

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AEROÁUTICA

CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA EL  
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO  
PRINCIPAL Y DE EMERGENCIA DEL TREN DE  
ATERRIJAJE DEL AVIÓN ESCUELA AT-33A 806

POR:

VINUEZA FARINANGO DANIEL ALEJANDRO

Proyecto de Grado previo a la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AEROÁUTICA

2007

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Vinueza Farinango Daniel Alejandro, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

---

Subp. Fernando Lima  
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, 13 de Enero del 2007

## **DEDICATORIA**

Con infinito cariño a mi Ma que me dio la hermosa oportunidad de vivir y supo ser madre y padre al mismo tiempo, quien me dio su mano en los momentos más difíciles de mi vida y me lleva siempre en su corazón, quien me supo enseñar a diferenciar entre el bien y el mal, y así como supo reprenderme en los momentos que necesité, también lleno mi vida de amor, dulzura y esperanza.

A mi hermana, Fer, con quien superamos tantos momentos difíciles que se nos presentaron en el transcurso de este tiempo.

A Carly, quien me ayudo incondicionalmente, supo escucharme y brindarme su amor en momentos en los que me parecía que nada estaba bien.

**Daniel.**

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que llevo dentro de mi corazón, de las cuales estoy seguro me llevan dentro de su corazón también.

**Daniel.**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                              | <b>Pág.</b> |
|------------------------------|-------------|
| Certificación.....           | ii          |
| Dedicatoria.....             | iii         |
| Agradecimiento.....          | iv          |
| Índice de Contenidos.....    | v           |
| Lista de Figuras             |             |
| Anexos                       |             |
| Resumen.....                 | 1           |
| Introducción.....            | 2           |
| Definición Del Problema..... | 2           |
| Justificación.....           | 2           |
| Alcance.....                 | 3           |
| Objetivos.....               | 4           |
| General.....                 | 4           |
| Específicos.....             | 4           |

## CAPÍTULO I

### DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DEL AVIÓN AT-33A

|  |    |
|--|----|
| 1.1 Sistema Hidráulico.....                          | 5  |
| 1.2 Reservorio Hidráulico.....                       | 7  |
| 1.3 Regulador de Presión de Aire del Reservorio..... | 9  |
| 1.4 Bomba Hidráulica.....                            | 10 |

|  |    |
|--|----|
| 1.4.1 Operación de la Bomba Hidráulica.....  | 10 |
| 1.5 Válvula de Alivio del Sistema Hidráulico.....  | 12 |
| 1.6 Acumulador del Sistema Hidráulico.....   | 13 |
| 1.7 Sistema Hidráulico del Tren de Aterrizaje.....   | 15 |
| 1.7.1 Válvula Selectora de los Trenes de Aterrizaje.....   | 15 |
| 1.7.2 Válvulas de Cierre Manual del Tren de Aterrizaje.....  | 18 |
| 1.7.3 Limitadores del Tren de Aterrizaje.....  | 19 |
| 1.7.4 Cilindro Actuador del Tren Principal.....  | 19 |
| 1.7.5 Cilindro Actuador de la Puerta del Tren principal.....   | 19 |
| 1.7.6 Cilindro Actuador del Tren de Nariz.....   | 21 |
| 1.7.7 Cilindro de Aseguramiento del Tren de Nariz.....   | 23 |
| 1.7.7.1 Operación del Cilindro de aseguramiento del Tren de Nariz.....                                     | 24 |
| 1.7.8 Válvulas de lanzadera .....  | 24 |
| 1.7.9 Sistema de Extensión de Emergencia del Tren de Aterrizaje.....                                       | 26 |
| 1.7.9.1 Chequeo de Bomba del Sistema de Emergencia.....  | 26 |
| 1.7.9.2 Operación del Sistema de Extensión de Emergencia del Tren de<br>Aterrizaje.....                    | 26 |
| 1.7.9.3 Retorno del Sistema de Aterrizaje a Operación Normal después de la<br>Extensión de Emergencia..... | 27 |
| 1.7.9.4 Procedimiento.....   | 27 |
| 1.7.10 Reservorio Hidráulico de Emergencia.....  | 27 |
| 1.7.11 Bomba Eléctrica del Sistema de Emergencia.....  | 28 |
| 1.7.12 Válvula Selectora de Emergencia del Tren de Aterrizaje.....   | 29 |

|  |    |
|--|----|
| 1.7.12.1 Separación de la Válvula Selectora de Emergencia del<br>Tren de Aterrizaje..... | 30 |
| 1.7.13 Cilindro de Liberación de Emergencia de la Puerta del Tren.....                   | 30 |
| 1.7.14 Válvula de Alivio del Sistema de Emergencia.....                                  | 31 |
| 1.8 Descripción De Los Frenos De Velocidad.....  | 32 |
| 1.8.1 Sistema De Control De Los Frenos De Velocidad.....                                 | 32 |
| 1.8.2 Interruptor Eléctrico.....   | 34 |
| 1.8.3 Electro Válvula.....   | 34 |
| 1.8.4 Funcionamiento Del Sistema De Frenos De Velocidad.....                             | 36 |

## **CAPÍTULO II**

### **CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO PRINCIPAL Y DE EMERGENCIA DEL TREN DE ATERRIZAJE.**

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Descripción y Análisis del Estado Inicial del Sistema Hidráulico.....                             | 38 |
| 2.2 Inventario de los componentes y partes faltantes en el Sistema Hidráulico.....                    | 38 |
| 2.3 Comprobación de la Operatividad del Sistema Hidráulico.....                                       | 39 |
| 2.4 Descripción de los componentes del Sistema Hidráulico.....  | 39 |
| 2.5 Rehabilitación del Sistema Hidráulico.....  | 40 |
| 2.5.2 Sistema de Cañerías Hidráulicas Primarias.....  | 42 |
| 2.5.3 Sistema de Cañerías Hidráulicas del Tren de Aterrizaje Principal, de Nariz y<br>Emergencia..... | 46 |

|   |    |
|---|----|
| 2.5.4 Sistema de Cañerías de las Puertas Internas y el Tren de Aterrizaje |    |
| Principal.....  | 47 |
| 2.5.5 Sistema de Cañerías Hidráulicas de Emergencia.....                  | 49 |
| 2.5.6 Puertas del Tren de Nariz y Mecanismos Actuadores.....              | 50 |
| 2.6 Construcción de la Fuente.....  | 51 |
| 2.7 Construcción del Acople entre Bomba y motor.....                      | 52 |
| 2.8 Pruebas de Funcionamiento.....  | 54 |

### **CAPÍTULO III**

#### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 3.1 Manual de Operaciones.....     | 55 |
| 3.2 Manuales de Mantenimiento..... | 59 |

### **CAPÍTULO IV**

#### **ESTUDIO ECONÓMICO**

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 4.1 Presupuesto.....           | 69 |
| 4.2 Análisis Económico.....    | 69 |
| 4.3 Herramientas.....          | 69 |
| 4.4 Materiales utilizados..... | 70 |



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 5.1 Conclusiones.....    | 72 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 73 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO I

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1 Diagrama del sistema Hidráulico.....                             | 6  |
| Figura 1.2 Reservorio Hidráulico.....                                       | 8  |
| Figura 1.3 Regulador de presión de aire del reservorio hidráulico.....      | 9  |
| Figura 1.4 Bomba Hidráulica.....  | 11 |
| Figura 1.5 Válvula de alivio.....   | 12 |
| Figura 1.6 Acumulador del Sistema Hidráulico.....                           | 14 |
| Figura 1.7 Válvula Selectora de los trenes de aterrizaje.....               | 16 |
| Figura 1.8 Localización de la válvula Selectora.....                        | 17 |
| Figura 1.9 Válvulas de Cierre Manual del Tren de Aterrizaje.....            | 18 |
| Figura 1.10 Cilindro Actuador del Tren Principal.....                       | 20 |
| Figura 1.11 Cilindro Actuador de la Puerta del Tren principal.....          | 21 |
| Figura 1.12 Cilindro Actuador del Tren de Nariz.....                        | 22 |
| Figura 1.13 Cilindro de Aseguramiento del Tren de Nariz.....                | 23 |
| Figura 1.14 Válvulas de lanzadera.....                                      | 25 |
| Figura 1.15 Bomba Eléctrica del Sistema de Emergencia.....                  | 28 |
| Figura 1.16 Válvula Selectora de Emergencia del Tren de Aterrizaje.....     | 29 |
| Figura 1.17 Cilindro de Liberación de Emergencia de la Puerta del Tren..... | 30 |
| Figura 1.18 Válvula de Alivio del Sistema de Emergencia.....                | 31 |
| Figura 1.19 Sistema hidráulico de los frenos de velocidad.....              | 33 |
| Figura 1.20 Estructura de la electro válvula.....                           | 35 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.20 Válvula manual de corte.....      | 36 |
| Figura 1.21 Freno de velocidad extendido..... | 37 |

## **CAPÍTULO II**

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1 Diagrama de Estaciones.....  | 41 |
| Figura 2.2 Estaciones 252 a 228.3.....  | 42 |
| Figura 2.3 Estaciones 228,3 a 163,28 +20,4.....   | 43 |
| Figura 2.4 Estaciones 163,8 +20,4 a 131,9.....  | 44 |
| Figura 2.5 Estaciones 131,9 a 69.....   | 45 |
| Figura 2.6 Sistema de Cañerías Hidráulicas del Tren de Aterrizaje Principal, de Nariz y Emergencia..... | 46 |
| Figura 2.7. Cañerías de las Puertas Internas y el Tren de Aterrizaje Principal.....                     | 47 |
| Figura 2.7.1. Cañerías de las Puertas Internas y el Tren de Aterrizaje Principal.....                   | 48 |
| Figura 2.8 Cañerías Hidráulicas de Emergencia.....  | 49 |
| Figura 2.9 Puertas del Tren de Nariz y Mecanismos Actuadores.....                                       | 50 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A. Construcción del acople entre la bomba hidráulica y el motor eléctrico
- ANEXO B. Procedimiento para subir al avión en gatos
- ANEXO C. Conexión de cañerías hidráulicas
- ANEXO D. Avión AT-33A en gatos
- ANEXO E. Lubricación de los trenes de aterrizaje
- ANEXO F. Cañerías hidráulicas instaladas
- ANEXO G. Construcción de cañerías flexibles
- ANEXO H. Fuente instalada en la nariz del avión
- ANEXO I. Pruebas de operación
- ANEXO J. Diagramas de la Fuente de alimentación de 28 VCD 15 A y Diagrama de la conexión del motor de 2 HP 220 VCA
- ANEXO K. Señales para la operación y funcionamiento del banco de prueba.

## **RESUMEN**

Con el presente proyecto se demuestra de una manera sencilla el funcionamiento de los trenes de aterrizaje y funcionamiento del sistema hidráulico principal y de emergencia del avión AT-33A, el cual servirá de ayuda para una instrucción didáctica de los estudiantes del ITSA.

Además, de pretender demostrar la realización de este proyecto, debe permitir desarrollar el espíritu de investigación del futuro tecnólogo en mecánica aeronáutica, debido a la constante relación que existe con todos los sistemas que involucra el área de la mecánica de aviación y el perfecto dominio que se debe tener en los mismos para un desenvolvimiento excelente en nuestro futuro campo laboral.

En el presente trabajo se incluye información técnica específica del sistema hidráulico principal y de emergencia, con la finalidad de que tanto los estudiantes como instructores puedan entender de una manera sencilla el funcionamiento de los mismos en el avión.

En los manuales realizados se describe los procedimientos que se deben realizar para el funcionamiento del banco así como también se incluye la información técnica para el mantenimiento y estudio del mismo por parte de los instructores y estudiantes del ITSA.

# **INTRODUCCIÓN**

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Los estudiantes del Instituto Superior Aeronáutico requieren reforzar sus conocimientos prácticos sobre trenes de aterrizaje y sistemas hidráulicos empleados en las aeronaves, para que tengan una visión teórica/práctica integral sobre el funcionamiento de los mismos, para que en un futuro sea un beneficio para su desempeño profesional.

## **JUSTIFICACIÓN**

En el caso de carreras técnicas el conocimiento práctico se realizará generalmente mediante prácticas de laboratorio para semejar la realidad en el área de trabajo, esto crea cierto grado de seguridad y experiencia para el manejo de equipos y sistemas que intervienen en sus tareas diarias.

Esta rehabilitación además de indicar el proceso de funcionamiento de los trenes de aterrizaje y sistemas hidráulicos, mejorará el perfil de los profesionales que egresen de esta especialidad, puesto que tendrán mejores criterios técnicos para desenvolverse en su futuro campo laboral.

La rehabilitación del sistema principal hidráulico y del sistema hidráulico de emergencia del tren de aterrizaje del avión escuela AT-33A 806 será sencillo y fácil de entender, esto ayudará a que los estudiantes se familiaricen de manera rápida con los

componentes utilizados en el funcionamiento de los mismos. Sin embargo, se requiere planificar las clases teóricas con las clases prácticas, que dependerá del departamento pertinente dentro del Instituto para que los estudiantes aprovechen de una manera eficaz la rehabilitación y el buen funcionamiento del tren de aterrizaje y del sistema hidráulico utilizado en el avión escuela AT-33A 806.

La verificación de la rehabilitación del tren de aterrizaje y sistema hidráulico se podrá realizar mediante la operación de los instrumentos en cabina y por medio del funcionamiento de un motor eléctrico y una bomba hidráulica de 1500PSI que proporcionara la potencia adecuada para el funcionamiento de los trenes y sistema hidráulico del avión escuela AT-33A 806, sin embargo, existe la dificultad de verificar en que porcentaje los estudiantes mejoraran sus conocimientos de manera integral, esto solo se podrá hacer cuando los estudiantes realicen sus prácticas en el avión y de esta forma se mida la captación de los conocimientos teóricos mediante la práctica en el mismo.

## **ALCANCE**

Existe dificultad en realizar la demostración del tren de aterrizaje y de los sistemas hidráulicos de una forma práctica, debido a que el Instituto no cuenta con bancos de prueba adecuadas para la demostración de los mismos.

El proyecto de rehabilitación de los trenes de aterrizaje y sistema hidráulico del avión escuela AT-33A 806 permitirá un acceso rápido a herramientas de estudio, en donde se demostrará como funcionan en la actualidad estos sistemas.

En la práctica es muy difícil el acceso a este tipo de sistemas en un avión que se encuentre en un estado operativo ya que en los únicos lugares en donde existiría la posibilidad de ver estos sistemas en una forma real sería en los hangares del CEMA y aviones militares del Ala # 12 de la Fuerza Aérea y en la mayoría de las ocasiones no existen las facilidades adecuadas para el acceso a los mismos para los estudiantes del ITSA.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Construir un banco de prueba para el funcionamiento del sistema hidráulico principal y de emergencia del tren de aterrizaje del avión escuela AT-33A 806, para que sea utilizado como instrumento de enseñanza práctica dentro del ITSA.

### **ESPECÍFICOS**

- Realizar una investigación de los instrumentos y equipos que se encuentran en la cabina del avión AT-33A 806, los cuales sirven para el funcionamiento del tren de aterrizaje y sistema hidráulico.
- Demostrar el funcionamiento del banco de prueba para el tren de aterrizaje y sistema hidráulico del avión AT-33A 806 utilizando para la misma el avión escuela ubicado en las instalaciones del ITSA.
- Entregar el banco de prueba en perfecto estado para que los instructores del ITSA puedan utilizarlo como herramienta practica de enseñanza.



# CAPÍTULO I

## DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DEL AVIÓN AT-33A

### 1.1 Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico básico consiste de un reservorio presurizado con un regulador de presión de aire, bomba de volumen variable operada por un motor, un acumulador, un sistema de válvula de alivio, un indicador visual de líquido hidráulico, un manómetro de presión de aire en el acumulador.

El sistema hidráulico opera al tren de aterrizaje cuando está en proceso de descenso o ascenso, las puertas interiores del tren principal, el descenso de los frenos de velocidad, el alerón booster, y la caja de eyección de las bairillas de armamento.

El sistema de emergencia está provisto para realizar un test de operación en tierra y de emergencia. Este consiste de una bomba hidráulica operada por un motor eléctrico, un reservorio de emergencia, válvula de alivio, válvula selectora, una válvula selectora para test en tierra.

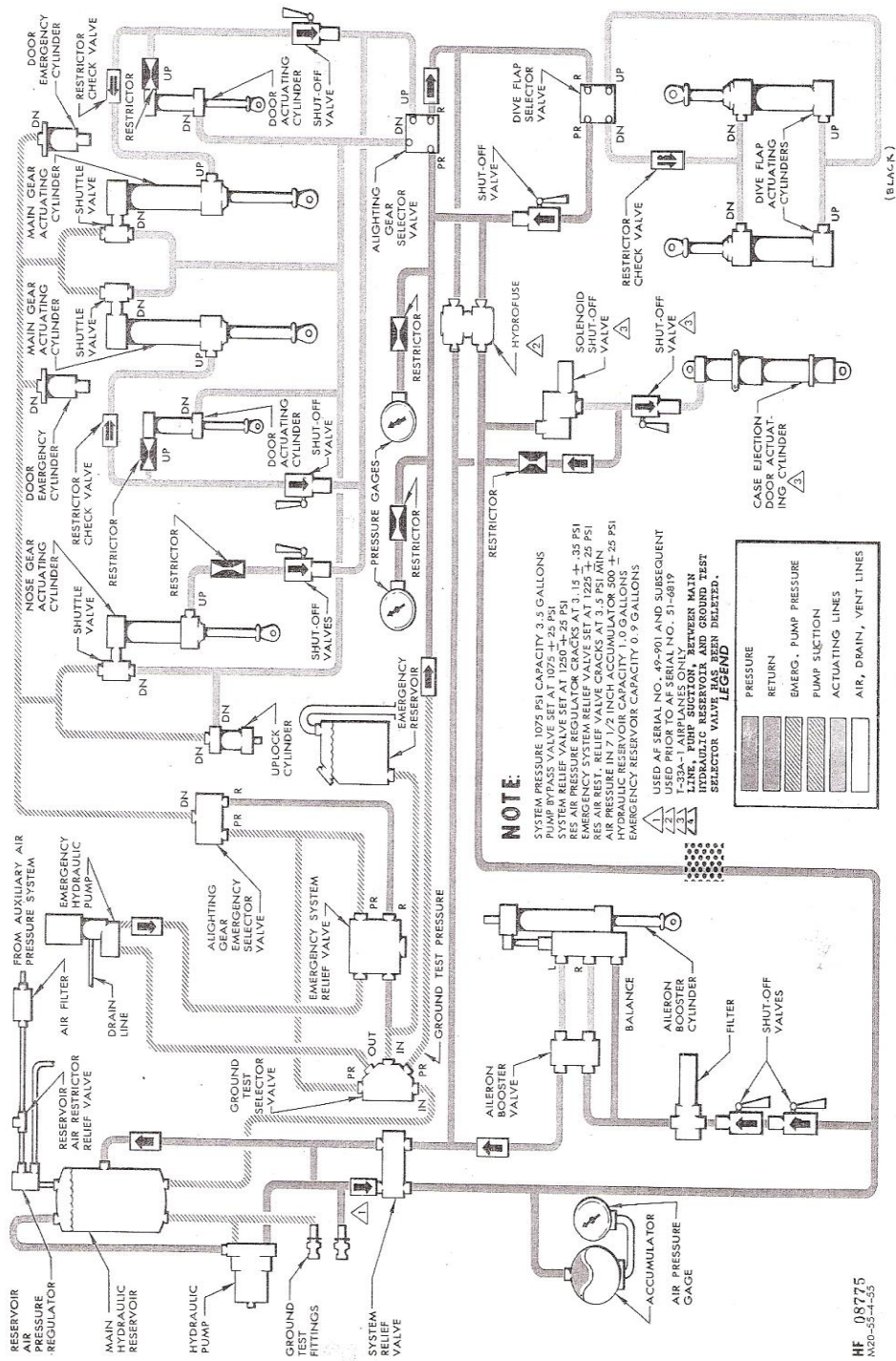


Figure 3-139 Hydraulic System Schematic Diagram

Change 3 3-277

Figura 1.1 Diagrama del Sistema Hidráulico

## 1.2 Reservorio Hidráulico

El reservorio de fluido hidráulico está construido en mitades intercambiables las cuales están sostenidas juntas por una grapa. Un filtro está instalado en la mitad del reservorio para limpiar el fluido que retorna. Un filtro en la válvula de alivio está instalado para desviar el fluido alrededor del filtro que volvería a obstruirse. La línea de salida de la bomba está localizada en el fondo del tanque mientras que línea de salida para la bomba de emergencia está conectada a un tubo vertical dentro del tanque. La línea de retorno entra por un lado del tanque y la línea de derivación de la bomba entra por la parte superior del tanque. El regulador de la presión de aire se encuentra ubicado en la parte superior del tanque y está conectada a una línea de presión de aire y una línea de escape. Un indicador visual de nivel indica el nivel de fluido en el interior del tanque. Una válvula de retención (check valve) está instalada en el orificio de retorno para prevenir el retorno del flujo del fluido. El reservorio está localizado en el lado izquierdo del compartimiento del motor y el acceso al mismo es a través del acceso izquierdo del panel 42.

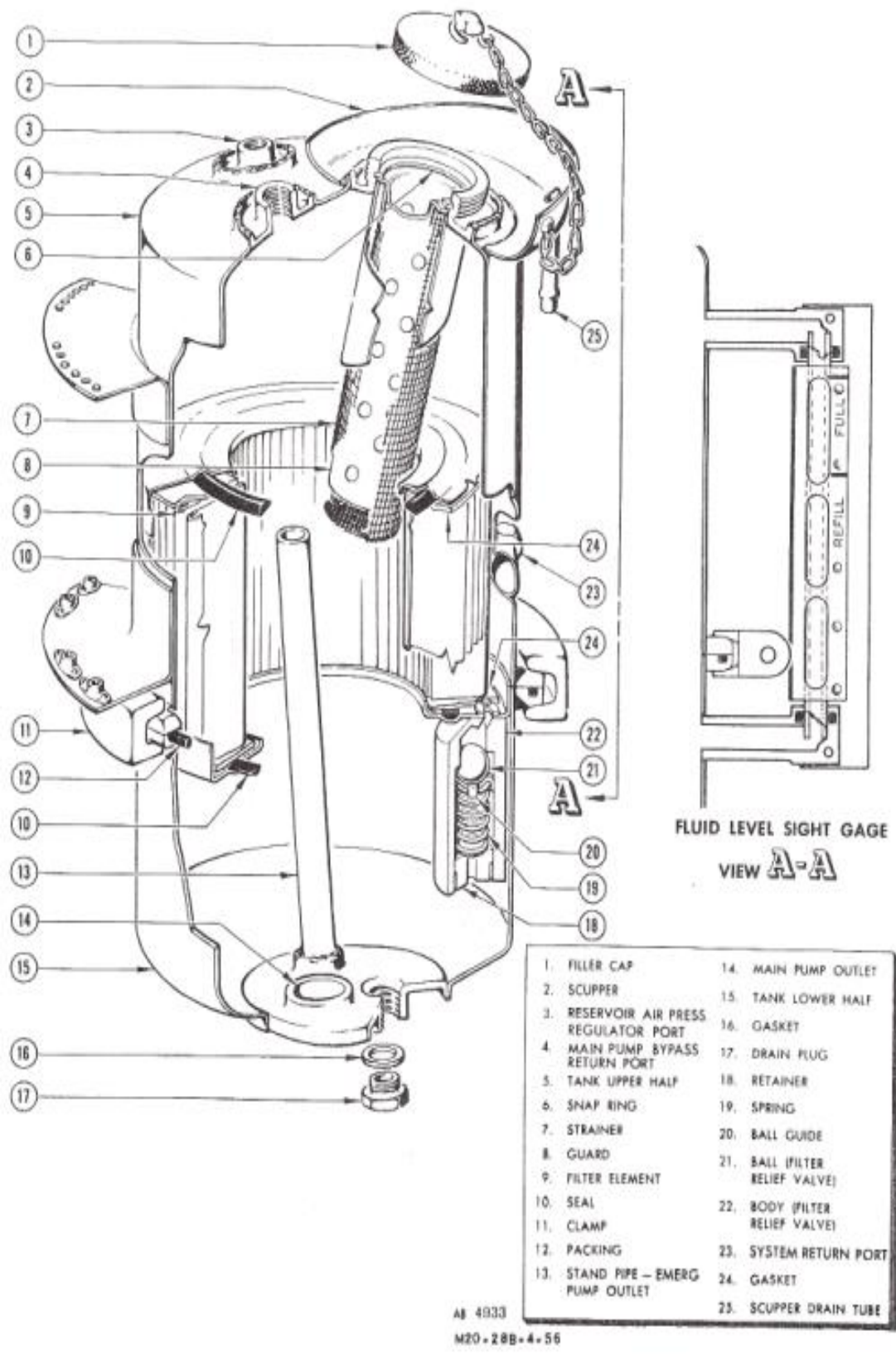


Figura 1.2 Reservorio Hidráulico

### 1.3 Regulador de Presión de Aire del Reservorio.

El regulador de presión de aire del reservorio está en la parte superior del mismo. El orificio de la parte superior está conectado a la línea de presión de aire del motor, y el orificio inferior está conectado a una línea la cual está sobre el borde.

