

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**REHABILITACIÓN DE UN BANCO PORTÁTIL IMPULSOR  
DE NITRÓGENO PARA CARGAR A LOS  
ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL  
AVIÓN K-FIR C2 – K-FIR CE**

**POR:**

**VICTOR HUGO ORDÓÑEZ ALCIVAR**

**Proyecto de Grado presentado como requisito parcial para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MOTORES**

**2006**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **MIGUEL VICTOR HUGO ORDÓÑEZ ALCIVAR**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

Ing. Dag Bassantes

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, Enero del 2006

## **DEDICATORIA**

A mis adorados padres, hermano y familia quienes a pesar de mis tropiezos confiaron siempre en mí y estuvieron listos para apoyarme en todo momento, los mismos que a pesar de la distancia en sus mentes y corazón estuve siempre presente y a los mismos que amaré y respetaré siempre.

**MIGUEL VICTOR HUGO ORDÓÑEZ ALCIVAR**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios de quien tengo la plena certeza que estuvo y estará siempre junto a mí, a aquellas personas que sin ser familiares o conocidos me brindaron siempre lo mejor de sí sin esperar nunca nada a cambio haciendo más llevadera mi permanencia en esta ciudad, lejos de los míos.

Agradezco también a las personas de gran corazón y voluntad que en estos momentos laboran en el Escuadrón K-fir del Ala N° 12, quienes estuvieron siempre dispuestos a colaborar y apoyarme en la realización del presente proyecto, así como también a mi director de proyecto, una persona dispuesta a colaborar cada vez que le sea posible.

**MIGUEL VICTOR HUGO ORDÓÑEZ ALCIVAR.**

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice.....	V
Resumen.....	01
Introducción.....	02
Justificación.....	02
Objetivos.....	04
Alcance.....	04

## CAPÍTULO I

### **SISTEMAS DEL AVIÓN QUE REQUIEREN NITRÓGENO.**

1.1 Generalidades.....	06
1.2 Tipos de Acumuladores.....	08
1.2.1 Acumuladores de Contrapeso.....	08
1.2.2 Acumuladores de Muelle (Resorte).....	09
1.2.3 Acumuladores de Gas.....	09
1.2.3.1 Acumuladores de Pistón.....	10
1.2.3.2 Acumuladores de Membrana o de Vejiga.....	10
1.3 Funcionamiento y Características Técnicas.....	11
1.3.1 Sistema Hidráulico N° 1.....	11
1.3.1.1 Acumulador de Amortiguación.....	11
1.3.1.2 Acumulador del Sistema No. 1.....	12
1.3.1.3 Acumulador del Sistema de Servicios.....	12
1.3.2 Sistema Hidráulico N° 2.....	13
1.3.2.1 Acumulador de Amortiguación.....	13
1.3.2.2 Acumulador del Sistema N° 2.....	13
1.3.3 Sistema de Emergencia.....	14

1.3.3.1 Acumulador del Sistema de Emergencia.....	14
1.3.3.2 Acumulador del Freno de Emergencia.....	14
1.3.4 Amortiguador de los Trenes Principales.....	15
1.3.5 Amortiguador del Tren de Nariz.....	16
1.3.6 Acumulador de Shimmy Damper.....	17
1.3.7 Cilindro de lanzamiento de la Burbuja.....	17
1.4 Banco para cargar de Nitrógeno al Avión K-Fir.....	19
1.4.1 Generalidades.....	19
1.4.2 Funcionamiento.....	19
1.4.3 Capacidades de Operación.....	20
1.4.3.1 Modo de Operación Normal para Aplicaciones de Alta Presión.....	20
1.4.3.2 Modo de Operación Normal para Aplicaciones de Baja Presión.....	20
1.4.4 Características Técnicas.....	20
1.4.5 Panel de Control y Componentes.....	21
1.5 Análisis de Partes Principales.....	22
1.6 Fuentes de Abastecimiento.....	26

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL BANCO**

2.1 Valoración de los Elementos.....	29
2.2 Análisis de Datos.....	30

## **CAPÍTULO III**

### **REHABILITACIÓN.**

3.1 Rehabilitación del Banco.....	32
3.2 Identificación de los Componentes.....	33
3.3 Máquinas – Herramientas – Equipos.....	34
3.4 Simbología del Flujograma.....	35
3.5 Diagrama de Proceso de Construcción de un Protector de Mica para los Manómetros.....	35
3.6 Diagrama de Proceso de Construcción de un Coche.....	36

3.7 Diagrama de Proceso de la Rehabilitación del Banco.....	37
---	----

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES.**

4.1 Análisis de Resultados.....	39
4.2 Manual de Procedimiento.....	40
4.3 Manual de Seguridad.....	45
4.4 Manual de Operación.....	49
4.5 Hojas de Registro.....	54

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1 Presupuesto.....	56
5.2 Estudio Económico y Financiero.....	56
5.2.1 Materiales.....	57
5.2.2 Herramientas.....	58
5.2.3 Mano de Obra.....	59

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones.....	60
6.2 Recomendaciones.....	61

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **PLANOS**

### **ANEXOS**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Acumulador de contrapeso .....	08
Figura 1.2	Acumulador de muelle.....	09
Figura 1.3	Acumulador de pistón.....	10
Figura 1.4	Acumulador de membrana.....	10
Figura 1.5	Amortiguador del tren principal.....	15
Figura 1.6	Amortiguador del tren de nariz.....	16
Figura 1.7	Amortiguador del Shimmy Damper.....	17
Figura 1.8	Cilindro de lanzamiento de la Burbuja.....	18
Figura 1.9	Botellas de nitrógeno .....	27
Figura 3.1	Habilitación del banco.....	33
Figura 3.2	Placa de identificación de los componentes.....	33

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Valoración.....	29
Tabla 2.2 Descripción situacional del banco.....	30
Tabla 2.3 Porcentajes de acción correctiva.....	31
Tabla 3.1 Máquinas .....	34
Tabla 3.2 Herramientas.....	34
Tabla 3.3 Equipos.....	34
Tabla 3.4 Simbología del flujograma.....	35
Tabla 5.1 Materiales e instrumentos.....	57
Tabla 5.2 Costo de herramientas.....	58
Tabla 5.3 Costo de mano de obra .....	59
Tabla 5.4 Costo total de rehabilitación.....	59

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama esquemático de los sistemas hidráulicos.....	64
Anexo 2. Consumidores de los sistemas hidráulicos.....	66
Anexo 3. Diagrama esquemático del sistema de frenos.....	67
Anexo 4. Panel de control.....	69
Anexo 5. Unidad elevadora de presión.....	70
Anexo 6. Situación anterior del banco.....	71
Anexo 7. Situación actual del banco (Rehabilitado).....	72
Anexo 8a. Simbología y elementos constitutivos del banco.....	73
Anexo 8b. Simbología y elementos constitutivos del banco.....	74
Anexo 9. Señalización numérica de las partes internas del banco.....	75
Anexo 10. Diagrama neumático del banco.....	76
Anexo 11a. Características de las mangueras utilizadas.....	77
Anexo 11b. Características de las mangueras utilizadas.....	78
Anexo 11c. Características de la tubería de acero utilizada.....	79
Anexo 12. Tabla comparativa entre situación anterior y situación actual del banco....	80
Anexo 13. Accidente ocurrido al trabajar con presión.....	81



## **RESUMEN**

En el presente proyecto se encuentra toda la información necesaria sobre la habilitación del banco portátil impulsor de nitrógeno ubicado en el Hangar de Aviones Militares del Ala N° 12 de la FAE en la ciudad de Latacunga.

El banco impulsor de nitrógeno es un equipo de apoyo en tierra, el mismo que es utilizado por el personal de mantenimiento que labora en el Hangar de aviones militares. Este banco servirá para abastecer de nitrógeno a los acumuladores y cilindros de alta y baja presión en los aviones K-fir C2, K-fir CE.

Para la rehabilitación del banco se procedió a realizar un estudio previo para determinar el grado de mantenimiento requerido. Una vez establecidas las condiciones se llevo a cabo su rehabilitación, para ello se desmonto los elementos, partes y piezas y se procedió a verificar las condiciones operacionales de manómetros, sustitución de los mismos, construcción de cañerías, señalización de elementos del panel de control, armado, pruebas de funcionamiento, elaboración de manuales de operación, mantenimiento, seguridad y hojas de registro.

Para una fácil transportación del banco se construyó un coche transportador.

## **INTRODUCCIÓN.**

En el año de 1981 la Fuerza Aérea Ecuatoriana “FAE” adquirió 12 aviones K-FIR C-2 (10 monoplaza y dos biplaza). Esta adquisición incluía equipo de apoyo, partes y repuestos, entrenamiento, y simulador de vuelo.

Dentro de los equipos de apoyo en tierra se encontraba el “Banco para carga de nitrógeno a los acumuladores” de dicha aeronave el mismo que fue utilizado en la Base Aérea de Taura por muchos años luego de lo cual es trasladado al Escuadrón de mantenimiento y modernización del avión K-FIR en el Ala N° 12 ubicada en la ciudad de Latacunga donde continuaría prestando sus servicios. Al transcurrir el tiempo debido a razones de uso, vida útil y falta de un mantenimiento adecuado el Banco colapso encontrándose hoy en día en un estado que imposibilita su operación.

## **JUSTIFICACIÓN:**

En vista de la necesidad de habilitar el banco para la carga de nitrógeno a fin de realizar un trabajo seguro y eficaz surge la idea de desarrollar el presente proyecto como solución que de fin a los riesgos y problemas en determinadas actividades al personal de mantenimiento que labora en el Escuadrón de aviones K-FIR en el Ala N° 12 de la Fuerza Aérea que debido a los limitados recursos de la misma y al bajo presupuesto del País para la aviación, se hace difícil adquirir desde Israel un nuevo equipo por su elevado costo; testigo de esto es el número considerable de aeronaves que pasan años inoperativas por falta de elementos y componentes en el Ala N° 12.

Cabe indicar que existe un solo equipo operativo de este tipo en el país, el mismo que se encuentra en el Escuadrón de la Base Aérea de Taura lo cual implica pérdida de tiempo y dinero al tener que transportar los elementos en los que se necesite emplear dicho equipo y una vez habilitados sean nuevamente transportados al Ala N° 12.

