

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**HABILITACIÓN DEL BANCO DE INSTRUCCIÓN DE  
CONTROLES DE VUELO DEL ITSA E  
IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE CALIDAD  
SEGÚN LAS NORMAS GPE, INEN – ISO / IEC 25:95  
ISO 9003.**

**POR:**

**CBOS. FUENTES YÉPEZ PACO DANILO  
CBOS. ALBUJA NARVÁEZ HUGO FABIÁN**

**Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del título  
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

2001

## RESUMEN

El presente trabajo obedece a las necesidades educacionales del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por la existencia de un Banco de controles de Vuelo en el Bloque 42 en los laboratorios de Sistemas de Aviación el mismo que contribuye para la formación práctica de los estudiantes que cursan por estas aulas.

Esta investigación presenta la descripción de los componentes del banco, además las funciones de cada uno al realizar un trabajo, ya que no existe ninguna información proporcionada por la casa fabricante.

Además proponemos realizar prácticas didácticas en la que el alumno tomará parte con el instructor, máquina y conocimiento en los mecanismos de tipo servo control aplicado a la aviación, para lograr un cambio de actitud con respecto a los trabajos en los aviones referente a los controles de vuelo.

También se propone una guía de mantenimiento de tipo preventivo que ayudarán en la formación de los estudiantes y la conservación en mejores condiciones de este equipo, además de brindar conocimientos acerca de datos específicos de funcionamiento de los componentes que conforman el banco.

Concluida la habilitación y mantenimiento, se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento para verificar posibles reportajes o

daños que puedan presentarse en el proceso normal de operación, detectando que presentó resultados satisfactorios.

## **INTRODUCCIÓN**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, para la educación de sus miembros y el personal civil, cuenta con una infraestructura moderna e instalaciones adecuadas para las escuelas de Mecánica, Aviónica, Telemática y Logística con tecnología aplicada a la aeronáutica, las mismas que se sustentan con material didáctico calificado además de un laboratorio de Controles de vuelo, trenes de aterrizaje, sistemas de combustible, bancos hidráulicos de ejercitación básica, etc. motivo de nuestra investigación es habilitar el banco de controles de vuelo e implementar manuales de calidad que sirvan de guía a los instructores y alumnos, que se beneficiarán en conocimiento de forma real y práctica con la manipulación y observación del comportamiento de los diferentes componentes hidráulicos, mecánicos y eléctricos que se aplican en este sistema básico de controles de vuelo.

También debemos manifestar que este material es de fabricación Israelita, que ingresó a nuestra institución hace 20 años, el mismo que ha permanecido sin darle aplicación y uso al no tener manuales disponibles.

Es de nuestra responsabilidad como futuros tecnólogos resolver problemas y dejar constancia de nuestro esfuerzo para generaciones el

presente trabajo de investigación y lograr establecer una aplicación adecuada para dicho banco de controles de vuelo, esto permitirá la realización constante del mantenimiento, operación y uso correcto de este material didáctico, además será un aporte positivo en nuestra formación para desempeñarnos con calidad en los trabajos asignados en las bases aéreas y en los escuadrones de nuestra responsabilidad.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Vivimos en un escenario donde la educación hoy en día es la principal preocupación del hombre por el mejoramiento continuo en forma individual o colectiva para luego poder cosechar frutos y logros que sustentarán de forma intelectual, económica y social en adelante de nuestra institución y nuestro país.

El conocimiento adquirido en las aulas del ITSA sobre los principios de los controles de vuelo de los aviones ha generado la necesidad de querer observar estos comportamientos en forma real y práctica conforme se manifiesta en los aviones, al utilizar el banco de controles de vuelo, los objetivos planteados por los instructores serán cumplidos en forma más rápida y sólida, afianzando los conocimientos en los estudiantes valiéndose de este material didáctico.

Es de vital importancia manifestar que la problemática no es así de sencilla como la observamos nosotros en un inicio, ya que en el desarrollo de nuestra investigación nos dimos cuenta que también pueden beneficiarse muchos compañeros de diversas especialidades ya que encontramos combinaciones de sistemas mecánicos y eléctricos.

También queremos implementar un medio de solución para evitar los accidentes en el trabajo desarrollando habilidades motrices de los estudiantes con la aplicación de normas de comportamiento adecuadas en tareas de mantenimiento y reparación referentes a los controles de vuelo en los aviones.

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Habilitar el banco de instrucción de controles de vuelo del ITSA e implementar manual de calidad según las normas GPE, INEN - ISO/IEC 25:95 ISO 9003.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Analizar la situación actual del banco de controles de vuelo
- Habilitar las instalaciones eléctricas del banco de controles de vuelo.

- Corregir las fugas hidráulicas existentes en el banco de controles de vuelo.
- Realizar la reubicación adecuada del banco de controles de vuelo., para una mejor instrucción.
- Realizar manuales de procedimientos, de operación e instructivos y hojas de registros, que se deben aplicar al banco de controles de vuelo.
- Realizar un Plan de Mantenimiento, calibración, verificación, y estado del banco de controles de vuelo.

## **ALCANCE.**

Al realizar este trabajo se propone dejar en perfectas condiciones de funcionamiento todos los elementos y conjuntos del banco de controles de vuelo, para obtener profesionales con mejores conocimientos teóricos y prácticos en promociones venideras.

## **JUSTIFICACIÓN**

El banco de controles de vuelo del ITSA se encuentra fuera de funcionamiento por falta de verificación, operación, calibración, mantenimiento, además de la falta de manuales, instructivos y hojas de registro.

El banco de controles de vuelo de la maqueta DEGEM SYSTEM, actualmente se encuentra fuera de servicio la cual es indispensable para el aprendizaje de los alumnos del Instituto, esta maqueta se encuentra ubicada en el BLOQUE 42 del ITSA.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

Los controles de vuelo en los aviones modernos civiles y militares se realiza con la ayuda de servo-sistemas. Los primeros aviones lentos y pequeños eran controlados por el piloto de manera directa; el piloto activaba directamente las superficies de control por medio de dispositivos mecánicos. En los aviones modernos, más grandes y pesados, las cargas aerodinámicas sobre las superficies de control (alergones, timón de

dirección y timón de profundidad) son muy altas, por lo que el piloto a duras penas puede vencer estas cargas, sin la asistencia de una fuerza externa (hidráulica o de otro tipo), la cual es adecuadamente calibrada y aplicada por el servo-sistema.

El objetivo del banco de controles de vuelo es familiarizar a los estudiantes con los principios de los servo sistemas, su operación y componentes básicos. Mediante la conducción de una serie de experimentos, el estudiante aplicará aquellos términos que hasta ahora eran teóricos y que son de uso continuo en la aplicación de los servo sistemas: Señal de entrada, realimentación, centro cerrado, movimiento mecánico vs. Centro cerrado y otros.

En el banco de controles de vuelo, el movimiento del bastón de mando simboliza la señal de entrada del piloto hacia los controles y el movimiento del elevador, representa el movimiento final de la superficie de control.

La fuente de alimentación eléctrica e hidráulica del banco de controles de vuelo son similares a los sistemas del avión.

## **1.1. Datos técnicos**



El banco hidráulico es de fabricación Israelita en la IAI (Israel Aircraft Industries Ltd.) en el DEGEM SYSTEM. Está alimentada por 220V. Y 110V.

## 1.2. Descripción del banco



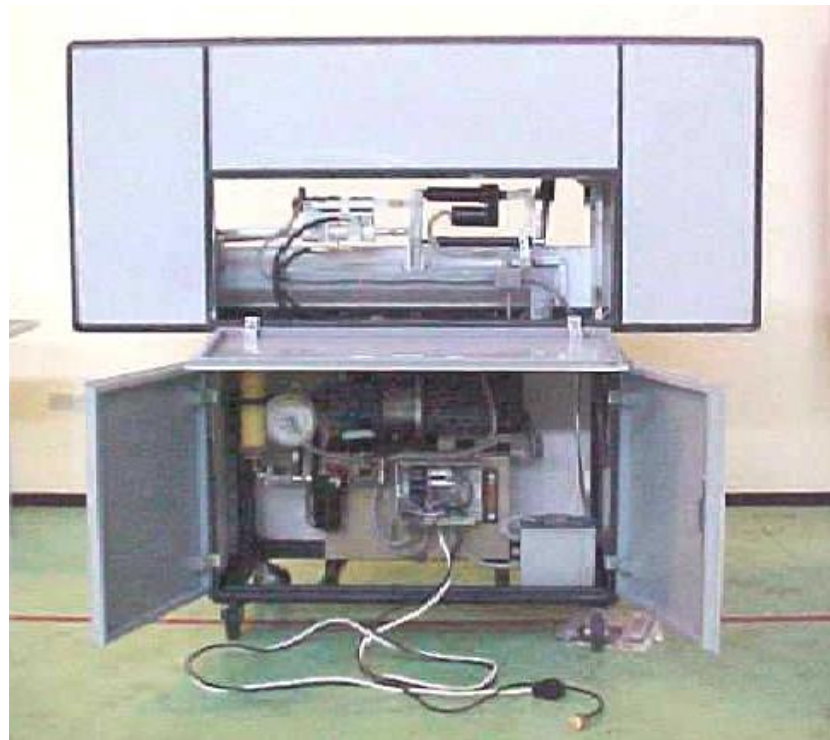
Figura 1.1. Vista general del Banco de controles de Vuelo

El banco consta de dos partes en su construcción:

### 1.2.1. Parte inferior

Está compuesta de una estructura metálica en la cual se adhieren planchas de tol de 1/32 de pulgada asegurada con remaches tipo pop de 1/8 X3/16; también sus lados están redondeados para evitar impactos con la estructura.