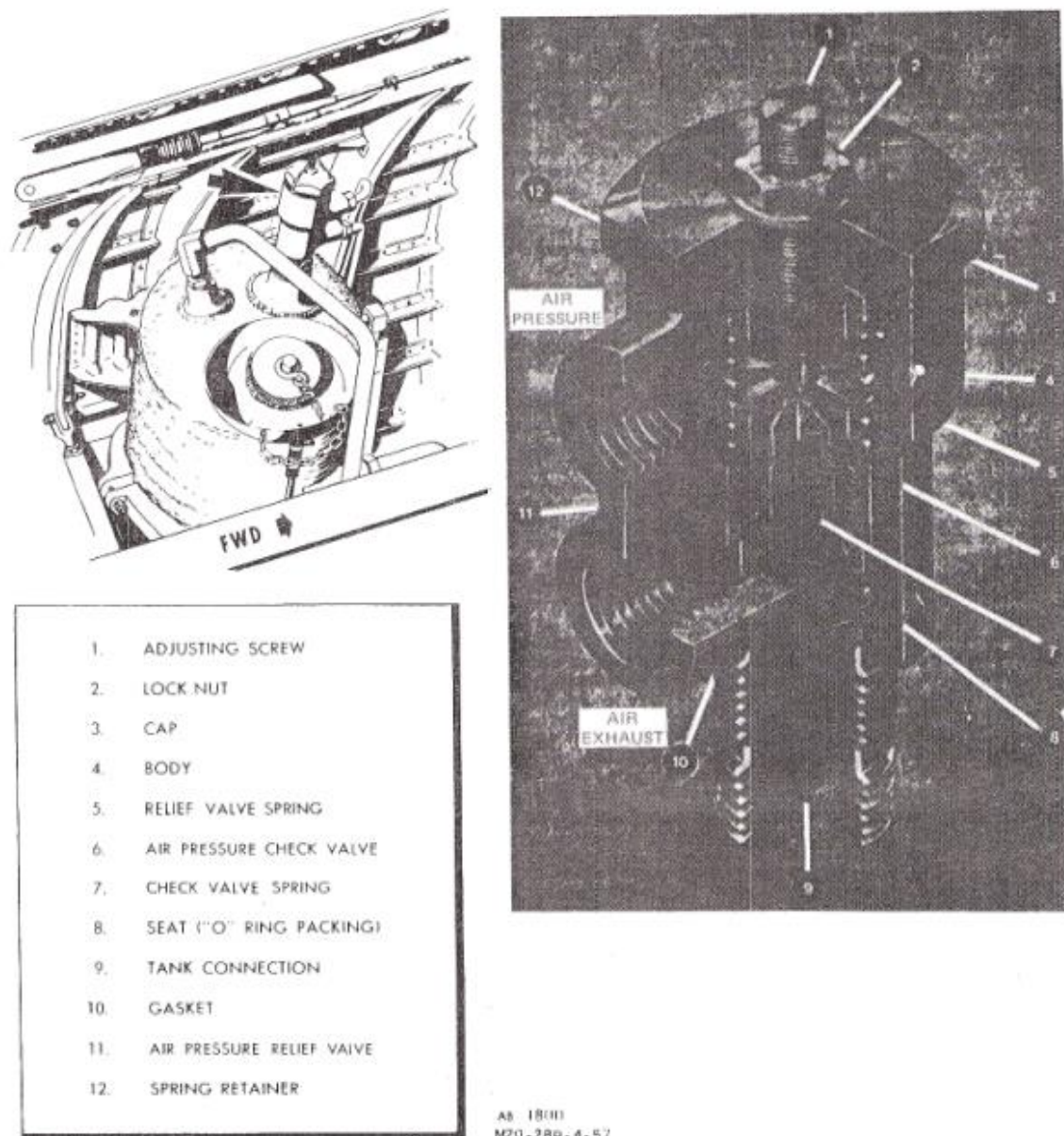


Figura 1.3 Regulador de presión de aire del reservorio hidráulico

## **1.4 Bomba Hidráulica.**

Esta bomba es de volumen variable y lubricación automática. La bomba está montada sobre la caja de accesorios de engranajes y es manejada por el motor.

### **1.4.1 Operación de la Bomba Hidráulica.**

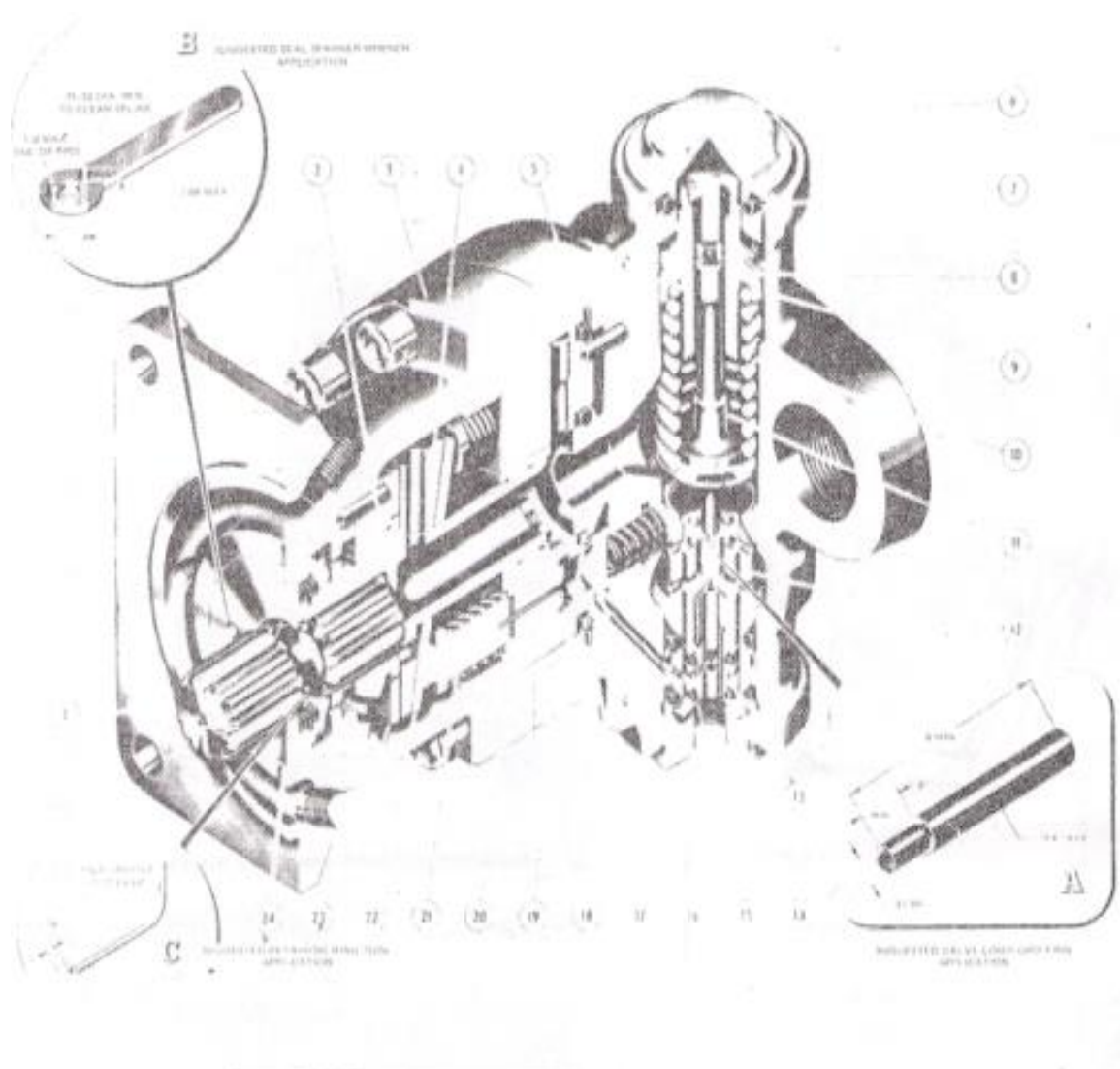
Nueve pistones de resortes cargados ordenados en el bloque de cilindros concéntrico con el eje impulsador son actuados por una leva manejada en forma de cuña. El cojinete del pistón en contra de la sección delgada de la leva es completamente extendida, y el cojinete del pistón en contra de la sección gruesa de la leva es completamente deprimido. Como la leva rota, los pistones son alternadamente extendidos y deprimidos como la sección delgada o gruesa de la leva que pasa en cada cilindro.

Como cada pistón se extiende, este destapa una línea de succión a través del cual el fluido hidráulico fluye del tanque. El fondo de cada cilindro contiene una válvula check de resorte cargado el cual abre bajo presión, y permite al fluido fluir a través de pasos en el cuerpo de la válvula a la línea de presión.

Cuando no hay demanda en la bomba del sistema, una válvula reguladora de presión del resorte cargado es operada por la presión del fluido haciendo actuar al pistón el cual cierra la línea de succión. El resorte es ajustable y es colocado para cerrar la línea de succión sobre un rango sobre 850 a 1150 psi. Con la línea de succión cerrada el fluido es admitido para propósitos de lubricación y enfriamiento a través de un paso



en el interior de la válvula. El pistón piloto abre el bypass a través del cual el fluido es retornado al reservorio después de circular a través de la bomba.



|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. SPLINE               | 13. "O" RING          |
| 2. SHAFT ASSEMBLY       | 14. "O" RING          |
| 3. HOUSING ASSEMBLY     | 15. PLOT PISTON LINER |
| 4. DRIVE CAM            | 16. CHECK VALVE       |
| 5. COVER                | 17. GASKET            |
| 6. SEAL NUT             | 18. "O" RING          |
| 7. "O" RING             | 19. "O" RING          |
| 8. SPRING ADJUSTING NUT | 20. CYLINDER BLOCK    |
| 9. LOCK WIRE            | 21. PISTON ASSEMBLY   |
| 10. SPRING              | 22. REAR CREEP PLATE  |
| 11. SPRING GUIDE        | 23. FRONT CREEP PLATE |
| 12. VALVE LINER         | 24. SEAL ASSEMBLY     |

**Figura 1.4 Bomba Hidráulica**

### 1.5 Válvula de Alivio del Sistema Hidráulico.

La válvula de alivio del sistema está localizada en el lado izquierdo del compartimiento del motor junto al reservorio hidráulico. El ajuste está hecho para remover la tapa y girar el tornillo de ajuste de resorte en el sentido de las manecillas del reloj para incrementar la presión de alivio o en contra del sentido de las manecillas del reloj para reducir la presión de alivio

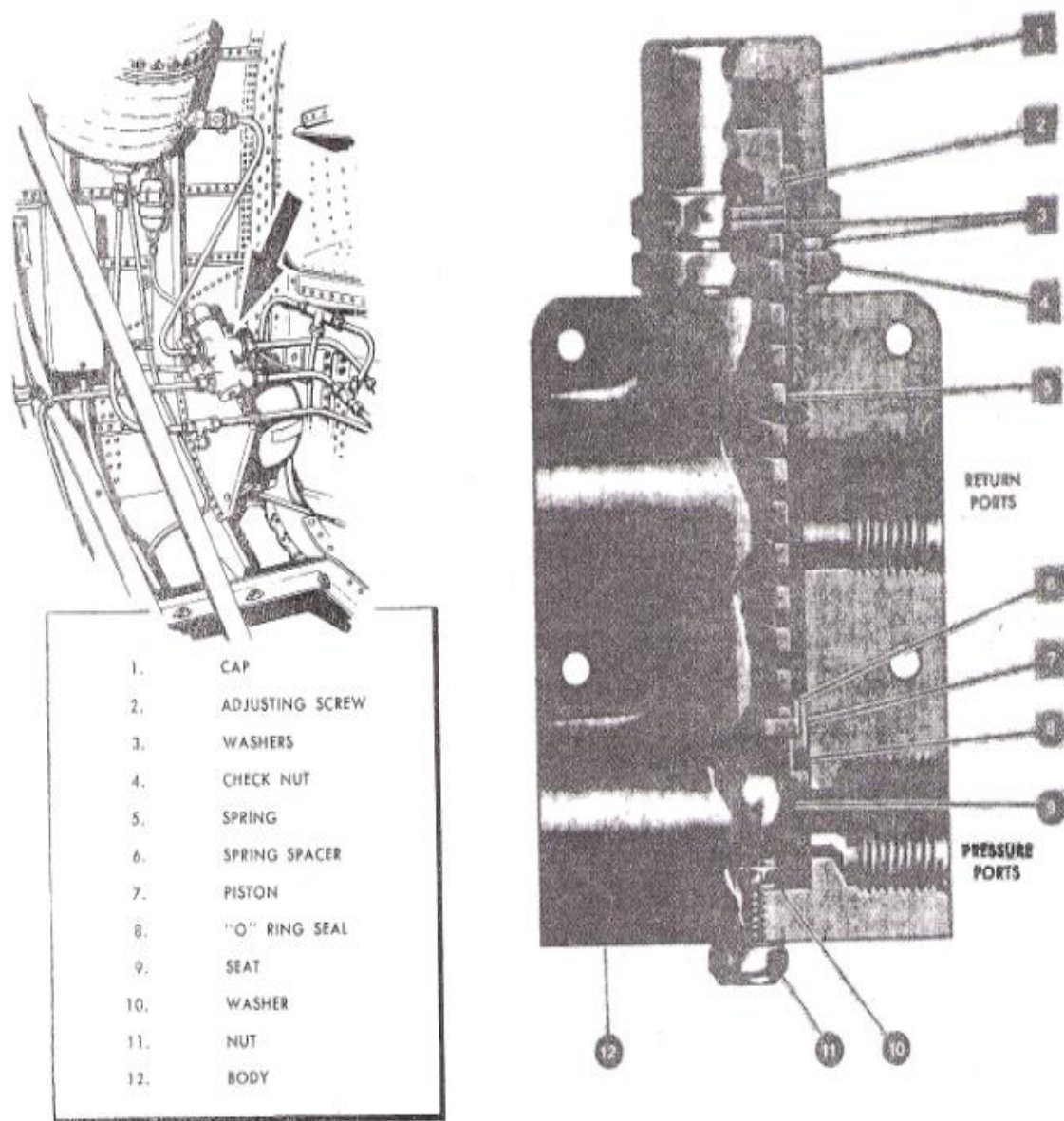


Figura 1.5 Válvula de alivio



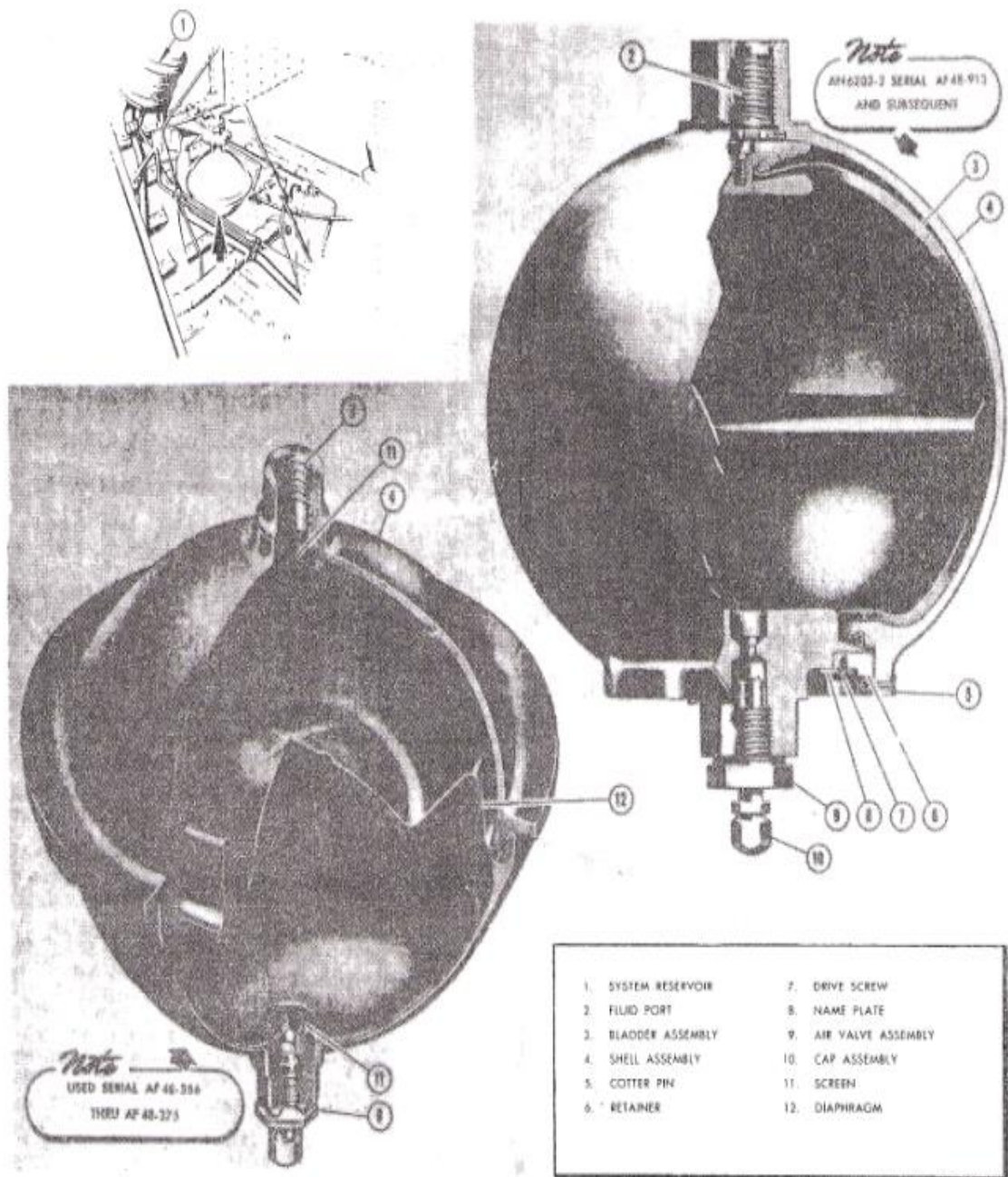
## **1.6 Acumulador del Sistema Hidráulico.**

Es un acumulador de forma esférica que está montado en los brazos sobre el lado izquierdo del compartimiento del motor cerca del conducto de admisión izquierdo. El acumulador está formado por una vejiga de caucho sintético el mismo que separa el aire de los compartimientos de los fluidos.

Cuando el acumulador está cargado con aire y no con presión hidráulica, la vejiga está completamente extendida contra las paredes de la estructura. A medida que el fluido es admitido a través del orificio para fluido, la parte superior del hemisferio de la vejiga es forzada hacia el fondo, promoviendo la compresión del aire en la vejiga.

Cuando el funcionamiento de un cilindro hidráulico permite al acumulador descargarse dentro del sistema, el aire comprimido fuerza al fluido a salir del acumulador hasta que todo el fluido salga con fuerza.

Un indicador visual de nivel de aire-presión en el acumulador está instalado en la estructura en popa del acumulador.



**Figura 1.6 Acumulador del Sistema Hidráulico**

## **1.7 Sistema Hidráulico del Tren de Aterrizaje.**

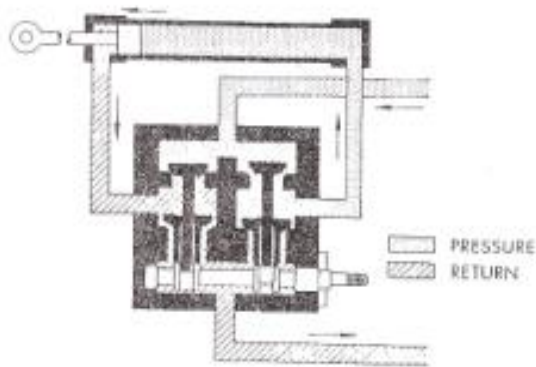
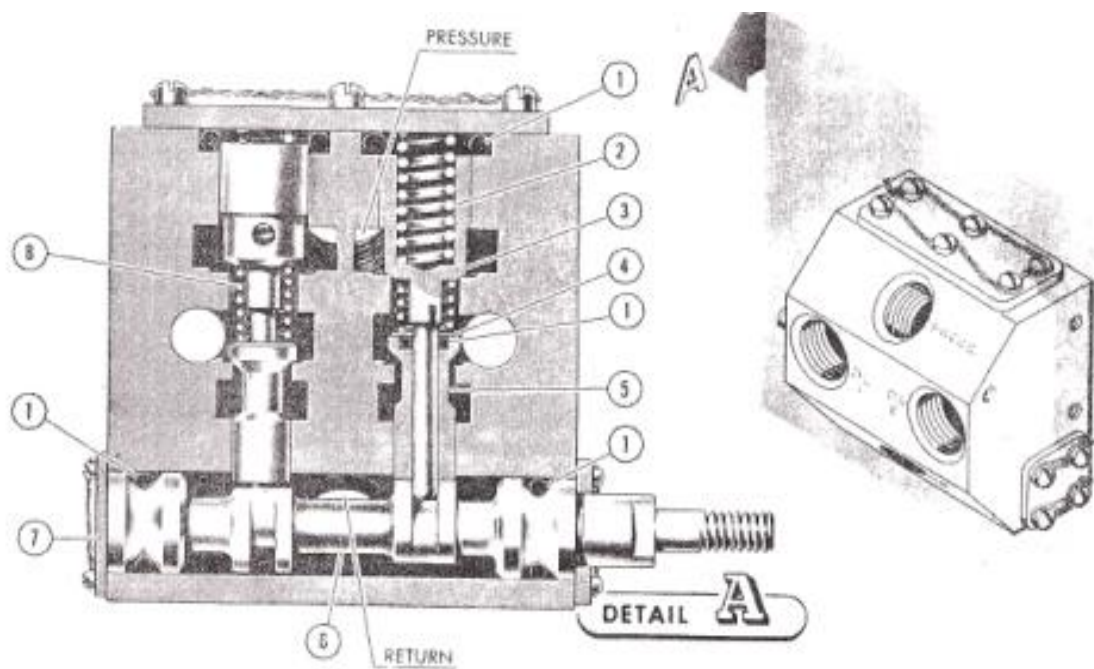
El sistema de aterrizaje consiste de una válvula selectora, localizada en la parte delantera en lado izquierdo, los tres cilindros actuadores, un cilindro de aseguramiento del tren de nariz y en cada tren principal un cilindro de impulsión de la puerta interior y un cilindro de descarga de emergencia. Todas las unidades que pertenecen al sistema de aterrizaje están localizadas en sus respectivos pozos de las llantas.