El presente trabajo esta proyectado a mejorar y facilitar las labores y operaciones que se realizan en el Escuadrón del avión K-FIR del Ala N° 12 permitiéndole a la Fuerza Aérea Ecuatoriana optimizar recursos y evitar perdidas humanas y materiales debido a acciones inseguras que puedan surgir como consecuencia a la falta de equipos básicos y necesarios como es el banco motivo de este proyecto, acciones inseguras que se producen cuando el personal técnico con las mejores intenciones de realizar su trabajo improvisa y trata de cubrir de alguna forma las necesidades existentes arriesgando muchas veces hasta su propia vida.

Así con este proyecto además de evitar accidentes como los que ya han ocurrido (ver anexo 13) también se pretende eliminar un sin número de inconvenientes, permitiéndole a la FAE optimizar sus recursos.

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Rehabilitar el banco portátil impulsor de nitrógeno para cargar a los acumuladores de alta y baja presión del avión K-FIR C2 – K-FIR CE del Escuadrón K-fir en el Ala N° 12.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ⊕ Realizar la investigación sobre el funcionamiento del banco.
- ⊕ Realizar un análisis situacional del banco.
- ⊕ Determinar requerimientos técnicos del banco.
- ⊕ Realizar la habilitación del banco.
- ⊕ Realizar pruebas de funcionamiento y elaborar manuales de seguridad, mantenimiento, operación y hojas de registro.

### **ALCANCE:**

Con la elaboración de este proyecto de grado, se realizará el abastecimiento y chequeo de todos los acumuladores del avión K-FIR C2 y K-FIR CE que son:

- Acumulador del sistema 1
- Acumulador del sistema 2
- Acumulador de amortiguación del sistema 1
- Acumulador de amortiguación del sistema 2

- Acumulador del sistema de emergencia
- Acumulador del freno de emergencia
- Acumulador del sistema de servicio
- Amortiguador del tren de nariz
- Amortiguador de los trenes principales
- Acumulador de Shimmy Damper
- Cilindro de lanzamiento de la burbuja.

Mejorando y facilitando de esta manera el trabajo de los técnicos que realizan el mantenimiento del avión K-FIR, lo cual beneficiará al escuadrón de dicha aeronave y por lo tanto a la FAE.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1. SISTEMAS DEL AVIÓN QUE REQUIEREN NITRÓGENO.**

#### **1.1 GENERALIDADES.**

El avión K-FIR es un avión de combate de la Fuerza Aérea Ecuatoriana y al igual que otras aeronaves se encuentra conformado por muchos sistemas, de los cuales en este trabajo solo se citarán los necesarios para alcanzar el objetivo propuesto.

El avión tiene tres sistemas hidráulicos (ver anexo 1): dos sistemas principales (Nº 1 y Nº 2) que trabajan en paralelo y se alimentan por presión de bombas accionadas directamente por el motor, y un sistema de emergencia, alimentado por presión de una bomba eléctrica. Estos sistemas son continuamente sometidos a considerables presiones y golpes de presión.

Debido a que los fluidos hidráulicos son líquidos incompresibles éstos pueden generar golpes de presión y daños en la estructura de una aeronave por lo cual se utilizan acumuladores hidráulicos con el fin de que solventen estos problemas, y suministren un medio para almacenar estos fluidos bajo presión.

Varios son los tipos de acumuladores aplicados en los sistemas hidráulicos, los mismos que generalmente utilizan nitrógeno, el mismo que se tratará brevemente a continuación.

El Nitrógeno es un elemento gaseoso que compone la mayor parte de la atmósfera terrestre. Su número atómico es 7, pertenece al grupo 15 de la tabla periódica y su símbolo es N.

Éste es también un gas no tóxico, incoloro, inodoro e insípido. Puede condensarse en forma de un líquido incoloro.

Se obtiene de la atmósfera haciendo pasar aire por cobre o hierro caliente; el oxígeno se separa del aire dejando el nitrógeno mezclado con gases inertes.

Al tener el nitrógeno líquido un punto de ebullición más bajo que el oxígeno líquido, el nitrógeno se destila antes, lo que permite separarlos. Tiene un punto de fusión de  $-210,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ , un punto de ebullición de  $-195,79\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una densidad de  $1,251\text{ g/l}$  a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y 1 atmósfera de presión. Su masa atómica es 14,007.

Se utiliza en muchos campos tales como la industria química, la criogenia y la mecánica entre otros.

Retomando, los circuitos hidráulicos son equipados con uno o más acumuladores. El fluido hidráulico almacenado bajo presión tiene varios propósitos. Los más comunes son:

- ⊕ Mantener el sistema a presión.
- ⊕ Absorber golpes de presión.
- ⊕ Energía para emergencias.
- ⊕ Eliminar ruidos.

- ⊕ Detener la expansión de la temperatura.
- ⊕ Proporcionar flujo adicional a la bomba.

## 1.2 TIPOS DE ACUMULADORES

Los tipos de acumuladores son los siguientes:

- a. Acumuladores de contrapeso.
- b. Acumuladores de Muelle (Resorte).
- c. Acumuladores de Gas.
  - Acumuladores de Pistón.
  - Acumuladores de Vejiga.

### 1.2.1 Acumuladores de contrapeso.

Este es el único tipo de acumulador en que la presión se mantiene constante, hasta que la cámara del acumulador quede prácticamente vacía. No obstante los acumuladores de contrapeso son pesados y ocupan mucho espacio.

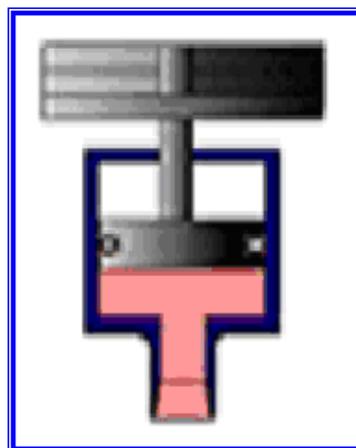


Fig. 1.1. Acumulador de contrapeso

### 1.2.2 Acumuladores de Muelle (Resorte).

En un Acumulador de Muelle la presión es aplicada al fluido mediante la compresión de un muelle espiral colocado detrás del pistón del acumulador.

Estos acumuladores pueden también ser montados en cualquier posición.

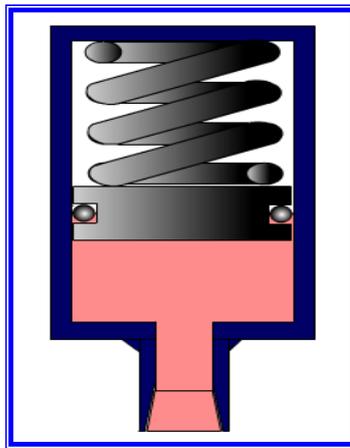


Fig. 1.2. Acumulador de muelle.

### 1.2.3 Acumuladores de Gas.

Probablemente el acumulador más utilizado es el de la cámara cargada con nitrógeno seco. Nunca debe utilizarse oxígeno debido a su tendencia a quemarse o explotar al contacto con aceite. A veces se utiliza aire, pero no es recomendable por la humedad.

Los tipos de acumuladores de gas son:

- De Pistón
- De Vejiga o Membrana

### 1.2.3.1 Acumuladores de Pistón.

Similar en construcción a un cilindro hidráulico, el pistón bajo la presión del gas en uno de sus lados tiende a enviar afuera el aceite contenido en la cámara opuesta.

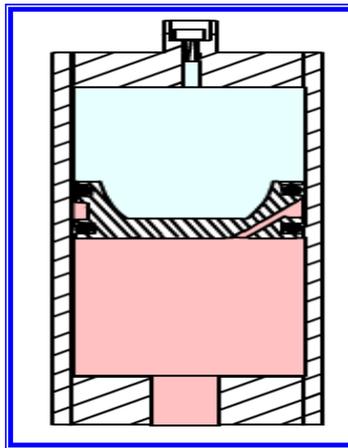


Fig. 1.3 Acumuladores de pistón.

### 1.2.3.2 Acumuladores de Membrana o de Vejiga.

Muchos acumuladores llevan incorporada una membrana o vejiga de caucho sintético que separa el gas del fluido hidráulico.

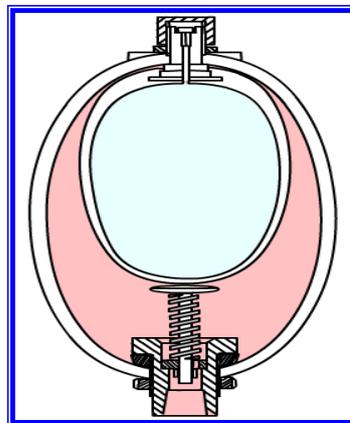


Fig. 1.4 Acumuladores de membrana.

### **1.3 FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

A continuación se cita y define el funcionamiento y características de los sistemas y acumuladores hidráulicos del avión K-fir en los cuales se pondrá en práctica este trabajo.

#### **1.3.1 SISTEMA HIDRÁULICO N° 1.**

Este sistema provee de presión hidráulica a los consumidores (ver anexo 2): Cilindros preseros, Elevones, Timón de dirección, Válvula Oscar y al Sistema de servicios que comprende Tren de Aterrizaje, Frenos, Frenos aerodinámicos.

Entre los órganos que comprenden el sistema se encuentran:

1. Acumulador de amortiguación
2. Acumulador del sistema No. 1.
3. Acumulador del Sistema de Servicios.

##### **1.3.1.1 Acumulador de amortiguación.**

Este acumulador asegura el funcionamiento uniforme del sistema al amortiguar las pulsaciones de presión del fluido provocadas por la bomba.

Este acumulador está presurizado con precarga de  $100 \pm 5$  bares (1450 psi) y está ubicado en el costado izquierdo del avión, antes de la cuaderna 26A.

### **1.3.1.2 Acumulador del sistema No. 1.**

Este acumulador cumple la función de amortiguador que modera las variaciones de presión y acumula una reserva de fluido para la presión de accionamiento de los consumidores del sistema de No 1.

