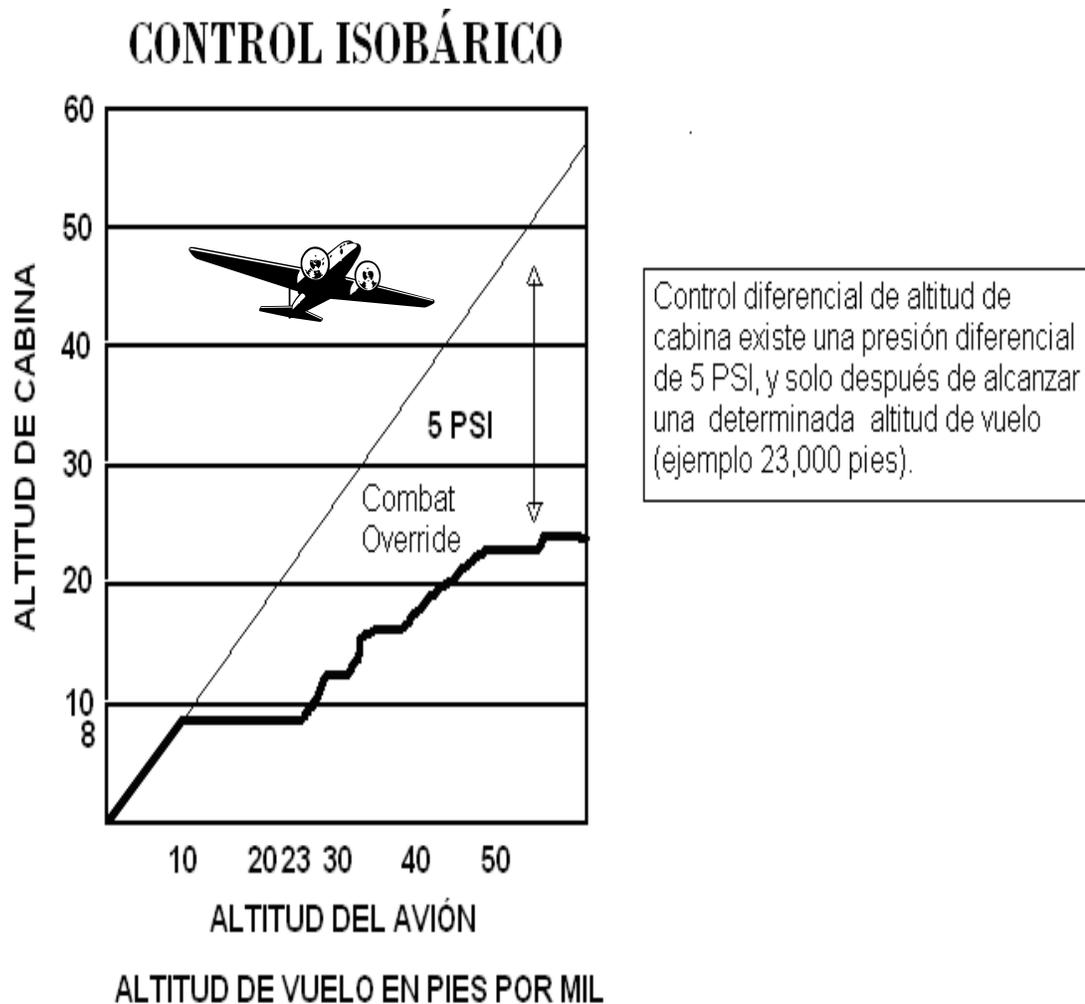
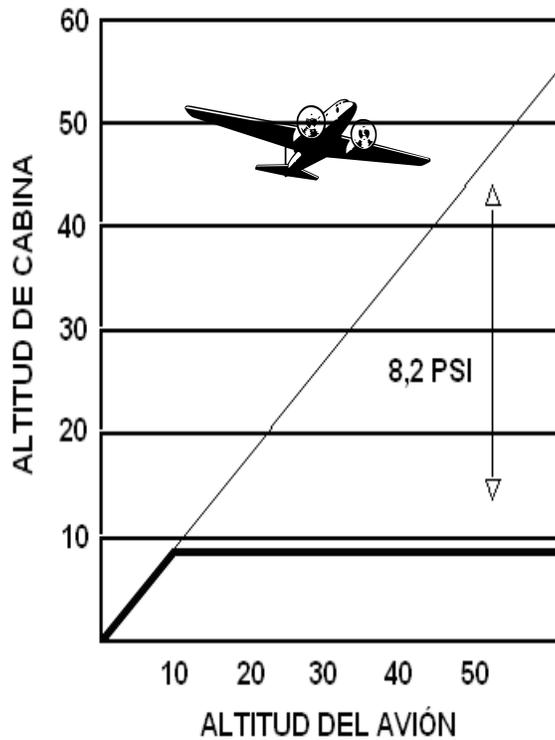


Figura 2.12. Control isobárico diferencial para aviones pequeños

En la figura 2.13, se ha considerado una aeronave de mayor tamaño, se obtiene una presurización equivalente al nivel del mar hasta 21,000 pies de altitud y sobre esta altitud, se mantiene una presión diferencial controlada automáticamente de 8,2 PSI.

CONTROL ISOBÁRICO



Control de Presión diferencial en una aeronave con gran volumen de cabina. La presión diferencial de 8,2 PSI se obtiene a partir de los 21,000 pies de altitud.

ALTITUD DE VUELO EN PIES POR MIL

Figura 2.13. Control isobárico diferencial para aviones grandes

2.2.10.- Descompresión

2.2.10.1.- Factores que Afectan la Velocidad de Descompresión

- Volúmen de la cabina presurizada (A mayor volúmen la descompresión es más lenta).
- Tamaño de la abertura (A mayor abertura la descompresión es más rápida).

2.2.10.2.- Factores que Afectan la Severidad de Descompresión

- Altitud de vuelo (A mayor altura el tiempo de aparición de la hipoxia es de tan solo segundos en altitudes sobre los 30,000 pies).
- Presión diferencial (Las grandes diferencias de presión entre el interior y el exterior aumentan la severidad de descompresión).

2.2.10.3.- Causas de Pérdida de Presión de Cabina

- Falla del Sistema de Presurización.
- Impacto de proyectiles o misiles.
- Alabe de turbina desprendido que penetra al fuselaje.
- Explosión a bordo.

2.2.10.4.- Fenómenos Físicos que Acompañan a la Descompresión

a) Ruido Explosivo

Cuando el aire fluye con gran rapidez a través de una abertura se produce un ruido de magnitud variable y que dependerá de los volúmenes y presiones involucradas; este ruido en la descompresión suele ser de carácter explosivo.

b) Efecto de Succión

La violenta salida de aire hacia el exterior produce una fuerza muy intensa que arrastra objetos sueltos en el interior del avión inclusive personas.

c) Reducción de Temperatura

La temperatura se reducirá rápidamente durante la descompresión y los sistemas de climatización no serán capaces de compensar la baja temperatura exterior y sin una adecuada protección, pueden producirse lesiones por congelamiento en las tripulaciones.

2.2.10.5.- Efectos Fisiológicos de Descompresión

a) Hipoxia

Una vez producida la descompresión, la presión de oxígeno en el alvéolo pulmonar es menor que la presión de oxígeno en la sangre, por lo que el oxígeno inicia un circuito a la inversa dejando la sangre y saliendo al exterior; el tiempo útil de conciencia en estos casos puede verse disminuido en un 50 % en descompresiones no protegidas sobre 30,000 pies.

b) Enfermedad por Descompresión

El gas inerte disuelto en la sangre y en los tejidos puede formar burbujas y producir enfermedad por descompresión, los gases del intestino se expandirán con efectos que pueden ser graves, al desaparecer el diafragma, disminuyendo la amplitud de los movimientos respiratorios y provocando reflejos que producen la hipotensión y depresión cardiovascular.

2.3 Sistema de Control Ambiental y Presurización

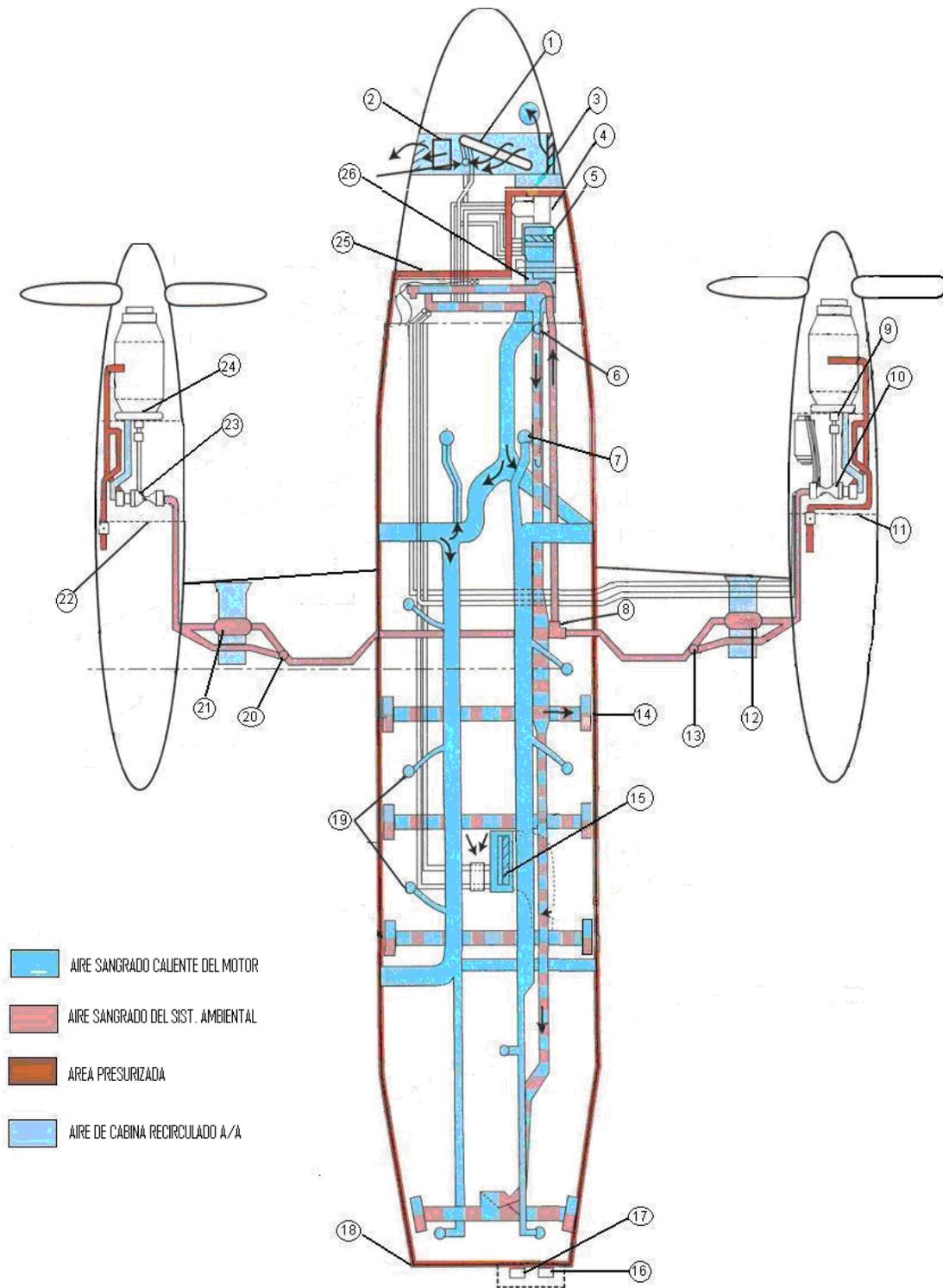


Figura 2.14. Sistema de Control Ambiental y Presurización

LEYENDA

1. CONDENSADOR
2. VENTILADOR DEL CONDENSADOR
3. TOMAS DE AIRE AMBIENTE
4. VENT BLOWER (VENTILADOR)
5. EVAPORADOR DELANTERO
6. DUCTOS DE SALIDA DE AIRE EN EL PISO DE LA CABINA
7. DUCTOS DE SALIDA EN EL TECHO DE LA CABINA
8. VÁLVULA FLAPPER
9. TERMOSTATO NEUMÁTICO RH
10. UNIDAD DE CONTROL DE FLUJO Y SHUTOFF VALVE (VÁLVULA DE CORTE) RH
11. PARED CORTAFUEGO MOTOR RH
12. INTERCAMBIADOR DE CALOR RH
13. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE CALIENTE HACIA CABINA RH
14. DUCTOS DE SALIDA DE AIRE EN EL PISO DE LA CABINA EN LA PARTE TRASERA
15. EVAPORADOR TRASERO
16. VÁLVULA DE DESCARGA (OUTFLOW VALVE)
17. VÁLVULA DE SEGURIDAD (SAFATY VALVE)
18. MAMPARO TRASERO DEL ÁREA PRESURIZADA
19. DUCTOS DE SALIDA DE AIRE EN EL TECHO DE LA CABINA TRASEROS
20. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE CALIENTE HACIA CABINA LH
21. INTERCAMBIADOR DE CALOR LH
22. PARED CORTAFUEGO MOTOR LH
23. UNIDAD DE CONTROL DE FLUJO Y SHUTOFF VALVE (VÁLVULA DE CORTE) LH
24. TERMOSTATO NEUMÁTICO LH
25. MAMPARO DELANTERO DEL ÁREA PRESURIZADA
26. CÁMARA MEZCLADORA

2.3.1.- Generalidades del sistema de presurización, calefacción y enfriamiento

La presurización, calefacción y sistemas de acondicionamiento de aire operan en conjunto o como sistemas separados para mantener la presión de altitud y la temperatura de cabina deseada. El sistema utiliza un ciclo de vapor, refrigerado por un radiador y aire de sangrado del motor. Se presurizan los compartimientos ocupados y se calientan o refrescan a través de un arreglo de ductos ordinario.