### **1.7.1 Válvula Selectora de los Trenes de Aterrizaje.**

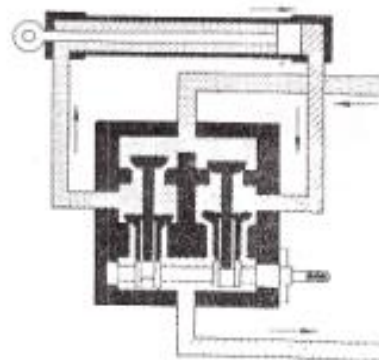
La válvula selectora tiene dos pares de válvulas reguladoras de resortes cargados coaxiales operados por un mango conectado a la palanca de la válvula selectora. El cuerpo de la válvula tiene un orificio de presión, orificio de retorno y dos orificios de los cilindros. Al retornar de la cámara a su posición original invierte los orificios de los cilindros a los cuales los puertos de presión retorno están conectados. Las válvulas de vástago están coordinadas de tal manera que la presión hidráulica ayuda a mantenerlos cerrados.

El mango de la válvula selectora en el frente de la cabina está conectado por cables y vástagos de empuje para duplicar el mango en la popa de la cabina. Un dispositivo de seguridad está incorporado en la instalación de la válvula selectora donde previene movimientos inadvertidos del control de la palanca para la posición “UP” cuando el avión está en tierra.

El dispositivo consiste de un seguro para el selenoide de liberación el cual se engrana con un brazo unido al mango de la palanca de control. Un interruptor montado en el brazo de torsión a la izquierda del tren principal controla la corriente eléctrica donde el selenoide es energizado. Cuando el amortiguador es comprimido (avión en tierra), el selenoide está sin energía, mientras el interruptor del brazo de torsión está abierto. El interruptor es cerrado por el brazo de torsión cuando el peso del avión está fuera del amortiguador, luego el selenoide energizado, libera el seguro para que la palanca pueda ser movida a la posición “UP”. Un dispositivo auxiliar de amortiguación es instalado entre el soporte del piso de la cabina y el brazo intermedio del sistema de enlace de la válvula selectora.



SCHMATIC OF VALVE IN GEAR "DOWN" POSITION



SCHMATIC OF VALVE IN GEAR "UP" POSITION

- |    |                         |
|----|-------------------------|
| 1. | "O" RING PACKING        |
| 2. | UPPER POPPET SPRING     |
| 3. | UPPER POPPET            |
| 4. | SPRING RETAINING WASHER |
| 5. | LOWER POPPET            |
| 6. | CAM SHAFT               |
| 7. | END CAP (CONTAINS STOP) |
| 8. | LOWER POPPET SPRING     |

1420-28R-4-62  
XR1918

Figura 1.7 Válvula Selectora de los trenes de aterrizaje

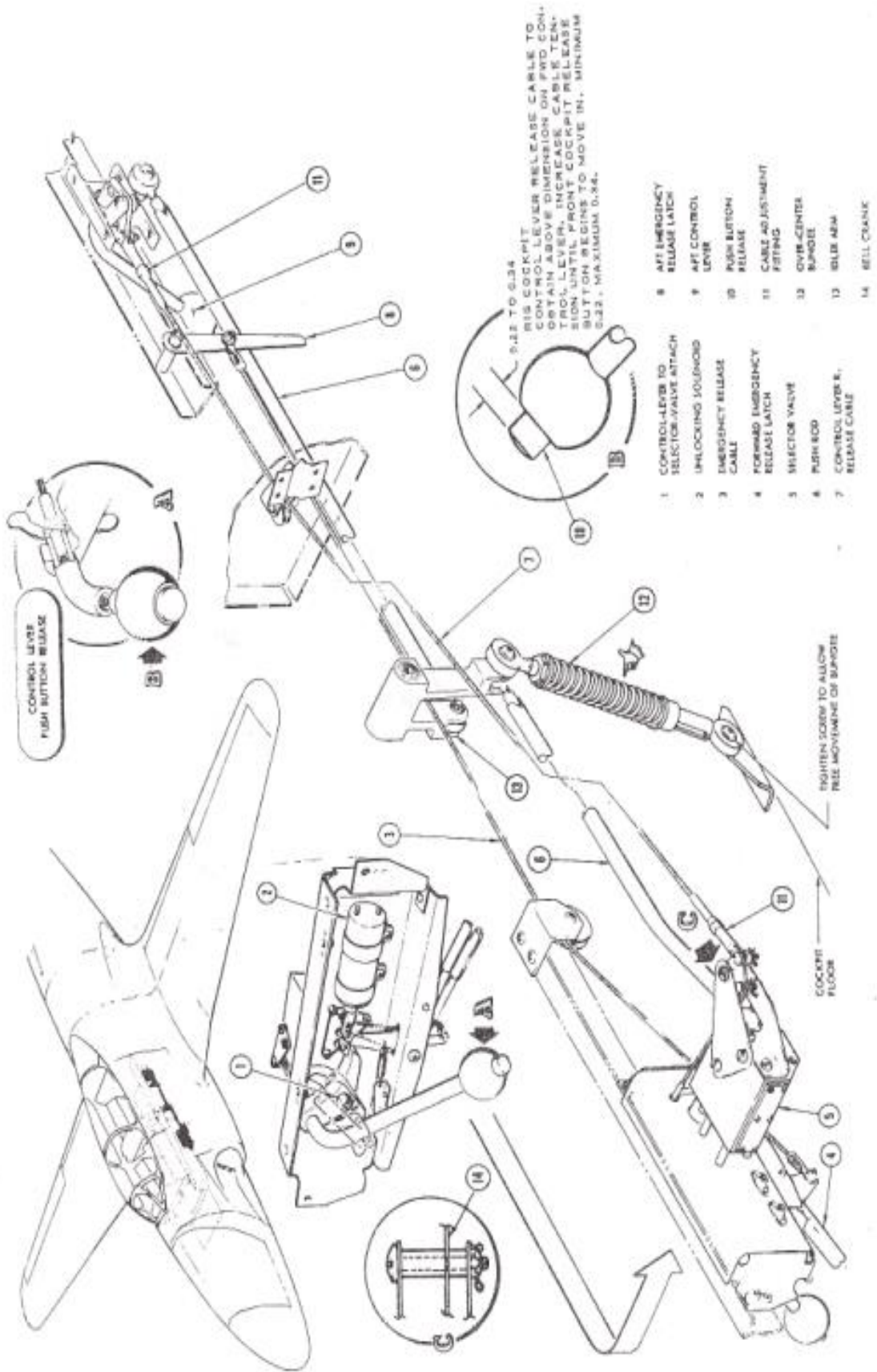


Figura 1.8 Localización de la válvula Selectora



### 1.7.2 Válvulas de Cierre Manual del Tren de Aterrizaje

Están normalmente abiertas, manualmente operadas, leva actuada, válvula check manual tipo regulador, con un cuerpo de aleación de aluminio y leva de acero. Una está localizada en cada pozo de las llantas en la línea superior de los trenes de aterrizaje, cuando está cerrada, la válvula opera como una válvula check y permitirá que el tren de aterrizaje sea extendido, pero no retraído.

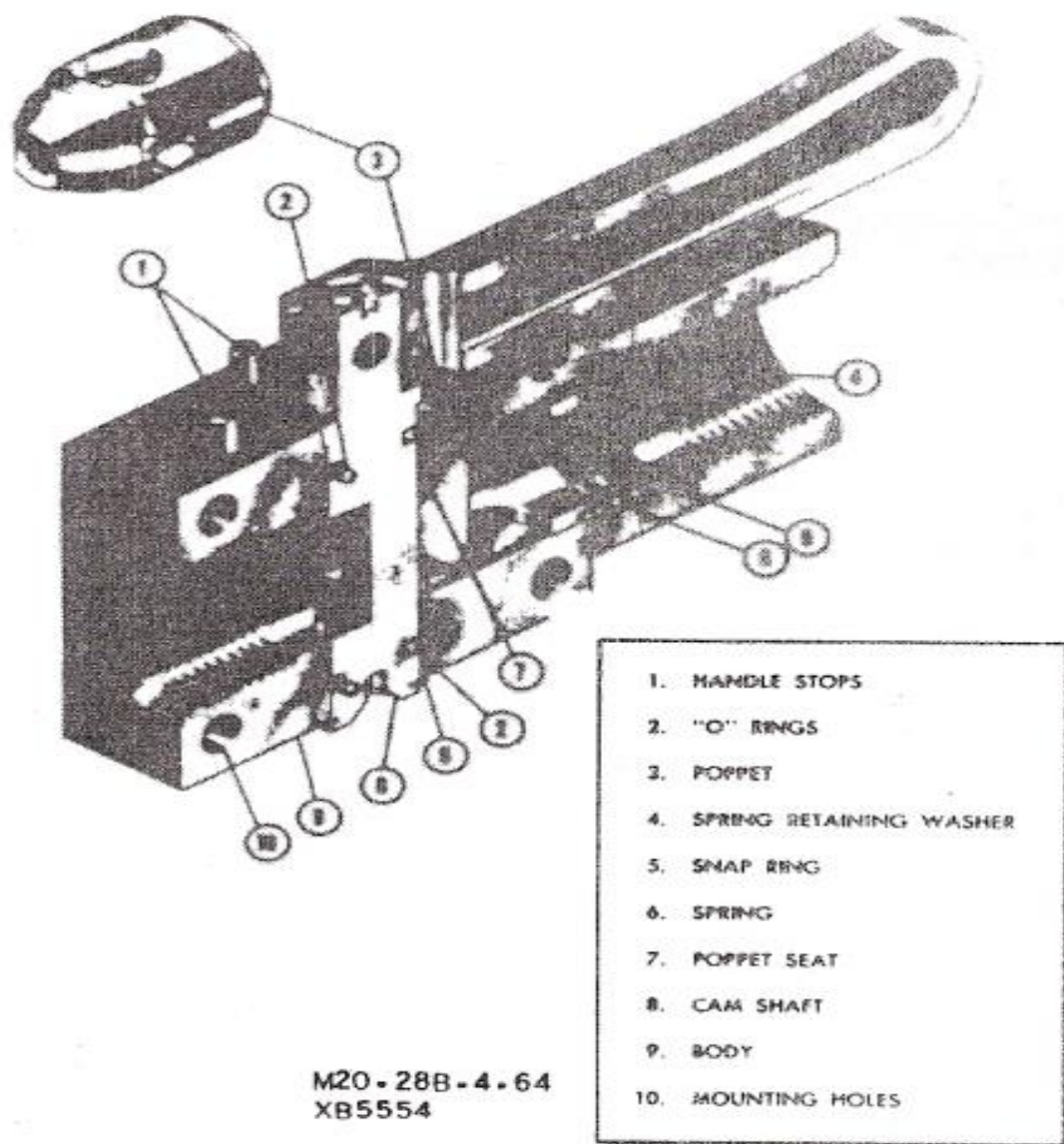


Figura 1.9 Válvulas de Cierre Manual del Tren de Aterrizaje

### **1.7.3 Limitadores del Tren de Aterrizaje.**

Tres válvulas limitadoras están instaladas en el sistema hidráulico del tren de aterrizaje para regular el flujo de fluido de las líneas superiores sobre el cilindro actuador del tren de nariz y los cilindros actuadores de las puertas del tren principal. Los limitadores para los cilindros actuadores de las puertas del tren principal son localizados en el pozo de las llantas del tren principal junto a la costilla central del ala. El limitador del tren de nariz es localizado a la izquierda del cilindro de aseguramiento sobre la cara trasera del mamparo de la estación 103 del fuselaje.

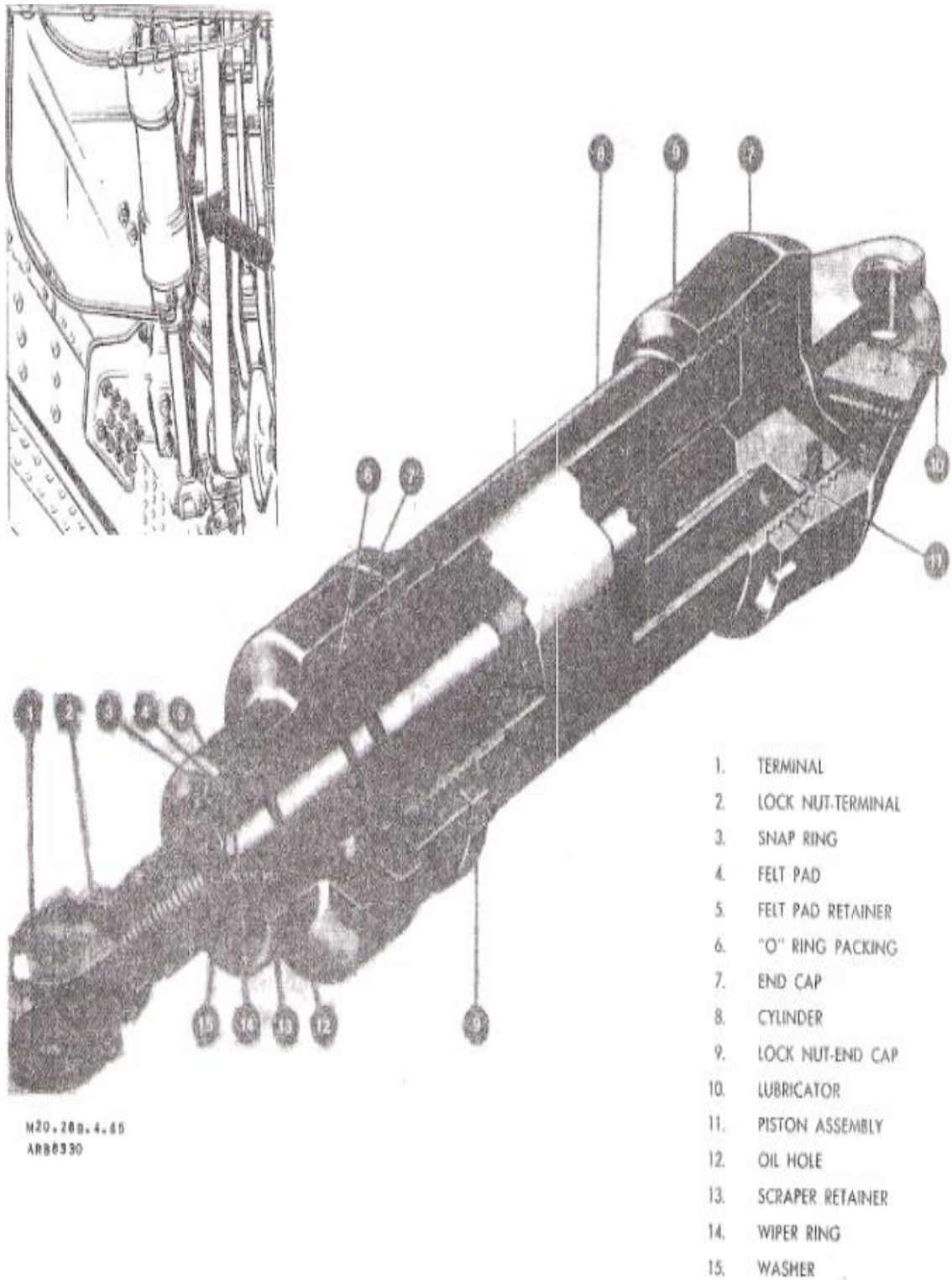
### **1.7.4 Cilindro Actuador del Tren Principal.**

El cilindro consiste de un conjunto de pistones, un cilindro, y dos tapas de dos finales. El cilindro tiene provisiones de 1/8 de pulgada cruzado para que el pistón no esté abajo en contra de la tapa cuando el tren está arriba. Esto asegura un contacto firme entre las puertas y la estructura del ala antes de que el pistón haya alcanzado el final del golpe. Cuando el tren está abajo, el pistón causa el aseguramiento para engranar. El acceso al cilindro es a través del pozo de la llanta del tren principal.

### **1.7.5 Cilindro Actuador de la Puerta del Tren principal.**

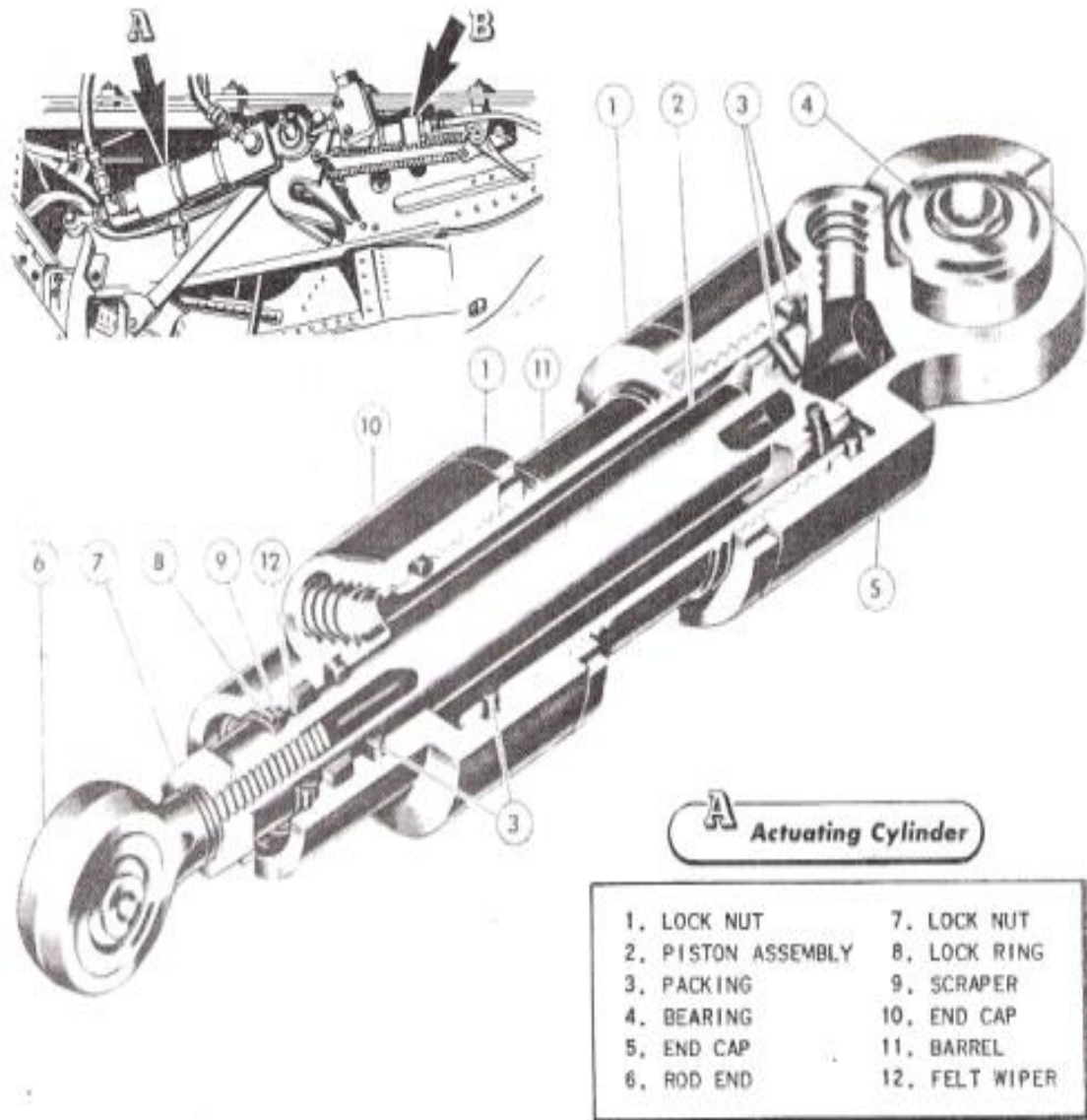
El acceso al cilindro es a través del pozo de alojamiento de la llanta del tren principal. El cilindro está montado en el ala frente al larguero principal de la misma. Su función es cerrar interiormente la puerta y asegurar el mecanismo del disparador cuando el tren está arriba y abrir la puerta cuando el tren se está extendiendo.

El cilindro está conectado a la puerta y al mecanismo de la puerta por el cojinete antifricción sellado uno al final de cada cilindro. Un cojinete es presionado en una lengüeta la cual se extiende del final de la tapa; el otro cojinete es incorporado en el fitting final del vástago del pistón. Las tapas finales del cilindro son removidas del cilindro para completar el desmontaje de la unidad. Un escurridor es provisto en el cojinete del vástago del pistón para excluir materia extraña del cilindro.



**Figura 1.10 Cilindro Actuador del Tren Principal**



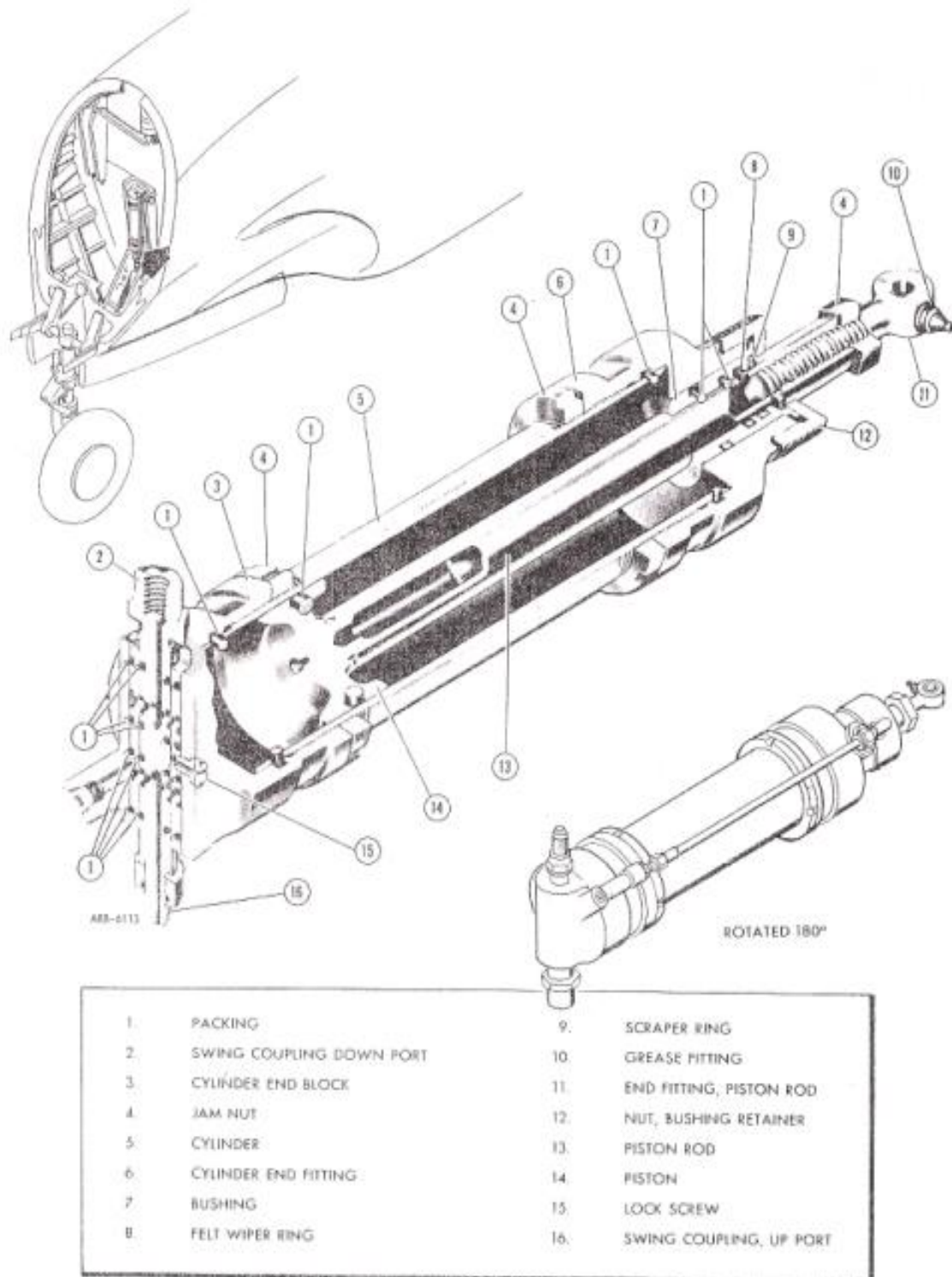


**Figura 1.11 Cilindro Actuator de la Puerta del Tren principal**

### 1.7.6 Cilindro Actuator del Tren de Nariz.

El cilindro actuator del tren de nariz es similar en e diseño del cilindro del tren principal, y el mantenimiento dado para este último es aplicable. A lo largo de la retracción del cilindro actuator del tren de aterrizaje de nariz es 11.81 pulgadas medidas desde la línea del centro de el fitting final del vástago al centro de la línea del eje de acoplamiento de giro.