El acumulador se precarga con nitrógeno a bares (1450 psi), siendo el volumen de nitrógeno requerido a esa presión de 2.2 litros cúbicos.

El acumulador está ubicado en el alojamiento izquierdo del tren de aterrizaje principal.

### **1.3.1.3 Acumulador del Sistema de Servicios.**

Está destinado a moderar las variaciones de presión en la línea, producidas por la acción de la bomba hidráulica, y genera una reserva de fluido para el accionamiento de los consumidores del sistema de servicios.

Este acumulador se precarga con nitrógeno a  $100 \pm 5$  bares de presión (1450 psi). El volumen de nitrógeno contenido es de 2.2 litros cúbicos, y el acumulador es idéntico en su estructura al acumulador del sistema hidráulico No. 1.

El acumulador del sistema de servicios está provisto de un restrictor unidireccional que permite la carga lenta del acumulador y su vaciado rápido en caso de caída de la presión en el sistema de servicios. Desde el acumulador, el fluido se dirige a los distintos consumidores del sistema de servicios (frenos, tren de aterrizaje y frenos aerodinámicos).

### **1.3.2 SISTEMA HIDRÁULICO N° 2.**

El Sistema hidráulico N° 2 (ver anexo 2) suministra presión hidráulica a los consumidores: Cilindros preseros, Elevones, Timón de dirección, Compensadores y Trenes de Aterrizaje

Este sistema sirve también como sistema de emergencia para extensión del tren de aterrizaje en caso de faltar presión del sistema N° 1.

Entre los órganos que comprenden el sistema se encuentran:

1. El Acumulador de amortiguación.
2. El acumulador del sistema N° 2.

#### **1.3.2.1 Acumulador de amortiguación.**

Este acumulador tiene por función asegurar el funcionamiento uniforme del sistema, amortiguando las pulsaciones del fluido provocadas por el trabajo de la bomba.

Este acumulador tiene una precarga de nitrógeno a  $100^{\pm 5}$  bares de presión (1450 psi), y está ubicado en el costado derecho del avión, antes de la cuaderna 26.

#### **1.3.2.2 Acumulador del sistema N° 2.**

Esta destinado a amortiguar las variaciones de presión y constituye una reserva de fluido a presión para el accionamiento de los consumidores del sistema de servicios.

Este acumulador se precarga con nitrógeno a  $100^{\pm 5}$  bares de presión (1450 psi), el volumen de nitrógeno requerido es de 2.2 litros cúbicos.

El acumulador de amortiguación está ubicado en el alojamiento derecho del tren de aterrizaje principal.

### **1.3.3 SISTEMA DE EMERGENCIA.**

El sistema de emergencia (ver anexo 2) provee presión hidráulica a los consumidores del Sistema No 1 cuando la presión de éste baja a menos del valor mínimo aceptable.

A continuación se describe el componente del sistema de emergencia que requiere nitrógeno:

#### **1.3.3.1 Acumulador del sistema de emergencia.**

Está destinado a amortiguar las pulsaciones del fluido, producidas por el funcionamiento de la bomba y las variaciones de presión en el sistema; permitiendo así el correcto funcionamiento de la bomba.

El acumulador se precarga con presión de nitrógeno a  $75^{\pm 5}$  bares (1087,5 psi) y está ubicado en la parte delantera del avión, detrás del alojamiento del tren de nariz.

#### **1.3.3.2 Acumulador del freno de emergencia.**

El sistema de frenado de emergencia opera con presión del sistema de servicios o del acumulador de frenos de emergencia (ver anexo 3).

El sistema entra en funcionamiento en caso de desperfecto en el sistema normal de frenado o desperfecto en el sistema hidráulico N° 1.

Al halar la manija de frenos de emergencia, ésta permite el paso de presión del acumulador de frenos de emergencia simultáneamente a ambos frenos.

El acumulador se precarga con presión de nitrógeno a  $90 \pm 5$  bares.

#### **1.3.4 AMORTIGUADOR DE LOS TRENES PRINCIPALES**

Es del tipo oleoneumático, cargado con fluido hidráulico y presurizado con nitrógeno. El recorrido del amortiguador es de 300mm y se precarga con presión de nitrógeno a 22 bares.

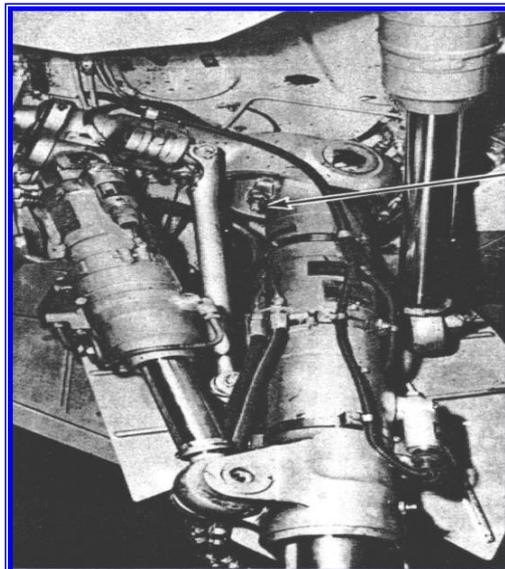


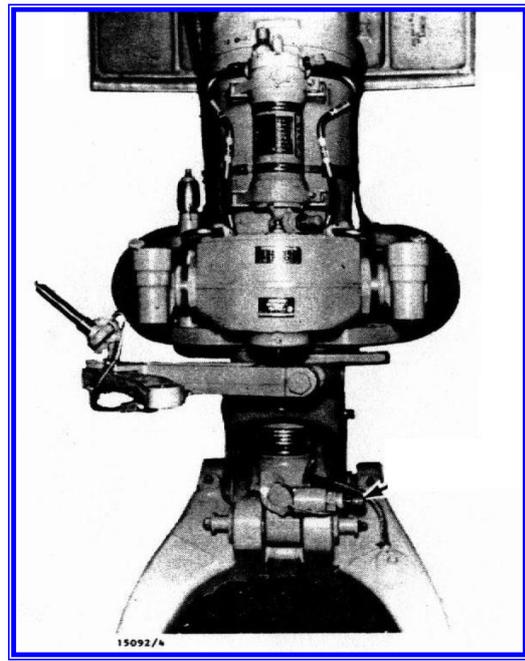
Fig. 1.5 Amortiguador del tren principal.

### 1.3.5 AMORTIGUADOR DEL TREN DE NARIZ.

Es del tipo oleoneumático cargado con fluido hidráulico y presurizado con nitrógeno.

El recorrido del amortiguador es de 77.6mm. Y en su interior va montado un mecanismo para el centraje de la rueda delantera durante el despegue o aterrizaje.

El amortiguador se precarga con presión de nitrógeno a 45.7 bares.



a

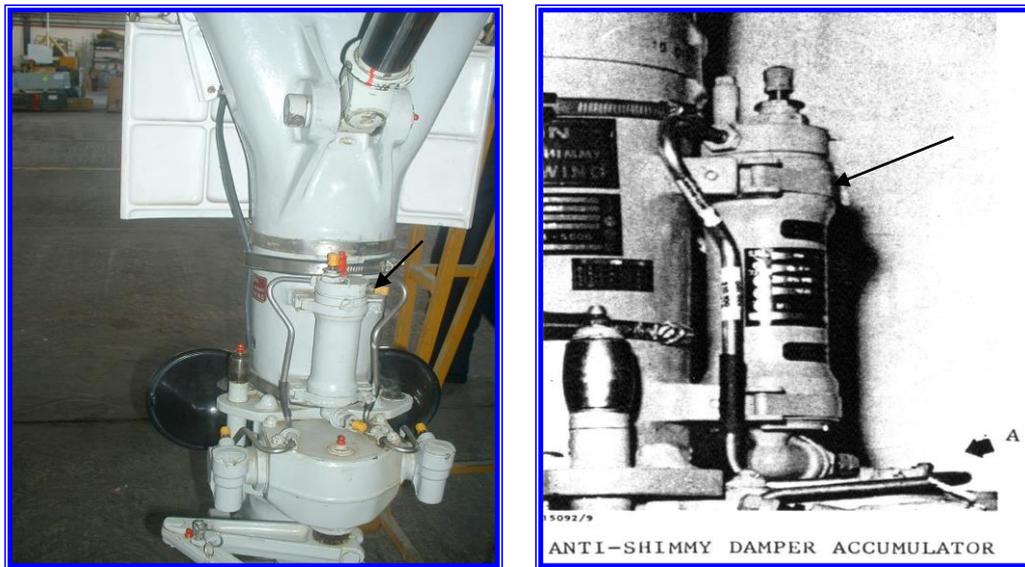
b

Fig. 1.6 a. Amortiguador del tren de nariz. (Fotografía)  
b. Amortiguador del tren de nariz. (Orden técnica)

### 1.3.6 ACUMULADOR DE SHIMMY DAMPER.

Este es un dispositivo fijador de dirección debido a que está destinado a neutralizar los movimientos laterales súbitos de la rueda.

El acumulador se precarga con presión de nitrógeno a  $20^{\pm 5}$  bares.



a

b

Fig. 1.7 a. Amortiguador del Shimmy Damper. (Fotografía)  
b. Amortiguador del Shimmy Damper. (Orden técnica)

### 1.3.7 CILINDRO DE LANZAMIENTO DE LA BURBUJA.

Al ser accionado éste cilindro la presión conducida a través de un mecanismo abre los candados desenganchando la cúpula; esto se lo realiza como un procedimiento anterior a la eyección.

Este cilindro se precarga con presión de nitrógeno a 176.4 bares.