En la parte posterior se encuentran 2 puertas de acceso a los componentes hidráulicos y eléctricos, las mismos que se aseguran por un dispositivo mecánico por medio de pasadores hacia la estructura. Además se encuentra acoplado un panel de control para la operación del banco de

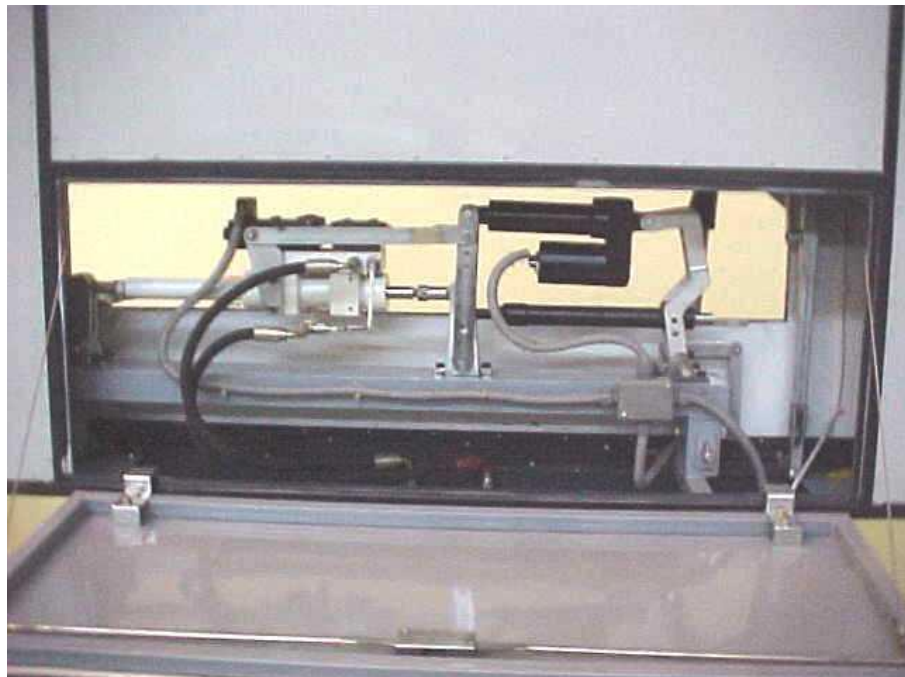


controles de vuelo

Figura 1.2. Vista general posterior del Banco

### 1.2.2. Parte superior

Está construida de una estructura metálica donde se adhieren planchas de tol en la parte posterior y en la frontal se describe una forma de avión tipo compuerta de madera, la misma que nos permite visualizar los mecanismos desde el bastón de mando hasta la superficie de control. Cave mencionar que la puerta en forma de avión se abre por presión y se asegura arriba en un mecanismo de gancho, el mismo que activa la luz interior de la maqueta. En la parte posterior encontramos una compuerta que se abre en forma horizontal quedándose suspendida por dos cables de acero en sus extremos, que nos permite visualizar los mecanismos con una visión posterior.



## Figura 1.3. Parte superior del banco

### 1.3. Verificación

#### 1.3.1. Precauciones para la puesta en marcha

Antes de poner en marcha el sistema hidráulico deben tomarse una serie de precauciones.

1. Controlar el voltaje y la frecuencia en la red eléctrica, y verificar si son aptas para hacer girar el motor que acciona la bomba.
2. Controlar que se encuentren conectadas las dos tomas adaptadas del banco a la red eléctrica de 220 v. Y 110 v. Respectivamente.  
**Figura 1.3. Mecanismos vista posterior**
3. Controlar que la válvula 3/2 controlada por la palanca en el panel de control se encuentre en la posición de arranque.
4. Verifique si existen fugas de aceite, si existe, apague inmediatamente y controle la fuga, si no existe continúe en forma normal.
5. Verifique en forma visual que no existan objetos extraños de los mecanismos en el interior del banco que puedan afectar al funcionamiento del mismo.
6. Verifique en la parte posterior el nivel del aceite hidráulico en el depósito y si el filtro da la indicación de limpio (Clean).

7. No opere el banco sin la autorización del instructor que se encuentre presente.

### **1.3.2. Instrucciones de operación**

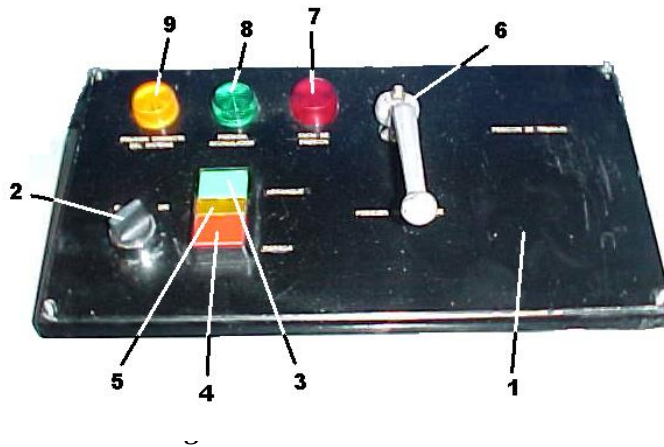
Luego de revisar las precauciones anteriormente mencionadas y tener el manual de procedimientos procedemos a realizar lo siguiente:

1. Energizamos el banco hidráulico con selector ON-OFF dando paso de energía eléctrica en la posición ON. Observamos que se enciende la luz amarilla del centro del los botones verde y rojo.
2. Presione el botón de color verde para el arranque del motor para la activación de la bomba hidráulica.
3. Coloque la válvula 3/2 (forma de bombilla) en la posición de trabajo.
4. Realice los ejercicios establecidos de acuerdo con el manual de prácticas didácticas.
5. Presione la puerta de acceso para la visualización de los mecanismos y su forma de trabajo.
6. Para el apagado realice en forma inversa los pasos antes mencionados y desconecte la toma eléctrica.

#### **1.3.2.1. Descripción del tablero de control**

1. Tablero de control

2. Swich ON – OFF
3. Arranque
4. Parada
5. Luz indicadora de flujo de corriente
6. Válvula 3/2 controlada por palanca en forma de bombilla
7. Luz indicadora de falta de presión
8. Presión del acumulador
9. Presión correcta



*Figura. 1.4. Tablero de control*

Nota: Las tapaderas de las luces son removibles y en forma de rosca, por lo que se puede tener opción de errores, pero las funciones tenemos marcadas en el tablero de control.

## **1.4. Componentes**

### 1.4.1. Componentes hidráulicos (Ver simbología hyd anexo

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Reservorio hidráulico            | 12. Válvula reguladora de caudal        |
| 2. Indicador de nivel               | 13. Manómetro de presión                |
| 3. Boca de llenado                  | 14. Línea de conexión eléctrica         |
| 4. Punto de sangrado del reservorio | 15. Filtro                              |
| 5. Filtro de la línea de succión    | 16. Válvula reguladora de caudal        |
| 6. Línea de operación               | 17. Manguera flexible                   |
| 7. Bomba hidráulica                 | 18. Válvula 3/2 controlada por palanca. |
| 8. Válvula reguladora de presión    | 19. Control válvula desde el bastón.    |
| 9. Unión                            | 20. Válvula 4/3 de centro con           |
| 10. Motor eléctrico de 3 HP.        | derivación                              |
| 11. Acumulador                      | 21. Válvula 4/2                         |

B)

*Figura 1.5. Esquema sistema hidráulico general*

#### **1.4.1.1 Depósito**

El depósito es un recipiente donde se almacena el aceite hidráulico, su construcción es de acero de construcción en forma cuadrada de , tratado con pintura color café anticorrosiva, tiene una capacidad de 12 galones calculados en las medidas siguientes: largo 54 cm. Ancho 30 cm. Profundidad 34, con el rango adecuado para ventilación, posee una boca de llenado en la parte superior, un indicador de nivel, los puntos de conexión son el de succión, derivación de la bomba, retorno y un punto de sangrado total en la parte inferior.



Este depósito es netamente de aplicación industrial que se ha aplicado en el sistema hidráulico, no tiene nada que ver con los depósitos de aviación de tipo presurizado y no presurizado que presentan otras características en los aviones.

#### **1.4.1.2. Aceite hidráulico.**

Por situaciones de tipo industrial se ha realizado una investigación del tipo de aceite tomando una muestra, la misma que resultó de las siguientes características:

- Viscosidad CST 40 °C No. 22
- Punto de inflamación 179 °C
- Índice de viscosidad 80
- Lubricante tipo premium elaborado a base de aceites parafínicos, tienen gran estabilidad que se utilizan como aceites hidráulicos y tipo circulación, entre las principales especificaciones del tellus están las siguientes: Denison HFO, HF1, HF2, Sincinatri milacrón P68, P69, P70, Vickers 1-286S, 1-2952S.
- El aceite hidráulico medianamente antidesgaste que tiene gran estabilidad térmica, apropiada para utilizarse en bombas que contienen materiales como acero/bronce y elementos de plata, cumple con las siguientes normas: ISO 6743/4 Clase HL

### 1.4.1.3. Manómetros

El banco hidráulico presenta dos manómetros indicadores que funcionan en forma directa por medio del tubo bordón, sus aplicaciones son diferentes ya que el uno se encuentra ubicado en la línea de succión hacia la bomba, su carátula tiene la indicación en números negativos para observar si la bomba tiene líquido para succionar y el otro en la línea de presión del sistema que nos proporciona la lectura de presión existente en el sistema, está controlando la presión de la bomba con límites superior e inferior en forma eléctrica, logrando así apagar la bomba cuando se exceda de presión o cuando baje de los límites. Se encuentra el mismo



calibrado con dos plumas a máximo 80 Bares y mínimo de 50 Bares.