La ventilación se puede obtener según la demanda durante vuelos no presurizados a través de una toma de aire de entrada del condensador que se encuentra sobre el lado derecho de la nariz del avión.

2.3.2.- Compresión

La presión de aire para la presurización, calefacción de la cabina, para el compartimiento de tripulación, para la operación de los instrumentos, piloto automático y descongelamiento de superficies es obtenida desde la tercera etapa de compresión (P3) de cada motor.

El aire de sangrado del motor es canalizado desde el motor a la unidad de control de flujo (10 RH y 23 LH) montada sobre la pared cortafuego. Una línea de suministro de presión alimenta aire de sangrado a través de un sello delantero de la pared cortafuego (11 RH y 22 LH) para operar los instrumentos y para descongelar las superficies.

El aprovisionamiento de aire de sangrado desde cada motor se mantendrá de una forma adecuada para la presurización, la calefacción, para los sistemas de descongelamiento y para los instrumentos en caso de cualquier falla en los motores.

2.3.3.- Distribución del aire de sangrado

El aire de sangrado y el aire ambiente que ingresa al radiador se mezclan entre si por la unidad de control de flujo y son enviados hacia la cabina a través de la pared corta fuego a lo largo del interior de cada barquilla y el borde interno del ala en la sección central delantera del larguero principal.

El calor del aire puede ser retenido para calentar la cabina o disipado para propósitos de enfriamiento debido a que el aire pasa a través de un radiador ubicado en la sección central del ala en el interior del fuselaje.

Si el aire esta para ser enfriado, este es enviado a través de un intercambiador aire-aire, usando aire ambiente desde una toma en el borde de ataque de la sección central del ala. Una válvula bypass, localizada en el intercambiador de calor, permite que el aire caliente sea enviado a través del intercambiador de calor y a los ductos del interior de la cabina para calentarla o controlar la temperatura del aire frío. Junto a las líneas de aire de sangrado bajo el piso de la cabina en el lado derecho del fuselaje, una válvula check tipo flapper (de un solo sentido) es usada para prevenir perdida de presión de cabina en el caso de que se produzca alguna falla en uno de los motores. La línea de aire de sangrado desde la válvula check esta dispuesta al frente a lo largo del lado derecho del fuselaje atrás de la cámara mezcladora del mamparo delantero de presión bajo el piso del compartimiento de pasajeros. Las

líneas de aire de sangrado desde el compartimiento del motor hasta la cámara mezcladora están envueltas con aislamiento y cinta de aluminio para minimizar la pérdida de calor. El aire desde la cámara mezcladora es enviado a través de los ductos detrás del panel de instrumentos a las salidas de cada lado del compartimiento de pasajeros y las salidas para el desempañamiento del parabrisas. Una válvula en cada salida y en el ducto de desempañamiento controla el volumen del aire caliente para el compartimiento de pasajeros.

Estas válvulas son reguladas con una palanca de control que tiene dos posiciones: push-pull, que esta ubicada al lado derecho del subpanel del copiloto.



Figura 2.15. Palanca de control de aire caliente a la cabina

Los ductos de baja presión se extienden desde el lado trasero de la cámara mezcladora y distribuye aire acondicionado a través del piso y las salidas de aire caliente de la cabina, los dos ductos llevan aire frío a las salidas de aire caliente y distribuidas a través del ducto de aire caliente, este ducto de aire caliente tiene un switch de sobre temperatura y una válvula butterfly (tipo mariposa).

La válvula butterfly (tipo mariposa) esta localizada en el ducto de aire caliente y es controlada por un interruptor en el subpanel del copiloto. Cuando este interruptor esta en la posición pulled out (hacia fuera), solo una mínima cantidad de aire caliente

es permitido que pase a través de la válvula a las salidas del piso de la cabina para piloto y copiloto y para los ductos de desempañamiento.

2.4.- Sistema de presurización

El aire de sangrado desde la sección del compresor de cada motor es utilizado para presurizar la cabina. Una unidad de control de flujo en la barquilla de cada motor controla la presión de aire de sangrado y lo mezcla con el aire ambiente, en orden para proveer aire mezclado para la función de presurización. La mezcla del flujo de aire ambiente se realiza accionando las shut-off válvulas (válvulas de corte), las cuales son controladas por un switch marcado BLEED AIR VALVE LEFT-RIGHT el cual tiene tres posiciones: OPEN, ENVIR OFF, INST & ENVIR OFF; en el grupo de controles ENVIROMENTAL del subpanel del copiloto.



Figura 2.16. Conmutador de las Bleed Air Valves

2.4.1.- Funciones del conmutador Bleed Air Valves

Cuando este switch esta en la posición ENVIROMENTAL AIR OFF o INSTRUMENT AIR & ENVIROMENTAL AIR OFF, la válvula esta cerrada.

Cuando este switch esta en la posición OPEN, el aire mezclado fluye a través de la válvula y el intercambiador aire-aire.

Dependiendo en que posición se encuentren las válvulas de bypass, un incremento o disminución del volumen de aire mezclado será enviado a través o alrededor del intercambiador de calor .La temperatura del aire a través del intercambiador de calor es disminuida cuando el aire caliente es transferido al enfriador, este aire es enfriado por el flujo de aire que entra por las tomas del intercambiador de calor.

El aire de descarga (izquierdo y derecho) proveniente desde las válvulas bypass, es luego dirigido hacia una válvula charnela, localizada bajo el piso en el lado derecho de la viga principal, la cual ayuda a asegurar una operación rápida y segura del sistema ambiental. El aire mezclado es luego dirigido desde la válvula charnela hacia el interior de la cámara mezcladora, localizada bajo el piso del copiloto.

La cámara mezcladora esta dividida en 2 secciones: una sección que abastece a los ductos de salida del piso y la otra abastece a los ductos de salida del techo. Ambas secciones reciben aire de recirculación para la cabina desde el vent blower

(ventilador) delantero. Este aire pasa a través del evaporador delantero, entonces este será enfriado si el aire acondicionado esta operando.

El aire de sangrado proveniente desde los ductos es mezclado con aire de recirculación de cabina el cual puede o no ser acondicionado en la cámara mezcladora, luego es enviado a la cabina a través de los ductos del piso. Finalmente el flujo de aire sale de la cabina presurizada por medio de la OUTFLOW valve (válvula de descarga), la misma que esta localizada en el mamparo de presurización trasero.

La mezcla desde ambas unidades de control de flujo es enviada a la cabina presurizada a un rango que puede variar desde 8 a 16 libras por minuto, dependiendo del aumento de temperatura ambiente y la presión de altitud .La falta de presión de cabina y el rango al cual cambia dicha presión serán regulados por un modulador neumático de la OUTFLOW valve, el mismo que controla el rango al cual el aire puede escapar desde la cabina presurizada.

2.4.2.- Controlador de presurización

El sistema de la presurización mantiene el diferencial de presión de cabina apropiado sobre la presión exterior. Los aviones Súper King Air 200 equipados con motores PT6A-41 mantienen una presión diferencial de 6.0 ± 0.1 PSI y proporciona una presión nominal a una altitud de 10,000 pies en aeronaves que su techo máximo es de 31,300 pies de altura.

Un controlador de presurización de cabina esta montado en el pedestal central, este comanda la modulación de la OUTFLOW valve (válvula de descarga). Un indicador de doble escala esta montado en el centro del controlador de presurización.



Figura 2.17. Controlador de presurización

La escala exterior CABIN ALT (altitud de cabina) indica la presión de altitud de cabina a la cual el controlador de presurización esta selectado.

La escala interior ACFT ALT (altitud del avión) indica la máxima presión de altitud ambiental a la cual el avión puede volar sin causar un ascenso de la presión de altitud de cabina sobre el valor selectado en la escala exterior del controlador. El valor indicado sobre cada escala es opuesto a la lectura de la marca del índice delantero de la escala. Ambas escalas giran juntas cuando la perilla del selector de altitud de cabina, marcada CABIN ALT es girada.

La máxima presión de altitud de cabina es seleccionada por la perilla selectora de altitud de cabina hasta la posición deseada sobre la escala del CABIN ALT es alineada con la marca interior. La máxima altitud de cabina seleccionada puede ser sin embargo desde, -1000 a +10,000 pies sobre el nivel del mar.

La perilla selectora de control de proporción esta marcada con RATE-MIN-MAX. La proporción a la cual los cambios de presión de altitud desde el valor actual al valor seleccionado son controlados por la rotación de la perilla del selector de control de proporción. La proporción de cambio seleccionada puede ser desde 200 a 2000 pies por minuto, aproximadamente.



Figura 2.18. Perilla de control de Rango MIN-MAX

La presión de altitud de cabina actual es continuamente indicada por el altímetro de cabina, el cual esta montado en el lado derecho del panel que esta localizado entre el panel de luces anunciadoras de precaución y el pedestal.



Figura 2.19. Altimetro de cabina

Inmediatamente al lado izquierdo del altímetro de cabina esta el indicador de CABIN CLIMB (velocidad vertical), el cual continuamente indica la proporción a la cual la presión de altitud de cabina esta cambiando.



Figura 2.20. Indicador de velocidad vertical

El interruptor de presión de cabina localizado al lado izquierdo del controlador de presurización sobre el pedestal esta marcado CABIN PRESS y tiene tres posiciones DUMP-PRESS- TEST.

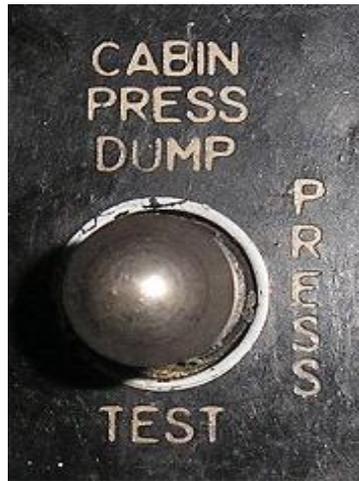


Figura 2.21. Conmutador CABIN PRESS

2.4.3.- Funciones del conmutador CABIN PRESS

Cuando el interruptor esta en la posición DUMP (arriba), la válvula de seguridad se abre despresurizando la cabina.

Cuando el interruptor esta en la posición PRESS (centro), la válvula de seguridad esta normalmente cerrada en vuelo y la válvula de descarga es controlada por el controlador de presurización el mismo que deberá mantener presurizada la cabina.

Cuando el interruptor esta en la posición TEST (abajo), la válvula de seguridad estará cerrada baypaseando el interruptor de seguridad del tren de aterrizaje de este modo se permitirá realizar la prueba del sistema de presurización en tierra.