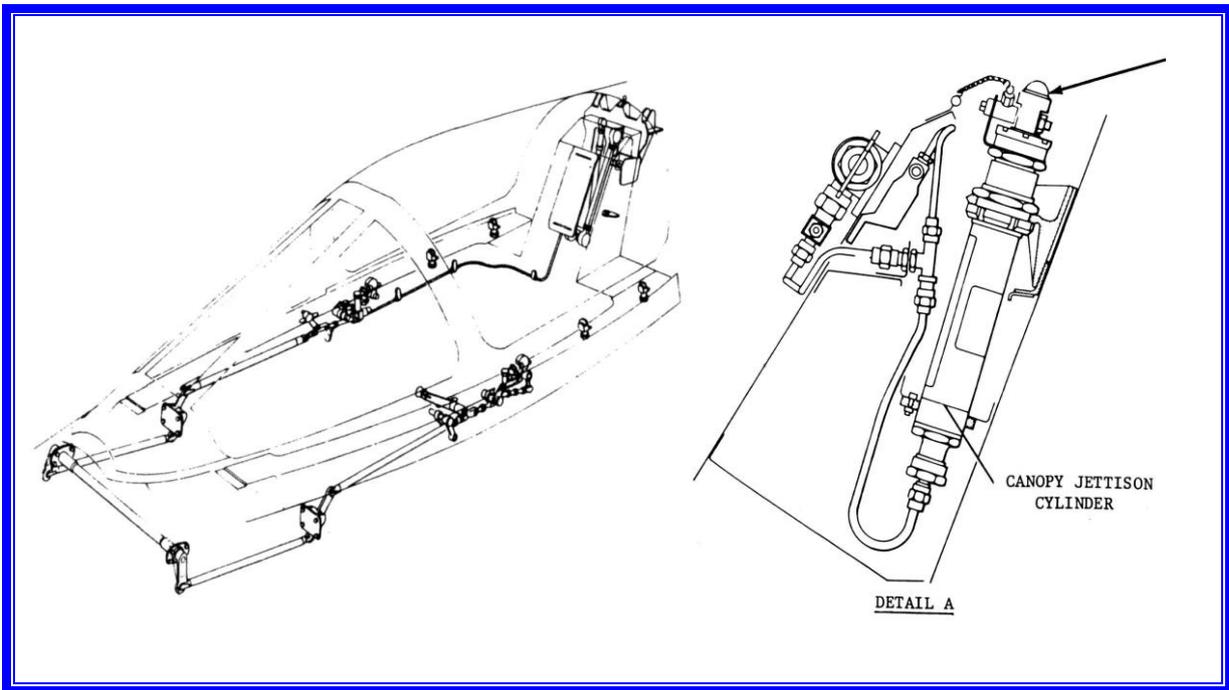


Fig. 1.8. Cilindro de lanzamiento de la burbuja.

## **1.4 BANCO PARA CARGAR DE NITRÓGENO AL AVIÓN K-FIR.**

### **1.4.1 GENERALIDADES.**

Esta unidad provee un método rápido, eficiente y económico de cargar gas a presión en dispositivos tales como:

- ⊕ Acumuladores hidráulicos,
- ⊕ Cargar los flotadores de helicópteros,
- ⊕ Sistemas de almacenamiento de gas para bolsas de aire en automóviles y
- ⊕ Cargar botellas de oxígeno para apoyo en áreas médicas.

Esta unidad ha sido diseñada para proporcionar una fuente de nitrógeno presurizado de 0 a 210 bares, para uso de varias aplicaciones en aviones modernos (ver anexo 10)

La unidad puede ser también utilizada como un banco de verificación neumático portátil para el chequeo de sistemas neumáticos y sus componentes.

El componente principal del sistema es un compresor impulsor de gas.

### **1.4.2 FUNCIONAMIENTO.**

Esta unidad impulsora de nitrógeno puede ser operada de dos diferentes modos para proporcionar nitrógeno con un amplio rango de presión para las varias aplicaciones requeridas por aviones modernos.

### 1.4.3 CAPACIDADES DE OPERACIÓN.

#### a) Modo de operación normal para aplicaciones de alta presión.

La presión que acciona el compresor impulsor es proporcionada por una fuente externa de nitrógeno comprimido.

También cuenta con otra entrada de presión externa para ser utilizada como ingreso de aire a presión para el accionamiento del elevador de presión y evitar el gasto innecesario de nitrógeno.

#### b) Modo de operación normal para aplicaciones de baja presión.

El nitrógeno filtrado y regulado dentro de un rango de presión de 0 a 20 bares es proporcionado para aplicaciones de baja presión por el uso directo de una de las botellas de nitrógeno.

La presión de salida de las botellas hacia el consumidor de presión es controlada según la presión requerida por un manómetro y un regulador de presión.

### 1.4.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Presión (externa) requerida a la entrada.....	8 <sup>± 0.7</sup> bares
Rango de presión del gas a la salida.....	0 - 210 bares
Rango de temperatura en el ambiente de operación.....	10 - 50°C

Elevación..... Sin limitación

Humedad..... Sin limitación

Dimensiones:

Alto.....77 cm.

Largo.....41 cm.

Ancho.....80 cm.

Peso (No incluye las botellas).....200kg.

#### **1.4.5 PANEL DE CONTROL Y COMPONENTES.**

El panel de control del sistema compresor se ubica en la parte superior de la consola y contiene todos los dispositivos de operación y control de la unidad (ver anexo 4). Los dispositivos son:

a) Válvula de selección de la fuente de presión externa.

1. Indicador de presión externa.

b) Manómetros de las botellas de nitrógeno.

c) Sistema de baja presión.

1. Manómetro de llenado de baja presión.

2. Válvula de llenado de baja presión.

3. Válvula de alivio de baja presión.

4. Regulador de baja presión.

- d) El sistema de carga de alta presión.
1. Manómetro de llenado de alta presión.
  2. Válvula de llenado de alta presión.
  3. Válvula de alivio de alta presión.
  4. Regulador de alta presión.

## 1.5 ANÁLISIS DE PARTES PRINCIPALES.

El sistema impulsor neumático está compuesto por cañerías y componentes neumáticos.

El sistema completo está instalado dentro de la consola (ver anexo 8 y 9) y los principales componentes son:

- a) **Válvula de selección de la fuente de presión externa (11).**- Es una válvula de dos posiciones y tres vías. Cuando la válvula es llevada a la posición **ABIERTA**, ésta permite que el aire externo del suministro entre a la unidad del compresor y aumente la presión de la botella de nitrógeno a la presión de salida deseada.
- b) **El indicador de presión externa (12).**- Tiene un rango indicativo de presión de 0 – 20 bares. El instrumento indica la presión de entrada de la fuente externa la cual es utilizada para impulsar el compresor.
- c) **Los instrumentos de presión de las botellas (6.1-6.2-6.3).**- Indican la presión de nitrógeno almacenado dentro de cada una de ellas. Todos los manómetros ubicados en el banco son con glicerina y tubo bourdon.

- d) **Manómetro de llenado de baja presión (20).**- Tienen un rango de indicación de 0-40 bares y muestra la presión de salida en el modo de baja presión.
- e) **El manómetro de llenado de alta presión (16).**- Tiene un rango de indicación de 0-350 bares y muestra la presión de salida en el modo de alta presión.
- f) **Válvula de llenado de baja presión (21).**- Al igual que la válvula de alivio de baja presión, ésta es una válvula de tipo aguja. Su función es controlar el paso del flujo hacia el exterior del sistema en el modo de baja presión.
- g) **Válvulas de alivio de baja presión (22).**- Las funciones de estas son liberar la presión excesiva (sobre 20 bares) de la línea de llenado de baja presión.
- h) **Válvula de llenado de alta presión (17).**- Al igual que la válvula de alivio de alta presión, ésta es una válvula de tipo aguja. Su función es controlar el paso del flujo hacia el exterior del sistema en el modo de alta presión
- i) **Válvulas de alivio de alta presión (18).**- Las funciones de estas son liberar la presión excesiva (sobre 210 bares) de la línea de llenado de alta presión.
- j) **Regulador de baja presión (19).**- Regula el nitrógeno por baja presión que sale de la unidad. El gas de baja presión es llevado desde las botellas de nitrógeno y pasado directamente al consumidor. El rango de la presión de salida regulada es de 0 a 20 bares.

- k) **Filtro de alta presión (15).**- Filtra el nitrógeno por alta presión que sale de la unidad.
  
- l) **Válvulas check (7.1-7.2-7.3).**- Tres válvulas check están instaladas en la entrada de las líneas guías del gas. Las válvulas check impiden el regreso del flujo de nitrógeno hacia las botellas así también el flujo de nitrógeno entre las botellas.
  
- m) **Filtro de línea (8).**- El filtro de 40 micrones esta instalado en la salida de las botellas de nitrógeno después de las tres válvulas check. El filtro retiene las impurezas del nitrógeno en la entrada al sistema y está equipado con un elemento filtrador reemplazable.
  
- n) **Conjunto filtro-regulador de presión de aire (9).**- Este componente regula, filtra y drena el aire impulsado entrante al sistema.

La presión normal de aire externo con un rango de 6 a 11 bares máximo es regulada con este elemento para obtener la presión de aire deseada de  $8^{\pm 0.7}$  bares. El drene automático facilita el retiro de humedad del aire filtrado. El conjunto está equipado con un filtro de aire de 40 micrones con un elemento filtrador reemplazable.

- o) **Válvula de alivio de alta presión (13).**- Este conjunto tiene dos funciones: Por un lado regula la presión de entrada hacia el multiplicador de presión y por el otro lado impide que la presión abastecida por el impulsor exceda la presión prefijada de 210 bares.

p) **La unidad elevadora de presión (14).**- Esta unidad elevadora de presión de gases y de aire (ver anexo 5), es accionada por aire comprimido o gas como fuente de energía motriz, tiene muchas ventajas de trabajo inherentes a su diseño; tales como:

- ⊕ Pilotados neumáticamente, no precisan electricidad por lo que se reducen los riesgos de calor, las llamas, las chispas y el peligro de shock eléctrico.
- ⊕ Es compacta, resistente y fiable, y no contienen partes donde el ajuste de metal a metal sea crítico.
- ⊕ No necesita engrase en la línea de aire.
- ⊕ Presiones hasta 39,000 psi (2690 bar).
- ⊕ Apropiado para la mayoría de los gases.

La función de esta unidad es incrementar la presión relativamente baja a la entrada de  $8^{\pm 0.7}$  hacia una presión de 210 bares. El multiplicador de presión funciona sin lubricación.

q) **Adaptadores y accesorios de conexión externa.**

1. La manguera de conexión del elevador de presión al avión (23.2) para el sistema de carga por alta presión esta instalada en el panel derecho de la consola. Ésta es una manguera de 1/4" para 3000 PSI y tiene una longitud de 3 m.