#### **1.4.1.4. Bomba**

Esta bomba hidráulica es de tipo engranajes, está fabricada en una sola unidad con la válvula reguladora de presión, se conecta con una unión al motor eléctrico. Los puntos de conexión de la bomba son: La línea de succión hacia el depósito, La línea de presión, y una de derivación por medio de la válvula reguladora de presión. La bomba se encuentra calibrada a 60 Bares.

#### **1.4.1.5. Motor**

El motor eléctrico está ubicado en la parte superior del depósito para tener facilidad de colocar la bomba y por ende a las conexiones hidráulicas, por la parte posterior se energiza hacia una toma eléctrica por dos cables, los mismos que explicaremos más detalladamente en el sistema eléctrico.

Este motor tiene una potencia de 3 HP. Y de 1.710 RPM. Conectado en estrella consume 18.2 amperios en el arranque y la temperatura ambiente es de 40 °C.

#### **1.4.1.6. Acumulador**

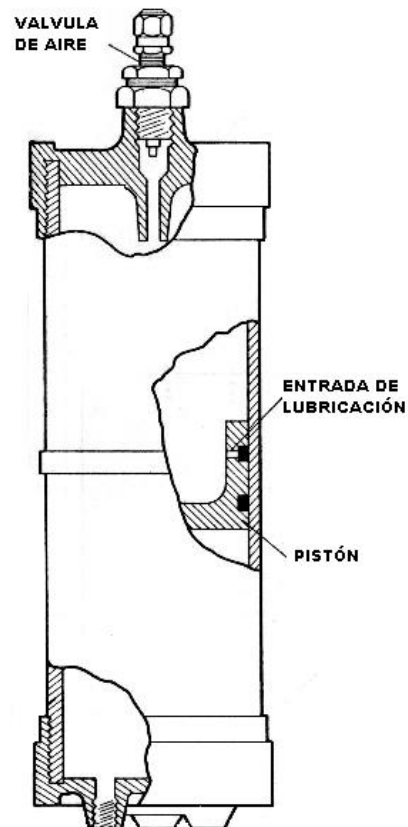
El acumulador es un dispositivo que está diseñado para almacenar presión, absorber las vibraciones, compensar fugas y ayudar a trabajar a

la bomba, es de tipo pistón, construido por un cilindro con dos tapas en sus extremos las mismas que alojan a una válvula de aire para el cargado de nitrógeno y una conexión hacia el sistema, en su interior se encuentra un pistón con sellos en sus paredes.

En este sistema se incluye para demostrar una situación de falla de suministro de presión. En este caso el piloto puede activar el sistema de control en un número de ciclos, por medio de la fuerza energética en el acumulador.

Se recomienda llenar hasta la mitad de la presión del sistema (30 Bares cuando la presión del sistema se ha calibrado a 60 bares).

Se recomienda en el acumulador, la utilización del set de mangueras, acoples, manómetros y una botella de nitrógeno para el control de cargado de la precarga.



*Figura 1.8. Acumulador*

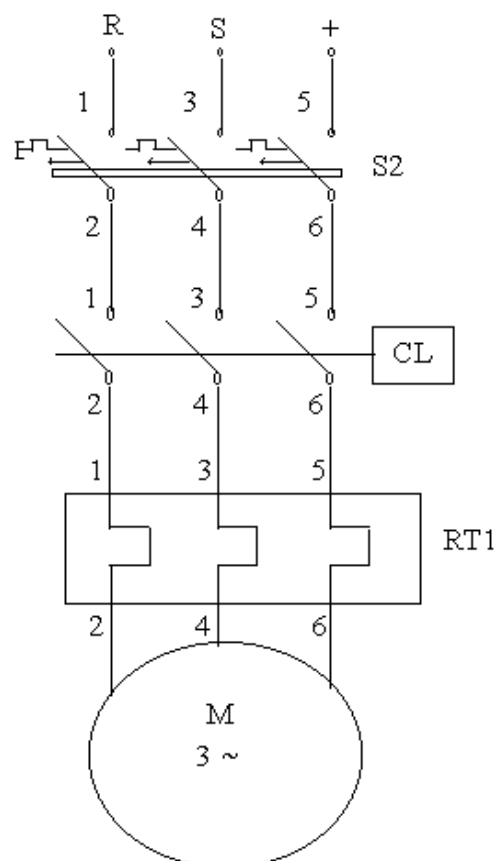
#### **1.4.1.7. Válvula reguladora de caudal (Restrictores)**

Se han instalado dos restrictores, uno a la salida del acumulador y otro en la línea principal de presión con efectos de realizar los ejercicios para los estudiantes y puedan razonar sobre el trabajo que realiza el acumulador activando o desactivando, además con la disminución del caudal en la línea. Estos restrictores son de tipo variable y funcionan por medio de mariposas y agujas permitiendo que corte el paso de líquido o de paso en forma gradual hasta tenerlo completamente abierto.

### 1.4.1.8. Filtro.

Para la prevención de contaminantes en el aceite hidráulico, a más de los filtros de la línea de succión y retorno dentro del tanque reservorio, se ha instalado un adicional especial en la línea de presión el mismo que se compone de dos partes que son la carcasa y el cuerpo filtrante, también cabe mencionar que este dispone de un dispositivo de verificación para observar si el cuerpo filtrante se encuentra limpio o contaminado por medio de una carátula de CLEAN - CHANGE. (limpio y cambio). El cuerpo filtrante se puede reemplazar o limpiarlo por medio de un soplete de aire.

### 1.4.2. Componentes del sistema eléctrico.



*Figura 1.9. Circuito de potencia*

#### **1.4.2.1. M1. Motor trifásico. (Ver símbolos eléctricos Anexo B)**

Potencia de 3 HP, 1710 RPM, conexión en estrella y consume 18.2 (A) amperios en el arranque, temperatura ambiente de trabajo 40 °C.

#### **1.4.2.2. M2. Motor de compensación**

Es de 24 V. DC. Y opera el tornillo sin fin para mover los mecanismos de controles de vuelo.

#### **1.4.2.3. Contactor de línea CL.**

De 22 amperios., es el encargado de conectar o desconectar el motor de la bomba, bobina de 110 V. Y contactor auxiliar abierto (7-8).

#### **1.4.2.4. Contactores C1 Y C2**

Contactores para sentido de giro del motor de compensación, bobina de 24 V. DC.

#### **1.4.2.5. Interruptor termo magnético monofásico S1.**

Interruptor termo magnético monofásico de 10 amperios, sirve para proteger el circuito de control y el circuito del bastón.

#### **1.4.2.6. Interruptor termo magnético trifásico S2.**

Interruptor termo magnético, trifásico, 25 amperios, sirve para proteger al motor.

### 1.4.2.7. Relé térmico RT.

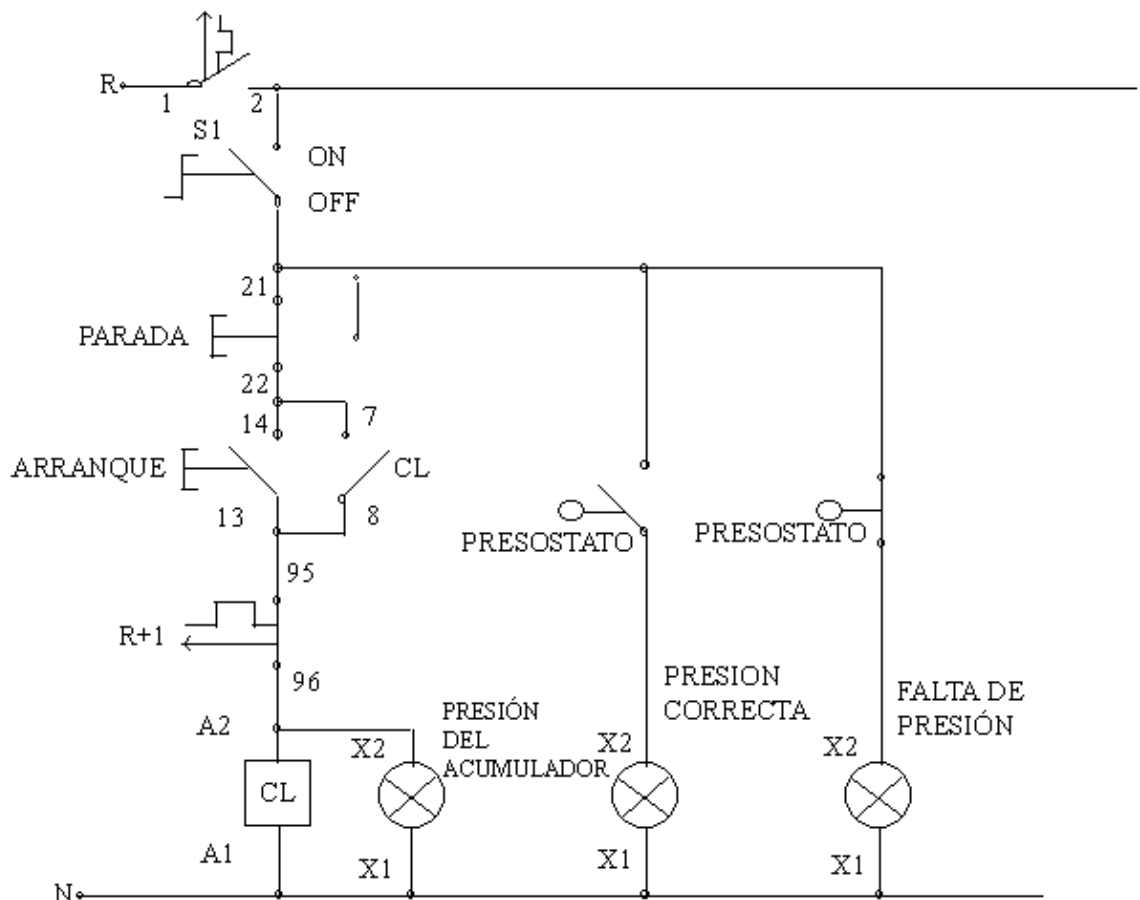
Relé térmico, sirve para proteger el motor en caso de sobrecarga, calibrado en 13 amperios.