2.4.4.- Condiciones del controlador para el decolaje

Necesariamente para un decolaje la perilla selectora de altitud de cabina debe ajustarse para que la escala del ACFT ALT (altitud del avión) indique aproximadamente 1000 pies sobre la altitud de presión de crucero planeada, y la escala del CABIN ALT (altitud de cabina) indique una altitud de por lo menos 500 pies sobre el rango de la presión de altitud del decolaje. La perilla del selector de control de proporción debe ajustarse como sea deseado, poniendo la marca del índice entre la posición de las 9 y 12 en punto proporcionara la más confortable presión de cabina durante el ascenso. El interruptor de presión de cabina deberá ser chequeado, para asegurar que se encuentre en la posición PRESS.

Como el avión asciende la presión de altitud de cabina también asciende hasta que alcanza el rango de presión selectado.

Si el avión asciende a una altitud superior que el valor que se puso en dial de la escala del ACFT ALT (altitud del avión) en la pantalla del controlador, la presión diferencial de cabina alcanzara la presión de alivio a la cual se accionarán la válvula de descarga y la válvula de seguridad.

Una o ambas válvulas evitarán pasar por el controlador de presurización de cabina en orden para limitar el diferencial de presión de cabina a 6.0 +/-0.1 PSI.

Si la presión de altitud de cabina llegara a alcanzar un valor de 12,500 pies, un switch sensor de presión que se encuentra ubicado sobre el mamparo delantero de

la cabina presurizada se cerrara; haciendo que la luz anunciadora ALT WARN se ilumine , advirtiendo al piloto que requiere el uso de oxigeno. Si el sistema de despliegue automático de las mascararas de oxigeno esta armado, un switch sensor de presión instalado en la pared delantera de la puerta de emergencia de la cabina también se cerrará.

2.4.4.1.- Condiciones del controlador en vuelo de crucero

Durante operaciones de crucero, si el plan de vuelo requiere un cambio de altitud de 1000 pies o más, es necesario seleccionar la nueva altitud más 1000 pies en el dial de CABIN ALT (altitud de cabina).

2.4.4.2.- Condiciones para descenso y aterrizaje

Durante descenso y preparaciones para aterrizaje el selector de altitud de cabina debe colocarse para indicar una altitud de cabina de aproximadamente 500 pies sobre el rango de presión de altitud para el aterrizaje, y el selector de control de proporción debe estar ajustado como se requiera para proveer una proporción de altitud de cabina confortable durante el descenso. La proporción de descenso del avión debe controlarse para que la altitud del avión no alcance la presión de altitud de cabina hasta que esta alcance el valor seleccionado y se estabilice. Entonces cuando el avión desciende y alcanza la presión de altitud de cabina, la función de alivio de presión negativa modula la salida y regula la válvula de seguridad hacia la posición totalmente abierta. Como el avión continua descendiendo debajo de la

que el flujo de aire ambiente es controlado como una función de la temperatura solamente.

Cuando los conmutadores BLEED AIR VALVE del subpanel del copiloto están abiertos, una válvula solenoide eléctrica en cada unidad de control de flujo es abierta para permitir que el aire de sangrado entre a la unidad. Como el aire de sangrado entra a la unidad de control de flujo, este pasa a través de un filtro antes de aire al regulador de presión.

El regulador reducirá la presión a un valor constante de (18 a 20 PSI). Esta presión es luego dirigida a varios componentes sin que la unidad de control de flujo regule la salida a la cabina. Una línea de presión diferencial es enviada a la válvula de corte de la pared cortafuego, localizada por debajo del eyector. Un orificio esta ubicado en la línea inmediatamente antes de la válvula de corte para proveer un rango de abertura al controlador, al mismo tiempo la presión referencial es dirigida hacia la válvula de modulación de aire ambiente, localizada sobre la línea de corriente por encima del eyector. Un termostato neumático con un orificio variable esta conectado a la válvula moduladora. El termostato neumático esta localizado en el lado mas bajo del sello de fuego delantero de la pared corta fuego. Los discos bimetalicos del termostato son insertados dentro de las tomas de succión de aire del motor. Estos discos censan la temperatura ambiente y regulan el tamaño de los orificios del termostato. Calientan el aire abriendo los orificios; enfrían el aire restringiendo este, a - 30°F, los orificios se cerraran completamente. Cuando el

orificio variable esta cerrado, el aumento de presión causara que la válvula moduladora cierre el abastecimiento de aire ambiente desde la fuente.

Una válvula solenoide eléctrica localizada en la línea del termostato neumático, esta conectada al swicht de seguridad del tren de aterrizaje izquierdo. Cuando el avión esta en tierra, la válvula solenoide esta cerrada, dirigiendo por eso la presión a la válvula moduladora, causando esto el corte del aire ambiente desde la fuente. La exclusión del aire ambiente permite que disminuya mas rápido el calentamiento en la cabina durante el funcionamiento del sistema de enfriamiento. Un circuito eléctrico contiene un relay retardador que esta conectado a la mencionada válvula solenoide para permitir que la válvula izquierda funcione aproximadamente 6 segundos antes que la válvula derecha.

Esto evita la apertura simultánea de las válvulas de corte, que produciría una ola de presión múltiple en la cabina.

Una válvula check, localizada en la línea presión de salida de la válvula moduladora, previene la perdida de aire de sangrado a través de la succión de aire ambiente. Al mismo tiempo los funcionamientos anteriores han estado teniendo lugar en la unidad de control, la presión de referencia es dirigida al eyector de actuador de control de flujo.. Este actuador esta conectado a otro orificio variable del termostato neumático y un orificio variable controlado por un aneroide isobárico. El orificio termostático es restringido disminuyendo la temperatura ambiente, y el orificio del aneroide isobárico es restringido disminuyendo la presión ambiente. La restricción de

cada orificio causará un aumento de presión en el actuador de control de flujo del eyector, permitiendo que más aire de sangrado entre al eyector.

2.4.6.- Ventilación y modo no presurizado

Ventilación de aire fresco es proporcionada por dos fuentes. Una fuente la cual esta disponible durante ambos modos presurizado y no presurizado, este es aire de sangrado del sistema de calentamiento. Este aire se mezcla con aire de recirculación de la cabina y entra a la misma a través de las salidas de aire del piso. El volumen de aire desde las salidas del piso es regulado por unas aletas movibles que están en la cara interna de estas.

La segunda fuente de aire fresco, la cual estará disponible solo durante el modo no presurizado, este aire es obtenido (a través de la válvula check) desde la sección del condensador que esta en la parte delantera del avión. Durante el modo presurizado, un resorte sostiene a la válvula check abierta, para que el ventilador delantero pueda arrastrar este aire dentro de la cabina. El aire ambiente luego se mezcla con aire de recirculación de cabina, pasa por el ventilador delantero (si este esta operando, el aire será enfriado), en la cámara mezcladora, en ambos ductos de salidas de aire, (los del techo y los del piso), y dentro de la cabina a través de todos los ductos de salida del techo y del piso. El aire conducido a cada salida individual del techo puede ser direccionalmente controlado por el movimiento de las aletas. El volumen se regula torciendo las aletas para abrir o cerrar el suministro de aire.

2.4.7.- Válvula de descarga (OUTFLOW VALVE)

La válvula de descarga consiste de dos secciones: una sección superior y una sección base. La sección superior contiene dos puertos (control de conexión) y un puerto obstruido de aire de cabina. Montado sobre la sección superior esta un control diferencial, el cual contiene el puerto de (conexión atmósfera estática). El conjunto de la base adjunta un conjunto de movimiento vertical el cual se asienta sobre una superficie del conjunto de la base cuando está en la posición cerrado y se retracta parcialmente en la sección superior cuando está en la posición abierta.

El control diferencial consiste de un conjunto de diafragmas del control diferencial, un resorte de calibración del control diferencial, y un tornillo de calibración diferencial. El control diferencial esta posicionado en la parte superior para que un lado del conjunto de diafragmas del control diferencial este expuesto a la presión de referencia (en la cámara de control), y el otro lado esta expuesto a la presión de atmósfera estática.

La sección de la base consiste de un conjunto base, un plato de montaje que contiene seis montantes, un mamparo de supresión de ruido, conjunto de movimiento vertical de la válvula de descarga , soporte del diafragma, diafragma interno, tapa de la válvula, y el diafragma superior de la válvula.

La sección superior de la válvula consiste de un resorte de retorno del conjunto de movimiento vertical de la válvula, el tope de la parte superior del

diafragma de la válvula, y la cabeza. El diafragma superior de la válvula separa la cámara de control (presión referencial) de la presión de cabina. El diafragma interno separa la presión de cabina de la presión de descarga y además actúa como un diferencial de presión negativa y diafragma de equilibrio. Los agujeros de sangrado a través del conjunto de movimiento vertical de la válvula de descarga y la tapa de la válvula proporcionan un pasaje de aire para que la presión de cabina ingrese al área entre la tapa de la válvula y el soporte del diafragma. El mamparo de supresión de ruido está montado en la descarga de la válvula para minimizar el ruido.

2.4.8.- Válvula de seguridad (SEFATY VALVE)

La válvula de seguridad consiste de dos secciones: una sección superior y una sección base. La sección superior contiene dos puertos (conexión de despresurización) y un filtro de aire de cabina con orificio. Montado sobre la sección superior está un control diferencial el cual contiene la (conexión de atmósfera estática). El conjunto de la base adjunta un conjunto de movimiento vertical el cual se asienta sobre la superficie del conjunto de la base cuando está en la posición cerrada y está parcialmente retractada en la parte superior cuando está en la posición abierta. El control diferencial consiste de un conjunto de diafragmas de control diferencial, un resorte de calibración de control diferencial, y un tornillo de calibración diferencial. El control diferencial está posicionado sobre la parte superior de tal modo que un lado del conjunto del control diferencial está expuesto a la presión de referencia (en la cámara de control) y el otro lado está expuesto a la presión de atmósfera estática.

La sección de la base esta compuesta de un conjunto base, un plato de montaje que contiene seis montantes, un mamparo de supresión de ruido , un conjunto de movimiento vertical de la válvula de descarga , soporte del diafragma, diafragma interno, tapa de la válvula, y el diafragma superior de la válvula.

La sección superior de la válvula esta compuesta de un resorte de retorno del conjunto de movimiento vertical de la válvula, el tope de la parte superior del diafragma de la válvula, y la cabeza. El diafragma superior de la válvula separa la cámara de control (presión referencial) de la presión de cabina. El diafragma interno separa la presión de cabina de la presión de descarga y además actúa como un diferencial de presión negativa y diafragma de equilibrio. Los agujeros de sangrado a través del conjunto de movimiento vertical de la válvula de descarga y la tapa de la válvula proporcionan un pasaje de aire para que la presión de cabina ingrese al área entre la tapa de la válvula y el soporte del diafragma. El mamparo de supresión de ruido esta montado en la descarga de la válvula para minimizar el ruido.

2.4.8.1.- Funciones que realiza la válvula de seguridad

Esta válvula es operada con vacío esta montada junto a la OUTFLOW valve (válvula de descarga) en el mamparo trasero de presurización; esta realiza tres funciones:

- 1.- Provee presión de alivio en el caso de una falla en la OUTFLOW valve.
- 2.- Previene la despresurización de cabina presurizada siempre y cuando el switch de presurización de cabina este en la posición DUMP.

3.- Mantiene la cabina sin presurización mientras el avión esta en tierra, con el switch de seguridad del tren de aterrizaje izquierdo comprimido.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

3.1.- Identificación de alternativas

3.1.1 Primera Alternativa

Banco de pruebas para la comprobación de la presurización a presión neumática desde una toma en tierra, para el avión Super King.



Figura 3.1. Primera Alternativa

Ventajas

- No necesita de energía eléctrica.
- Control preciso y seguro del manejo de presión neumática.

- Sirve para realizar trabajos de comprobación de presurización de cabina del avión.
- Operación segura, libre de riesgos o daños profesionales.
- Facilidad de operación del equipo.
- Facilidad en la verificación y comprobación de presiones.
- Facilidad de traslado del banco para su uso en las diferentes aeronaves.
- Costo relativamente bajo con respecto a la segunda alternativa.

Desventajas

- El suministro de volúmen de aire hacia la cabina del avión es menor con respecto a la segunda alternativa.
- Los trabajos deberán ser realizados por personal altamente calificado.

3.1.2 Segunda Alternativa

Banco de pruebas para la comprobación de la presurización con motor eléctrico y compresor incorporado.