El acceso al cilindro es a través del compartimiento de armamento, la maquina de pistolas puede se removida para proporcionar acceso para remover el cilindro actuador del tren de nariz.



**Figura 1.12 Cilindro Actuador del Tren de Nariz.**

### 1.7.7 Cilindro de Aseguramiento del Tren de Nariz.

El cilindro de aseguramiento del tren de nariz consiste de un cuerpo con una lengüeta integral montada, tapas en los extremos, dos pistones y dos resortes. Uno de los pistones esta con tensión de resorte y el otro esta montado frente a este.

La función del cilindro es asegurar el tren de nariz cuando está retraído. El acceso al cilindro es a través del pozo de la llanta del tren de nariz.

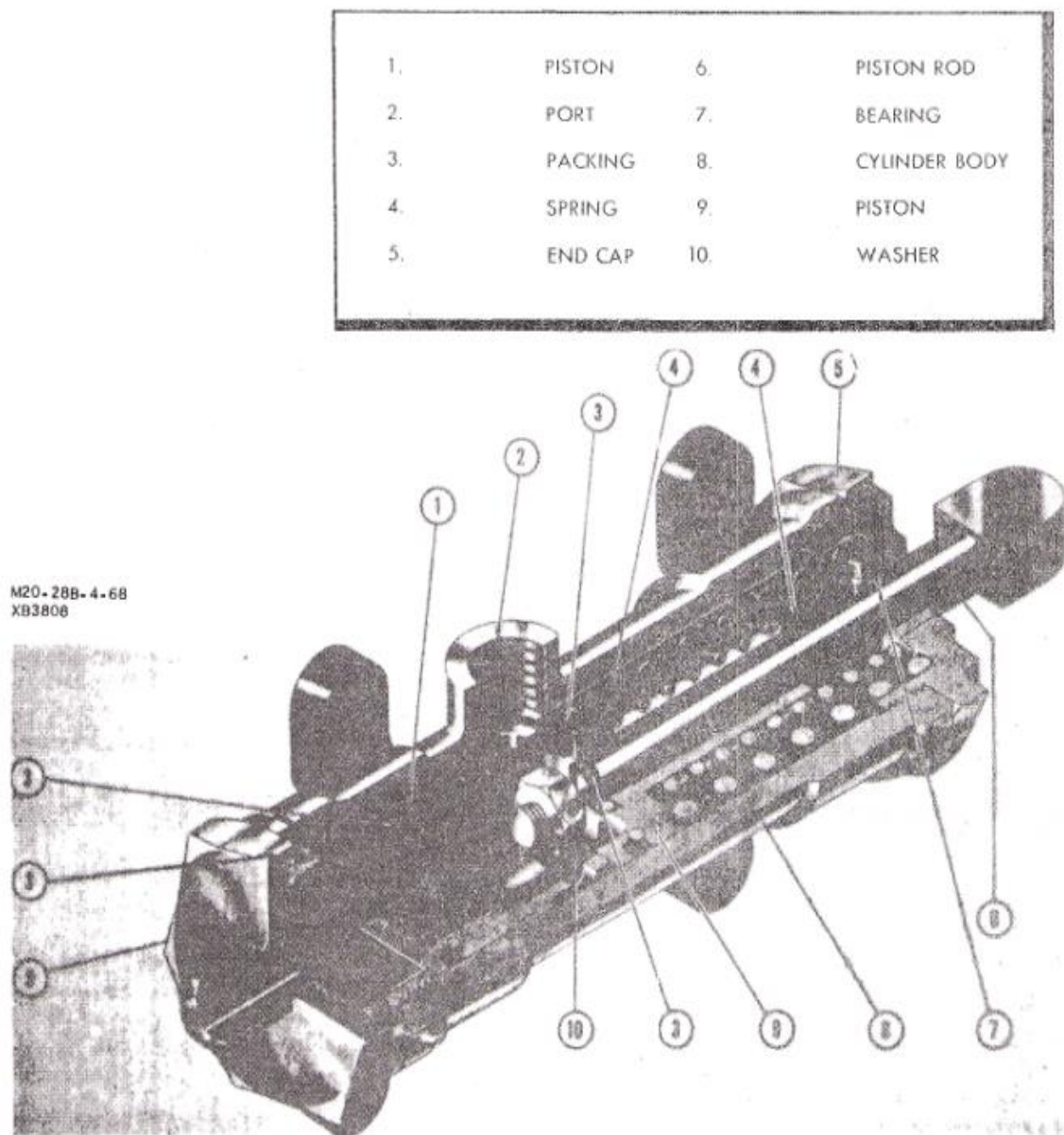


Figura 1.13 Cilindro de Aseguramiento del Tren de Nariz

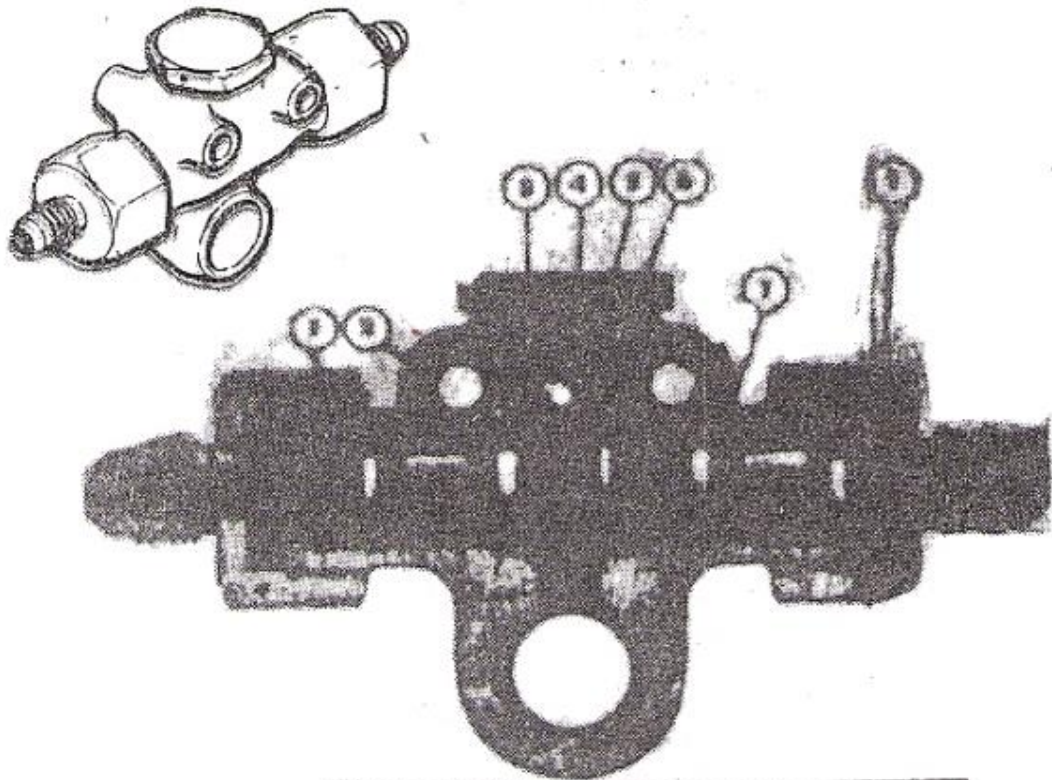
### **1.7.1.1 Operación del Cilindro de aseguramiento del Tren de Nariz.**

Cuando el tren está extendido, el fluido fuerza al pistón en contra del resorte, y la varilla del pistón baja para liberar los ganchos. El fluido del sistema central entra al puerto de lado y actúa bajando el pistón únicamente. Durante la operación emergencia, el fluido de emergencia entra en el puerto de arriba. El fluido actúa en la parte superior del pistón el cual fuerza al pistón para que baje contra el resorte para liberar los ganchos de seguro.

### **1.7.8 Válvulas de lanzadera**

Cada válvula de lanzadera consiste en un cuerpo con tres puertos y una lanzadera puesta en posición por una bola de tensión de resorte.

La función de las válvulas es prevenir que el fluido del sistema hidráulico de emergencia entre en el sistema principal cuando el sistema de emergencia está operando y viceversa. Las válvulas son montadas en los cilindros actuadores del tren de aterrizaje en el lado de extensión.



M20-28B-4-69  
AD2290

|                |            |
|----------------|------------|
| 1. END FITTING | 5. BALL    |
| 2. VALVE BODY  | 6. PACKING |
| 3. CAP         | 7. SHUTTLE |
| 4. SPRING      |            |

Figura 1.14 Válvulas de lanzadera

### **1.7.9 Sistema de Extensión de Emergencia del Tren de Aterrizaje.**

Consiste en un reservorio auxiliar, una bomba hidráulica manejada por un motor eléctrico, una válvula selectora de emergencia, una válvula selectora de prueba de tierra, cilindros liberadores de puerta de emergencia, una válvula de alivio de presión y válvulas de check. Los cilindros liberadores de la puerta están en el tren principal de los pozos de las llantas cerca del mecanismo de la puerta interna.

#### **1.7.9.1 Chequeo de Bomba del Sistema de Emergencia**

- a. La presión normal del sistema hidráulico es 0.
- b. Desconectar las líneas del sistema de emergencia desde los izquierdos hasta los cilindros de puerta de emergencia derechos y conectar el indicador hidráulico para suministrar líneas.
- c. Chequear que el nivel de aterrizaje sea bajo y esté bloqueado.
- d. La posición de la palanca sistema hidráulico de emergencia a EMERGENCIA
- e. Impulsar el switch de emergencia hidráulico y chequear la presión. Llevarlo a mínimo 1075 psi, y luego apagar el switch. Cerrar la protección del switch.
- f. La posición de la palanca del sistema hidráulico de emergencia a NORMAL.
- g. Remover los indicadores de presión hidráulica. Reinstalar las líneas hidráulicas a los cilindros de emergencia, drenar las líneas y buscar goteras.
- h. Levantar el avión. Realizar las operaciones de emergencia de acuerdo a los párrafos 1.7.9.2 y 1.7.9.3.

#### **1.7.9.2 Operación del Sistema de Extensión de Emergencia del Tren de Aterrizaje.**

Situar la palanca de la válvula selectora del tren de aterrizaje en posición “DOWN” y la palanca de la válvula selectora de emergencia del tren de aterrizaje en posición “EMEGENCY” (extensión de trenes). Operar el switch de la bomba emergencia hasta que las luces del indicador del tren de aterrizaje muestren que el tren está abajo y asegurado. Cuando la bomba es operada, el fluido es tomado del reservorio de emergencia y es dirigido a los cilindros actuadores a través de la válvula selectora de emergencia del tren de aterrizaje.

### **1.7.9.3 Retorno del Sistema de Aterrizaje a Operación Normal después de la Extensión de Emergencia.**

Cuando el tren de aterrizaje a sido extendido por el sistema hidráulico de emergencia, y después de la causa de la falla del sistema principal ha sido determinada y removida, no es necesario poner en gatos al avión para que retorne el sistema de tren de aterrizaje al control del sistema hidráulico principal.

### **1.7.9.4 Procedimiento**

Conectar la presión principal para los siguientes pasos:

- 1.- Volver el manubrio de la válvula selectora de emergencia del tren a posición normal y asegurar ambos manubrios.
- 2.- Presurizar el sistema hidráulico principal y situar el manubrio de la válvula selectora del sistema principal del tren de aterrizaje en posición “DOWN”, de esta manera reacciona sobre la válvula de lanzadera y cierra el sistema de emergencia.

### **1.7.10 Reservorio Hidráulico de Emergencia.**

El reservorio hidráulico de emergencia es soldado al scupper el cual está unido a la estructura del avión por tornillos. Una línea de ventilación de la parte superior del reservorio y conectada al pozo de llenado del scupper es puesta en fuga sobre el borde. Un filtro para fluido extraño según como entra al reservorio es localizado bajo el pozo de llenado.

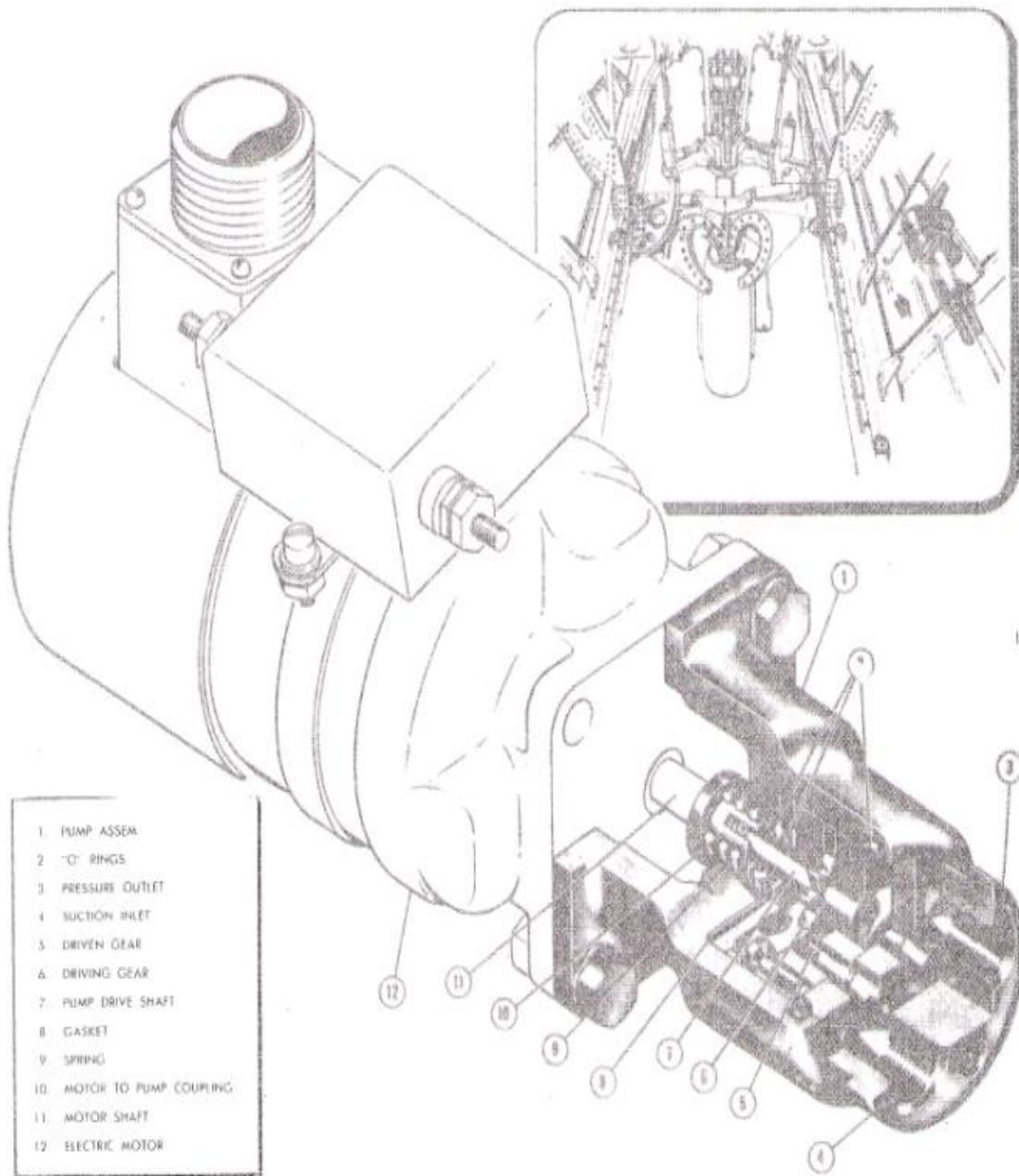
El reservorio está bajo el final de la popa de la repisa derecha de la cabina frontal. El acceso al pozo de llenado es a través del acceso de la puerta 26 en el lado derecho del avión, el acceso al tanque es a través del panel trim de la cabina.



### 1.7.11 Bomba Eléctrica del Sistema de Emergencia.

El sistema hidráulico de emergencia es operado por una bomba de engranajes manejadas por un motor eléctrico, con una capacidad de ½ galón por minuto. La bomba está montada en el pozo de la llanta de la nariz en el lado derecho.

**Precaución.** No opere el motor por más de tres minutos en un periodo de 25 minutos.



**Figura 1.15 Bomba Eléctrica del Sistema de Emergencia**



### 1.7.12 Válvula Selectora de Emergencia del Tren de Aterrizaje.

Estas dos posiciones, tres entradas, válvula selectora tipo vástago está bajo la repisa derecha de la cabina delantera. Esta es accesible a través de un panel frontal removible del porta mapas y es operada por una palanca en cada cabina. La palanca en la popa de la cabina es conectada a la válvula por un vástago de movimiento reciproco o equilibrado.

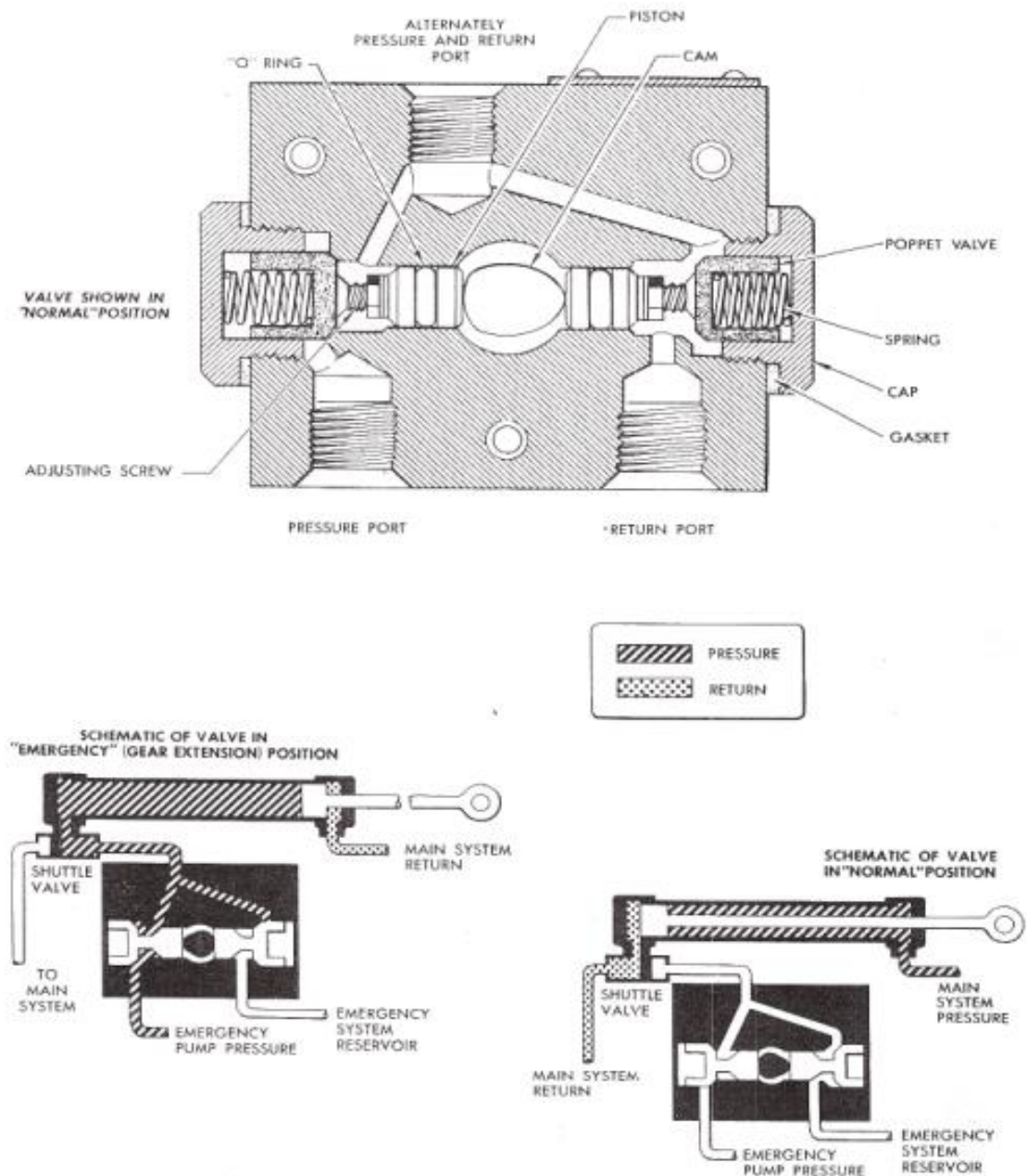


Figura 1.16 Válvula Selectora de Emergencia del Tren de Aterrizaje

### 1.7.12.1 Separación de la Válvula Selectora de Emergencia del Tren de Aterrizaje.

- Remover la palanca de la válvula frontal, y el panel frontal de equilibrio del porta mapa.
- Desconectar el vástago de movimiento recíproco, y el sistema de cañerías de la parte trasera de la válvula, sacar los tornillos y luego la válvula.

### 1.7.12.2 Ajuste de la Válvula Selectora de Emergencia del Tren de Aterrizaje.

- Instalar la palanca de la válvula de tal manera que la palanca esta apuntada directamente opuesta a 1/16 pulgadas de la ranura en el árbol de levas. La ranura indica la posición del lóbulo de la leva.

### 1.7.13 Cilindro de Liberación de Emergencia de la Puerta del Tren.

Los cilindros de liberación de emergencia son localizados uno en cada pozo principal de la llanta, a lo largo del larguero principal del ala, y son accesibles a través de los pozos de la llanta principal, su función es desbloquear los segmentos de la puerta interior cuando el sistema de emergencia hidráulico es usado. Ellos son hidráulicamente operados en una sola dirección, y son retornados a su posición normal por el mecanismo de la puerta cuando esta se cierra.