### 1.4.2.8. Transformador reductor T1.

Transformador reductor, es el encargado de alimentar con 24 V., al circuito del bastón y electro válvula.

### 1.4.2.9 Interruptor Selector on-off

Sirve para energizar el circuito de control.





#### **1.4.2.10. Pulsador de marcha (On).**

Sirve para prender el motor de la bomba.

#### **1.4.2.11. Pulsador de paro (On)**

Sirve para detener el motor de la bomba.

#### **1.4.2.12. Interruptores del reóstato**

Sirve para activar una lámpara cuando la presión del sistema sobrepasa o baja de un valor establecido.

#### **1.4.2.13. Pulsador del bastón. (On)**

Sirve para prender y apagar el motor de compensación M2.

*Figura 1.10. Circuito de control y señalización*

#### **1.4.2.14. Interruptor del bastón (i o ii).**

Sirve para seleccionar el sentido de giro en motor de compensación, en la posición intermedia el motor no funciona.

#### **1.4.2.15. Lámpara de presión correcta L1.**

Lámpara para indicación de presión correcta. (110 V Ac)

#### **1.4.2.16. Lámpara de presión del acumulador L2.**

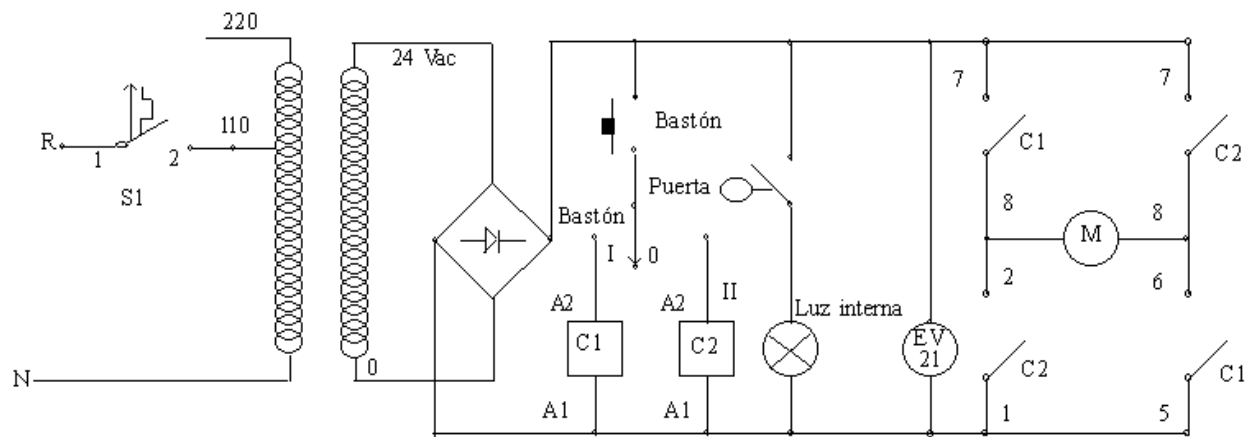
Lámpara para indicación de presión del acumulador. (110 V. Ac.)

### 1.4.2.17. Lámpara de falta de presión L3.

Lámpara para indicación de falta de presión (110 v. Ac.)

### 1.4.2.18. Lámpara de iluminación de mecanismos L4.

Lámpara de iluminación interna de los mecanismos 24V. CD.



*Figura 1.11. Circuito del bastón y electro válvula*

### 1.4.3. Operación del sistema eléctrico

El sistema consta de una bomba mecánica impulsada por un motor eléctrico trifásico accionado por un contactor de línea (CL) y protegido por un relé térmico RT y un interruptor térmico S2.

Para su funcionamiento se debe energizar el sistema de alimentación trifásico y el monofásico (110 V) conectando los cables en la

conexión adecuada, el sistema trifásico se utiliza para alimentar el motor de la bomba hidráulica y el monofásico se utiliza para el control del motor y la señalización de las lámparas indicadoras en el panel principal.

En la parte posterior del banco, existen dos interruptores térmicos, los cuales controlan y protegen los circuitos y en caso de corto circuito o sobrecarga, éstos se abren, En operación normal de 220 V. deben estar activados y en caso de sobre voltajes se desactivan.

En el panel de control principal existe:

- Un interruptor selector ON-OFF, en operación normal ON.
- Un pulsador de marcha del motor y otro de parada del motor.
- Tres luces indicadoras las cuales señalan si la presión es correcta, si existe presión en el acumulador y si falta presión respectivamente, estas lámparas son accionadas por medio de unas levas controladas por un manómetro que se encuentra en la parte posterior del banco, pudiendo seleccionar y calibrar la presión a la cual se debe activar las lámparas.

En caso de recalentamiento del motor, se activa un relé térmico, el cual abre el circuito y la lámpara de presión del acumulador se apaga.

El circuito del bastón y electro válvula, consta de un transformador reductor, ya que el sistema trabaja con 24 voltios, un rectificador, una electro válvula, un motor y una lámpara para iluminación interior.

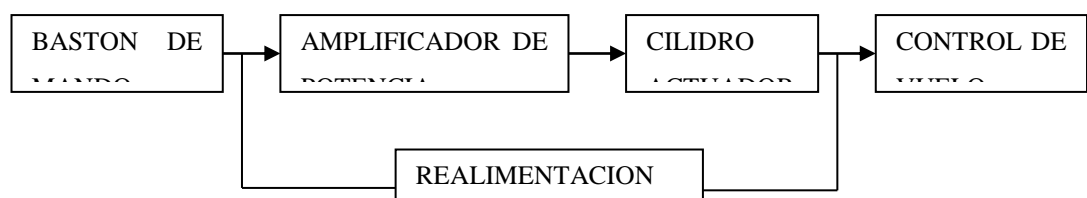
La lámpara de iluminación interior se activa mediante un interruptor accionado al subir y bajar la tapa frontal.

El motor de compensación (trim) se activa mediante dos interruptores colocados en el bastón, el uno sirve para seleccionar el sentido de giro del motor (I o II), y un pulsador para activar el motor. La electro válvula (Unidad hidráulica con mando eléctrico) se activa siempre que esté energizado el sistema.

En caso de corto circuito o sobrecarga en este circuito, está protegido por el interruptor térmico S1 Monofásico.

## 1.5. Servomecanismos.

Los servo-mecanismos son sistemas de tipo combinados en los cuales se encuentran sistemas mecánicos, eléctricos e hidráulicos, se caracterizan en la aplicación conocida como de centro cerrado de acuerdo con el diagrama siguiente:



En general, podemos describir que el trabajo de este sistema es muy importante en la aplicación de los controles de vuelo en aviación, ya que el trabajo se comporta reaccionando de manera que el bastón de mando y el control de vuelo reaccionen en muy corto tiempo.

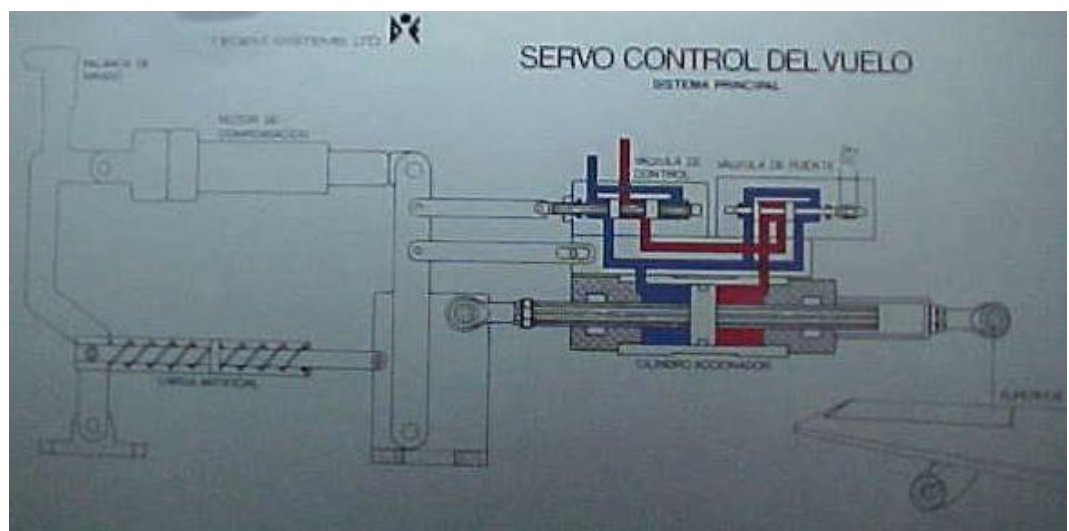
También podemos decir que un servo-mecanismo es de vital importancia debido a que el esfuerzo del piloto se manifiesta exactamente con el bastón de mando, pero, mientras que el bastón tiene baja potencia, el esfuerzo, debido a la amplificación en el control de vuelo, es de alta potencia para vencer la resistencia aerodinámica.