Figura 3.2. Segunda Alternativa

Ventajas

- El suministro de volúmen de aire hacia la cabina es mayor debido a que consta de un motor eléctrico y compresor incorporado
- Sirve para realizar trabajos de comprobación de presurización de cabina y sello del avión.

Desventajas

- Requiere de un motor eléctrico y compresor, además de un sistema eléctrico de seguridad, lo cual compromete una alta inversión de dinero.
- Operación insegura para los trabajos de comprobación de presiones debido a que consta de un sistema eléctrico.
- Dificultad en el traslado de un lugar a otro.

3.2. Parámetros de evaluación

Para la evaluación de las alternativas, se asigna un valor X_i a los parámetros de selección, que se han considerado los más importantes que permitirá elegir la mejor alternativa.

La asignación de los valores X_1 dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre:

$$0 < X_1 < 1$$

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se evaluará cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será seleccionado para ser construido, las alternativas también tendrán una calificación entre cero y uno.

Los parámetros de selección están divididos en tres aspectos (técnico, económico y complementario), y son los siguientes:

3.2.1.-Aspecto Técnico

Funcionabilidad.- Indica las características del banco de prueba, tanto como: estructura, indicadores, componentes y demás elementos que conforman el sistema neumático; con el fin de que cumplan con los fines para los que fueron instalados. Por la importancia de este parámetro se da un valor de 0,8.

Rendimiento.- Describe el alto grado de seguridad en la operación del equipo y sus componentes para que cumplan satisfactoriamente la finalidad para la que fueron creados. Por el grado de importancia a este parámetro se le asigna un valor de 0,8.

Facilidad de Operación y Control.- Los bancos presentados deben perseguir una finalidad primordial, la misma que consiste en la facilidad, para su operación y control. A este parámetro se le asigna un valor de 0,7.

Mantenimiento.- Es muy importante para que el banco se mantenga en óptimo estado de funcionamiento, además dependiendo de la complejidad del

sistema, se necesita ver la disponibilidad de los posibles repuestos. Tomando en cuenta lo anterior se le asigna un valor de 0,7.

Materiales.- Se trata del material recomendable y su facilidad de adquisición para que la construcción sea óptima. Este parámetro tiene un valor de 0,6.

Procesos de Construcción.-Todas las alternativas, requieren de piezas, instrumentos, elementos con tolerancia de construcción y necesitan de maquinaria adecuada que permitan obtenerla, por lo que se da a este parámetro un valor de 0,7.

Fiabilidad.- Este factor es muy importante y evalúa el funcionamiento satisfactorio, ofrece seguridad y buenos resultados. El valor es de 0.8.

3.2.2.-Aspecto Económico

Costo de Construcción.- Resulta de gran importancia una adecuada decisión para la selección de la mejor alternativa con el fin de que permita la comprobación eficiente de presión de cabina en el avión Super King Air 200 y la opción más económica. Este parámetro tiene un valor de 0.8.

Costo de Operación.- Una vez construido el banco de prueba, se busca economizar la energía utilizada en el proceso de operación. Su valor es de 0,8.

3.2.3.- Aspecto Complementario:

Tamaño.- Se refiere al espacio físico que ocupará el equipo. Se le da un valor a este parámetro de 0.4.

Forma.- Trata de los aspectos estéticos de cada uno de los elementos, componentes y estructura del equipo. Se le asigna a este parámetro un valor de 0.4.

Tabla 3.1 Matriz de Evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación X1	1ra. alternativa	2da alternativa
Funcionalidad	0,8	0,7	0,8
Rendimiento	0,8	0,7	0,7
Factor de operación	0,8	0,7	0,7
Mantenimiento	0,7	0,7	0,6
Materiales	0,7	0,5	0,4
Proceso de construcción	0,7	0,7	0,5
Fiabilidad	0,8	0,7	0,7
Costo de construcción	0,8	0,9	0,6
Costo de operación	0,8	0,8	0,5
Tamaño	0,4	0,3	0,2
Forma	0,4	0,3	0,2

Tabla 3.2 Matriz de decisión

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	1*X1	2*X1
Funcionalidad	0,56	0,64
Rendimiento	0,56	0,56
Factor de operación	0,56	0,56
Mantenimiento	0,49	0,42
Materiales	0,35	0,28
Proceso de construcción	0,49	0,35
Fiabilidad	0,56	0,56
Costo de construcción	0,72	0,48
Costo de operación	0,64	0,40
Tamaño	0,12	0,08
Forma	0,12	0,08
TOTAL	5,17	4,41

1*X1= Primera alternativa por factor de ponderación X1.

2*X1 = Segunda alternativa por factor de ponderación X1.

5,17 de 9.1 puntos.

4,41 de 9.1 puntos.

3.3.- Selección de la mejor alternativa

Una vez realizado el análisis y la evaluación de parámetros de cada alternativa se establece que la primera alternativa, Banco de pruebas para la comprobación de la presurización a presión neumática desde una toma en tierra, para el avión Super King Air 200, presenta mejores condiciones de diseño, rendimiento y fiabilidad.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

4.1.- Principios básicos de construcción

Cuando se realiza cualquier construcción, se debe tomar en cuenta ciertos aspectos fundamentales que van a intervenir de una u otra manera en la estructura del banco, determinando si éste va ha estar expuesto a cargas excesivas de compresión o flexión.

Construcción de la estructura del banco de prueba de presurización de cabina del Avión Super King Air 200

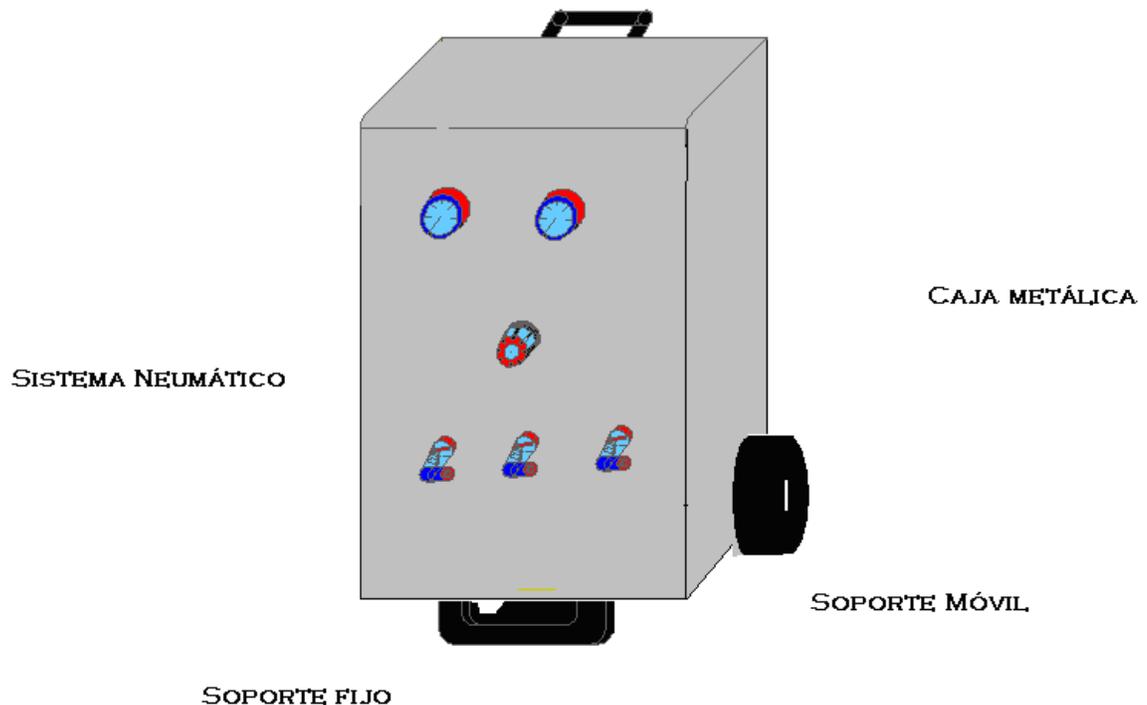


Figura 4.1. Diseño estructural del banco de prueba

a) Cuerpo principal del banco

- Estructura metálica.
- Sistema Neumático

b) Soportes

- Fijo
- Móvil (ruedas).

c) Pintura

4.1.1.- Cuerpo Principal del Banco

El cuerpo principal del banco cuenta con una caja metálica construida de lámina de tol de 1/16” (1.6 mm.) de espesor, y su figura geométrica esta comprendida de acuerdo con el plano general, (Anexo “A”).

Esta estructura posee de igual manera soportes tanto fijo como móvil brindando una mayor facilidad al querer transportar de un lugar a otro.

El Sistema neumático del banco, se encuentra instalado en el interior de la caja estructural del banco, alojando y asegurando los siguientes componentes neumáticos.

- Manómetros.
- Válvula Reguladora.
- Acoples, uniones, codos, manguera, etc.
- Filtro.

Los materiales tomados en cuenta para la construcción del cuerpo principal del banco son los siguientes:

a) Lámina estructural de Tol de 1/16 " de espesor



Figura 4.2. Tol Estructural

b) Tubo estructural de hierro redondo de 1/2" x 2mm de espesor.

Las características que presenta este material son facilidad de corte, soldadura y resistencia a altas cargas.

c) Ruedas.

Características técnicas

Diámetro Exterior = 19/4" (120mm)

Ancho de Banda = 17/16" (27mm)

Giro de rueda = 0°

El terreno en que se pueden deslizarse las ruedas son:

- Asfalto
- Cemento
- Tierra

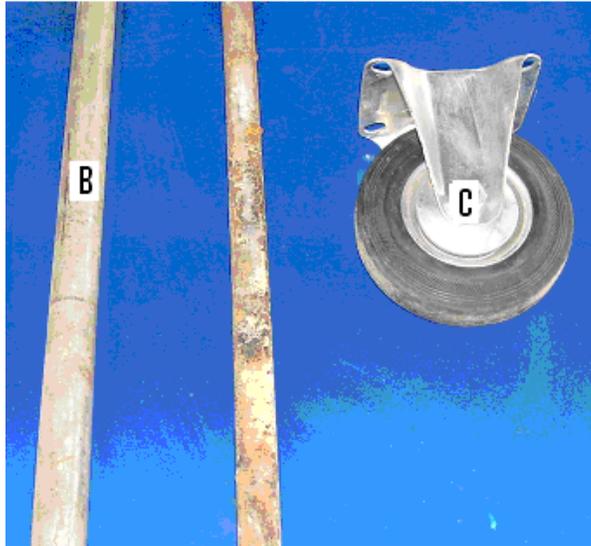


Figura 4.3. Materiales de Construcción

Para soldar la estructura externa e interna del banco de prueba de presurización se utilizaron electrodos tipo E6011.

Características Técnicas

Color de Revestimiento: Blanco

Este electrodo es tipo celulósico, para soldaduras de penetración. El arco es muy estable, el material depositado es de solidificación rápida, fácil aplicación con corriente continua y alterna.

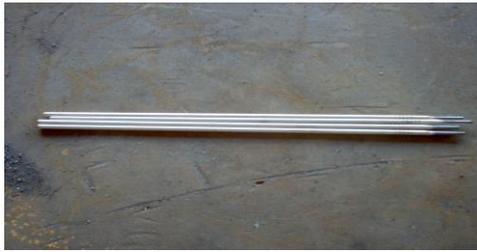


Figura 4.4. Electrodos

A continuación se presenta el banco de prueba de presurización de cabina, ensamblado y pintado.