2. La manguera de conexión del elevador de presión al avión (23.1) para el sistema de carga por baja presión esta instalada en la parte posterior de la consola. Ésta es una manguera de 1/4" para 3000 PSI y tiene una longitud de 3 m.
  
  3. La conexión de aire externo para el impulsor esta localizada en el panel izquierdo de la consola. La manguera aquí instalada es para 2250 PSI y tiene un diámetro de 3/8".
  
  4. Las mangueras de conexión de las botellas al banco (4.1-4.2-4.3) se encuentran ubicadas en la parte posterior de la consola y tienen una longitud de 1.5 m cada una.
- r) **Regulador de baja presión (10).**- Permite colocar la presión de  $8^{\pm 0.7}$  bares utilizando como fuente de accionamiento al nitrógeno.
- s) **Los tubos y adaptadores son de alta presión y acero inoxidable.**

Las características de las cañerías y mangueras utilizadas se pueden observar en el anexo 11.

## 1.6 FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

El suministro de nitrógeno de la unidad consiste en una batería de tres botellas de nitrógeno (1.1-1.2-1.3) de tamaño estándar.

La presión de gas interior varía por el tipo y fabricación del cilindro. En todos los casos se requiere un regulador de presión el cual se coloca en la válvula del cilindro y nos permite utilizar el gas en una forma segura. Típicamente, las capacidades del cilindro van de 6 a 10 metros cúbicos de producto dependiendo el tipo de gas y la presión de almacenamiento de los cilindros es de 140 bares.



Fig. 1.9 Botellas de nitrógeno.

## CAPÍTULO II

### 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL BANCO.

Luego de varios años de funcionamientos y una falta de mantenimiento adecuado el Banco para Cargar de Nitrógeno a los acumuladores del avión K-fir se encuentra hoy en día en condiciones completamente inoperables (ver anexo 6) por lo que resulta imposible llevar a cabo las operaciones designadas al uso de ésta unidad en las aeronaves.

Al realizar una primera inspección (inspección visual) se han determinado las siguientes condiciones:

- ✦ Estructura deteriorada y despintada.
- ✦ Manómetros en mal estado y otros no existen.
- ✦ Cañerías de aceros en mal estado, es decir rotos y obstruidos por polvo, tierra y restos de insectos que con el pasar de los años se han venido acumulando.
- ✦ Cañerías flexibles de alta y baja presión rotas en varios tramos y sin los respectivos acoples.
- ✦ Válvulas check obstruidas.
- ✦ Válvulas de alivio en mal estado.
- ✦ Filtros de línea en mal estado.
- ✦ Conjunto filtro- regulador sucio.
- ✦ Reguladores deteriorados.
- ✦ Unidad elevadora de presión en buen estado.

- ✦ Falta de un coche para transportar a la unidad.
- ✦ Falta de un protector para los manómetros.
- ✦ Y en general la unidad llena de tela araña interiormente.

## 2.1 VALORACIÓN DE LOS ELEMENTOS.

Para realizar una evaluación cuantitativa acerca de las condiciones de los diferentes elementos constituyentes del banco, se tomará en cuenta una escala de calificación que va de 0.4 a 1.00 y tendrá la siguiente equivalencia:

Tabla 2.1 Valoración Cualitativa y Cuantitativa

VALORACIÓN CUALITATIVA		VALORACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	B	1.00
REGULAR	R	0.80
MALO	M	0.60
MUY MALO	MM	0.40

La misma que se aplica a continuación:

Tabla 2.2 Descripción situacional del banco

N°	ITEM	EVALUACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL				
		Cualitativa				Cuantitativa
		MM	M	R	B	
1	Estructura		X			0.60
2	Manómetros	X				0.40
3	Cañerías de acero			X		0.80
4	Cañerías flexibles		X			0.60
5	Válvulas check			X		0.80
6	Válvulas de alivio			X		0.80
7	Coche	*				0.40
8	Protector de manómetros	*				0.40
9	Llaves de paso			X		0.80
10	Filtro de línea		X			0.60
11	Filtro-regulador			X		0.80
12	Filtro de alta presión				X	1.00
13	Reguladores			X		0.80
14	Unid. elevadora de presión				X	1.00
<b>RESULTADO TOTAL</b>						<b>9.80</b>

El asterisco (\*) dentro del cuadro de valoración cualitativa de varios ítems indica que éstos no existen.

El resultado total de la descripción situacional del banco (9.80) será utilizado en la ecuación 2.1

## 2.2 ANALISIS DE DATOS.

A continuación se encontrará el porcentaje, el cuál permitirá determinar el servicio de mantenimiento a realizarse basándose en la tabla 2.3

$$\frac{\text{Resultado total}}{\text{Número de ítems}} = \frac{9.80}{14} = 0.70 \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Tabla 2.3 Porcentajes de acción correctiva

<b>ESTUDIO TÉCNICO %</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>SERVICIO DE MANTENIMIENTO</b>
90 - 100	BUENO	REVISIÓN
80 - 89	REGULAR	REPARACIÓN PEQUEÑA
70 - 79	MALO	REPARACIÓN MEDIA
< 69	MUY MALO	REPARACIÓN GENERAL

Mediante la tabla 2.3 y el porcentaje obtenido de 70% se ha podido determinar el servicio de mantenimiento a realizarse en el banco, mismo que es una reparación media.

## CAPÍTULO III

### 3. REHABILITACIÓN.

#### 3.1 REHABILITACIÓN DEL BANCO.

Empezando con una limpieza superficial se continuó con el desmontaje de todas las partes y componentes de la unidad para analizar detenidamente cada elemento y determinar su condición.

Luego con una limpieza un poco más exhaustiva y con el conocimiento del estado de cada elemento se establecieron las acciones a seguir, siendo éstas:

- ✦ El proceso de lijado de la estructura.
- ✦ Reparar las fallas existentes en la estructura.
- ✦ Colocar un fondo color gris.
- ✦ Pintar la unidad con los colores definitivos, estructura amarilla y consola negra.
- ✦ El reemplazo de todos los manómetros de baja y alta presión.
- ✦ La construcción y reemplazo de las cañerías de acero.
- ✦ La construcción y reemplazo de cañerías flexibles de alta y baja presión.
- ✦ La habilitación del conjunto de llaves.
- ✦ El reemplazo de pernos, tuercas y arandelas.
- ✦ El reemplazo de un filtro.
- ✦ La limpieza de los reguladores de alta y baja presión.
- ✦ Construcción de un protector de mica para los indicadores.

- ✦ Construcción de un coche para transportar a la unidad.
- ✦ Armado.



Fig. 3.1 Habilitación de Banco

### 3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES.

En vista de que no existen placas de identificación en los componentes del panel de control fue necesario colocar placas de señalización las que indiquen el nombre del componente así como el número de ítem según el manual de operación para su correcta y fácil ubicación.



Fig. 3.2 placa de identificación de los componentes

## MÁQUINAS – HERRAMIENTAS – EQUIPOS

Tabla 3.1 Máquinas

<b>N°</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	SOLDADORA LINCOLN	220 V - 225 A	M1
2	PULIDORA	110 V	M2
3	TALADRO	110 V	M3

Tabla 3.2 Herramientas

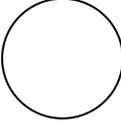
<b>N°</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	SET DE LLAVES HAZET	CORONA	H1
3	SIERRA Y ARCO	24 h/in	H2
4	DESTORNILLADORES	PALMERA	H3
5	DOBLADORA DE CANERIAS	$\Phi = 1/4''$	H4
6	FLEXOMETRO; ESCUADRA	5 m – 0.20 m	H5

Tabla 3.3 Equipos

<b>N°</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	PINTURA; COMPRESOR	110 V – 70 PSI	E1
2	PISTOLA	CONDER	E2

### 3.4 SIMBOLOGÍA DEL FLUJOGRAMA

Tabla 3.4 Denominación de simbología del flujoograma.

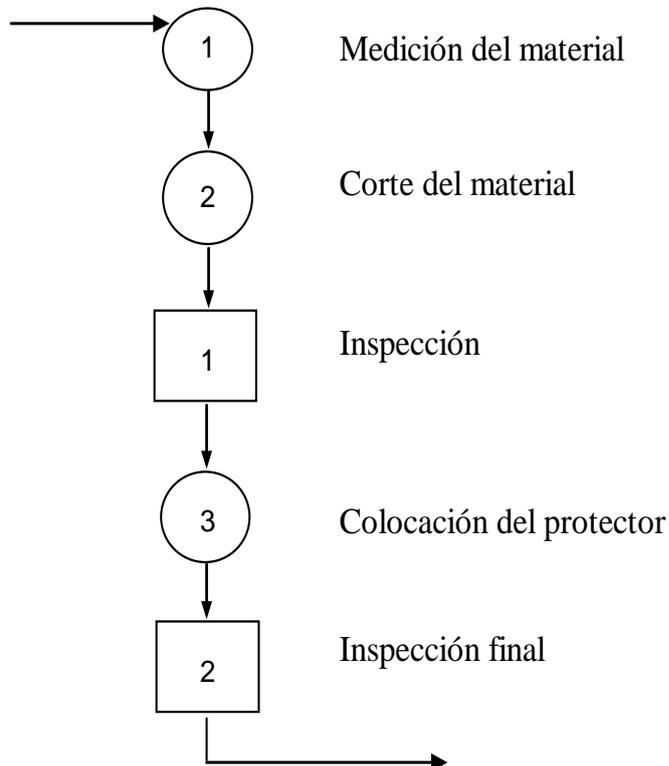
SIMBOLOGÍA	DESIGNACIÓN
	<b>Operación</b>
	<b>Inspección</b>