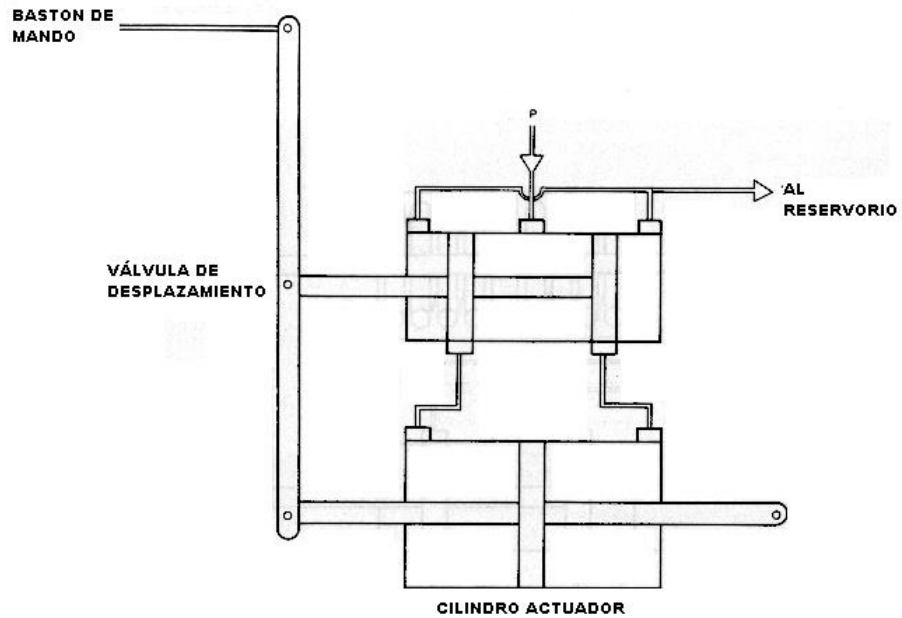
En la aviación hay diversos tipos de sistemas que se aplican en los controles de vuelo, estos pueden ser mecánicos, hidráulicos, neumáticos o eléctricos, mientras que los esfuerzos de salida se transforman generalmente en mecánicos. En cualquier sistema servo-hidráulico, el bastón o los esfuerzos de entrada son mecánicos; y se aplica hacia una válvula de amplificación de potencia comúnmente hidráulica, que se acciona por conexión al bastón mecánicamente, lo que resulta en un control de flujo hidráulico semejante a la entrada de esfuerzo mecánico. El caudal para trabajar es proporcionado por una bomba hacia el sistema

hidráulico el mismo que acciona el cilindro actuador en forma lineal, transformando la energía hidráulica en energía mecánica, resultando así una salida proporcional de movimiento al de entrada por el bastón de mando.

Es obvio que cualquier golpeteo, vibración hidráulica, vibración mecánica, o cualquier juego o fricción causarán grandes errores e inestabilidad en el sistema de controles de vuelo. El aceite debe mantenerse completamente limpio para evitar la fricción en las válvulas y en los cilindros, lo que puede causar también inestabilidad, desgaste excesivo de partes, inestabilidad y vibraciones en el sistema.

En el banco de controles de vuelo se demuestra una entrada mecánica, pero en la mayoría de aviones de combate de última generación existe un control de vuelo por cable que involucra entradas y salidas eléctricas como resultado de caracteres de vuelo computarizados.





*Figura 1.13. Sistema servo – control, con retroalimentación (Feed Back)*

## 1.6. Mantenimiento

En el banco de controles de vuelo se deben efectuar varias funciones de tratamiento preventivo para asegurar la función efectiva y continua de dicho banco.

### 1.6.1 Chequeo previo a la puesta en marcha

Se deberá llenar el formulario de mantenimiento preventivo, de acuerdo con lo descrito en las pag. 10-11 o en la pag. 50.

### **1.6.1.1. Nivel del aceite hidráulico**

Hay que asegurarse que el nivel del aceite se encuentre en la marca mínima y máxima de acuerdo con lo indicado en el medidor. En caso de hacer falta aceite hay que agregar al nivel deseado.

### **1.6.1.2. Filtro de aceite**

Revisar el indicador del filtro de aceite y asegurarse que la aguja esté fuera del límite rojo. Es permitido activar el banco de controles de vuelo únicamente cuando la aguja se encuentre en el área pintada de color verde. Al llegar la aguja al límite rojo, hay que cambiar el filtro de aceite.

### **1.6.2. Chequeo semestral**

- Lubricar los rieles de la puerta delantera.
- Ajuste pernos y tuercas de mecanismos
- Aceitar todos los ejes del sistema servo.
- Regular la palanca de control mecánico.- Es la palanca horizontal que conecta la unidad del mando de control con el cilindro. El movimiento del cilindro por medio de esta palanca se produce cuando hay falta de presión (control mecánico).

En posición normal hay movimiento libre entre la chaveta que se encuentra sobre el cilindro y la ranura de la palanca.



Si no hay presión el movimiento de la chaveta en la ranura tiene que ser más corta del movimiento del pistón de la válvula de servo en toda dirección. (Es para evitar el traslado de la fuerza de posición de control mecánico por el pistón de la válvula).

Si hay que calibrar el sistema, desarme la chaveta de la conexión del pistón y regule.

### **1.6.3. Chequeo anual**

Se debe visualizar el manual de procedimientos en la pag. 48. y realizar el trabajo de acuerdo con el plan de mantenimiento en la pag. 60.

- Cambio de aceite hidráulico según las especificaciones.
- Cambio de filtro de aceite.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL**

#### **2.1. Análisis y cuantificación de daños**

Para realizar éste análisis, también se ha dividido al banco de controles de vuelo en sistemas, bajo los siguientes parámetros:

- Eléctrico.
- Hidráulico.
- Mecánico y
- Estructural.

### **2.1.1. SISTEMA ELÉCTRICO**

- En el sistema eléctrico, se encontró muchas deficiencias en cuanto a las normas que rigen en nuestro país acerca de estandarización de colores y señalización en tomas de corriente eléctrica, cableado, numeración y homogeneidad de componentes.
- Las luces indicadoras del tablero de control ( fig 1.4. ) se encontraban en mal estado los focos como las boquillas, no se lograba identificar las especificaciones de dichos focos (bombillas).
- El foco de iluminación interna hacia los mecanismos, es una lámpara de barco, conformada por una base y una cubierta de plástico en mal estado.
- El sistema del trim tab (motor compensador) eléctrico, se encontraba trabado y no respondía a la operación desde el pulsador ubicado en el bastón de mando por parte del operador.
- El sistema de control eléctrico para la operación de la bomba hidráulica en sus límites máximo y mínimo había sufrido un corto circuito.

- Los componentes que se encontraron en buen estado figura el motor, los pulsadores del tablero, pulsadores del bastón de mando, las cajas de control para 220 V., la caja de transformación de 24 V. y la electro-válvula.

### **2.1.2. Sistema hidráulico.**

- Las cañerías de conexión del cilindro actuador presentaban fugas y daños en los acoples.
- El cilindro actuador presentaba una traba hidráulica, que no permitía el funcionamiento de ningún mecanismo.
- En el depósito hidráulico, el nivel de aceite era mínimo y se encontraba bajo la indicación de normal para su funcionamiento.
- El banco presentaba un exceso de vibraciones en su operación aún con los movimientos más sensibles.
- Los componentes que se encontraron en buen estado es el filtro, el depósito, la bomba, el manómetro indicador de succión, las válvulas, el acumulador, los tubos flexibles.

### **2.1.3. Sistema mecánico**

- El banco presentó inestabilidad en todos sus mecanismos ya que se encontró los componentes sin el ajuste adecuado y sin dispositivos de seguridad.
- El palpador presentó defectos en la cremallera, como consecuencia no funcionaba en su totalidad y las indicaciones eran erróneas.
- El sistema mecánico se encontraba sin calibración y los movimientos del bastón y control de vuelo no eran los correctos, ni coordinados, etc.
- El elevador presentaba indicación errónea en su recorrido ya que existía un juego excesivo.
- Los componentes que se encontraron en buen estado es sus palancas, varillajes, uniones, goznes, bujes, caja de resortes, etc.

#### **2.1.4. Sistema estructural**

- El sistema estructural se refiere a la construcción en sí mismo, (ver anexo C) se encontró las ruedas de transportación de dicho banco destruidas completamente.
- El banco presentó maltrato en la transportación y la pintura fue destruida en un 80 %.
- Se percató de la falta de muchas tuercas, pernos, tornillos y accesorios pequeños hacían falta en uniones de los marcos.
- El movimiento de relación control y bastón de mando es muy importante para la visualización del alumno y este pueda sacar

conclusiones, para esto existen carátulas de indicación que se encontró una en mal estado.

- La estructura en general no fue afectada internamente, ni presentó deformaciones en el hierro, madera y aluminio. Cabe indicar que se encontró un sistema de recubrimiento interior de un material plástico esponjoso con características de absorción de ruido.

## **2.2. Inspección y registro de dispositivos a ser reemplazados.**

- Debido a la diversidad de cables utilizados, colores no adecuados aplicados, numeraciones distintas y la no, aplicabilidad, se resolvió crear dos enchufes distintos, para alimentar eléctricamente al banco. El primero tiene tres puntos de conexión trifásico con 220 V de caucho, tipo industrial. Y el otro con tres puntos igualmente, es de 110 V polarizado industrial, con puntos de conexión de una fase y la tierra. El tipo de cable es de color blanco, industrial No. 14 de tres hebras y el otro de color negro industrial No. 14 de dos hebras.
- Por qué el número 14?  
Porque este cable industrial es suficiente para soportar los 10 amperios que circulan por el sistema, dando un margen de seguridad para el arranque del motor y las luces indicadoras. De acuerdo con la siguiente fórmula:

DATOS

$$P_m = 3 \text{ Hp.}$$
$$V = 220$$

$$1 \text{ Hp} = 745.7 \text{ W}$$

$$P = V \times I$$

$$I = P/V$$

$$I = 2237.1 \text{ W} / 220 \text{ V}$$

$$I = 10.1 \text{ Amp.}$$

Como una información adicional del cable industrial No. 14 éste presenta las siguientes características:

Diámetro de la hebra: 2.08 mm<sup>2</sup>

Número de hilos por hebra: 41

Diámetro de cada hilo: 0.25 mm.