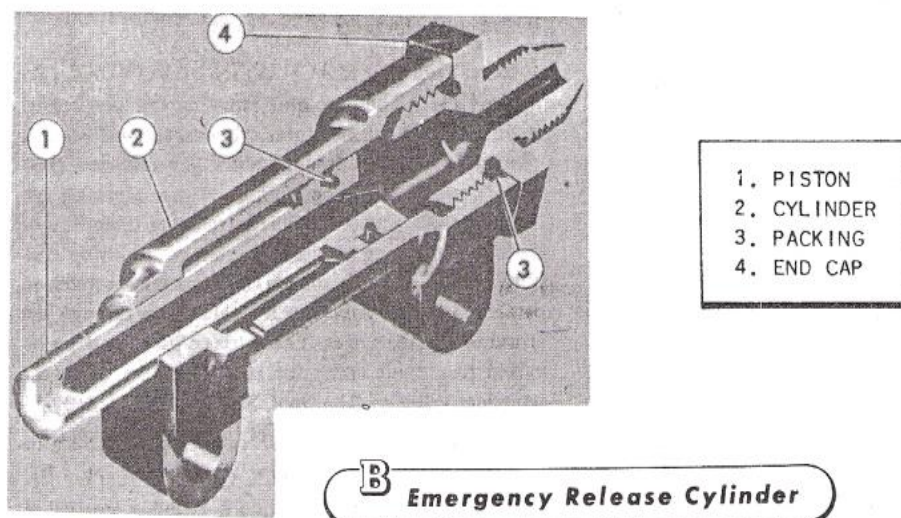


Figura 1.17 Cilindro de Liberación de Emergencia de la Puerta del Tren

### 1.7.14 Válvula de Alivio del Sistema de Emergencia.

Esta válvula es idéntica a la válvula de alivio del sistema principal excepto por el tamaño. Esta está bajo la repisa derecha de la cabina frontal, junto a la válvula selectora de emergencia del tren de aterrizaje. El cuerpo contiene un paso restringido, normalmente cerrado por una bola de acero en un resorte cargado, la presión hidráulica en exceso de 1225 ( $\pm 25$ ) psi fuerza a la bola lejos de su asiento y le permite al aceite hidráulico a la línea de admisión de la bomba de emergencia. El ajuste del alivio podría ser alzado moviendo la tapa final y girando el ajuste de los tornillos en sentido de las manecillas del reloj, o bajado girando los tornillos hacia la izquierda.

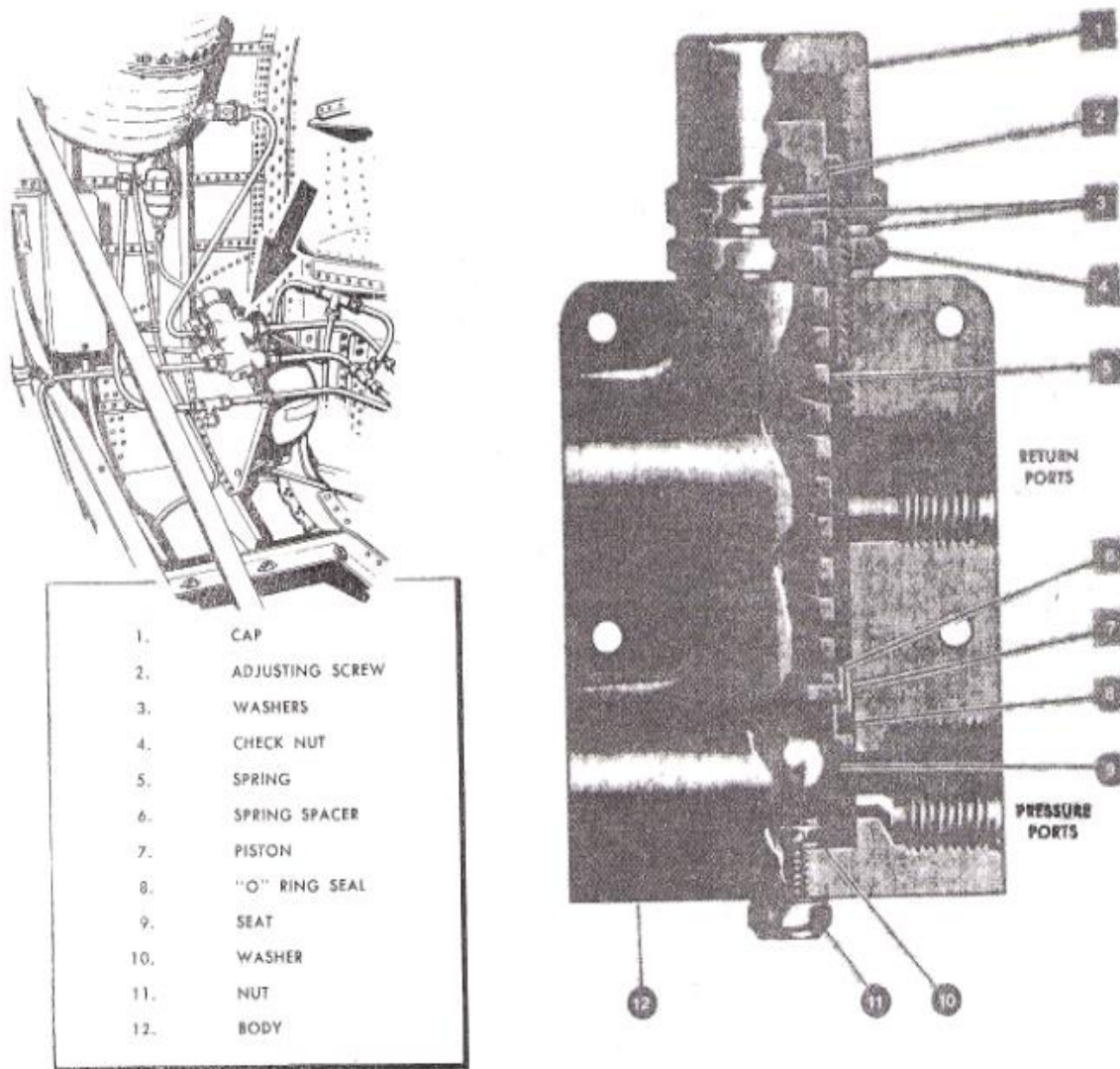


Figura 1.18 Válvula de Alivio del Sistema de Emergencia

## **1.8 Descripción De Los Frenos De Velocidad**

Los Frenos de Velocidad llamados también flaps de picada o speed brakes son dispositivos de control de velocidad que cuando se extienden aumentan la resistencia al avance y disminuyen la velocidad del avión.

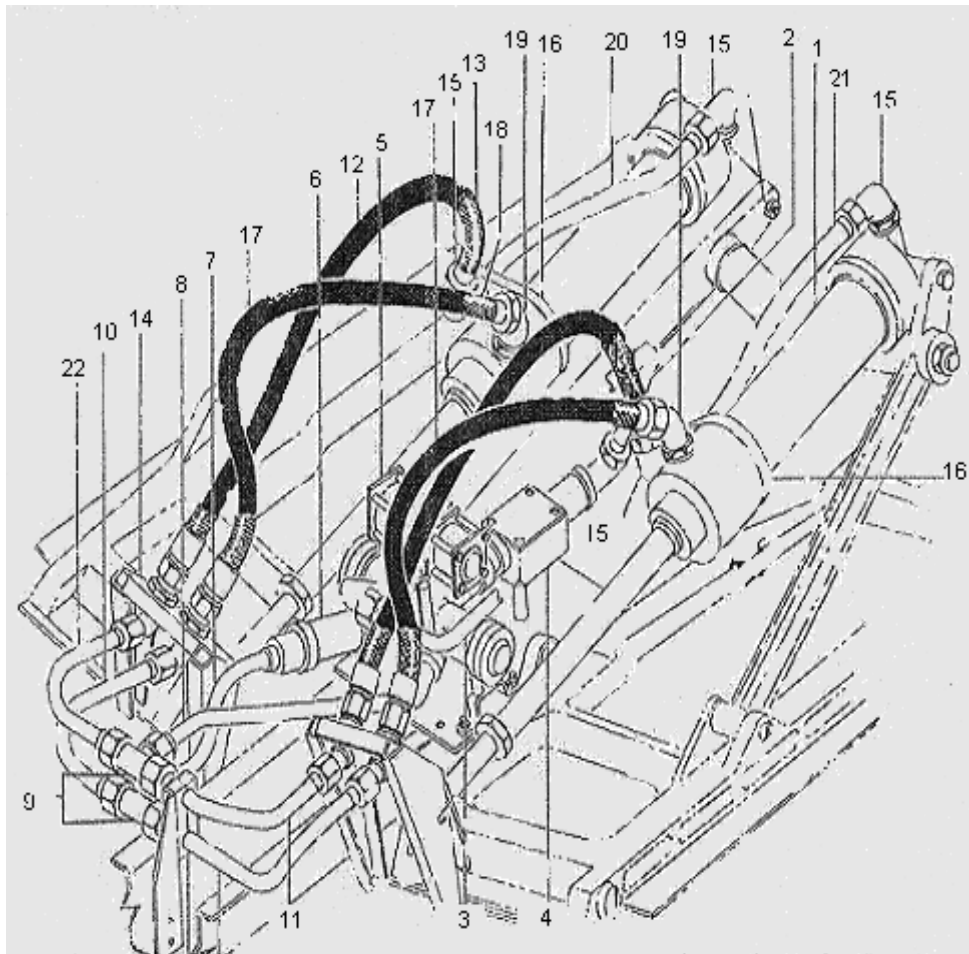
Se encuentran localizados en el fondo del fuselaje, en la parte delantera del centro de gravedad del avión y aproximadamente en la estación 163.

Además comprenden de una superficie de 5.80 pies cuadrados que ayudan a las superficies de control de vuelo a recuperar el avión en una picada, logran esto, empujando la cola hacia abajo y la proa del avión hacia arriba.

Los frenos de velocidad también disminuyen la marcha del avión de manera que se puede realizar virajes más agudos, y lograr una velocidad segura de aterrizaje, son operados hidráulicamente y accionados por una electro válvula a la que nos referiremos con detalle en el capítulo del funcionamiento.

### **1.8.1 Sistema De Control De Los Frenos De Velocidad**

El sistema consiste de dos superficies sujetas al fuselaje por medio de articulaciones independientes, una electro válvula, dos cilindros actuadores, un interruptor de control eléctrico de tres posiciones, el alambrado eléctrico y las cañerías hidráulicas que dirigen la presión y controlan el sentido del movimiento.



**Figura 1.19 Sistema hidráulico de los frenos de velocidad**

- |  |  |
|--|--|
| 1.- Cilindro Actuador.                 | 12.- Cañería flexible                  |
| 2.- Cañería de presión.                | 13.- Manguito                          |
| 3.- Cañería de retorno.                | 14.- Soporte.                          |
| 4.- Válvula de corte manual.           | 15.- Unión acodada 90°                 |
| 5.- válvula selectora.                 | 16.- Soporte del cilindro              |
| 6.- Válvula restrictota.               | 17.- Cañería flexible                  |
| 7.- Cañería "Dive Flaps Down"          | 18.- Manguito.                         |
| 8.- Cañería "Dive Flaps Up"            | 19.- Unión acodada                     |
| 9.- Unión en T                         | 20.- Cañería "Dive Flaps Down" derecha |
| 10.- Cañería "Dive Flaps Down" derecha | 21.- Cañería "Dive Flaps Up" izquierda |
| 11.- Cañería "Dive Flaps Up" izquierda | 22.- Cañería "Dive Flaps Up" derecha.  |

### **1.8.2 Interruptor Eléctrico**

Este interruptor de tres posiciones, arriba – neutro – abajo, se encuentra en la parte superior de la palanca del acelerador, y a su vez esta montada en los paneles del lado izquierdo del avión.

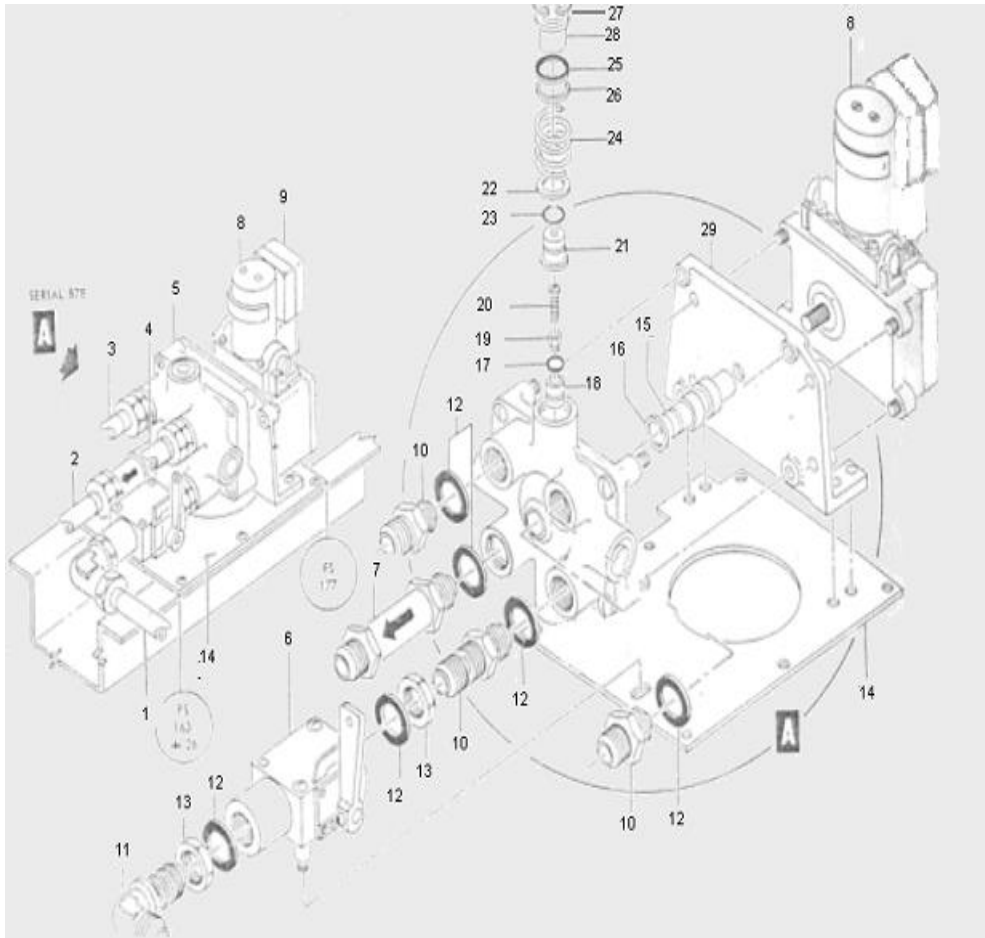
### **1.8.3 Electro Válvula**

La electro válvula es una válvula selectora hidráulica controlada por solenoide debido a su posición remota en la aeronave.

Esta válvula ejerce una acción de control en el movimiento de los frenos de velocidad mediante la distribución del líquido hidráulico a la parte adecuada del sistema. La válvula consta de cuatro orificios al mismo lado, de manera que es de tipo radial y de dos posiciones, abierta y cerrada.

Esta es accionada eléctricamente por un pequeño motor de alta velocidad que funciona a 15000 RPM con 24 voltios, y es usada para poner en posición la válvula selectora por medio de un juego de engranajes de reducción.





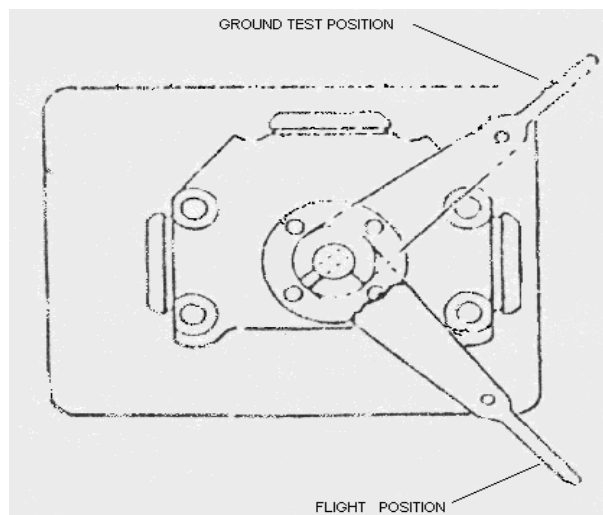
**Figura 1.20 Estructura de la electro válvula**

- |   |  |
|---|--|
| 1.- Cañería del sistema de presión.     | 8.- Ensamble del actuador de dos posiciones a 90°. |
| 2.- Cañería frenos de velocidad abajo.  | 9.- Ensamble del motor.                            |
| 3.- Cañería para el retorno.            | 10.- Unión 3/8.                                    |
| 4.- Cañería frenos de velocidad arriba. | 11.- Codo o Ángulo 90°.                            |
| 5.- Válvula selectora radial.           | 12.- Arandela.                                     |
| 6.- Válvula de cierre manual.           | 13.- Tuerca.                                       |
| 7.- Válvula restrictora de flujo.       | 14.- Soporte de la válvula selectora.              |

#### 1.8.4 Funcionamiento del Sistema de Frenos de Velocidad

Los dos frenos de velocidad son actuados individualmente por cilindros actuadores los cuales son controlados por una válvula selectora y activada por un interruptor en cada palanca de control del motor en la cabina. Aquí no hay posiciones intermedias para la superficie, o suben o bajan completamente. Si el piloto activa el interruptor a “Down” el cilindro actuador se extiende haciendo que la articulación gire y los rodamientos de la superficie se deslicen hacia fuera de los canales de manera que la superficie se despliega y si el piloto activa el interruptor a “Up” sucede lo contrario y la superficie se retrae.

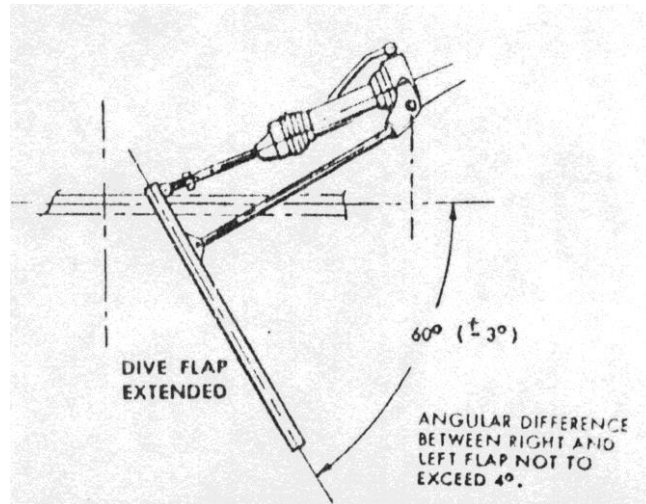
Una válvula manual de corte se encuentra en la línea de presión a la válvula selectora de forma que se la activa para inspecciones en tierra.



**Figura 1.20 Válvula manual de corte**



Es importante conocer que en la operación en tierra se puede verificar que el despliegue de la superficie sea de  $60^\circ$  con una tolerancia de más menos  $3^\circ$ , y que la diferencia de ángulos entre las superficies no exceda los  $4^\circ$ .



**Figura 1.21 Freno de velocidad extendido**

## **CAPÍTULO II**

# **CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO PRINCIPAL Y DE EMERGENCIA DEL TREN DE ATERRIZAJE.**

### **2.1 Descripción y Análisis del Estado Inicial del Sistema Hidráulico.**

Con la descripción y análisis inicial del sistema hidráulico se pudo realizar una planificación adecuada del trabajo a realizarse en la construcción del banco, así como también realizar un inventario de los componentes y partes faltantes para el funcionamiento adecuado del sistema hidráulico.

El procedimiento para determinar los componentes y partes faltantes dentro del sistema fue la inspección visual del mismo con la ayuda del IPC (Catálogo de Partes Ilustrados.)

### **2.2 Inventario de los componentes y partes faltantes en el Sistema Hidráulico.**

En el momento de realizar el inventario de los componentes y partes faltantes del sistema encontramos la siguiente lista detallada a continuación:

- 1.-Acumulador de vejiga.
- 2.-Bomba hidráulica.
- 3.-Articulación y cilindro hidráulico del freno de velocidad derecho.
- 4.- Cañerías de presión y retorno del freno de velocidad derecho.
- 5.- Cañería de la bomba al reservorio.
- 6.- Cañería de la bomba a la válvula de alivio.
- 7.- Cañería de la válvula de alivio a la unión en “T” de la línea de retorno.
- 8.- Cañería de la válvula check de la unión en “T” al alerón booster.

- 9.- Cañería de la válvula de alivio al acumulador y la línea de presión.
- 10.- Cañería de ventilación del reservorio.
- 11.- Cañería de drenaje del reservorio.
- 12.- Pernos, tuercas, pasadores, arandelas y tornillos.

### **2.3 Comprobación de la Operatividad del Sistema Hidráulico**

La inoperatividad del sistema era evidente al faltar la bomba hidráulica como principal elemento para proporcionar la suficiente presión dentro del mismo y para el funcionamiento del sistema de tren de aterrizaje principal, de nariz, del sistema de emergencia y el accionamiento de las superficies de control de vuelo de la aeronave, además de esto la falta de cañerías, el acumulador, líquido hidráulico y otros componentes contribuyeron para que el sistema se encuentre en un estado inoperativo.

### **2.4 Descripción de los componentes del Sistema Hidráulico.**

Se encontró una situación notable de deterioro en cada uno de los componentes del sistema hidráulico principal, de nariz y de emergencia debido a la falta de mantenimiento que se había brindado a la aeronave.

La corrosión, el taponamiento, la falta de partes del sistema hidráulico fue evidente debido a que las fugas de líquido hidráulico eran frecuentes en casi todo el sistema, además se encontró restos de grasa, líquido hidráulico y suciedad principalmente en cañerías desacopladas, en rodamientos y componentes adyacentes al sistema.

## **2.5 Rehabilitación del Sistema Hidráulico.**

La rehabilitación del sistema se llevó a cabo de acuerdo a la orden técnica y al IPC. Los pasos se detallan a continuación mediante gráficos para explicar los procedimientos y las estaciones en que está dividido el avión para seguir un orden dentro del sistema.

Los gráficos que se presentan a continuación no son de muy buena calidad debido al deterioro sufrido del IPC en el transcurso de los años de servicio en la FAE. En el siguiente gráfico se muestra las estaciones en que está dividido la estructura del fuselaje para una mejor comprensión de los gráficos que sirvieron para la rehabilitación del sistema hidráulico.

Dentro de la rehabilitación del sistema se dieron pasos como la limpieza de cañerías, para esta limpieza se utilizaron procesos de lijado para retirar el óxido existente en las mismas, después se procedió a lavar las mismas y posteriormente a pintarlas para luego ser ensambladas según el IPC.

En la construcción de cañerías flexibles se procedió a acoplar la manguera al fitting dando vueltas en sentido contrario a las manecillas del reloj, después de que la cañería haya entrando completamente en el fitting se da una media vuelta en sentido de las manecillas del reloj para que se aseguren, posteriormente se procedió a la conexión de las mismas en las entradas de succión y de presión, tanto del reservorio hidráulico principal como de la bomba.

Dentro de esta rehabilitación se adaptó el motor eléctrico a la bomba para reemplazar la energía suministrada por el motor del avión a través de la caja de accesorios del motor. Los pasos para la construcción de esta adaptación están detallados posteriormente.