### 3.5 DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UN PROTECTOR DE MICA PARA LOS MANÓMETROS

Material: Mica

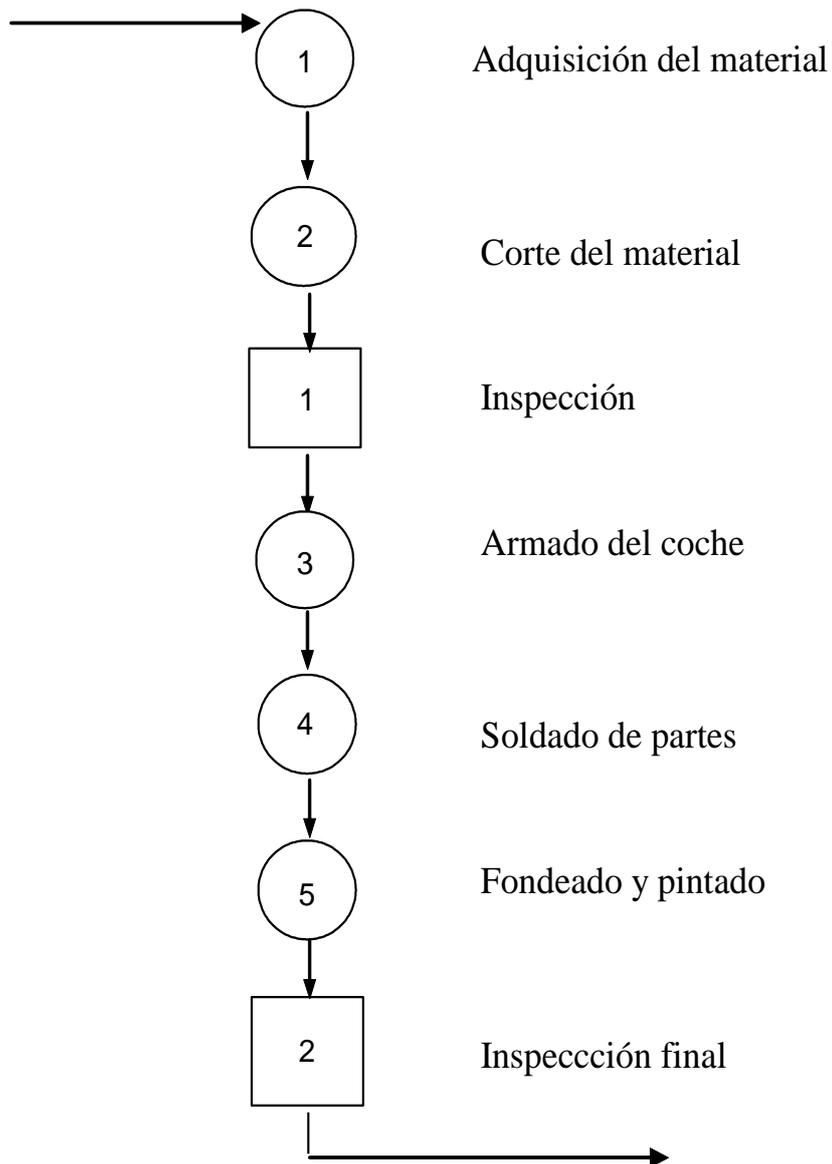
$e = 0,04\text{m}$

$L = 0,80\text{m} * 0,14\text{m}$

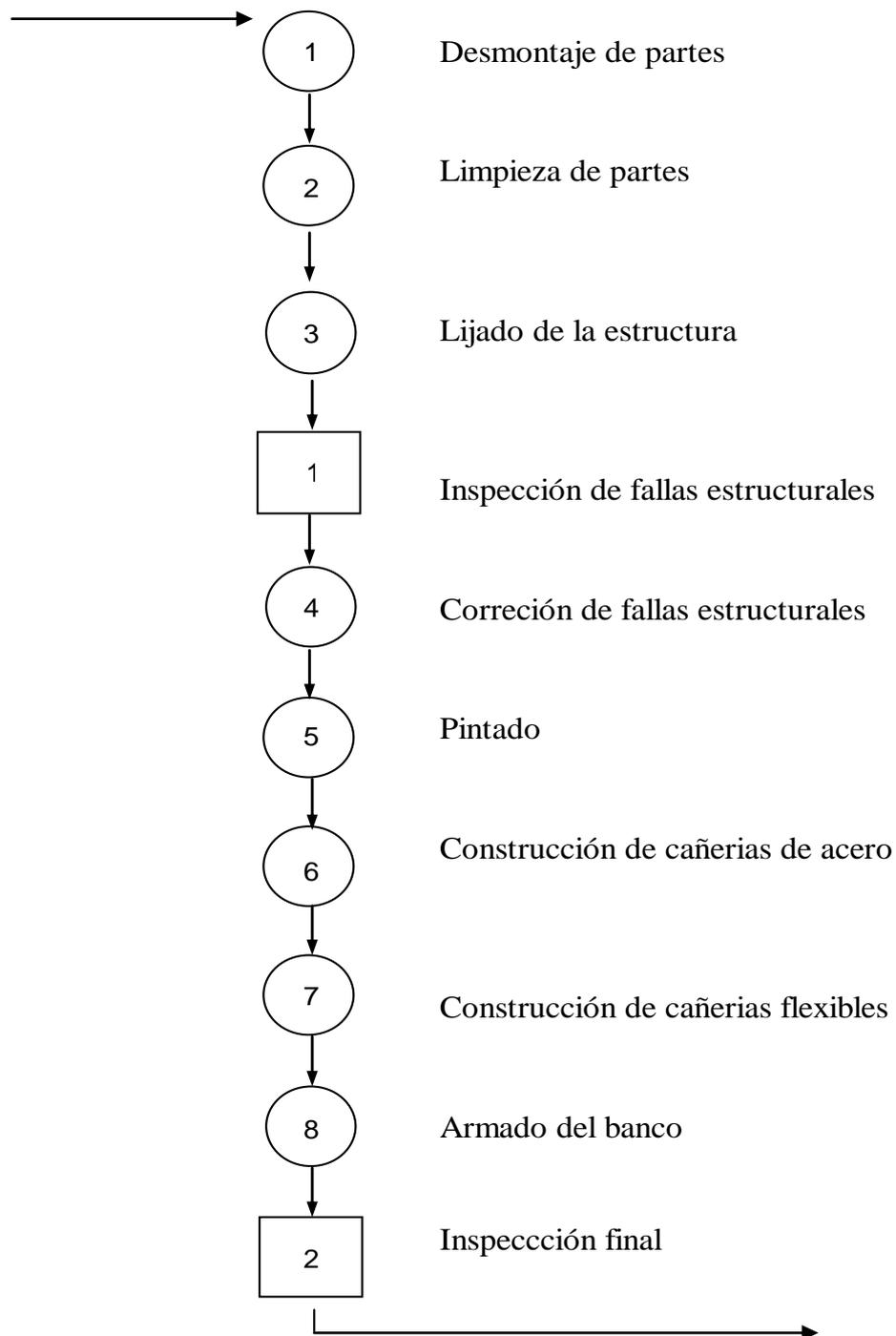


### 3.6 DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COCHE

Material: Ángulo (1 \* 1/8)"



### 3.7 DIAGRAMA DE PROCESO DE LA REHABILITACIÓN DEL BANCO



Al concluir esta parte del proyecto (ver anexo 7 y 12) se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento lo cual se detalla en el siguiente capítulo.



## **CAPÍTULO IV**

### **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS, ELABORACIÓN DE MANUALES Y HOJAS DE REGISTRO.**

En este capítulo se encontrarán los resultados obtenidos al realizar las respectivas pruebas de funcionamiento así como también los procedimientos de operación, seguridad y mantenimiento los mismos que permitirán el uso adecuado y proporcionarán una larga vida útil al banco logrando de ésta manera la optimización de recursos.

Con la finalidad de un mayor período de servicio se han elaborado diferentes planes de mantenimiento los cuales son de vital importancia para el desarrollo de actividades y trabajos seguros.

El mantenimiento del banco estará a cargo del personal de mantenimiento o el personal de equipos de apoyo en tierra quienes deberán conocer las partes constitutivas, funcionamiento y operación del mismo para su óptimo mantenimiento.

## 4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

 <p>I.T.S.A.</p>	<b>RECORD DE PRUEBAS</b>	<b>Pág.: 1 de 1</b>
	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 01
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 25-12-2005

### 1. OBJETIVOS:

Documentar la regulación de componentes para el correcto funcionamiento del Banco.

### 2. ALCANCE:

Comprobar el correcto funcionamiento del banco

### 3. DOCUMENTO DE REFERENCIA:

Manual del AIR DRIVEN GAS BOOSTER COMPRESSOR.

### 4. PRUEBAS REALIZADAS:

#### 4.1 LLENADO POR EL MODO DE ALTA PRESION

Por éste modo no se realizaron las pruebas de funcionamiento debido a que no se contaba con los consumidores de carga de alta presión.

#### 4.2 LLENADO POR EL MODO DE BAJA PRESION

Numero de pruebas 3

Efectividad 100 %

### 5. CONCLUSIONES:

En base a las calibraciones llevadas a cabo en la unidad y a los exitosos resultados de las pruebas de funcionamiento el banco se encuentra en condiciones estándares de operación.

## 4.2 MANUAL DE PROCEDIMIENTO

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>	<b>Pág.: 1 de 5</b>
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 02
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 25-12-2005

### 1. OBJETIVOS:

Documentar el procedimiento para el mantenimiento del banco

### 2. ALCANCE:

Contempla a todo el personal técnico de mantenimiento a cargo del banco.

### 3. DOCUMENTO DE REFERENCIA:

Manual del AIR DRIVEN GAS BOOSTER COMPRESSOR.

### 4. PROCEDIMIENTO:

Según el plan de mantenimiento propuesto los técnicos deberán realizar los siguientes trabajos:

#### 4.1. INSPECCIÓN SEMANAL.

Una vez a la semana realice una inspección semanal de la unidad:

- a. Visualmente inspeccione el panel de control en caso de daño en válvulas o indicadores. Opere las válvulas para asegurar su libre y suave operación.
- b. Limpie la unidad, mangueras y adaptadores. Reemplace perdidas de teflón si se lo requiere.

<b>I.T.S.A.</b>  	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>	<b>Pág.:</b> 2 de 5
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 02
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

- c. Quite las mangueras de los ganchos retentivos y extiéndalas en una superficie libre de polvo, limpia y pavimentada. Inspeccione las mangueras de grietas, cortes, excoiación, y cualquier otro daño visible.