Diámetro del cable: 10.8 mm.

Capacidad de conducción: 16 Amp.



*Figura 2.1. Caja de tomacorrientes al banco*

- Los focos de las luces del panel de control fueron reemplazadas las tres dejando constancia que su especificación es de 110 a 130 V., sin importar los Watts (w) para posterior poder adquirir en el mercado local o tener en stock.
- Se adquirió una lámpara de barco nueva la misma que se instaló en la parte superior, en el techo del banco, se alimenta con 24 V, funciona con un interruptor automático que se activa el momento de abrir la portezuelas del avión para el acceso a los mecanismos frontales.
- Se desarmó el sistema de varillajes desconectando el bastón para llegar hasta la caja de resortes y luego desarmar el motor trim, se dió mantenimiento usando un poco de grasa común liviana y luego se instaló, logrando poner limites de operación dentro de los rangos del mismo para que no se trabe nuevamente en cualquiera de sus extremos.
- Se desarmó el manómetro girando únicamente en forma anti horario en la parte de la carátula para tener acceso a los componentes, además medimos continuidades en los cables hacia las plumas de limitaciones para lograr determinar cual de ellas funciona para el límite mínimo cual para el máximo, después

calibramos en 50 Bares mín. y 80 Bares máx. Lo que nos permite dar los rangos de trabajo a la bomba.

- En cuanto a lo hidráulico, se observó que la cañería no estuvo diseñada en forma adecuada en su acople hacia la entrada del cilindro actuador, se realizó una adaptación cortando una parte de la cañería y soldando un dispositivo redondo para que de esta manera pueda adaptarse en forma cóncava convexa y luego asegurarse con una tuerca roscada hacia el cilindro. Esto dió buen resultado ya que se corrigió la fuga existente. La suelda es TIG (Tugsteno Inerte Gas.), que suelda todo tipo de materiales tales como: hierro, aluminio, cobre, etc., y utiliza gas argón.
- El funcionamiento del sistema servo mecánico que se describió anteriormente, tenemos que traer acotación, para poder entender el trabajo realizado. La conexión de los varillajes desde el bastón hacia la válvula 4/3 de centro con derivación, controla un pasador de pistones a manera de selector para dar paso de presión dependiendo de la dirección del movimiento del bastón, la misma que es accionada en forma mecánica y limitada por un sistema de regulación, el mismo que debe permitir un rango de operación hacia la derecha e izquierda por una tuerca de fijación. Si ésta se encuentra en el límite hacia la derecha, no tendremos



accionamiento mecánico y por ende no hay paso hidráulico, produciéndose la traba.

- El aceite hidráulico fue incrementado en su totalidad hasta los límites de marcación del mismo, las especificaciones fueron dadas en el ítem de las partes hidráulicas, logrando proporcionar la información acerca del tipo de aceite que se debe adquirir o tener en stock para realizar las compensaciones en caso de fugas que se presentaren en el futuro.
- La calibración de la presión del banco es muy importante, el exceso de presión fuera del límite permitido producía las vibraciones, se reguló a 60 bares en la válvula reguladora de presión incorporada en la bomba por medio del tornillo de ajuste.
- Las bases de los mecanismos para su fijación en la parte inferior se encontraron con pernos colocados desde la posición de abajo hacia arriba, por las vibraciones estos perdieron ajuste, unos fueron reemplazados y los que se encontraron se afianzaron con tuercas de 7/16 y arandelas de presión de 1/2.
- El palpador fue reemplazado, se realizaron las coordinaciones respectivas en el laboratorio de mecánica básica y el instructor encargado, se encontró un palpador de las mismas características

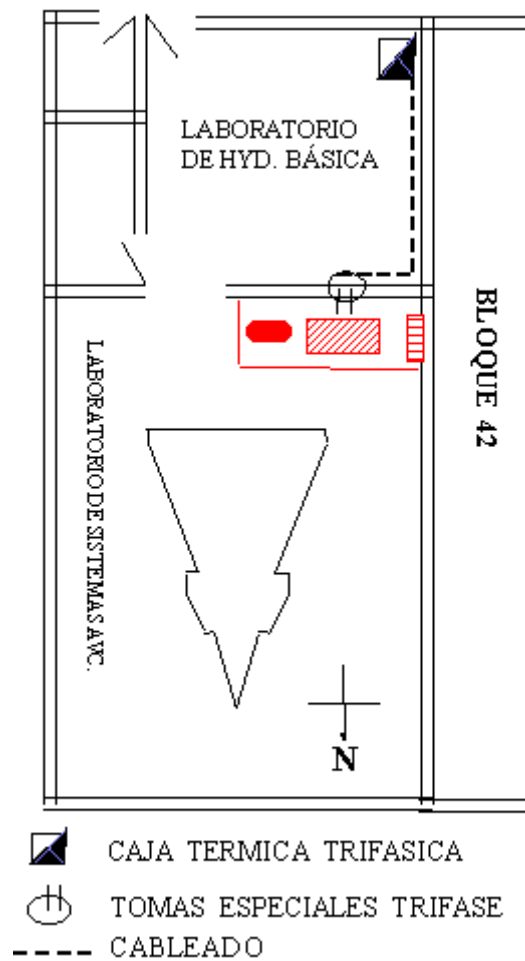
y sin uso marca MITUTOYO. Su instalación es en una base de acero con dos mitades aseguradas entre sí y en su intermedio el palpador con dos tornillos de cabezas hexagonales de 1/4 de forma que el extremo tenga contacto con la varilla de movimiento de la válvula de puente 4/2 hidráulica y la 4/3 servo.

- Se procedió a realizar la calibración de todo el sistema de controles de vuelo en forma mecánica desde el bastón hacia el elevador, determinándose que se debería neutralizar en la posición cero, con un pasador trabando los mecanismos, además señalar un cero en la operación del motor compensador, esto generó que automáticamente el elevador esté en su posición cero, por lo que se desmontó la misma y se armó coincidiendo el cero con las cremalleras de unión de la superficie y el cilindro actuador.
- Se realizó los respectivos ajustes y calibraciones de los diferentes componentes y en especial el acople del elevador, el mismo que se asegura por dos tubos de diferente diámetro y un orificio guía el que se atornilla con un hexagonal de 1/8.
- Las ruedas de transportación del banco de controles de vuelo fueron reemplazadas por unas de mejor capacidad de carga. El material de construcción es acero, recubiertas con caucho, permitiendo una fácil movilidad del banco en ángulos de giro de 360 °C.

- Debido a que la pintura se encontró, en un 80% en mal estado, se decide pintar con los colores: azul, plomo, gris y crema; todos estos de tipo esmalte mezclados con tiñer marca cóndor.
- En vista que, hacía falta algunas tuercas, pernos, tornillos y accesorios se opta por reemplazarlos, por algunos que brinden la misma seguridad que los anteriores.
- La carátula de indicación, de los grados de movimiento, que se encuentra junto a la superficie de control de vuelo (elevador), se construyó nuevamente en un taller especializado.

### **2.3. Ubicación del banco**

Este banco de controles de vuelo, tiene fines didácticos y se encuentra en el Laboratorio de Sistemas del Avión, Bloque 42, de la Escuela de Mecánica Aeronáutica, en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Para ser más exactos a continuación se ha realizado un plano, donde se encuentra ubicado actualmente el mismo.



*Figura 2.2. Ubicación del banco en el laboratorio*

## 2.4. Determinación durante la operación inicial.

*Tabla 2.1. Operación, desperfecto y materiales del banco hidráulico*

ORD.	OPERACIÓN	DESPERFECTO	MATERIALES
1	Conexión del banco	Los enchufes de corriente del banco no son adecuadas Además los cables son de	Compra tomacorrientes trifásicos 220 V. Y 110 V Trabajo constante con

		diferentes colores sin relación con estándares	voltímetros y amperímetros para medir el voltaje en el panel
2	Damos paso de corriente swich ON.	Luz indicadora de paso de corriente no funcionó.	Reemplazo de focos de 110 a 130 V. Y de 2.4 W
3	Arranque de bomba	Luces indicadoras no funcionó	Reemplazo de focos de 110 y 130 V. De 2.4 W Se colocó protectores de los focos con color adecuado a su función.
4	Acceso a mecanismos	Lámpara de iluminación interna no funcionó	Reemplazo de la lámpara de barco de 110 V. Y foco de 75 W.
5	Posición de trabajo	Existió fuga de aceite hidráulico en el cilindro actuador	Se reemplazó el terminal o abocardado adecuado
6	Operación Swich del bastón.	Se detectó sonido no agradable de impacto y vibración con señal de traba.	Se realizó mantenimiento a las partes del motor compensador.
7	Operación del bastón mecánica	Existió presencia de vibración excesiva y traba hidráulica	Se reguló la presión en 60 Bares en la válvula
8	Regulación de presión	Se detectó corto circuito en el manómetro de presión	Se reemplazó cables afectados por nuevos
9	Calibración	Existía falta de aceite en el depósito.	Se llenó el depósito de aceite hasta límite permitido.
10	Prácticas didácticas	Se detectó Inestabilidad en mecanismos e Indicación	Se realizó ajuste y calibración de los

		errónea del elevador	mecanismos desde el bastón hasta el elevador Además del desmontaje y calibración en la cremallera
11	Movilización del banco	No existían dos ruedas.	Se cambio las 4 ruedas.
12	Presentación del banco.	Pintura deteriorada en un 80 % Prevención y protección de contaminantes externos.	Pintado completo del banco. Confección de un cobertor adecuado.