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR

Figura 4.5. Banco Terminado

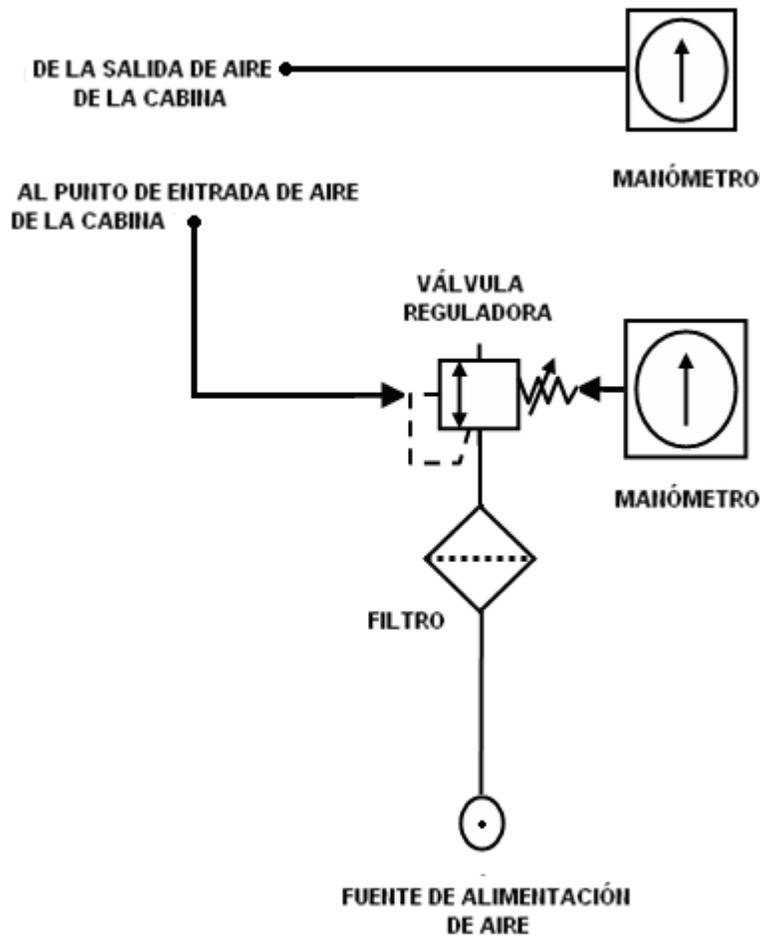


Figura 4.6. Diagrama del sistema neumático del banco

4.1.2 Tipo de Máquinas y Herramientas utilizados en la construcción del Banco de Prueba para la comprobación y verificación de la presurización de cabina del avión Super King Air 200

Para la construcción de la caja estructural del banco y su sistema neumático, se emplean diferentes procesos cumpliendo con una secuencia maquinada con ayuda de: Taladro de banco, sierra eléctrica, esmeril, pulidora, entre otros;

herramientas manuales (cortador, doblador, rayador, escuadra); equipos auxiliares (equipo de soldadura y pintura).

En las tablas siguientes, se detalla las máquinas y herramientas que se utilizaron en la construcción del banco de prueba.

Tabla 4.1. Máquinas utilizadas

MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
Taladro de Banco	115/220 V; 1,725 RPM; Capacidad 5/8"	M1
Pulidora	120V; 10,000 RPM	M2
Esmeril	110V; 1,700 RPM; ½ HP	M3
Sierra Eléctrica	220/440 V; 1145 RPM	M4

Tabla 4.2. Herramientas utilizadas

HERRAMIENTA	CÓDIGO
Cortadora Manual, Capacidad 1/8"	H1
Dobladora Manual; Capacidad 1/8"	H2
Lima plana y Circular	H3
Sierra Manual	H4
Martillo	H5

Tabla 4.3. Equipos Auxiliares utilizados

MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
Soldadora	Eléctrica; 110/220 V; 55 A	E1
Compresor para pintura	50 PSI, 1/2 HP	E2

La construcción de la caja estructural del banco y su sistema neumático, ha consumido el siguiente número de horas de máquinas, herramientas y equipos. Como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.4. Tiempo de operación de Máquinas – Herramientas – Equipos

Nro	MÁQUINA-HERRAMIENTA-EQUIPO	CODIGO	TIEMPO (HORAS)
1	Taladro de Banco	M1	5
2	Pulidora	M2	8
3	Esmeril	M3	6
4	Sierra Eléctrica	M4	1
5	Cortadora	H1	6
6	Dobladora	H2	3
7	Lima plana y Circular	H3	5

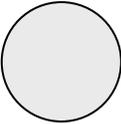
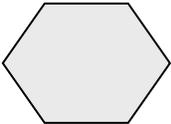
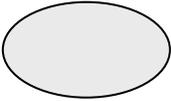
8	Sierra Manual	H4	4
9	Martillo	H5	2
10	Soldadora	E1	5
11	Compresor para pintura	E2	2
TOTAL DE OPERACIÓN			47

4.2.- Diagramas de procesos

A continuación se presentan los diagramas de los diferentes procesos de construcción del banco de prueba para la comprobación y verificación de presurización de cabina del avión Super King Air 200.

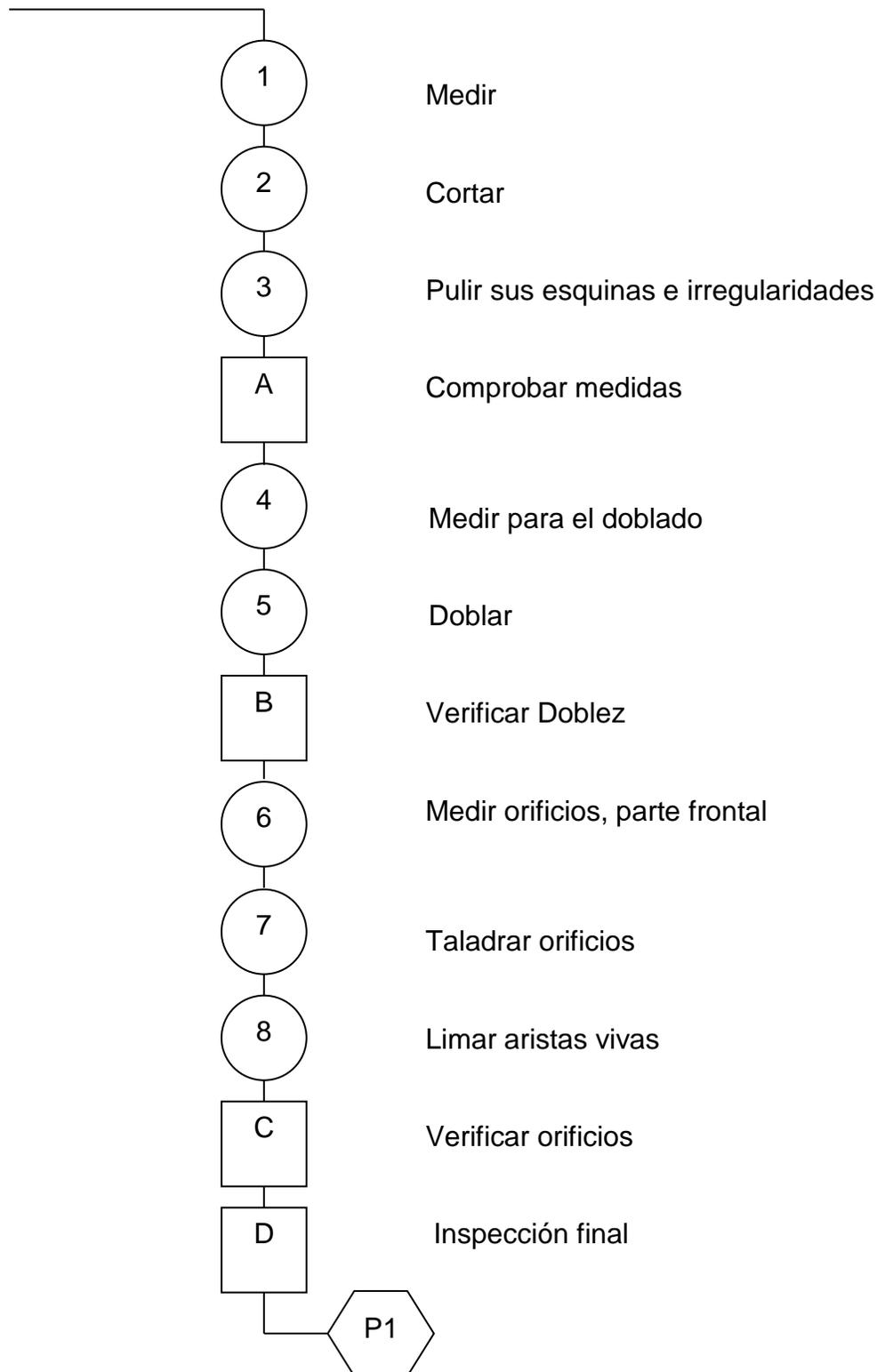
Estos diagramas están compuestos por símbolos que indican la forma como se ha trabajado en la construcción del banco. A continuación se presenta una tabla con la simbología utilizada en cada uno de los procesos de construcción del banco.

Tabla 4.5. Simbología de los procesos de construcción del banco

NUMERO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1		PROCESO
2		INSPECCIÓN
3		PROCESOS TERMINADOS
4		ENSAMBLAJE

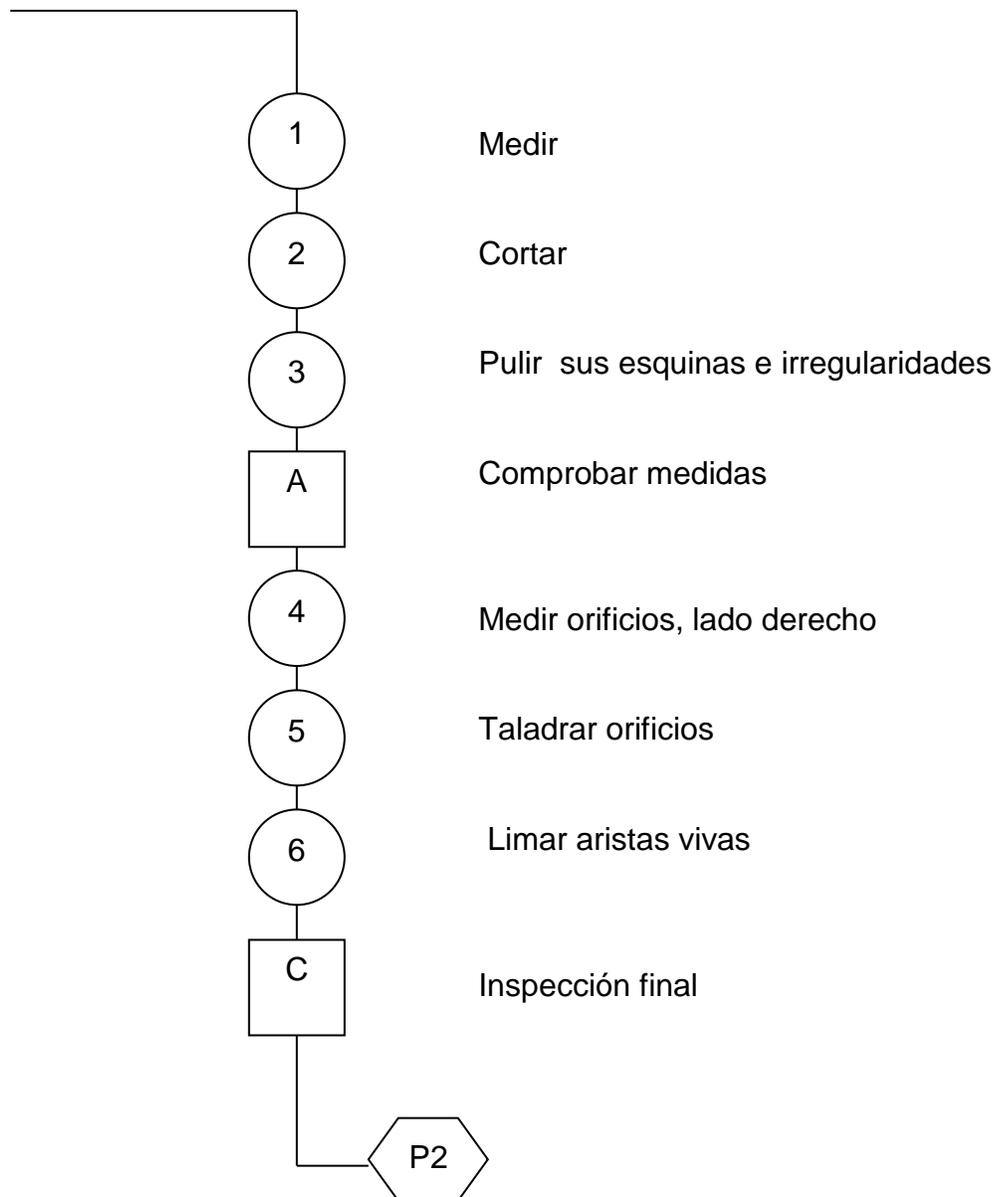
4.2.1 Diagrama de procesos de construcción de la parte frontal y lateral de la estructura de la caja metálica del banco de prueba.