#### **4.2 INSPECCION BIMENSUAL.**

Una vez cada dos meses realice una inspección de la unidad:

- a. Inspeccione la consola y armadura por daños visibles. Inspeccione las ruedas para el libre movimiento.
- b. Inspeccione las cadenas aseguradoras de las botellas de nitrógeno
- c. Chequee la entrada al sistema y acoples debido a fugas.
- d. Pase un paño limpio y lubrique las ruedas.
- e. Pase suavemente un paño limpio sobre la protección de los instrumentos del panel, y las caras de la unidad.

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>	<b>Pág.:</b> 3 de 5
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 02
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

#### 4.3 INSPECCION ANUAL

Una vez al año realice una inspección anual de la unidad:

- a. Reemplace todo elemento filtrante como se requiera.
- b. Chequee y reemplace todas las válvulas del panel de control como se requiera.
- c. Chequee y reemplace todas las válvulas check como se requiera.
- d. Chequee y calibre los reguladores de presión como se requiera.
- e. Chequee y calibre el conjunto de la válvula de cierre.
- f. Chequee la correcta operación del conjunto impulsor de presión.
- g. Chequee el sistema por fugas de presión y asegure los acoples como se requiera
- h. Repinte la unidad en caso de requerirse.

**NOTA:** Cuando reemplace un componente del sistema, siga los procedimientos de calibración descritos a continuación:

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>	<b>Pág.:</b> 4 de 5
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 02
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

## 5. CALIBRACIONES Y AJUSTES

### 5.1 Ajuste del sistema del compresor por las conexiones del panel posterior.

La presión del aire requerida para operar el sistema es  $8^{+/-0.7}$  bares.

- a. Abra el regulador de presión (10)
- b. Cierre las válvulas (17.18)
- c. Cierre el regulador de baja presión (19)
- d. Abra la válvula de alivio de alta presión (13)
- e. Abra la válvula de cierre de la botella de nitrógeno (2-1)
- f. Mueva selector (11) de la fuente de presión externa hacia la posición abierta para nitrógeno.
- g. Gradualmente aumente la presión del gas ajustando con el regulador de presión (10) para obtener una presión de

### 5.2 Ajuste del sistema del compresor por la conexión del panel izquierdo.

La presión del aire requerida para operar el sistema es  $8^{+/-0.7}$  bares.

- a. Abra el conjunto filtro regulador de presión (9)
- b. Cierre las válvulas (17.18)

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>	<b>Pág.:</b> 5 de 5
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 02
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

- c. Abra la válvula de alivio de alta presión (13)
- d. Abra la válvula de cierre de la botella de nitrógeno (2-1)
- e. Mueva selector (11) de la fuente de presión externa hacia la posición abierta para aire.
- f. Gradualmente aumente la presión del aire ajustando la presión con el conjunto filtro-regulador (9) para obtener una presión de  $8^{+/-0.7}$

NOTA: En ambos casos note la presión en el indicador de presión externa

### 5.3 Ajuste de la válvula de corte

- a. Cierre las válvulas (16-17)
- b. Mueva selector (11) de la fuente de presión externa hacia la posición abierta.
- c. Gradualmente cierre el tornillo ajustador de la válvula de alivio (13) hasta obtener 210 bares. Note la presión en el indicador de presión. Cuando alcance el impulsor el punto colocado terminará la operación.

### 6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD \_\_\_\_\_

### 4.3 MANUAL DE SEGURIDAD.

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Pág.:</b> 1 de 4
	<b>SEGURIDAD DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 03
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

#### 1. OBJETIVOS:

Especificar las normas de seguridad que se deberán tener en cuenta antes, durante y después de la operación del banco que se encuentra ubicado en el Hangar de Aviones Militares del Ala N° 12.

#### 2. ALCANCE:

Contempla las normas de seguridad que el técnico deberá tener en cuenta para la utilización del banco.

#### 3. DOCUMENTO DE REFERENCIA:

Manual del AIR DRIVEN GAS BOOSTER COMPRESSOR.

Manual de mantenimiento del avión.

#### 4. PROCEDIMIENTO:

##### 4.1 PRECAUCIONES.

- a. No intente operar la unidad a menos que esté familiarizado con las instrucciones contenidas en el manual y haya sido autorizado para hacerlo.
- b. La unidad impulsora de nitrógeno utiliza botellas de nitrógeno a alta presión.

<b>I.T.S.A.</b>  	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Pág.:</b> 2 de 4
	<b>SEGURIDAD DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 03
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

- c. Reemplace la botella de nitrógeno cuyo indicador de presión alcance 14 bares. No agote el suministro de nitrógeno bajo esta presión.
- d. El manejo y operación incorrecta o descuidado puede causar lesiones críticas y daños extremos al equipo.
- e. Antes de operar la unidad cerciórese de que las botellas estén fijamente aseguradas en su posición.
- f. Asegúrese de que los sellos de teflón estén colocados en los conectores antes de conectar las botellas de presión.
- g. Asegure las mangueras a las salidas de las botellas con alambre de seguridad (aproximadamente 10 cm. de largo), para prevenir accidentes de desconexión.
- h. Siempre abra las botellas de nitrógeno gradualmente con la válvula de corte.
- i. En caso de cualquier daño la manguera deberá ser reemplazada o reparada previo a la utilización de la unidad para evitar daños severos y lesiones en el personal.

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Pág.:</b> 3 de 4
	<b>SEGURIDAD DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 03
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

## 4.2 IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS AL TRABAJAR CON NITRÓGENO

### *a) Peligros para la salud de las personas*

Efectos de una sobre exposición aguda: Existe el riesgo de asfixia por desplazamiento de O<sub>2</sub>

Inhalación : Existe el riesgo de asfixia por desplazamiento de O<sub>2</sub>

Contacto con la piel: No existe peligro (salvo por salida de gas a alta presión)

Contacto con los ojos: No existe peligro (salvo por salida de gas a alta presión)

Ingestión : No aplicable

Efectos de una sobre exposición crónica: No aplicable

*b) Peligros para el medio ambiente:* No aplicable

*c) Peligros especiales del producto:* Gas inerte, desplaza el oxígeno.

**NOTA:** La presión normal del aire de accionamiento es de  $8 \pm 0.7$  bares. La presión mínima aceptable (sólo para emergencias) es de 6,5 bares, la presión externa no puede exceder los 11 bares (ver anexo 13).

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Pág.:</b> 4 de 4
	<b>SEGURIDAD DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 03
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

#### **4.3 PREPARACIONES PARA USO.**

- a. Coloque a la unidad impulsora en posición adyacente al avión.
- b. Bloquee los neumáticos con tacos si requiere.
- c. Chequee la presión de nitrógeno en los sistemas del avión y determine los requerimientos.
- d. Retire la tapa de los acopladores de entrada de nitrógeno al avión.
- e. Determine el modo de operación de la unidad y conecte la manguera externa si lo requiere.
- f. Inspeccione y limpie los acopladores antes de conectar.
- g. Use las herramientas correctas para ajustar los acoples.
- h. Conecte las mangueras al avión. Asegúrese de que la manguera esté libre de retorcimientos o torceduras y no se encuentre sobre bordes cortantes.

**5. FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

#### 4.4 MANUAL DE OPERACIÓN

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Pág.:</b> 1 de 5
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 04
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25
<p><b>1. OBJETIVOS:</b></p> <p>Documentar los procedimientos de operación para la utilización del banco.</p> <p><b>2. ALCANCE:</b></p> <p>Este proceso involucra a todo el personal que vaya a utilizar el banco.</p> <p><b>3. UBICACIÓN:</b></p> <p>Hangar de aviones Militares, Escuadrón K-Fir del Ala N° 12</p> <p><b>4. MARCA:</b></p> <p>Askel</p> <p><b>5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</b></p> <p>Presión (externa) requerida a la entrada..... 8<sup>+/-0.7</sup> bares  Rango de presión del gas a la salida..... 0 - 220 bares.  Rango de temperatura en el ambiente de operación..... 10 - 50°C  Elevación..... Sin limitación  Humedad..... Sin limitación</p> <p>Dimensiones:</p> <p style="padding-left: 40px;">Alto.....0.77 m.  Largo.....0.41 m.  Ancho.....0.80 m.  Peso (No incluye las botellas).....200Kg.</p>		

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Pág.:</b> 2 de 5
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 04
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

## 6. NORMAS PARA SU FUNCIONAMIENTO

### 6.1 PROCEDIMIENTOS PARA LLENADO POR ALTA PRESION.

Para operar la unidad por el modo de alta presión realice el siguiente procedimiento (ver anexo 4 y 10):

- a. Cierre las válvulas (17-18-21-22).
- b. Cierre el regulador de baja presión (19)
- c. Cierre la válvula selectora de presión externa (11)
- d. Conecte las mangueras de presión a la botella de nitrógeno (4.1-4.2-4.3)
- e. Conecte la manguera de presión de aire a la fuente externa de presión si se requiere
- f. Conecte la manguera de llenado de alta presión (23.2) al acoplador del avión (23.2)
- g. Abra la válvula de regulación de la botella de nitrógeno (2.1-2.2-2.3)
- h. Gire el selector de presión externa (11) a la posición abierta de la fuente de accionamiento que vaya a utilizar.
- i. Abra la válvula de llenado de alta presión (17) y llene.

**NOTA:** Se recomienda utilizar la fuente de presión externa cada vez que ésta se encuentre disponible con la finalidad de optimizar el uso del nitrógeno

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Pág.:</b> 3 de 5
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 04
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

**6.1.1 Al finalizar la carga por alta presión realice el siguiente procedimiento:**

- a. Gire el selector de presión externa (11) a la posición cerrada.
- b. Cierre la válvula de corte de alta presión (17)
- c. Cierre la válvula de regulación de las botellas de nitrógeno (2.1-2.2-2.3)
- d. Abra la válvula de alivio de alta presión (18) para liberar la presión en la manguera
- e. Note cero en el indicador de presión (16)
- f. Desconecte la manguera de carga por alta presión del acoplador del avión (24.2) y colóquela en los sujetadores.

**PRECAUCIÓN**

Desconecte la manguera de presión del avión solo después de que la presión en el instrumento indique cero.