Para esta adaptación se necesita de una fuente de alimentación externa de 220v para el funcionamiento del motor eléctrico, así mismo los pasos para la construcción de la fuente están detallados más adelante.

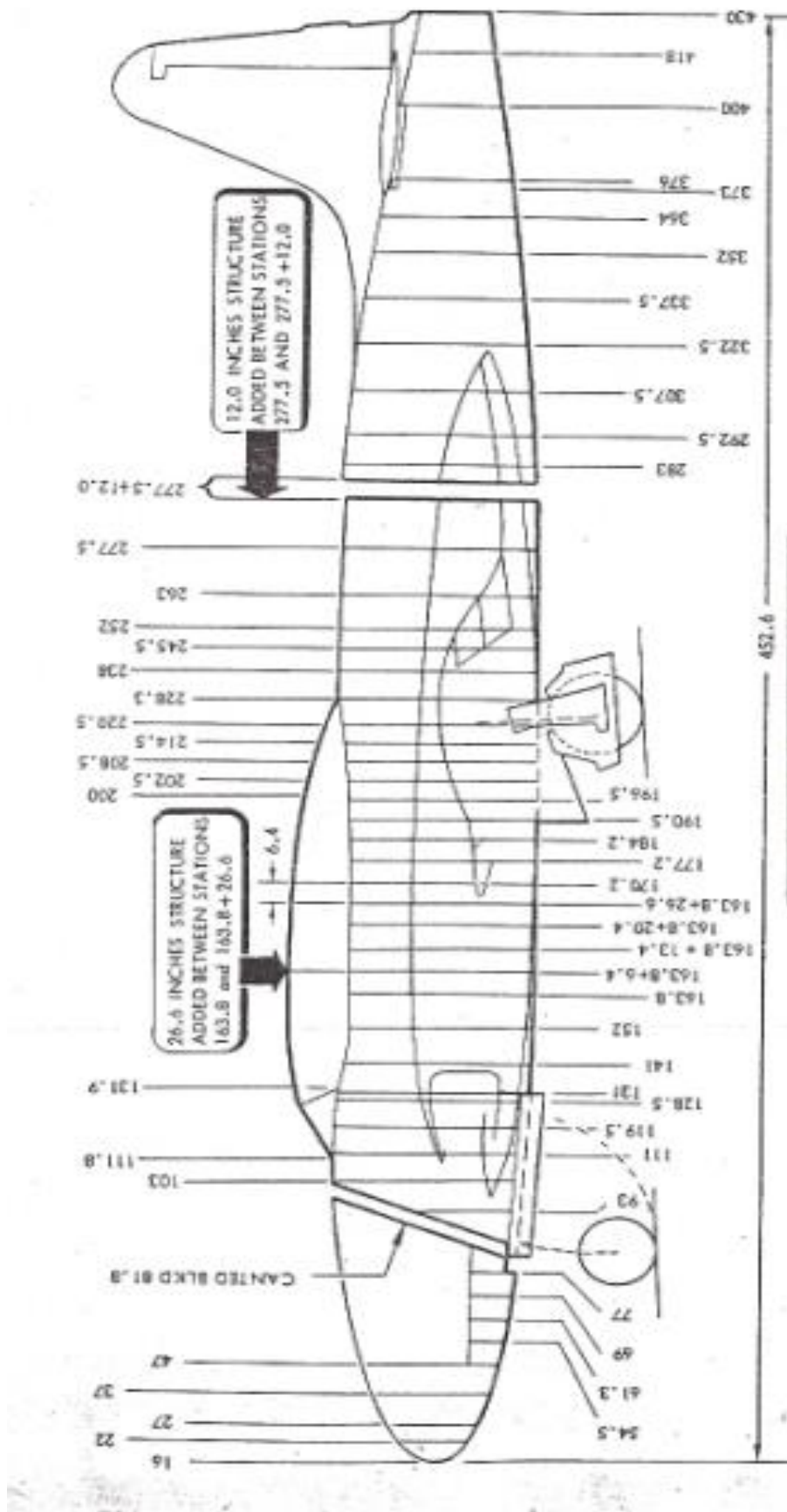


Figura 2.1 Diagrama de Estaciones

## 2.5.2 Sistema de Cañerías Hidráulicas Primarias.

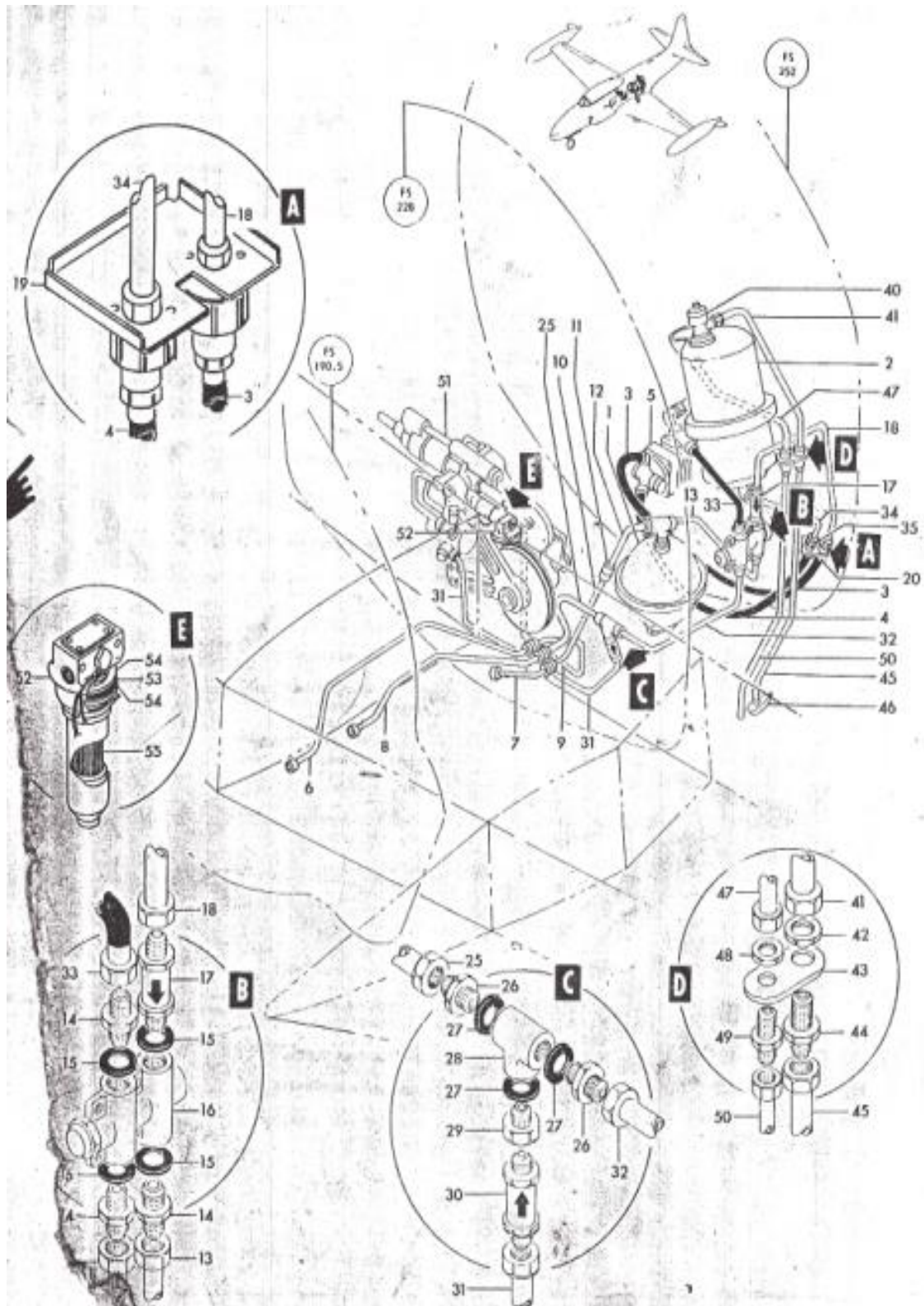


Figura 2.2 Estaciones 252 a 228.3

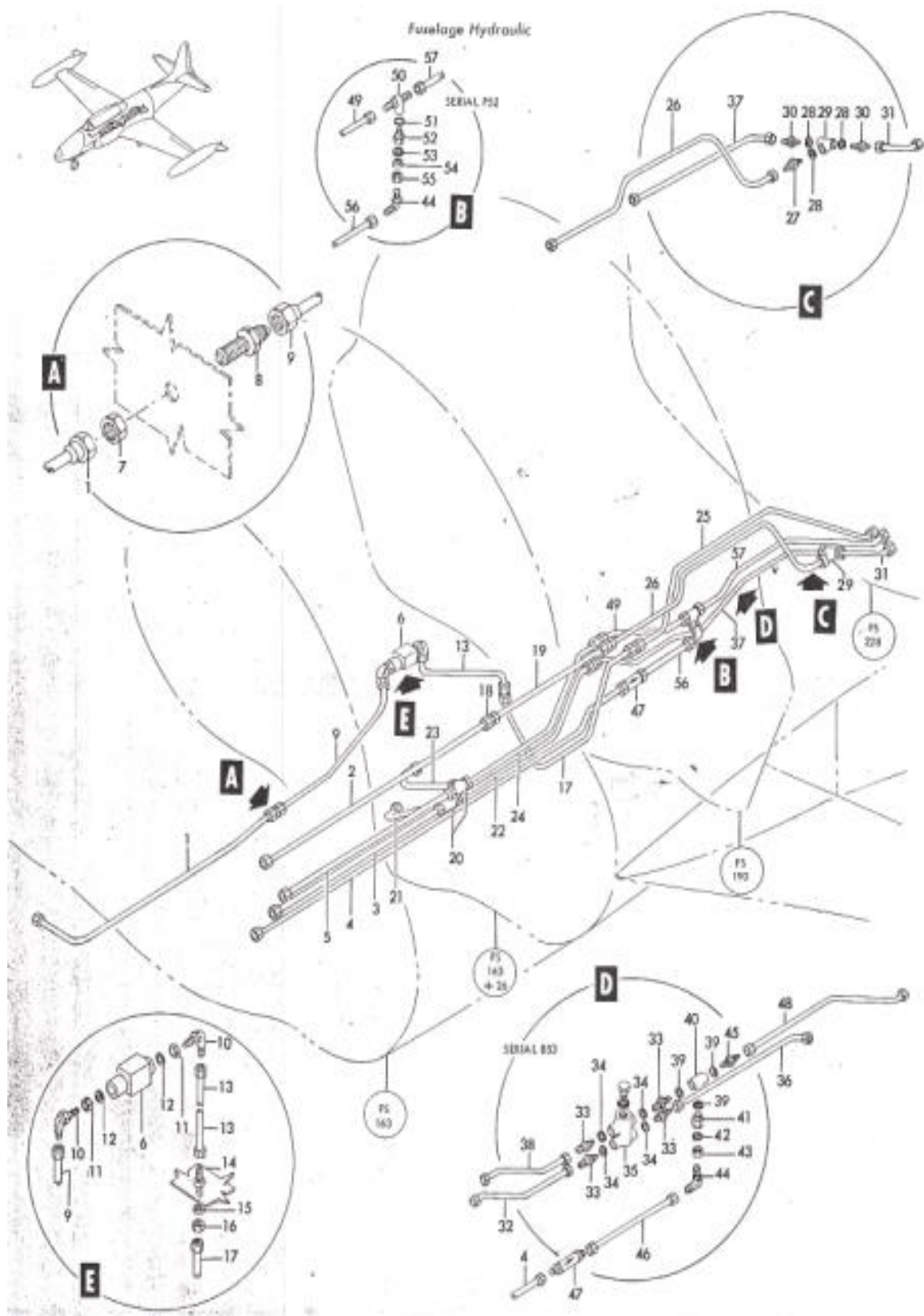


Figura 2.3 Estaciones 228,3 a 163,28 +20,4



Fuselage Hydraulic

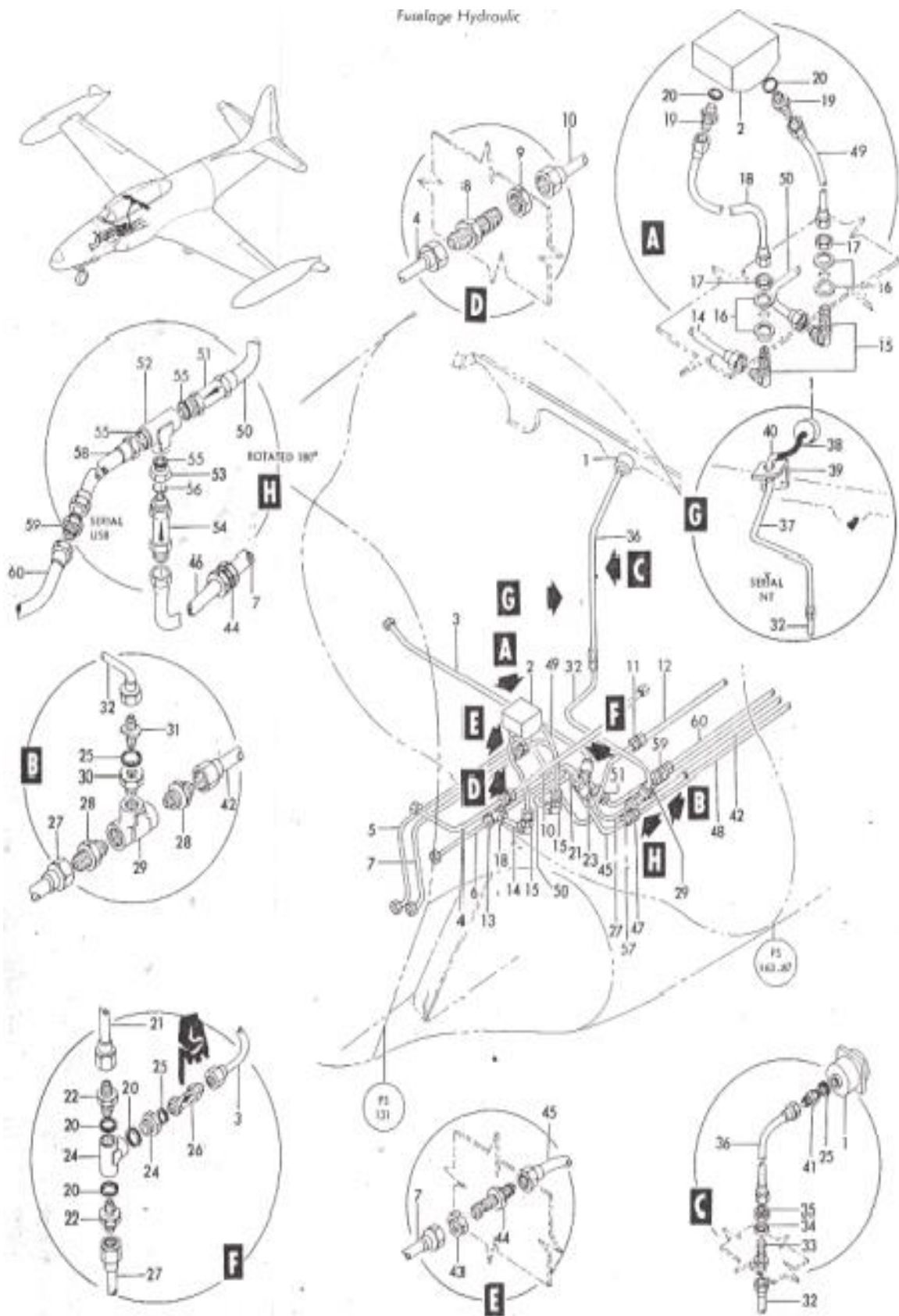


Figura 2.4 Estaciones 163,8 +20,4 a 131,9

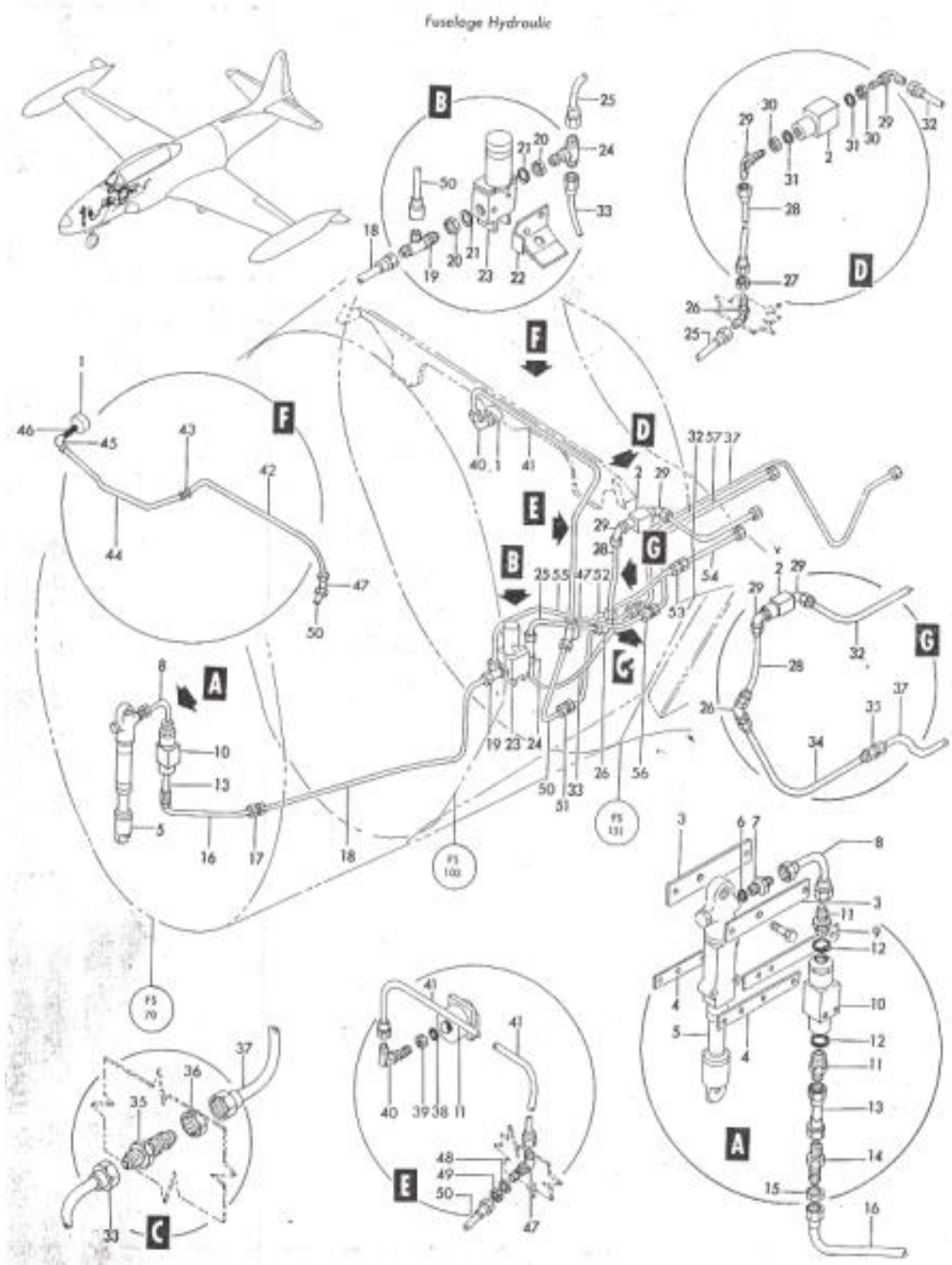


Figura 2.5 Estaciones 131,9 a 69

### 2.5.3 Sistema de Cañerías Hidráulicas del Tren de Aterrizaje Principal, de Nariz y Emergencia.

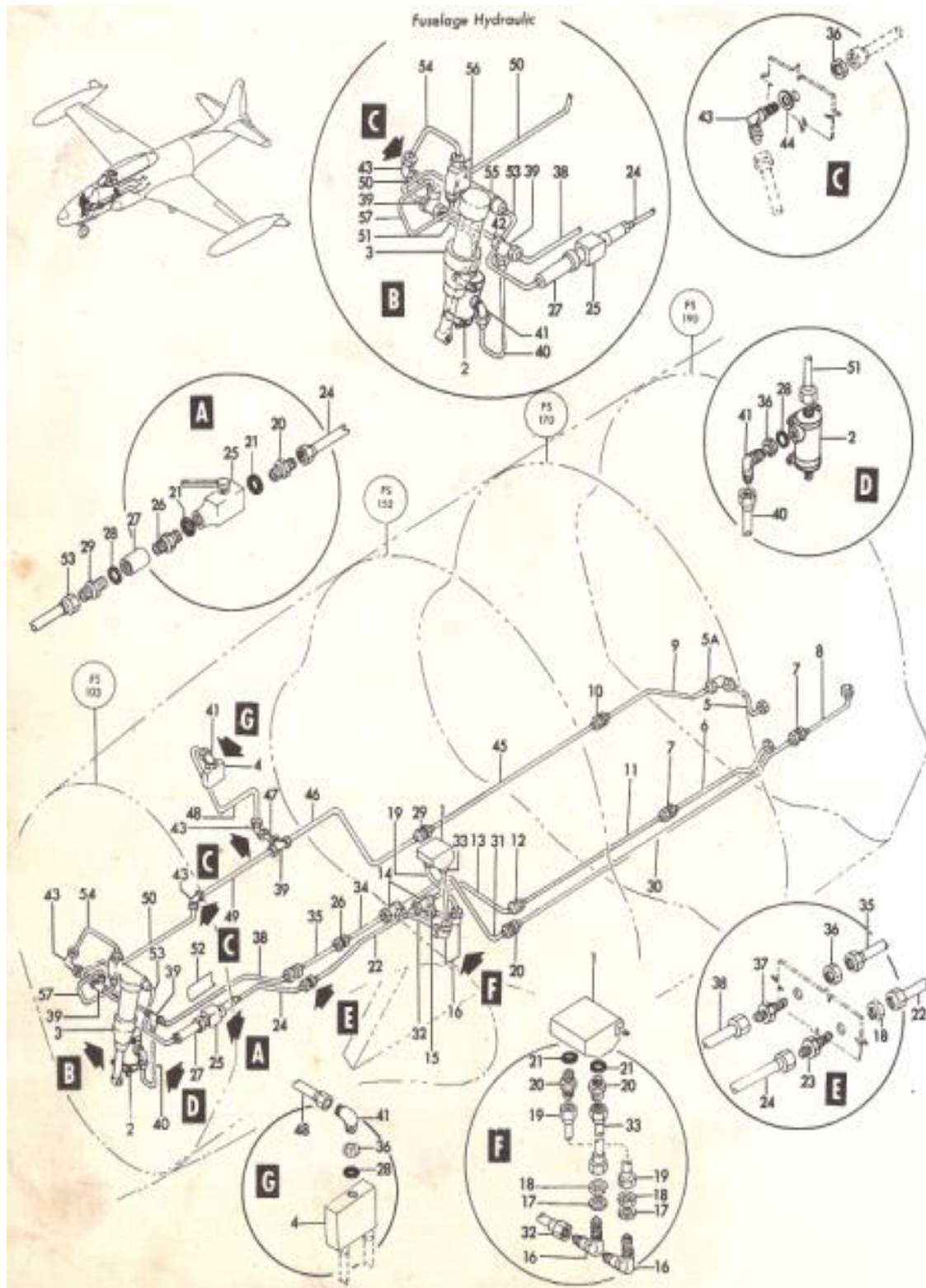


Figura 2.6 Sistema de Cañerías Hidráulicas del Tren de Aterrizaje Principal, de Nariz y Emergencia.