Material: Tol Estructural de 1/32" de espesor.



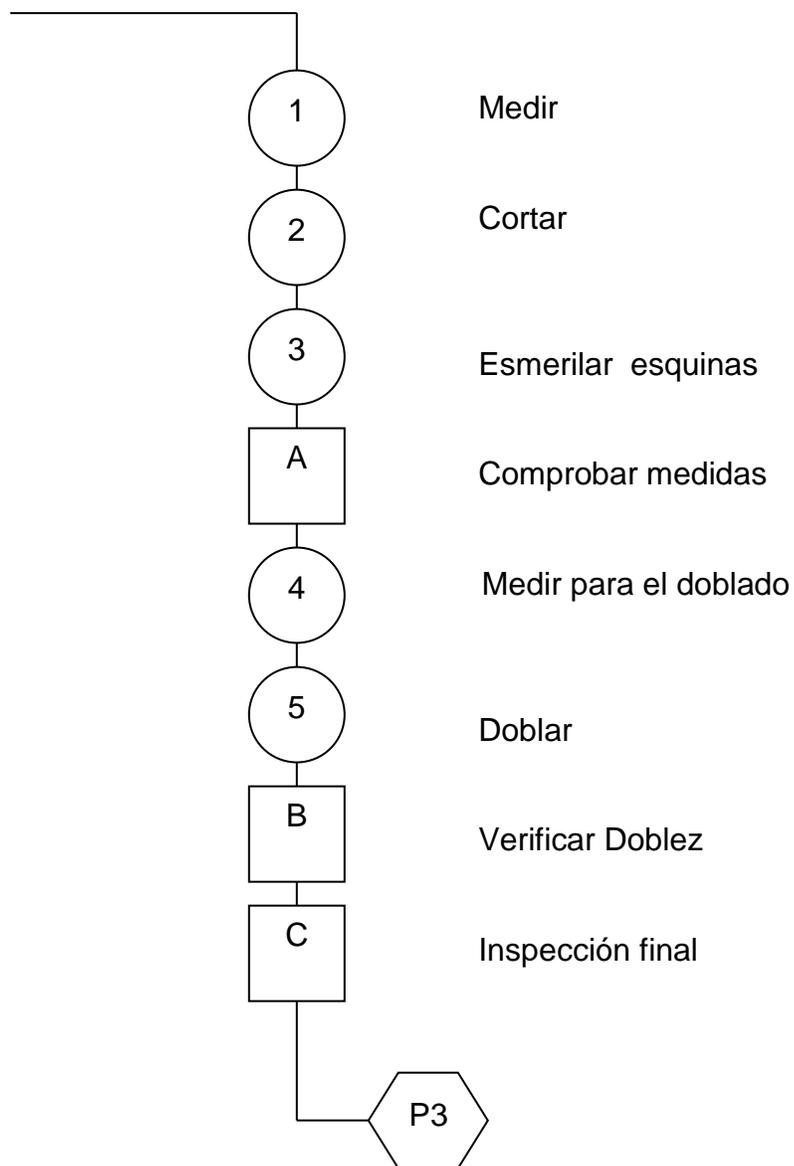
4.2.2.-Diagrama de procesos de construcción de la puerta de acceso posterior de la caja metálica del banco de prueba.

Material: Tol Estructural de 1/32" de espesor.



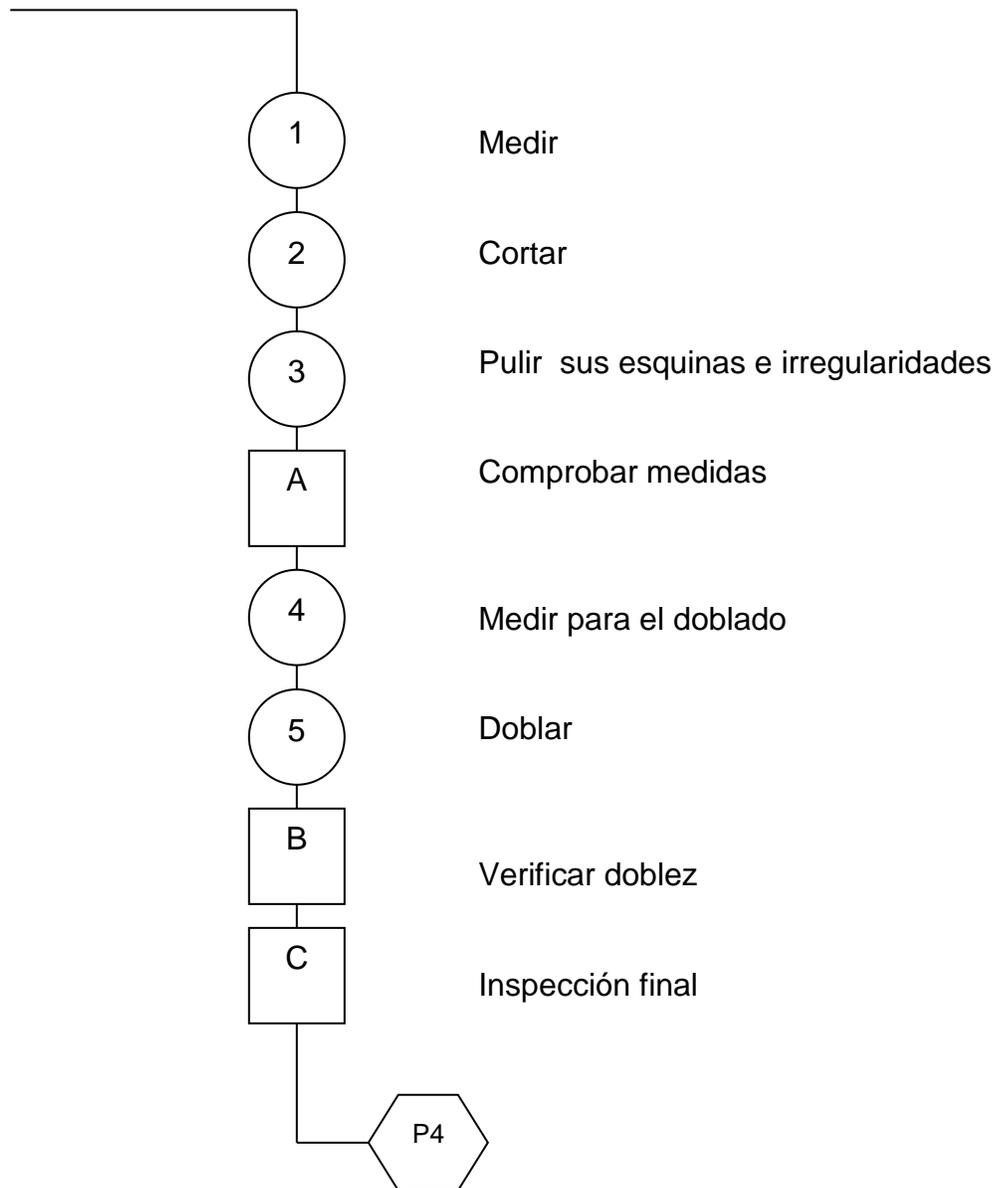
4.2.3.-Diagrama de procesos de construcción del soporte fijo del banco de prueba.

Material: Tubo estructural redondo de 1/2" x 2mm de espesor.



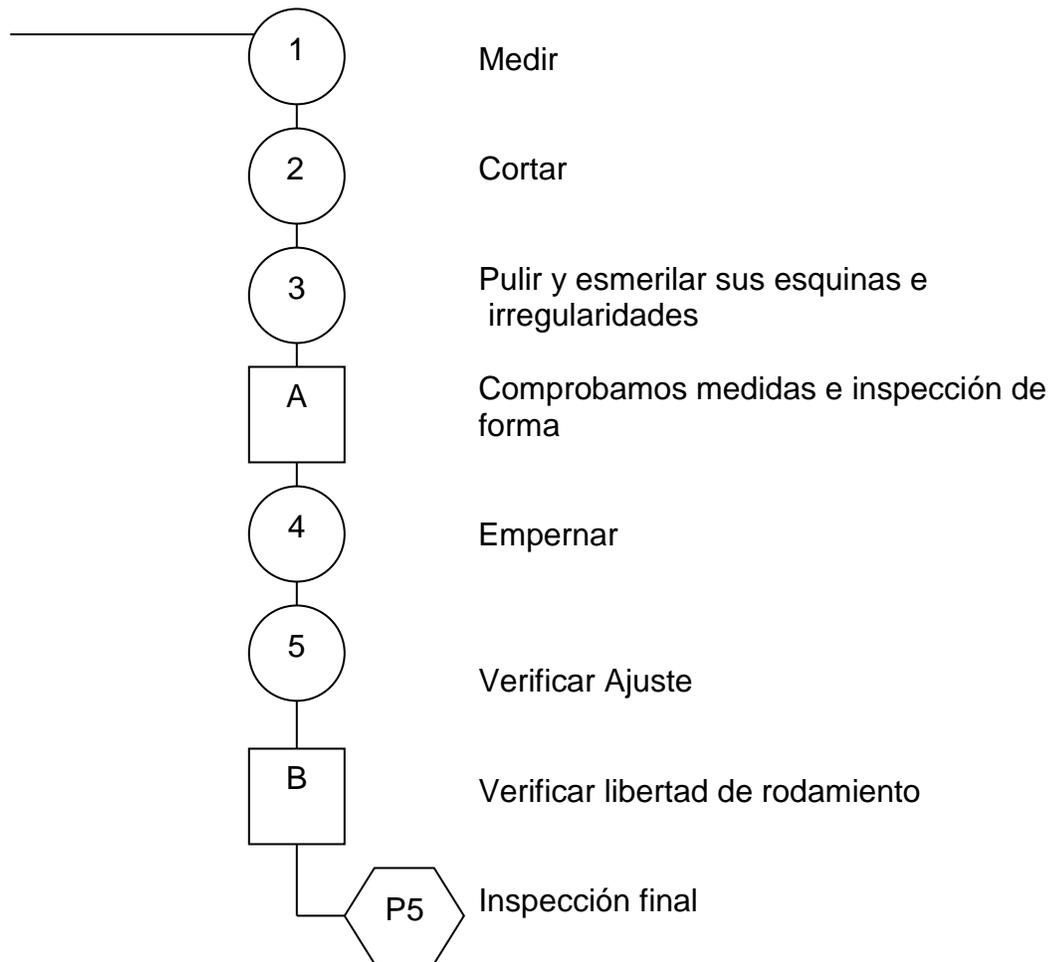
4.2.4.-Diagrama de procesos de construcción de la parte posterior de la estructura de la caja metálica del banco de prueba

Material: Tol Estructural de 1/32" de espesor.



4.2.5.-Diagrama de procesos de construcción del soporte móvil inferior del banco de prueba.

Material: Platina $\frac{1}{4}$ " x 3mm de espesor.