## 2.5. Verificación del funcionamiento.

Luego de instalar todos los componentes en el equipo, se decide realizar la verificación del funcionamiento con los pasos detallados al inicio de PRECAUCIONES PARA LA PUESTA EN MARCHA e INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN de la siguiente manera:

- Conectamos los enchufes en la toma de pared respectivamente el de 220V. Y 110 V.
- Nos dirigimos al panel de control y selectamos le interruptor en la posición ON.
- Observamos que la válvula 4/2 con la bombilla se encuentre en la posición de arranque.

- Presionamos el pulsador de encendido color verde y observamos la luz indicadora color verde esté encendida, además se escuchará el sonar de la bomba de tipo hidráulico.
- Observamos que no existan fugas, todo se encuentre en normal funcionamiento y que no se encuentren objetos extraños en la parte de los mecanismos.
- Luego accionamos la palanca de bombilla de la válvula 4/2 para dar paso de presión hacia la parte superior del banco hacia el sistema servo. Verificamos que no existen fugas nuevamente, escuche como pasa el líquido con un ruido a manera de restricción.
- Pasamos a realizar el primer ejercicio de los manuales de Prácticas didácticas verificando así la eficacia y eficiencia en los procesos realizados para cumplir con los objetivos en ésta investigación.

### **CAPÍTULO III**

## HABILITACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL BANCO.

### 3.1. Sistema hidráulico

En el presente capítulo presentamos el estudio de las partes y componentes del sistema hidráulico para indicar: El estado inicial, el mantenimiento que se realizó, verificación funcional y en que estado actual se encuentra el mismo.

*Tabla 3.1. Estado, cumplimiento y verificación del sistema hidráulico*

<b>COMPONENTES SISTEMA HIDRAULICO</b>	<b>EST. INIC.</b>	<b>MANTTO</b>	<b>VERIF. FUNC.</b>	<b>EST. ACTUAL.</b>
1. Reservoirio	√	X	√	√
2. Indicador de nivel	√	X	√	√
3. Boca de llenado	√	X	√	√
4. Punto sangrado reservorio	X	√	√	√
5. Filtro de la línea de succión	√	X	√	√
6. Línea de operación	√	X	√	√
7. Bomba hidráulica	√	X	√	√
8. Válvula reguladora presión	X	√	√	√
9. Unión	√	X	√	√
10. Motor eléctrico de 3 HP.	√	X	√	√
11. Acumulador	√	X	√	√
12. Válvula reguladora de caudal	√	X	√	√
13. Manómetro de presión	X	√	√	√
14. Línea de conexión eléctrica	X	√	√	√
15. Filtro	√	X	√	√
16. Manguera flexible	√	X	√	√



17. Válvula 3/2 .	X	√	√	√
18. Control válvula desde el bastón.	X	√	√	√
19. Válvula 4/3 con derivación	√	X	√	√
20. Válvula 4/2	√	X	√	√
21. Cilindro actuador	√	X	√	√
22. Cañerías	X	√	√	√

### 3.2. Sistema eléctrico

*Tabla 3.2. Estado, cumplimiento y verificación del sistema eléctrico*

<b>COMPONENTES SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>EST. INIC.</b>	<b>MANTTO</b>	<b>VERIF. FUNCI.</b>	<b>EST. ACT.</b>
1. Motor Trifásico	√	X	√	√
2. Motor de compensación	X	√	√	√
3. C2	√	X	√	√
4. C1 y C2.	√	X	√	√
5. S1	√	X	√	√
6. S2	√	X	√	√
7. RT	√	X	√	√
8. T1	√	X	√	√
9. Interruptor selector ON-OFF	√	X	√	√
10. Pulsador de marcha	√	X	√	√
11. Pulsador de paro	√	X	√	√
12. Interruptores del reóstato	√	X	√	√
13. Pulsador del bastón	√	X	√	√
14. Interruptor del bastón	√	X	√	√
15. L1	X	√	√	√
16. L2	X	√	√	√
17. L3	X	√	√	√
18. L4	X	√	√	√
19. Tomas eléctricas	X	√	√	√

### 3.3. Sistema mecánico

*Tabla 3.3. Estado, cumplimiento y verificación del sistema mecánico*

<b>COMPONENTES SISTEMA MECÁNICO</b>	<b>EST. INIC.</b>	<b>MANTTO</b>	<b>VERIF. FUNC.</b>	<b>EST. ACT.</b>
1. Varillajes	X	√	√	√
3. Uniones	X	√	√	√
3. Bujes	√	X	√	√
4. Palpador	X	√	√	√
5. Caja de resortes	√	X	√	√
6. Cremalleras	X	√	√	√

### 3.4. Sistema estructural

*Tabla 3.4. Estado, cumplimiento y verificación del sistema estructural*

<b>COMPONENTES SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>EST. INIC.</b>	<b>MANTTO</b>	<b>VERIF. FUNC.</b>	<b>EST. ACT.</b>
1. Ruedas	X	√	√	√
2. Pintura	X	√	√	√
3. Tuercas, tornillos, tuercas, etc.	X	√	√	√
4. Reglas	X	√	√	√
5. Señalización	X	√	√	√
6. Puertas y chapas	√	X	√	√
7. Forro interno	√	X	√	√
8. Material acoplable a estructura	√	X	√	√
9. Estructura	√	X	√	√

### **3.5. Pintura**

Al iniciar el proceso de elaboración del presente trabajo, la pintura del banco se encontraba deteriorada por motivo de manipulación no adecuada, además no disponía de un lugar específico, es por esto que se procedió a realizar una delimitación del área y la debida señalización.

## **CAPÍTULO IV**


### **ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA USO DEL BANCO DE CONTROLES DE VUELO**

#### **4.1. Generalidades.**

El presente capítulo brinda las facilidades de operación, mantenimiento, calibración y verificación al personal de Instructores que utilicen el banco como un apoyo didáctico hacia los estudiantes del ITSA , Además nos guiamos según las exigencias de las normas ISO 9003, para la elaboración y calidad de dichos manuales. (Ver normas ISO Anexo D. La codificación utilizada para el procedimiento es conjunto de letras y números que se describe en la nomenclatura pag. XIV y XV.

*Tabla 4.1. Codificación de los procedimientos para el banco de controles de vuelo*

Procedimiento	Código
Mantenimiento del banco de controles de vuelo	EMAI-LSA-P1
Verificación del banco de controles de vuelo	EMAI-LSA-P2
Operación del banco de controles de vuelo	EMAI-LSA-P3
Calibración del banco de controles de vuelo	EMAI-LSA-P4
Prácticas didácticas	EMAI-LSA-P5
Instructivo de operación	EMAI-LSA-I1
Registro del libro de mantenimiento	EMAI-LSA-R1
Registro del libro de funcionamiento	EMAI-LSA-R2
Registro de libro de daños	EMAI-LSA-R3

 <p>ITSA MECÁNICA AERONÁUTICA</p>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		Pág. : 1 de 1	
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO DE CONTROLES DE VUELO</b>			<b>Código:</b> EMAI-LSA-P1
	Elaborado por: Cbos. Fuentes y Cbos. Albuja		<b>Revisión No. : 1</b>	
	Aprobado por: Ing. Francisco López	Fecha :2001/08/12	<b>Fecha : 2001/08/14</b>	

### 1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para el mantenimiento de la maqueta de controles de vuelo básico de un avión.

### 2.0 ALCANCE

Contempla al personal encargado de la maqueta en el ITSA en cuanto a su manipulación, demostración, etc

### 3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

N/A

### 4.0 DEFINICIONES

4.1 Mantenimiento preventivo.- Se refiere a las tareas en forma rutinaria.

### 5.0 PROCEDIMIENTO

Se debe realizar los siguientes tipos de mantenimiento:

#### 5.1. Chequeo Visual antes de cada operación

5.1.1. Tomar en cuenta el nivel de líquido hidráulico que tiene en su depósito

5.1.2. Verificar que todos los swiches estén en off.

5.1.3. Verificar la palanca de paso se encuentra en la posición de arranque.

5.1.4. Observar que la línea de alimentación AC 110 V Trifásico tenga lo adecuado

## 5.2. Mantenimiento Semestral

5.2.1. Ajuste de todos los pernos de movimiento en los varillajes

5.2.2. Realizar el cambio de Foco de Visualización de los mecanismos

5.2.3. Lubricación de todas las bisagras del conjunto del banco.

5.2.4. Dar cumplimiento y registrar las actividades de acuerdo con la tabla 4.2 pag. 60.

## 5.3. Mantenimiento Anual

5.3.1. Cambio de líquido Hidráulico tellus 22


5.3.2. Regulación de operación de la bomba en rangos mínimos y máximos

5.3.3. Verificación de la precarga del acumulador en 30 bares

5.3.4. Reemplazo de focos defectuosos de indicación (110 a 130 V. 2.4W)

5.3.5. Realizar cambio de filtro de líquido hidráulico.

6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD: \_\_\_\_\_

 <p>MECÁNICA AERONÁUTICA</p>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 1
	<b>INSPECCION DEL BANCO DE CONTROLES DE VUELO</b>		
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14

## 1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para la inspección del banco de controles de vuelo básico aplicado a un avión con elevador Monoblock.

## 2.0 ALCANCE

Tendrán acceso a verificación y observación todo el personal de alumnos del ITSA logrando una relación de la hidráulica convencional o industrial con la de aviación. También los instructores inmersos en las materias de mecánica, controles de vuelo, aviónica, etc.

## 3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

3.1. Colección de Esteban Oñate Vol. Hidráulica.

3.2. Conocimientos del Avión.

3.3. Principios de hidráulica tomos 1,2 y 3.


## 4.0 DEFINICIONES

Monoblock.- Dícese de un accesorio que constituye una sola pieza.