## 2.5.4 Sistema de Cañerías de las Puertas Internas y el Tren de Aterrizaje Principal.

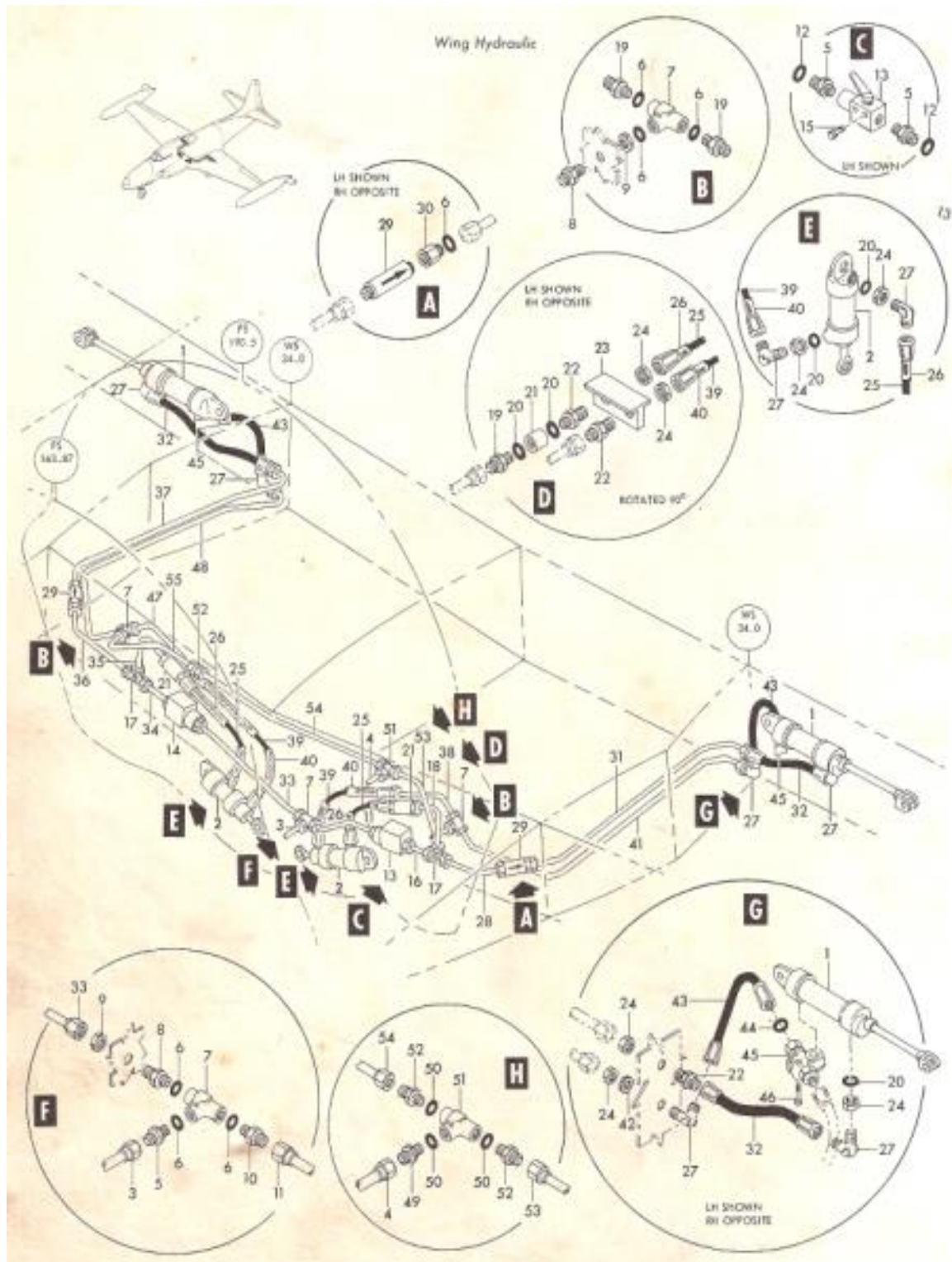


Figura 2.7. Sistema de Cañerías de las Puertas Internas y el Tren de Aterrizaje Principal.

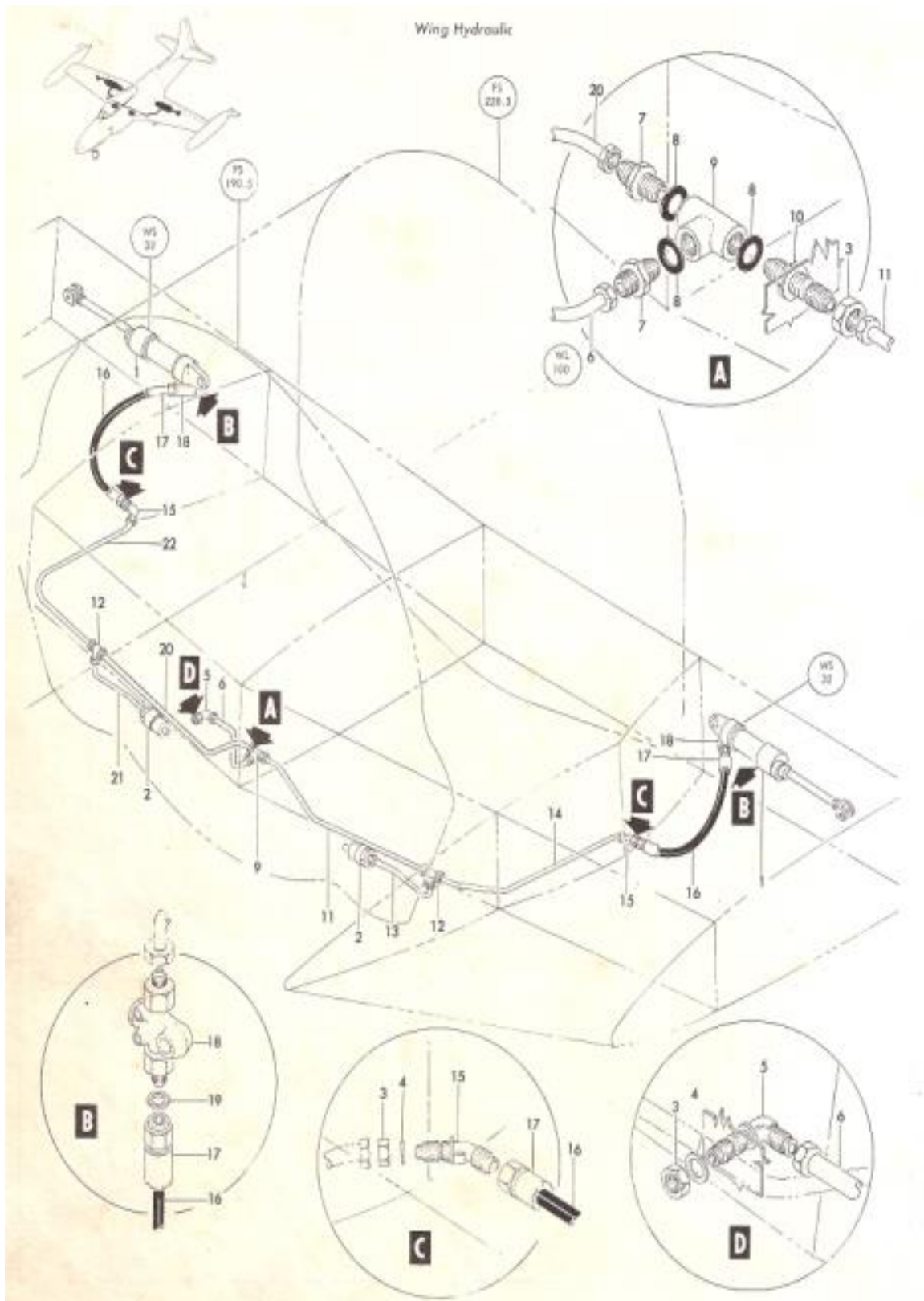


Figura 2.7.1. Cañerías de las Puertas Internas y el Tren Aterrizaje Principal

## 2.5.5 Sistema de Cañerías Hidráulicas de Emergencia.

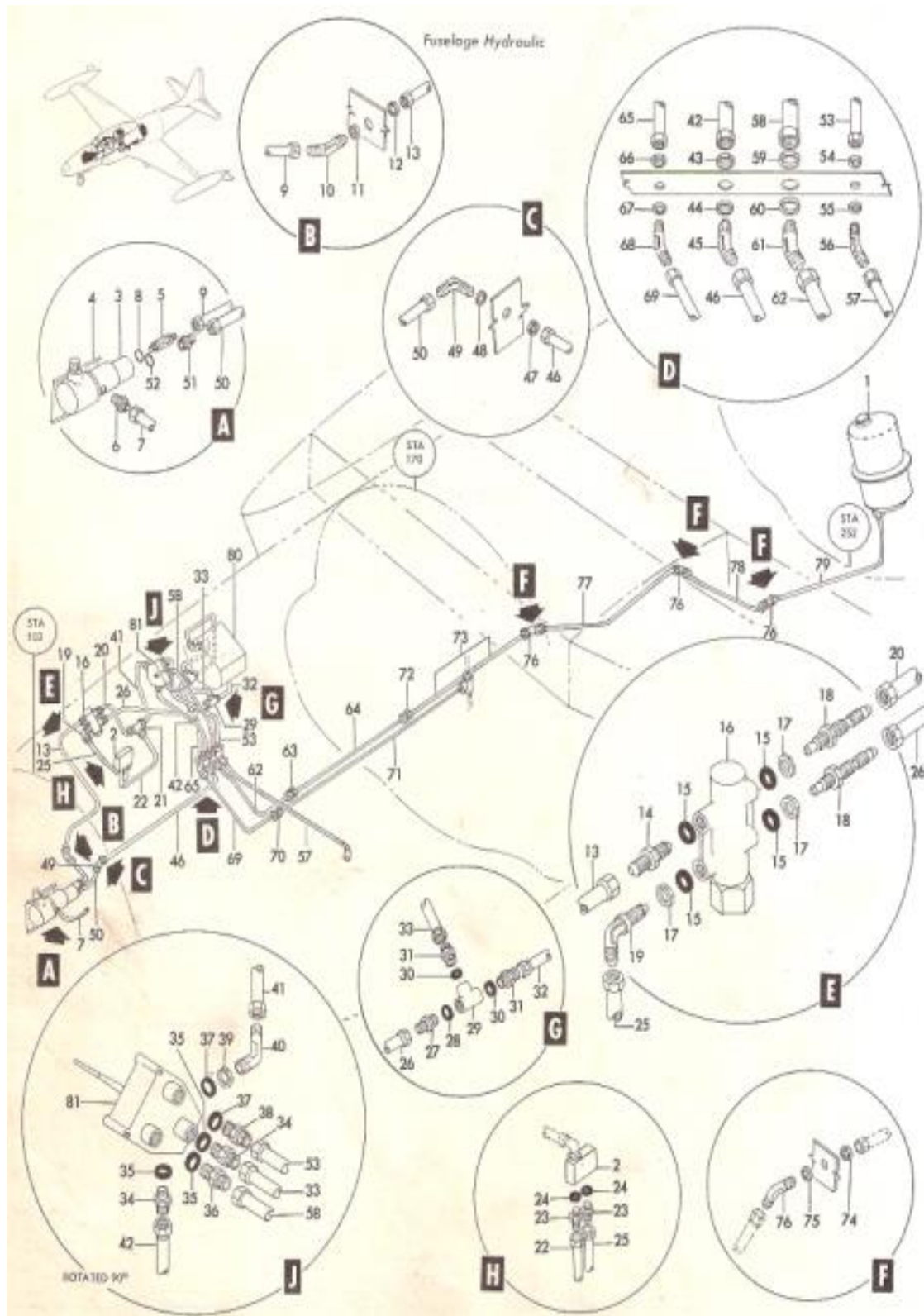


Figura 2.8 Sistema de Cañerías Hidráulicas de Emergencia.



## 2.5.6 Puertas del Tren de Nariz y Mecanismos Actuadores.

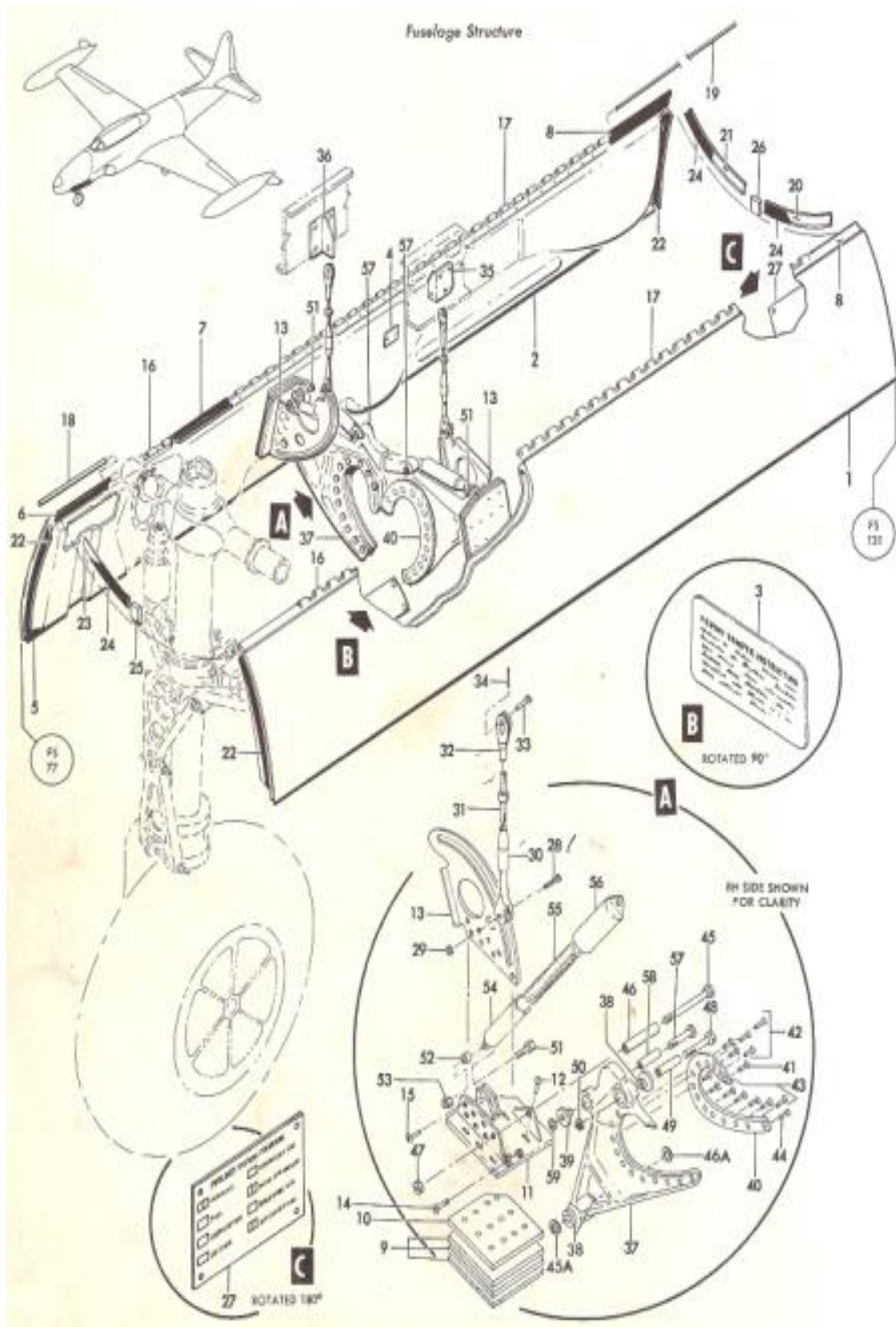


Figura 2.9 Puertas del Tren de Nariz y Mecanismos Actuadores.

## 2.6 Construcción de la Fuente

1. Primeramente se busca datos de la corriente que debe proveer la fuente al sistema (tiene una intensidad de 4 amp), la bomba de emergencia en el arranque consume tres veces la corriente nominal por lo que la bomba va a necesitar una intensidad de 12 amp.
2. Se necesita una fuente que provea como mínimo 12 amp al momento del arranque, en el mercado local se busca un transformador de 350 watt, 28Vca de salida y alimentado con 220V debido a que va a tomar la alimentación de la bomba principal.
3. Se construyó la fuente utilizando un rectificador tipo puente de 25amp, un condensador de 1000uf para eliminar el ruido, según se muestra en el diagrama de la figura 2.10
4. Se necesita 1492 watt de energía para abastecer el motor por lo que se seleccionó un motor de 2 HP sabiendo que 1HP tiene 746 watt.
5. Se calcula la I que debe soportar el cable eléctrico.

$$I = \frac{P}{V} \quad (2.1)$$

$$I = \frac{1492watt}{110V} = 13,56 \text{ amp} \quad (2.2)$$

$$I = \frac{1492watt}{220V} = 6,78 \text{ amp} \quad (2.3)$$

6. De los cálculos anteriores se decide alimentar al motor con 220V por que el conductor debe ser más delgado debido a que tiene que circular menos corriente.



7. Se escoje el cable número 14 que soporta 10 amp y tiene una resistencia/longitud, aceptable para las necesidades (30m).

## **2.7 Construcción del Acople entre Bomba y Motor**

Para la selección de la bomba se tomo en cuenta los datos de la OT y se la obtuvo en la ciudad de Manta en el ala de Combate # 23, la bomba es la original del avión y los datos calculados que se realizaron fueron para obtener la potencia de la misma y poder seleccionar el motor eléctrico.

Según los datos obtenidos en la orden técnica se conoce los siguientes datos de la bomba:

- Caudal: 5 gal/min
- Presión: 1500 PSI  $\pm$  50
- 3500 RPM

Los pasos para la construcción del acople que sirve para la unión de la bomba hidráulica con el motor eléctrico se detallan a continuación, también ver el anexo A.

1. Cortar el cilindro con cero de especificación AISI 1045, con una medida de 4”.
2. Realizar los orificios de conexión a la bomba.
3. Realizar orificios de sujeción de tamaño 3/16

En la bomba se realizaron los siguientes trabajos.

1. Cortar una plancha de 3/8 de espesor con orificios de sujeción para unir la bomba a la plancha.
2. Soldar una plancha de 3/8 y de dimensiones 20x40 cm para sujetar el motor y la bomba.

3. Realizar huecos de tamaño 3/16 en la plancha del punto anterior para la sujeción del acople en la estructura del avión.

## **2.8 Pruebas de Funcionamiento**

Las pruebas de funcionamiento se realizaron en los patios del ITSA con la presencia del Subp. Fernando Lima, en estas pruebas realizamos los pasos detallados en el manual de operaciones y se pudo comprobar el perfecto funcionamiento, tanto del sistema hidráulico principal así como del sistema hidráulico de emergencia, con el ascenso y descenso de los trenes de aterrizaje.

Para una mejor visualización de las pruebas de funcionamiento en el presente trabajo se incluye un video en el que se demuestra el funcionamiento de los sistemas antes mencionados, los cuales han sido motivo de este trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO III**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

Se elaboraron tres manuales con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento del banco de pruebas. Los manuales elaborados son los de operación, mantenimiento y seguridad.


Se recomienda seguir los pasos descritos en los manuales de una forma estricta ya que de esta manera conseguiremos mantener el banco en el mejor estado y lo que es lo más importante la seguridad de los estudiantes e instructores, ya que dentro del banco se maneja una presión hidráulica de 1200 psi.


Los manuales de operación ayudaran a entender fácilmente los procedimientos que se deben seguir para la fácil manipulación en el momento de operar el banco de pruebas.

Los manuales de mantenimiento ayudarán a entender los pasos que se deben seguir cada cierto tiempo para evitar que el banco y sus elementos sufran algún daño, de esta manera hacer que su funcionamiento sea el mejor.


Los formatos y procedimientos que a continuación se detallan, nos permiten concienciar al personal, en el uso de las máquinas habilitadas para conseguir el alargamiento de la vida útil, además para que este banco se mantenga en buenas condiciones, es necesario que el practicante o la persona que va a realizar algún ensayo primero lea los manuales de operación y mantenimiento y así de esta forma no existan daños por mal uso.