4.3.- Diagramas de ensamble

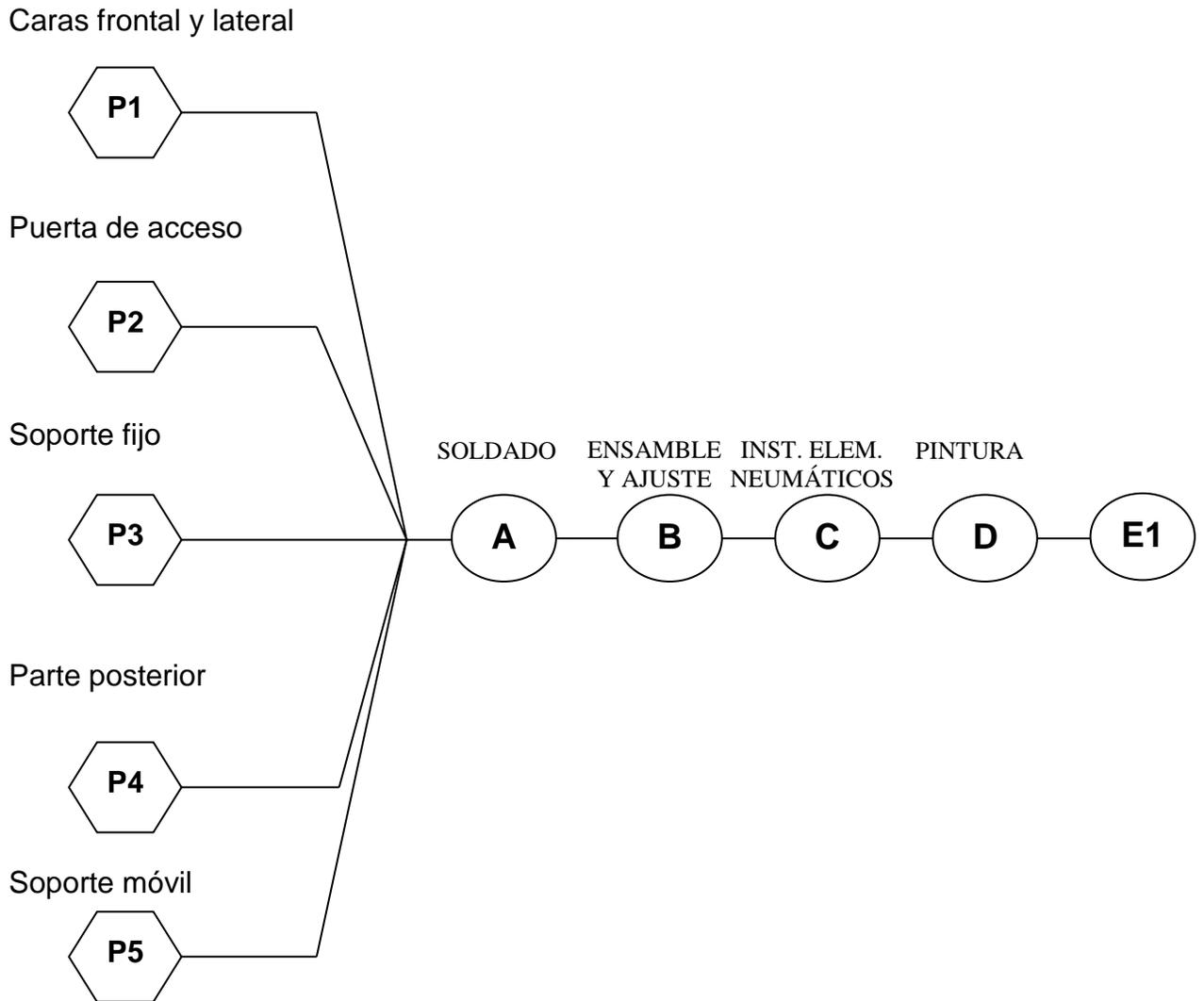
Para el ensamble del sistema neumático, debemos tomar en cuenta que se debe realizar con mucho cuidado puesto que se instalan en la parte frontal del banco con una determinada tolerancia, exactitud y un determinado número de torque, entre sus elementos que lo conforman.

Con respecto al ensamble del sistema neumático, se requiere de herramientas básicas tales como:

- Juego de llaves mixta
- Cortador
- Destornillador
- Teflón

A continuación se presenta los diagramas de ensamble de los diferentes elementos del banco de prueba.

4.3.1.- Diagrama de ensamble del banco de prueba.



NOTA:

En lo que se refiere al diseño se hace énfasis en la forma del banco más no a la selección de materiales, tampoco al cálculo de esfuerzos ya que el banco no está sometido a ningún tipo de esfuerzo, solamente su función es alojar y sostener los diferentes componentes neumáticos del banco.

4.4.- Pruebas de funcionamiento

Una vez terminada la construcción estructural y luego del acoplamiento de los diferentes accesorios del sistema neumático del banco de prueba, se procede a verificar el funcionamiento del mismo y de cada uno de los componentes.

La verificación se lo realizó en la Estación Aeronaval de Manta, durante dos días de pruebas de funcionamiento; tomando en cuenta los parámetros exigidos en el Manual Técnico de operación del equipo; obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4.6. Pruebas de funcionamiento realizadas.

	PRESIONES INDICADAS EN EL INSTRUMENTO INDICADOR (MANÓMETROS)	
No. Pruebas	Presión Cabina	P. Referencial de Cabina
1	3.5 (PSI)	6.1 a 6.5 (PSI)
2	4.2 (PSI)	6.1 a 6.5 (PSI)

Observaciones

Al término de las pruebas realizadas, se determinó que la presión de cabina no cumplía con el rango de presión referencial establecido en el manual técnico, debido a que el sello hermético se encontraba roto en varios puntos alrededor de la puerta principal cabina.

Acción Correctiva

Se procede a cambiar el sello hermético de la puerta principal.

Luego de realizar las pruebas de funcionamiento se procede a evaluar cada una de las partes del banco de prueba de presurización de cabina en su parte estructural, y su sistema neumático.

La evaluación se la realiza de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.7. Parámetros de evaluación cualitativa y cuantitativa

CUALITATIVA		CUANTITATIVA
SOBRESALIENTE	S	10
MUY BUENA	MB	9
BUENA	B	8
MALA	M	7

4.4.1.- Estructura del banco de prueba

El estado de los diferentes elementos que conforman el diseño y en si la estructura del banco se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4.8. Evaluación de los elementos de la estructura del banco.

ELEMENTO	EVALUACIÓN ENSAMBLE ÓPTIMO	
	CUALITATIVA	CUANTITATIVA
Caja Metálica	Sobresaliente	10
Soporte Fijo	Sobresaliente	10
Soporte Móvil	Sobresaliente	10
Mango de Sujeción	Sobresaliente	10
Ruedas	Sobresaliente	10

4.4.2.- Sistema neumático del banco de prueba.

El estado de los diferentes elementos que conforman este sistema se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4.9. Evaluación de los elementos del sistema neumático del banco.

ELEMENTO	EVALUACIÓN FUNCIONAMIENTO		EVALUACIÓN ENSAMBLE ÓPTIMO	
	CUALIT.	CUANTIT.	CUALIT.	CUANTIT.
Manómetros	S	10	S	10

ELEMENTO	EVALUACIÓN FUNCIONAMIENTO		EVALUACIÓN ENSAMBLE ÓPTIMO	
	CUALIT.	CUANTIT.	CUALIT.	CUANTIT.
Manguera neumática	S	10	S	10
Fittings	MB	9	S	10
Válvula Reguladora	S	10	S	10
Filtro	S	10	S	10
Acoples 1/4"	S	10	MB	9
Neplos 1/4"	S	10	MB	9

Conclusión

Con respecto al funcionamiento global, tanto de la estructura y del sistema neumático del banco de prueba, para la comprobación de presiones de la cabina del avión Super King Air 200, podemos decir que se encuentra en perfectas condiciones y óptimo funcionamiento.

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MANUALES

5.1.- Descripción General

En este capítulo, se establece los procedimientos y requerimientos que exige la Norma MIL P-25508E de Purga y Presurización (Anexo E), en el cual especifican los aspectos del control ambiental y uso del oxígeno; manejado y usado para mantener la vida y salud de los tripulantes y pasajeros de las aeronaves, y que el riesgo de daños a la propiedad sea minimizado, esto será posible si se cumplen todas las especificaciones establecidas.

La codificación y los procedimientos de ensayo se indican en las tablas; los procedimientos y formatos que se detallan, nos permiten conseguir una verdadera estructuración de los mismos con el fin de obtener un trabajo de calidad.

Tabla 5.1 Codificación de los manuales.

Procedimiento	Código
Seguridad del banco y del operario	AN-SSK-MS
Operación del banco de prueba	AN-SSK-MO
Mantenimiento del banco de prueba.	AN-SSK-MM
Hojas de registro del banco de prueba.	AN-SSK-HR

5.2. Manual de mantenimiento.

<p align="center">ITSA</p>	<p align="center">MANUAL DE MANTENIMIENTO.</p>		<p>Pág.: 1 de 4</p>
	<p align="center">MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200</p>		<p>Código : AN-SSK-MM</p>
	<p align="center">Elaborado por: CBOS MC-AV Yánez José</p>		<p>Revisión No. : 1</p>
<p>MECANICA</p>	<p>Aprobado por: SGOS Tec.Av. Maldonado.</p>	<p>Fecha : 2007-05-22</p>	<p>Fecha : 2007-05-22</p>
<p align="center">1. OBJETIVO</p> <p>Documentar un manual de mantenimiento preventivo del Banco de Prueba de Presurización de Cabina, para el personal de la sección de Mantenimiento Super king Air 200, basado en la elaboración de un plan de mantenimiento o inspección sistemática de todos sus componentes, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste físico, manteniendo los registros adecuados.</p> <p align="center">2. ALCANCE</p> <p>Mantener permanentemente al banco y sus componentes, en su mejor estado y cumplir con las expectativas de trabajo en la comprobación de presión de cabina en el avión Super King Air 200.</p> <p align="center">3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <p>Manual de Mantenimiento del avión Super King Air 200.</p> <p align="center">4. DEFINICIONES</p> <p>Son muchos los factores que en forma directa e indirecta propician el deterioro paulatino de las condiciones físicas internas y externas del banco tales como:</p>			

ITSA	MANUAL DE MANTENIMIENTO.		Pág. : 2 de 4
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200		Código : AN-SSK-MM
	Elaborado por: CBOS MC-AV Yánez José		Revisión No. : 1
MECANICA	Aprobado por: SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha : 2007-05-22

- Condiciones de ambiente inadecuadas a su entorno.
- Esfuerzos inadecuados en su traslado.
- Operación inadecuada de los manómetros.
- Los esfuerzos neumáticos en componentes e indicadores.
- Las variaciones de presión en el filtro desde la fuente de alimentación.
- La humedad en las diferentes partes neumáticas.
- La presencia de F.O.D a su entorno.
- Operación inadecuada del equipo, etc.

5. PROCEDIMIENTOS

En esta parte se plantea procedimientos adecuados de revisión y preservación del banco, en el cual el técnico deberá realizar los siguientes mantenimientos.

5.1 MANTENIMIENTO QUINCENAL

- a) Determinar si existen fugas de presión neumática en sus componentes neumáticos.
- b) Verificar que se encuentren en buen estado y sin fisuras todos los componentes del banco.

ITSA	MANUAL DE MANTENIMIENTO.		Pág. : 3 de 4
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200		Código: AN-SSK-MM
	Elaborado por: CBOS MC-AV Yánez José		Revisión No.: 1
MECANICA	Aprobado por: SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha : 2007-05-22

a) Comprobar que se encuentren bien ajustados todos los componentes del sistema.

b) Comprobar que no exista un abastecimiento excesivo de presión neumática.

5.2 Mantenimiento Semestral

a) Realizar en forma íntegra la limpieza de manómetros, filtro, válvulas, mangueras, uniones, neoprenos, etc.

b) Limpiar la estructura del banco de prueba.

c) Verificar que se encuentra el sticker de calibración proporcionado por el departamento de metrología de los instrumentos indicadores de presión, con el fin de determinar que se encuentran en perfectas condiciones.

d) Verificar el estado de las ruedas.

5.3 Mantenimiento Anual

a) Verificar cuidadosamente el estado de perfiles y superficies de la estructura del banco, tener en cuenta puntos de soldadura.

b) Verificar que la caja superior e inferior de la estructura del banco se encuentren perfectamente unidas y acopladas.

ITSA	MANUAL DE MANTENIMIENTO.		Pág. :4 de 4
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200		Código: AN-SSK-MM
			Elaborado por: CBOS MC-AV Yánez José
MECANICA	Aprobado por SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha : 2007-05-22
<p>c) Verificar la pintura de perfiles y superficies del banco para evitar corrosión en el mismo.</p> <p>d) Comprobar que se encuentran en buen estado las placas de designación del banco.</p> <p>e) Realizar la calibración de los instrumentos indicadores de presión de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.</p> <p>Firma del Técnico: _____</p>			

5.3.- Manual de operación.