**6.2 CHEQUEO DE PRESIÓN EN LOS ACUMULADORES POR EL MODO DE ALTA PRESIÓN:**

- a. Conecte la manguera 23.2 al avión
- b. Cierre la válvula de alivio 18
- c. Abra la válvula 17
- d. Mire la indicación en el instrumento 16

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Pág.:</b> 4 de 5
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 04
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

**6.2.1 Al finalizar:**

- a. Cierre la válvula (17-18-21-22)
- b. Abra la válvula de alivio 18 hasta que el instrumento indique cero
- c. Desconecte la manguera y colóquela en el sujetador

**6.3 PROCEDIMIENTOS PARA LLENADO POR BAJA PRESION.**

Para operar la unidad por el modo de baja presión realice el siguiente procedimiento (ver anexo 4 y 10):

- a. Cierre las válvulas (21-22)
- b. Cierre la válvula selectora de presión externa (11)
- c. Abra el regulador de baja presión (19)
- d. Conecte la manguera de presión a la botella de nitrógeno.
- e. Conecte la manguera de llenado de baja presión (23.1) al acoplador del avión (24.1)
- f. Abra la válvula de regulación de la botella de nitrógeno (2.1-2.2-2.3).
- g. Con el regulador de baja presión (19) coloque la presión deseada notando la indicación en el manómetro (20)
- h. Abra la válvula de llenado (21) de baja presión y llene.

**6.3.1 Al finalizar la carga por baja presión realice el siguiente procedimiento:**

- a. Cierre la válvula de corte de baja presión (21)

<b>I.T.S.A.</b> 	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Pág.:</b> 5 de 5
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DEL AVIÓN K-FIR</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Ordóñez Víctor	<b>Revisión N°:</b> 04
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag	<b>Fecha:</b> 2005-12-25

- b. Con el regulador de presión (19) lleve la presión a cero mirando la lectura en el indicador (20)
- c. Cierre la válvula de corte de las botellas de nitrógeno (2.1-2.2-2.3).
- d. Abra la válvula de alivio (22).
- e. Desconecte la manguera de baja presión (23.1) del avión.

**PRECAUCIÓN.**

Desconecte la manguera de presión del avión solo después de que la presión en el instrumento indique cero.

**6.4 CHEQUEO DE PRESIÓN EN LOS ACUMULADORES POR EL MODO DE BAJA PRESIÓN:**

- a. Conecte la manguera (23.1) al avión y cierre el regulador (19)
- b. Cierre la válvula (22)
- c. Abra la válvula (21)
- d. Mire la indicación en el instrumento (20)

**6.4.1 Al finalizar:**

- a. Cierre la válvula (21)
- b. Abra la válvula de alivio (22) hasta que el instrumento indique cero
- c. Desconecte la manguera y colóquela en el sujetador

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

#### 4.5 HOJAS DE REGISTRO

 <p>I.T.S.A. INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO FAE</p>	<b>REGISTRO</b>	<b>CODIGO: AGD -30</b>
	<b>BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN</b>	
	<b>LIBRO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>REGISTRO N°: 1</b>

N°	FECHA		MATERIAL Y/O REPUESTO UTILIZADO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN			

<p>I.T.S.A.</p> 	<b>REGISTRO</b>	<b>CODIGO: AGD -30</b>
	<b>BANCO PARA CARGAR NITRÓGENO A ACUMULADORES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN</b>	
	<b>LIBRO DE DAÑOS</b>	<b>REGISTRO N°: 2</b>

N°	FECHA	DAÑO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE	OBSERVACIONES



## **CAPÍTULO V**

### **5. ESTUDIO ECONÓMICO.**

En este capítulo se detalla el costo de la rehabilitación del Banco para cargar los acumuladores del avión K-fir.

El objetivo del presente trabajo es aportar al desarrollo del Escuadrón K-fir ubicado en el Ala N° 12 en la ciudad de Latacunga permitiéndole a la Fuerza Aérea Ecuatoriana optimizar tiempo y dinero al realizar las tareas mantenimiento en donde se utilizará el Banco.

#### **5.1 PRESUPUESTO.**

Al realizar un estudio previo a la iniciación del proyecto se llegó a la conclusión de que la habilitación del Banco cubriría un costo de 680 dólares el mismo que al concluir el trabajo se incremento a \$ 836.30

#### **5.2 ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO.**

Existen principalmente tres rubros en la Habilitación del Banco para cargar los Acumuladores del avión K-Fir que son:

- ⊕ Materiales
- ⊕ Herramientas
- ⊕ Mano de Obra

### 5.2.1 MATERIALES.

Cabe indicar que entre los materiales utilizados en la Habilitación del Banco para cargar Acumuladores se encuentran varios elementos proporcionados por el Escuadrón K-fir, los mismos que se enumeran a continuación:

1. Tres manómetros de alta presión.
2. Una manguera de 5 m. de baja presión.

A continuación se presenta un cuadro con el costo de los materiales empleados en la habilitación.

Tabla 5.1 Materiales e Instrumentos.

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
MANÓMETRO DE ALTA PRESIÓN	3	u	65	195
MANÓMETRO DE BAJA PRESIÓN	3	u	55	165
MANGUERA DE ALTA PRESIÓN	13	m	6.70	87.10
MANGUERA DE BAJA PRESIÓN	5	m	5.86	29.30
TUBERIA DE ACERO	6	m	8.60	51.60
PERNOS TUERCAS ARANDELAS	-	-	-	8
RUEDAS	4	u	2.50	10
ACOPLES	14	u	6.20	86.80
PINTURA	5	Lts.	2.50	12.50
TIÑER	5	Lts.	1.50	7.50
FILTRO	1	u	65	65
ÁNGULO DE HIERRO	5	m	3	15
MICA	1	(0.98*0.25)m	20	20
<b>VALOR TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>\$ 752.80</b>

Los valores presentados son los que actualmente rigen en el mercado local.

### 5.2.2 HERRAMIENTAS.

Para la habilitación de dicha unidad se utilizaron las herramientas existentes en el Hangar de aviones militares, lugar donde se efectuó la mayor parte práctica del proyecto.

A continuación se presenta un cuadro con el costo de las herramientas empleadas en la habilitación.

Tabla 5.2 Costo total de Herramientas.

<b>HERRAMIENTA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>V/H</b>	<b>SUBTOT.</b>
DOBLADORA DE CAÑERIAS	2	4	8
EQUIPO DE PINTURA	2.5	5	12.5
SUELDA	1	10	10
SIERRA	4	0.50	2
SET DE LLAVES	10	0.50	5
DESTORNILLADORES	5	0.20	1
<b>VALOR TOTAL DE HERRAMIENTAS</b>			<b>\$ 38.50</b>

### 5.2.3 MANO DE OBRA.

Estos valores están comprendidos básicamente por placas de identificación de los elementos del panel de control y el elevador de presión, pintura, limpieza, suelda, etc.

Tabla 5.3 Costo de Mano de Obra.

ITEM	VALOR USD
SOLDADOR	30
PINTOR	15
<b>VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 45</b>

Tabla 5.4 Costo total de la Rehabilitación.

29.33	ITEM	VALOR USD
	MATERIALES	752.80
	HERRAMIENTAS	38.5
	MANO DE OBRA	45
	<b>VALOR TOTAL DE REHABILITACIÓN</b>	<b>\$ 836.30</b>

El costo total de la habilitación del Banco impulsor de nitrógeno para cargar a los acumuladores de alta y baja presión del avión K-fir C2 y K-fir CE de la Fuerza Aérea Ecuatoriana asciende a un valor de ochocientos treinta y seis dólares 30/100 (\$ 836.30).

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

1. El banco portátil impulsor de nitrógeno para cargar los acumuladores de baja y alta presión para aviones K-fir C2, K-fir CE en base a las pruebas realizadas se encuentran en condiciones estándares de operación lo cual justifica el objetivo planteado en el proyecto.
2. La investigación sobre el funcionamiento del banco y las pruebas realizadas permitieron establecer la secuencia lógica de su operación, elementos constitutivos y funcionamiento.
3. El estudio situacional del banco, bajo parámetros de condición operacional permitió establecer los trabajos de mantenimiento para lograr su habilitación.
4. En base a datos técnicos del banco del AIR DRIVEN GAS BOOSTER COMPRESSOR que ha sido tomado como referencia para la rehabilitación del banco motivo del presente proyecto, y en base a las pruebas realizadas se pudo determinar los requerimientos técnicos del banco.
5. Los manuales de operación y mantenimiento permiten la correcta utilización, chequeo y mantenimiento del banco por parte del personal de mantenimiento.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

1. El personal de mantenimiento que utiliza el banco debe estar familiarizado con éste y conocer la secuencia operacional para su correcta utilización; así como también, las operaciones de mantenimiento del equipo.
2. El personal que trabaja con el equipo debe tener muy en cuenta las normas de seguridad para el trabajo con nitrógeno establecidas en el manual de seguridad del presente proyecto.
3. Se recomienda utilizar la fuente de presión externa cada vez que ésta se encuentre disponible con la finalidad de optimizar el uso del nitrógeno.
4. Colocar un regulador de presión para controlar eficazmente el funcionamiento del banco por el modo de llenado de alta presión.

## BIBLIOGRAFÍA

- Technical manual of “Portable Air Driven Gas Booster Compressor” Model MB-NB3

### Manuales Del Avión K-Fir:

- General Description of the Aircraft
- Canopy and Cockpit System
- Landing Gear and Brake System
- Hydraulic Systems
  
- <http://www.flw.com/haskel/2.htm>
- <http://www.flw.com/haskel/haskel.htm>
- <http://www.haskel-es.com/haskeltxt.htm>
- <http://www.haskel-es.com/haskel.htm#ELEVADORES%20DE%20PRESION%20DE%20GAS>
- <http://www.haskel-es.com/booster.htm>
- <http://www.tecnicaoleohidraulica.com/acumuladores.htm>
- [http://hiq.aga.cl/International/Web/LG/CL/likelgspgcl.nsf/repositorybyalias/pdf\\_msds\\_n/\\$file/Nitrogen.pdf](http://hiq.aga.cl/International/Web/LG/CL/likelgspgcl.nsf/repositorybyalias/pdf_msds_n/$file/Nitrogen.pdf)