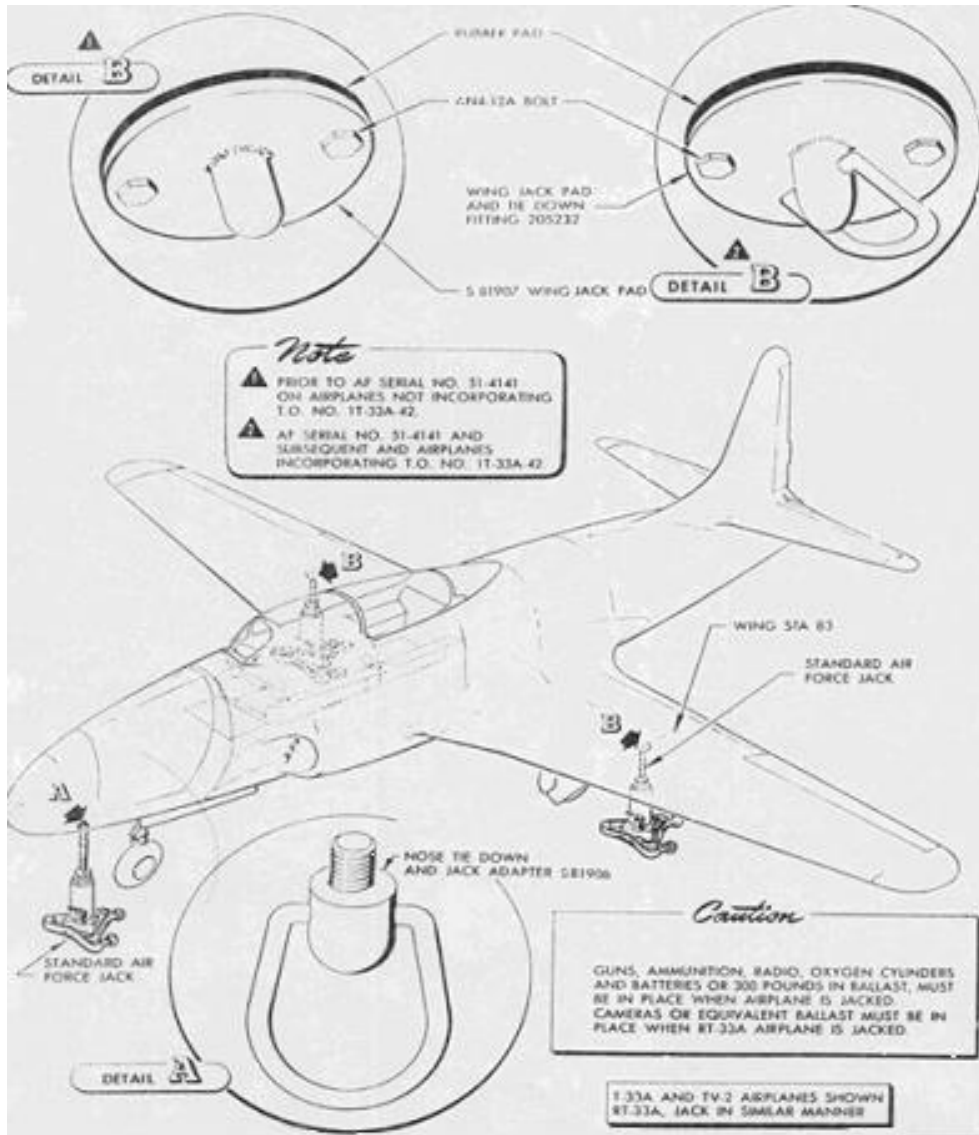
### 3.1 Manual de Operaciones.

|  |                              |                       |                        |
|--|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA  | MANUAL DE OPERACIONES        |                       | 1 de 3                 |
|   | BANCO DE PRUEBA AVIÓN AT-33A |                       | Código :<br><br>EMA-M1 |
|  | Elaborado por:               | Revisado por:         | Revisión: 01           |
| I.T.S.A.   | Daniel Vinueza               | Subp.Fernando<br>Lima | Fecha : 12-03-07       |
| <p><b>1.0 OBJETIVO</b></p> <p>Documentar el procedimiento para el funcionamiento de del banco de pruebas del avión AT-33A</p> <p><b>2.0 ALCANCE</b></p> <p>Contempla el banco de prueba destinado a ser aplicado en la demostración didáctica para la enseñanza del funcionamiento de los sistemas hidráulicos y trenes de aterrizaje.</p> <p><b>3.0 PROCEDIMIENTOS</b></p> <p>1.Comprobar el nivel de líquido hidráulico en el reservorio del sistema hidráulico y de emergencia.</p> <p>2.Retirar cualquier objeto que este en el área de los pozos del tren de aterrizaje principal y de emergencia.</p> <p>3.Colocar el avión en gatos según el procedimiento detallado a continuación:</p> <p><b>Nota:</b> Para el montaje del avión en gatas es necesario mínimo de cuatro técnicos, tres que operen la subida de los gatos hidráulicos y un supervisor que controle el alza homogénea de estos.</p> |                              |                       |                        |

|   |                                     |                               |                               |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>MECANICA<br/>AERONAUTICA</b><br><br><b>I.T.S.A.</b> | <b>MANUAL DE OPERACIONES</b>        |                               | <b>2 de 3</b>                 |
|   | <b>BANCO DE PRUEBA ACIÓN AT-33A</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>               | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
|   | <b>Daniel Vinueza</b>               | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |


- 3.1.- Abastecer los reservorios de los 3 gatos por el punto de llenado con líquido hidráulico de especificación MIL-H-5606.
- 3.2.- Colocamos los tres acoples en los puntos de enganche, dos localizados en la estación 83 de las alas y el otro en la estación del fuselaje
- 3.3.- Aseguramos los acoples a la estructura con pernos de cabeza hexagonal.
- 3.4.- Ubicamos los gatos por debajo de los acoples y empatamos con la estructura.
- 3.5.- Subimos los gatos de forma homogénea con la ayuda de una palanca.
4. Conectar los cables de energía en la fuente.
5. Conectar el cable de energía a una toma de corriente de 220v.
6. Un operador debe estar en cabina y otro en la parte delantera del avión.
7. Dar la señal de trenes arriba con los dedos pulgares apuntando hacia arriba.
8. Verificar que todas las compuertas aseguren.
9. Dar la señal de trenes abajo con los pulgares apuntando hacia abajo.
10. Verificar que los trenes aseguren abajo.

|   |                              |                       |                        |
|---|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | MANUAL DE OPERACIONES        |                       | 3 de 3                 |
|  | BANCO DE PRUEBA ACIÓN AT-33A |                       | Código :<br><br>EMA-M1 |
|   | Elaborado por:               | Revisado por:         | Revisión: 01           |
| I.T.S.A.  | Daniel Vinueza               | Subp.Fernando<br>Lima | Fecha : 12-03-07       |



#### 4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD

### 3.2 Manuales de Mantenimiento.

|   |  |                               |                               |
|---|--|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                     |                               | <b>1 de 2</b>                 |
|    | <b>MANTENIMIENTO DEL RESERVORIO<br/>HIDRÁULICO</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>                              | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>                              | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |
| <p><b>1.0 OBJETIVO</b></p> <p>Documentar el procedimiento de mantenimiento del reservorio hidráulico</p> <p><b>2.0 ALCANCE</b></p> <p>Contempla el reservorio hidráulico a ser dado mantenimiento.</p> <p><b>3.0 PROCEDIMIENTOS</b></p> <p><b>Separación Y Desensamblaje Del Reservorio Hidráulico</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Remover el acceso del panel 42.</li> <li>2.- Drenar el fluido del reservorio para separar el plug en el fondo del reservorio. (ver gráfico pag. 8).</li> <li>3.- Desconectar todas las líneas del reservorio. Abrir las tapas e identificar las líneas para la reinstalación apropiada.</li> <li>4.- Remover los pernos que unen el reservorio a su mézula.</li> <li>5.- Remover el regulador de presión de aire de la tapa del reservorio.</li> <li>6.- Remover el indicador visual de nivel.</li> <li>7.- Desenroscar los pernos de las abrazaderas y las abrazaderas, separar las dos secciones.</li> <li>8.- Remover el anillo sellador y empaques.</li> <li>9.- Levantar el filtro de la sección inferior.</li> <li>10.- Remover los dos pernos que unen el filtro de la válvula bypass, la válvula, la tapa de llenado, anillos de retención, los seguros del filtro de llenado y los filtros de llenado</li> </ol> |  |                               |                               |

|   |  |                               |                               |
|---|--|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                     |                               | <b>2 de 2</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DEL RESERVORIO<br/>HIDRÁULICO</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>                              | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>                              | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### **Limpieza, Inspección y Sustitución del Reservoirio Hidráulico.**


- 1.- Limpiar todas las partes, excepto el filtro, con kerosene especificación VV-K-21 lb.
- 2.-Inspeccionar los empaques y anillos selladores por deterioración o daño y reemplace si es requerido.
- 3.- Inspeccione la válvula de vástago.

### **Ensamble, Prueba e Instalación del Reservoirio Hidráulico.**

- 1.- Durante el ensamble, asegúrese que los anillos de sellado estén apropiadamente localizados en sus ranuras.
- 2.- Apretar los pernos de las abrazaderas uniformemente, no excedan el torque de 70 in.lb.
- 3.- Todos los plug excepto uno abierto y la presión de prueba a 15 psi.
- 4.- Instale el reservoirio y conecte todas las líneas.
- 5.- Llene el reservoirio completamente con liquido hidráulico, especificación MIL-H-83282.

#### **4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD**



|   |   |                               |                               |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                  |                               | <b>1 de 1</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DE LA BOMBA<br/>HIDRÁULICA</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>                           | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>                           | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### **1.0 OBJETIVO**

Documentar el procedimiento de mantenimiento de la bomba hidráulica

### **2.0 ALCANCE**

Contempla la bomba hidráulica a ser dada mantenimiento.

### **3.0 PROCEDIMIENTOS**


#### **Separación de la Bomba Hidráulica.**

- 1.- Operar el alerón booster para extraer la presión del sistema.
- 2.- Desconectar la presión, succión y líneas de alivio.
- 3.- Situar un contenedor bajo la línea de succión para atrapar el fluido del reservorio, y desconectar la línea del reservorio
- 4.- Remover los cuatro pernos de unión y halar la bomba hacia fuera del motor.

#### **Instalación de la Bomba Hidráulica.**

- 1.- Lubricar las ranuras macho y hembra de la bomba hidráulica con lubricante MIL-G-21164.
- 2.- Invierta el procedimiento de separación.
- 3.- Chequear la línea de succión para posibles fugas de aire.

### **4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD**

|   |  |                               |                               |
|---|--|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                     |                               | <b>1 de 1</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DEL<br/>ACUMULADOR HIDRÁULICO</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>                              | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>                              | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### **1.0 OBJETIVO**

Documentar el procedimiento de mantenimiento del acumulador hidráulico

### **2.0 ALCANCE**


Contempla el acumulador hidráulico a ser dado mantenimiento.

### **3.0 PROCEDIMIENTOS**

#### **Separación del Acumulador Hidráulico.**

- 1.- Alivie la presión del sistema hidráulico operando el alerón booster.
- 2.- Desconecte la línea de la tapa del acumulador.
- 3.- Desconecte la línea de válvula de aire.
- 4.- Retire las abrazaderas del parte superior y del fondo de la unidad.
- 5.-Saque el acumulador

### **4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD**

|   |   |                               |                               |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                                    |                               | <b>1 de 4</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DEL CILINDRO<br/>ACTUADOR DEL TREN PRINCIPAL</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>   | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### 1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento de mantenimiento del cilindro actuador del tren principal


### 2.0 ALCANCE

Contempla el cilindro actuador del tren principal a ser dado mantenimiento

### 3.0 PROCEDIMIENTOS

#### Separación y Desensamblaje del Cilindro Actuador del Tren Principal


1. levantar (con gata) el avión
2. Desahogar la presión hidráulica haciendo operar el alerón booster.
3. Desconectar las líneas hidráulicas del cilindro, y tapar las entradas.
4. Desconectar la varilla del pistón del puntal de shock removiendo el accesorio terminal que se extiende verticalmente a través de transporte de fulcro.
5. Separar el final del cilindro superior del manubrio del ensamblaje, y remover el cilindro
6. Con el pistón, medir precisamente y grabar la distancia entre el hueco en el terminal y el hueco en la tapa final. También medir y grabar la distancia entre las 2 tapas. Estas medidas van a habilitar el mantenimiento del recorrido propio y el largo de la varilla del pistón hasta el re ensamblaje del cilindro.
7. Con la herramienta aflojar las contratuercas de las tapas del final.
8. Con la llave de correa, remover las 2 tapas de la cilindro.
9. Aflojar la contratuerca y remover la horquilla terminal de la varilla del pistón.  
Deslizar la varilla
10. Remover el anillo de retención, arandela, anillo limpiador, rasqueta, filtro atenuador y el alambre de la tapa.
11. Remover todas los paquetes O-ring.

|   |   |                               |                               |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                                    |                               | <b>2 de 4</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DEL CILINDRO<br/>ACTUADOR DEL TREN PRINCIPAL</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>   | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

12. levantar con gata el avión (ver manual de operaciones)
13. Desahogar la presión hidráulica haciendo operar el alerón booster.
14. Desconectar las líneas hidráulicas del cilindro, y tapar las entradas.
15. Desconectar la varilla del pistón del puntal de shock removiendo el accesorio terminal que se extiende verticalmente a través de transporte de fulcro.
16. Separar el final del cilindro superior del manubrio del ensamblaje, y remover el cilindro
17. Con el pistón, medir precisamente y grabar la distancia entre el hueco en el terminal y el hueco en la tapa final. También medir y grabar la distancia entre las 2 tapas. Estas medidas van a habilitar el mantenimiento del recorrido propio y el largo de la varilla del pistón hasta el re ensamblaje del cilindro.
18. Con la herramienta aflojar las contratuercas de las tapas del final.
19. Con la llave de correa, remover las 2 tapas de la cilindro.
20. Aflojar la contratuerca y remover la horquilla terminal de la varilla del pistón.  
Deslizar la varilla
21. Remover el anillo de retención, arandela, anillo limpiador, rasqueta, filtro atenuador y el alambre de la tapa.
22. Remover todas los paquetes O-ring
23. Cuidadosamente limpiar todas las partes.

#### **Inspección y Reemplazo del Cilindro.**

- a. Inspeccionar el diámetro del cilindro para anotar, puntos gastados o dureza. Inspeccionar la varilla del cilindro para continuidad del enchapado y la condición de los hoyos. Remover los pequeños rasguños o dureza con tela de azafrán.
- b. Reemplazar todos los paquetes de anillos O.


|   |   |                               |                               |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                                    |                               | <b>3 de 4</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DEL CILINDRO<br/>ACTUADOR DEL TREN PRINCIPAL</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>   | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### **Inspección y Reemplazo del Cilindro.**

- c. Inspeccionar el diámetro del cilindro para anotar, puntos gastados o dureza. Inspeccionar la varilla del cilindro para continuidad del enchapado y la condición de los hoyos. Remover los pequeños rasguños o dureza con tela de azafrán.
- d. Reemplazar todos los paquetes de anillos O.

### **Ensamblaje, Prueba e Instalación del Cilindro**

- a. Lubricar todos los paquetes de anillos O, diámetro del cilindro y la varilla del pistón con fluido hidráulico. Especificación MIL-H-83282
- b. Ensamblar las tapas finales en la varilla del pistón y el cilindro.
- c. Ensamblar la varilla del pistón y la tapa final en el cilindro.
- d. Ajustar la tapa final en el cilindro hasta que esté abrochado a la tapa. Ajustar el recorrido del pistón con otra tapa para ver la medida grabada en el párrafo 3-620, paso f. El pistón no llegará al fondo del recorrido.
- e. Ajustar la contratuerca ajustando contra la tapa.
- f. Ensamblar la horquilla con la varilla del pistón, y con el pistón abrochado, ajustar a lo largo de la dimensión grabada en el párrafo 3-620, paso f. Esta distancia debería ser 15.250 (+0.000, -0.060) pulgadas.


|   |   |                               |                               |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                                    |                               | <b>4 de 4</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DEL CILINDRO<br/>ACTUADOR DEL TREN PRINCIPAL</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>   | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### **Nota**

Cuando ajuste la horquilla, asegúrese de que la rosca de la horquilla se muestra en el hueco de la varilla del pistón para asegurar que suficientes roscas están engranadas. Ajustar la contratuerca cuando el ajuste esté completo.

- g. Instalar el cilindro y probar para goteras haciendo operar el equipo.
- h. Después de ajustes y pruebas, asegurar las contratuercas juntas.

### **4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD**

|   |  |                               |                               |
|---|--|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>   |                               | <b>1 de 1</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DEL CILINDRO DE<br/>ASEGURAMIENTO DEL TREN DE<br/>NARIZ</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>  | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>  | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### **1.0 OBJETIVO**

Documentar el procedimiento de mantenimiento del cilindro de aseguramiento del tren de nariz.

### **2.0 ALCANCE**

Contempla el cilindro de aseguramiento del tren de nariz a ser dado mantenimiento

### **3.0 PROCEDIMIENTOS**

#### **Separación del Cilindro uplock del Tren de Nariz.**

- a. Desconectar la varilla del pistón
- b. Liberar la presión hidráulica operando el alerón booster
- c. Desconectar las líneas hidráulicas
- d. Remover el perno y remover el cilindro.


#### **Des ensamblaje del Cilindro uplock del Tren de Nariz.**

- a. Remover las dos tapas del final.
- b. Remover los dos pistones.
- c. Aflojar la tuerca interna y remover los dos resortes.

#### **Inspección de, y reemplazo del Cilindro uplock del Tren de Nariz.**

- a. Inspeccionar el cilindro por corrosión, desgaste y grabar. Inspeccionar la varilla del pistón por discontinuidad de enchapado, desgaste u otro daño.
- b. Reemplazar los paquetes de anillos O y juntar nuevas partes.

### **4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD**

|   |   |                               |                               |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| MECANICA<br>AERONAUTICA   | <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>                        |                               | <b>1 de 1</b>                 |
|  | <b>MANTENIMIENTO DE LAS VALVULAS<br/>DE LANZADERA</b> |                               | <b>Código :</b><br><br>EMA-M1 |
|   | <b>Elaborado por:</b>                                 | <b>Revisado por:</b>          | <b>Revisión: 01</b>           |
| <b>I.T.S.A.</b>   | <b>Daniel Vinueza</b>                                 | <b>Subp.Fernando<br/>Lima</b> | <b>Fecha : 12-03-07</b>       |

### **1.0 OBJETIVO**

Documentar el procedimiento de mantenimiento de las válvulas de lanzadera

### **2.0 ALCANCE**

Contempla las válvulas de lanzadera a ser dadas mantenimiento

### **3.0 PROCEDIMIENTOS**

#### **Des ensamblaje de las Válvulas de Lanzadera**

1. Remover la tapa y sacar el resorte y la bola
2. Desconectar el sistema de cañerías interiores y remover el herraje. Sacar la lanzadera.

### **4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD**



## **CAPÍTULO IV**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

#### **4.1 Presupuesto**

Este capítulo trata del costo de la rehabilitación y mantenimiento del banco de pruebas que se esta en las instalaciones del ITSA. La realización del presupuesto, para el estudio económico de acuerdo a las necesidades de la rehabilitación del sistema hidráulico principal y sistema de emergencia así como la construcción del banco fueron compartidas con el Sr. Gustavo Cobos.

#### **4.2 Análisis Económico**

El análisis del estudio económico realizado en el transcurso del proyecto de grado y práctica se detalla brevemente a continuación.

- Herramientas
- Materiales utilizados

#### **4.3 Herramientas**

Para la construcción del banco de pruebas y la rehabilitación del sistema hidráulico principal y del sistema de emergencia se utilizaron herramientas existentes en el las instalaciones del ITSA, pero también fueron adquiridas.

A continuación se presenta un cuadro con el costo de la utilización de herramienta utilizadas en el proyecto.

**Tabla 4.1 Costos en la utilización de herramientas.**

| <b>HERRAMIENTAS</b> | <b>VALOR USD</b> |
|---------------------|------------------|
| Juego de llaves     | 50,00            |
| Torno               | 40,00            |
| Compresor Neumático | 3,00             |
| Varios              | 50,00            |
| <b>TOTAL</b>        | <b>143,00</b>    |

#### **4.4 Materiales utilizados**

En este rubro comprende todos los materiales utilizados en la construcción del banco y la rehabilitación del sistema hidráulico y de emergencia.

**Tabla 4.2 Costos de materiales utilizados**

| <b>MATERIAL</b>  | <b>VALOR USD</b> |
|------------------|------------------|
| Bomba Hidráulica | 1500,00          |

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Cañerías                  | 100,00  |
| Líquido Hidráulico (5gl)  | 100,00  |
| Construcción de la fuente | 400,00  |
| Motor eléctrico 2HP       | 130,00  |
| TOTAL                     | 2230,00 |

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

- Con la finalización de la construcción del banco de pruebas y el funcionamiento del sistema hidráulico principal y de emergencia del tren de aterrizaje, el ITSA puede utilizarlo como un instrumento de enseñanza práctica para un mejor aprendizaje de los estudiantes en el área de hidráulica.
- Con la investigación de los instrumentos y equipos que se encuentran en la cabina del avión AT-33A 806 se pudo establecer las limitaciones y parámetros dentro de los cuales va a funcionar el banco de pruebas para el funcionamiento del tren de aterrizaje y sistema hidráulico.
- Mediante las pruebas de funcionamiento realizadas en las instalaciones del ITSA se demostró el perfecto funcionamiento del banco de pruebas para el tren de aterrizaje y sistema hidráulico del avión AT-33A, utilizando para las mismas el avión escuela. Estas pruebas consistieron en el ascenso y descenso de los trenes, con la utilización del sistema hidráulico principal y sistema de emergencia.
- El banco de prueba, después de haber realizado las debidas pruebas de funcionamiento, es entregado al ITSA en perfecto estado y su funcionamiento es correcto de acuerdo a los manuales elaborados.

## 5.2 Recomendaciones

- Al crear este banco nuestra recomendación y aspiración es que lo aprovechen de la mejor manera y que se den rienda suelta a sus inquietudes, para que sea objeto del mayor beneficio para el mayor número de estudiantes.
- Un punto muy importante es que el ITSA mantenga, no solo este banco, si no al avión escuela en una forma optima y adecuada, ya que al ser una importante ayuda didáctica para estudiantes y profesores , será de gran beneficio para el desarrollo tecnológico e implementación de laboratorios del ITSA.
- También es adecuado que los instructores revisen los manuales elaborados antes de realizar ayudas didácticas con este banco en sus clases.
- Los sistemas varían de fabricante en fabricante y cada ves se desarrollan sistemas más amigables, con mejores atributos, más versátiles y comprensibles. En la base los sistemas hidráulicos no cambiaran pero es una obligación de toda persona que este involucrada en el mundo de la aviación, llevar a cabo continuas actualizaciones de sus conocimientos en base a una investigación de que es lo que ofrece en el mercado y que nuevas innovaciones se han hecho en uno u otro sistema hidráulico. Solo de esta forma podrán decir que son competitivos dentro del campo aeronáutico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Instrucciones de Instalación y Mantenimiento del Avión AT-33 (1955) Sección III Usaf School for Latin American. (TO 1T-33A-2) Pags.3-272 a 3-308
- Mantenimiento del Avión AT-33 (1986) Volumen I FAE Escuadrón de Combate N° 23 Manta
- OÑATE, Esteban (1992) Energía Hidráulica, Editorial Paraninfo, 2° tomo Colección “Tecnología Aeronáutica”

# ANEXOS

## ANEXO A

### Construcción del Acople entre la bomba hidráulica y el motor eléctrico.



**Figura A.1**



**Figura A.2**

**Figuras A.1 y A.2 Construcción de la base para el acople del bomba con el motor**





**Figura A.3 Unión de la bomba con el motor eléctrico**



**Figura A.4 Acople de la bomba y el motor finalizado**

## ANEXO B

### Procedimiento para subir al avión en gatos



## ANEXO C

### Conexión de cañerías hidráulicas



## ANEXO D

Avión AT-33A en gatos.





## ANEXO E

### Lubricación de los trenes de aterrizaje



## ANEXO F

### Cañerías hidráulicas instaladas.



**Figura F1**



**Figura F2**

**Figura F1 y F2. Conexión de cañerías Estaciones 252 a 228.3**



**Figura F3**

**Figura F3. Cañerías conectadas al cilindro de los frenos de velocidad**

## ANEXO G

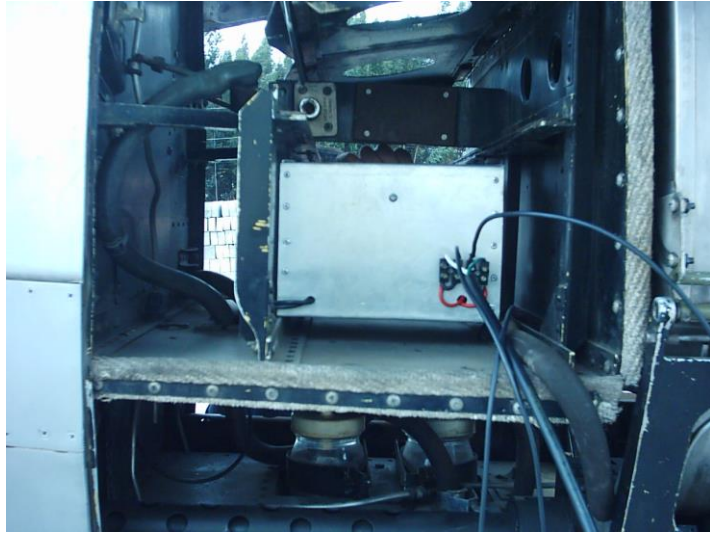
### Construcción de cañerías flexibles





## ANEXO H

### Fuente instalada en la nariz del avión



## ANEXO I

### Pruebas de operación



**Figura I.1 Ascenso de los trenes de aterrizaje**



**Figura I.2 Trenes asegurados y arriba**

## ANEXO J

Diagramas de la Fuente de alimentación de 28 VCD 15 A y Diagrama de la conexión del motor de 2 HP 220 VCA

## ANEXO K

Señales para la operación y funcionamiento del banco de prueba.



**Figura K.1 Pulgares arriba, Ascenso de los trenes**



**Figura K.2 Pulgares abajo, descenso de los trenes**



**Figura K.3 Girando la mano izquierda en círculos y pasando la mano por la garganta, apagado de la bomba**



**Figura K.4 Palmas abiertas, frenos de velocidad abajo**



**Figura K.5 Palmas cerradas, frenos de velocidad arriba**





**Figura K.6 Alerón derecho arriba**



**Figura K.7 Alerón izquierdo arriba**