ITSA	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág:1 de 3
	<p align="center">OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200</p>		Código : AN-SSK-MO
	Elaborado por: CBOS MC-AV Yánez José		Revisión No. : 1
MECANICA	Aprobado por SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha : 2007-05-22
<p>1. PROCEDIEMIENTOS</p> <p>a) Reemplace el acceso que se encuentra en la parte inferior del avión detrás del tren de nariz, por la tapa de acceso que contiene los acoples que conectan al banco de prueba.(Anexo D)</p> <p>b) Conecte un extremo de la manguera al acople de la toma de aire comprimido y el otro extremo a la línea de entrada de aire del banco de prueba.</p> <p>c) Conecte un extremo de la segunda manguera a la “Línea de salida al avión”, del banco de prueba (Anexo A); y el otro extremo a la toma de aire que se encuentra en la tapa de acceso que ya esta instalado en el avión.</p> <p>d) Conecte un extremo de la tercera manguera a la “Línea de retorno al indicador de cabina”, del banco de prueba, (Anexo A) ; y el otro extremo al acople que se encuentra en la tapa de acceso al avión.</p> <p>e) Proceda a abrir la válvula de paso de la toma de aire comprimido.</p> <p>f) Proceda a presurizar la cabina abriendo la válvula reguladora de la línea de abastecimiento del banco de presurización.</p> <p>g) Controle que la presión de cabina no se eleve sobre los 6.1 PSI.</p>			

ITSA	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág: 2 de 3
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200		Código : AN-SSK-MO
			Elaborado por: CBOS MC-AV Yáñez José
MECANICA	Aprobado por SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha : 2007-05-22

h) Controle el sellado de la cabina como se detalla a continuación:

i) Proceda a tomar el tiempo con el cronómetro desde cuando la presión de aire de la cabina sea de 6.1 PSI.

j) Verificar que las válvulas de seguridad y descarga del sistema de presurización se encuentren cerradas.

k) Verificar que los switches de las BLEED AIR se encuentren en la posición OFF.

2. PRECAUCIONES

2.1 Sistema de inflado de cabina.

a) En caso que la presión de cabina no se mantenga en un rango de 6.1 PSI. proceda a realizar lo siguiente:

- Use una solución jabonosa de agua y localice si existe fuga o escape de aire alrededor de la puerta principal y emergencia.
- Apriete los accesorios o componentes del sistema de presurización del avión o sustituya el sello, verifique parabrisas y ventoleras según lo descrito en el Manual de Mantenimiento.

ITSA	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág :3 de 3
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200		Código : AN-SSK-MO
	Elaborado por: CBOS MC-AV Yáñez José		Revisión No. : 1
MECANICA	Aprobado por SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha : 2007-05-22

b) Repita las operaciones descritas anteriormente luego de verificar el daño.

- Chequee la presión de aire de aumento en los empalmes del parabrisas de la cabina y la periferia de las ventanas de la cabina por ausencia y escapes, para esto utilice un cepillo y una solución jabonosa de agua.
- Repare los escapes, refiérase a la hoja de trabajo.
- Repita los chequeos detallados según las instrucciones de funcionamiento del banco.

Firma del Técnico_____

5.4.- Manual de seguridad

<p>ITSA</p>	<p>MANUAL DE SEGURIDAD</p>		<p>Pág :1 de 3</p>
	<p>MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200</p>		<p>Código : AN-SSK-MS1</p>
	<p>Elaborado por: CBOS MC-AV Yánez José</p>		<p>Revisión No. : 1</p>
<p>MECANICA</p>	<p>Aprobado por SGOS Tec.Av. Maldonado.</p>	<p>Fecha : 2007-05-22</p>	<p>Fecha: 2007-05-22</p>
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Documentar normas, reglas, o procedimientos correctos para realizar las actividades del programa de seguridad de la sección de mantenimiento, cumpliendo los tres elementos indispensables; seguridad, productividad y calidad de los trabajos.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Evitar eventos no deseados tales como, incidentes o accidentes, y demás daños profesionales; y eliminar automáticamente la ausencia laboral, la pérdida de materiales y por ende las interacciones en el proceso productivo.</p> <p>3. VERIFICACIONES</p> <p>Al realizar los trabajos de comprobación de presiones tanto de cabina y sello se debe hacer con mucho cuidado y tomando en cuenta los siguientes factores de seguridad:</p>			

ITSA	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág : 2 de 3
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200		Código : AN-SSK-MS1
			Elaborado por: CBOS MC-AV Yáñez José
MECANICA	Aprobado por SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha: 2007-05-22
<p>3.1 Factor Acción Insegura</p> <ul style="list-style-type: none"> a) No violar los procedimientos aceptados como seguros de operación del equipo. b) Operar el banco sin autorización o conocimiento. c) Operar el banco a presiones neumáticas elevadas que dan lugar al daño inmediato de los componentes del sistema neumático. d) Hacer uso del banco, y sus componentes encontrándose defectuosos. e) No limpiar el equipo mientras se encuentre operando. f) No manipular el sistema neumático del banco ubicado en su parte interna; cuando éste se encuentre con flujo de presión neumática desde la fuente de alimentación externa. g) No realizar los trabajos de comprobación de presiones, sin antes verificar que se encuentren cerradas todas las válvulas. h) Realizar la operación del banco sin la ayuda extra de una persona por lo menos. <p>3.2 Factor de Condición Insegura</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Piso o superficie de trabajo resbaloso, y desigual. b) Falta de orden y limpieza en el área de trabajo. 			

ITSA	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág :3 de 3
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA DE PRESURIZACIÓN DE CABINA PARA EL AVIÓN SUPER KING AIR 200		Código : AN-SSK-MS1
			Elaborado por: CBOS MC-AV Yáñez José
MECANICA	Aprobado por SGOS Tec.Av. Maldonado.	Fecha : 2007-05-22	Fecha: 2007-05-22
<p>c) Falta de señalización del banco.</p> <p>d) Acceso de visitantes al área laboral sin el uso de los implementos y conocimientos de seguridad.</p> <p>3.3 Factor de Personal Inseguro</p> <p>a) Falta de conocimiento y destreza, incluye: desconocimiento de los métodos correctos de operación del banco, hábitos impropios de trabajo, experiencia insuficiente.</p> <p>b) Actitudes indebidas relacionadas con: falta de atención, indolencia, arrogancia, imprudencia, hostilidad, egoísmo, etc.</p> <p>Firma del Técnico: _____</p>			

CAPÍTULO VI

ESTUDIO ECONÓMICO

6.1.- Presupuesto

Después de haber realizado un estudio económico y antes de concretar este proyecto de grado se llegó a la conclusión de que el banco de prueba para el chequeo y comprobación de presurización de cabina del avión Super King Air 200, tenía un costo aproximado de, 605 USD.

6.2.- Análisis económico

Existen principalmente cuatro rubros en el diseño y construcción del banco de prueba de presurización, que son:

1. Materiales
2. Máquinas, Herramientas y Equipos Auxiliares
3. Mano de Obra
4. Otros

6.3.- Materiales

Tabla 6.1. Lista de costo de materiales del banco de prueba

DETALLE	COSTOS USD
Manómetros	80
Válvulas Reguladoras	40
Filtro	30
Acoples rápidos	20
Neplos 1/4"	20
Uniones 1/4"	20
Manguera neumática	30
Fittings	20
Lámina estructural de Tol de 1/16"	30
Tubo estructural de hierro redondo de 1/2" x 2mm	8
Ruedas	10
Pintura	23
TOTAL(\$)	331 \$

6.4.- Maquinarias, herramienta y equipos

Para lograr construir este banco de prueba, se utilizó las maquinarias, herramientas en los talleres de la Aviación Naval Guayaquil.

A continuación se presenta un cuadro con el costo de la utilización de maquinarias, herramientas y equipos utilizados en la construcción:

Tabla 6.2 Costo de maquinaria, herramientas y equipos empleados en la construcción.

MÁQUINA-HERRAMIENTA-EQUIPO	TIEMPO (H/MAQ)	COSTO H/\$	VALOR \$
Taladro de Banco	5	5	25
Pulidora	2	3	6
Esmeril	1	1	1
Sierra Eléctrica	4	1	4
Cortadora	3	2	6
Dobladora	3	2	6
Lima plana y Circular	2	S/C	0
Sierra Manual	3	1	3
Martillo	S/H	0	0
Soldadora	5	5	25
Compresor para pintura	6	3	18
COSTO TOTAL (\$)	34	37	94 \$

6.5.- Mano de obra.

Los costos de mano de obra comprenden principalmente el ensamblaje, manufactura de las partes que comprende el banco de prueba.

Tabla 6.3 Costo de la mano de obra.

DETALLE	VALOR (\$)
Diseño y trazado	20
Cortado y soldado	20
Conexiones neumáticas	20
Pintura	10
TOTAL (\$)	70 (\$)

6.6.- Varios.

Este rubro comprende los materiales utilizadas para las pruebas y costo de impresión de la tesis.

Tabla 6.4 Costo de gastos varios.

DETALLE	CANTIDAD	VALOR(\$)
Kit de impresión (Cartuchos de Tinta)	3	30
Resma (500 Hojas)	3	10
CD	2	2
Anillado de borradores	3	4
Empastado de originales	3	21
Etiquetas de identificación del banco	7	19
Copias	-	14
TOTAL (\$)		100 \$

6.7.- Costo total de la construcción del banco de prueba

Por lo tanto el costo total para la construcción del banco de prueba para la comprobación de la presurización de cabina del avión Súper King Air 200 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6.5 Costo total del banco de prueba.

DETALLE	VALOR (\$)
Materiales	331
Maquinarias, herramientas y equipos	94
Mano de obra	70
Varios	100
TOTAL (\$)	595 \$

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1.- Conclusiones.

- El estudio e investigación sobre los componentes y la necesidad del banco de prueba de presurización de cabina para el Avión Super King Air 200 ha permitido realizar el diseño y construcción adecuado del banco satisfaciendo los requerimientos de operación.
- La determinación de requerimientos técnicos de operación y funcionamiento, previa a la construcción del banco de prueba permitió establecer procedimiento de trabajo en el banco de prueba para su correcto funcionamiento.
- Las pruebas realizadas con el banco construido son satisfactorias, en tal razón se concluye que el banco se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento y puede ser operado por cualquier técnico de la sección de mantenimiento de los aviones Super King, previo a un entrenamiento en el mismo.

- Los manuales de seguridad, operación y mantenimiento elaborados, permite realizar los procesos correspondientes para el mantenimiento respectivo del banco, evitando su deterioro temprano.
- Al implementar este nuevo equipo construido para la sección mantenimiento, se esta aportando al mejoramiento técnico de los mecánicos de la sección Super King y a un mejor control del sistema de presurización.

7.2.- Recomendaciones.

- Se recomienda dar a conocer toda la información de este equipo a todo el personal que trabaja en el área de mantenimiento de la sección Super King, para obtener su perfecto desempeño.
- Guiarse siempre en las instrucciones que se encuentra detalladas en los manuales, para evitar contratiempos, accidentes y así obtener un perfecto funcionamiento del banco de prueba.
- Hacer referencia siempre a las normas y precauciones indicadas en los manuales de operación, mantenimiento, y seguridad.
- Se preste las facilidades para que los alumnos del I.T.S.A, puedan seguir construyendo diferentes bancos de prueba que ayudarían en la modernización de los escuadrones de la Aviación Naval.

A N E X O S

ANEXO A

PLANOS GENERALES

ANEXO B

CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERIAS

ANEXO C

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELECTRODOS

ANEXO D

FOTOS DE LA TAPA DE ACCESO

ANEXO E

NORMA MIL P-25508E DE PURGA Y PRESURIZACIÓN

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: YÁNEZ VERDEZOTO
NOMBRES: JOSÉ LUIS
NACIONALIDAD: ECUATORIANA
LUGAR DE NACIMIENTO: BABAHOYO - ECUADOR
EDAD: 26 AÑOS
ESTADO CIVIL: SOLTERO
CÉDULA DE IDENTIDAD: 120457076- 4
PROFESIÓN: MILITAR

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: ESCUELA FISCAL "SAN JOSE" - BABAHOYO

SECUNDARIA: COLEGIO FISCO MISIONAL "MARCOS
BENETAZZO" - BABAHOYO

SUPERIOR: CENTRO TECNOLÓGICO NAVAL- GUAYAQUIL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
AERONÁUTICO – LATACUNGA

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

A/M Yánez Verdezoto José Luis

DIRECTOR DE CARRERAS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR AERONÁUTICO

Ing. Edison Arguello

Latacunga, 05 Junio del 2007

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de mantenimiento del Avión Súper King Air 200. Sistema de presurización, calefacción y enfriamiento.
- **NOVACERO** (2000), Características Técnicas de Tubería Estructural.
- **OÑATE**, Antonio Estéban (1996), Conocimientos del Avión, México, Editorial Paraninfo.
- **AGA. (2003)**, Características Técnicas de la Suelda