## 5.0 PROCEDIMIENTO

- ❖ El encargado verificará que se cumpla los pasos de acuerdo con los procedimientos de operación.
- ❖ El instructor o persona que utilice se guiará en los procedimientos de operación en el respectivo instructivo. (ver procedimiento de operación del banco)
- ❖ La inspección es visual y se realizará antes de cada operación, revisando que no existan fugas o presencia de objetos extraños que interrumpan el normal funcionamiento del banco.

## 6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD: \_\_\_\_\_

 ITSA MECÁNICA AERONÁUTICA	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 1
	<b>OPERACION DEL BANCO DE CONTROLES DE VUELO</b>		<b>Código:</b> EMAI-LSA-P3
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes y Cbos. Albuja		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14

## 1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para la operación del banco de controles de vuelo básico aplicado a un avión.

## 3.0 ALCANCE

Tendrán acceso a la operación el personal de instructores del ITSA.

## 3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- 3.4. Colección de Esteban Oñate Vol. Hidráulica.
- 3.5. Conocimientos del Avión.
- 3.6. Principios de hidráulica tomos 1,2 y 3.


## 4.0 DEFINICIONES

N /A

## 5.0 PROCEDIMIENTO

- ❖ El encargado realizará los pasos de acuerdo con los procedimientos de operación
- ❖ El instructor o persona que utilice el banco se registrará, para determinar en este procedimiento.
- ❖ Los pasos son los siguiente:
  1. Energizamos el banco hidráulico con selector ON-OFF dando paso de energía eléctrica en la posición ON. Observamos que se enciende la luz amarilla del centro de los botones verde y rojo.
  2. Presione el botón de color verde para el arranque del motor para la activación de la bomba hidráulica.
  3. Coloque la válvula 3/2 (forma de bombilla) en la posición de trabajo.
  4. Realice los ejercicios establecidos de acuerdo con los procedimientos de prácticas didácticas que se encuentran en la pag. 52.
  5. Presione la puerta de acceso para la visualización de los mecanismos y su forma de trabajo
  6. Durante la operación del banco, continuamente verifique que no existan fugas
  7. Para el apagado realice en forma inversa los pasos antes mencionados y desconecte la toma eléctrica.

**6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD:** \_\_\_\_\_

 <b>MECÁNICA AERONÁUTICA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. : 1 de 1</b>	
	<b>CALIBRACIÓN DEL BANCO DE CONTROLES DE VUELO</b>			<b>Código : EMAI-LSA-P4</b>
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes y Cbos. Albuja		<b>Revisión No. : 1</b>	
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha : 2001/08/14</b>	

**1.0 OBJETIVO**

Documentar el procedimiento para calibración del banco de controles de vuelo básico de un avión.

**2.0 ALCANCE**

Contempla al personal encargado del banco en el ITSA en cuanto a su calibración.

**3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

N/A

**4.0 DEFINICIONES**

4.1. Calibración.- Se refiere a las tareas en forma rutinaria.

**5.0 PROCEDIMIENTO**

Se debe realizar los siguientes tipos de calibración:




## 5.1. Chequeo Visual antes de cada calibración

5.1.1. Tomar en cuenta los agujas del manómetro de presión se encuentren bajo los parámetros de 80 bares máximo y 50 bares mínimo.

5.1.2. Calibrar la válvula de presión a 60 bares observando en el manómetro.

5.1.3. calibrar el palpador, colocarlo en la posición de cero mediante las ranuras de 360 grados con la referencia de 0 en la carátula principal.

**6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD:** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 8
	<b>PRÁCTICAS DIDÁCTICAS</b>		<b>Código:</b> EMAI-LSA-P5
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.		<b>Revisión No. :</b> 1
<b>MECÁNICA AERONÁUTICA</b>	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14

## DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

### Ejercicio # 1

**1. Objetivo:** Demostrar el funcionamiento del control de vuelo por palanca.

### 2. Operación:

2.1. Haga funcionar el sistema manualmente, sin energizar nada y observe la fuerza necesaria para impulsar los controles de vuelo.

2.2 Arranque el motor eléctrico y repita el movimiento, extraiga sus propias conclusiones.

### 3. Preguntas:

- 3.1. Es totalmente necesario el recorrido del bastón exactamente con el elevón? ¿POR QUÉ?
- 3.2. Para qué cree que necesitamos disminuir la fuerza en el bastón?
- 3.3. El movimiento del elevador es siempre proporcional al movimiento de la mano con el bastón?
- 3.4. La Fuerza necesaria para operar el elevón a través de un sevo-mecanismo es mucho menor?
- 3.5. El movimiento del bastón de mando es justamente el necesario para desplazar el elevón?

**4. Conclusiones:**

---




---



---



---

 <p>ITSA MECÁNICA AERONÁUTICA</p>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 2 de 8
	<b>PRÁCTICAS DIDÁCTICAS</b>		<b>Código:</b> EMAI-LSA-P5
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14

# DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

## Ejercicio # 2

**1. Objetivo:** Demostrar la operación de la servo-válvula en el sistema.

**2. Operación:**

**2.1.** Haga operar el sistema en ambas direcciones y mida el movimiento de la válvula mientras el motor eléctrico está apagado.

**2.2.** Repita 2.1. con el motor eléctrico encendido.

**2.3.** Repita en diferentes velocidades.

**3. Tabla de comprobación.**

Sensor de movimiento (Palpador)	Lectura
Movimiento mecánico derecha	
Movimiento mecánico izquierda	
Movimiento hidromecánico derecha	
Movimiento hidromecánico izquierda	

**4. Preguntas:**

4.1. Describa las relaciones entre el movimiento de la válvula y el movimiento del elevón.

4.2. ¿Porqué se necesita este movimiento?

4.3. Observe y explique las relaciones entre el movimiento de la válvula y el movimiento angular del elevón a diferentes velocidades.



ITSA

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

Elaborado por: Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.

Pág. : 3 de 8

Código: EMAI-LSA-P5

Revisión No. : 1

MECÁNICA AERONÁUTICA	Aprobado por: Ing. Francisco López	Fecha :2001/08/12	Fecha : 2001/08/14
-------------------------	---------------------------------------	-------------------	--------------------

## DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

### Ejercicio # 3

**1. Objetivo:** Demostrar las piezas involucradas en el control de vuelo.

**2. Operación:**

- 2.1. Haga funcionar el sistema de manera manual y observe la fuerza necesaria para impulsar el elevón (elevador)
- 2.2. Arranque el motor eléctrico y repita el procedimiento.
- 2.3. Observe el indicador del dial o palpador (señales de entrada) en los modos manual e hidromecánico.

**3. Tabla de comprobación.**

Sensor de movimiento (Palpador)	Lectura
Movimiento mecánico	
Movimiento hidromecánico	

**4. Preguntas:**

- 4.1. Describa como opera el sistema en forma mecánica e hidráulicamente.
- 4.2. Dibuje un diagrama en bloques mostrando qué es lo que hace funcionar a cada componente en la operación mecánica.
- 4.3. Describa el diagrama en bloques mostrado en 4.2. qué es lo que opera cada componente en el sistema mecánico cuando operamos con la alimentación hidráulica.



MECÁNICA AERONÁUTICA	Elaborado por: Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Ing. Francisco López	Fecha : 2001/08/12 Fecha : 2001/08/14

## DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

### Ejercicio # 4

- 1. Objetivo:** Demostrar el cambio en el vuelo de la posición cero.
- 2. Operación:**
  - 2.1. Opere el sistema, en posición neutral del bastón de mando y el elevador.
  - 2.2. Varíe de la posición neutral y observe como se comporta el sistema.
  - 2.3. Opere el sistema en sentido horario y antihorario, y observe el comportamiento en función de la posición y la velocidad.

### 3. Preguntas:

- 3.1 Verifique la repetición de la posición cero en tres puntos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---

ITSA	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	Pág. : 5 de 8
	<b>PRÁCTICAS DIDÁCTICAS</b>	Código: EMAI-LSA-P5

## DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

### Ejercicio # 5

**1. Objetivo:** Medir las relaciones entre la entrada y la salida.

**2. Operación:**

- 2.1. Instale correctamente los medidores de ángulo en la entrada manual y en la salida del elevón.
- 2.2. Coloque en cero tanto la entrada del bastón como la del elevador.
- 2.3. Mueva la palanca de entrada a la posición 1 y mida los ángulos de rotación del elevador.
- 2.4. Repita en las posiciones 2, 3, -1, -2, y -3.

**3. Preguntas:**

- 3.1. Realice una tabla de comprobación con las medidas resultantes.

POSICIÓN DEL ANGULO DEL BASTÓN	POSICIÓN DEL ANGULO DEL ELEVADOR
3	
2	
1	
0	
-1	
-2	
-3	

**4. Conclusiones**

- 4.1. Realice conclusiones a partir de los resultados obtenidos en el punto anterior.



MECÁNICA AERONÁUTICA	<b>PRÁCTICAS DIDÁCTICAS</b>		<b>Código:</b> EMAI-LSA-P5
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14

## DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

### Ejercicio No. 6

1. **Objetivo:** Demostrar el comportamiento de un servo-sistema con el caudal de una bomba hidráulica.
2. **Operación:**
  - 2.1. Cierre completamente la válvula de caudal en la parte posterior del sistema (sobre la línea de presión No. 16 del diagrama hidráulico) y ábrala aproximadamente a 1/8 de su recorrido en el sentido antihorario.
  - 2.2. Haga funcionar el sistema en ambas direcciones.
  - 2.3. Repita, incrementando la abertura de la válvula de 1/8 cada vez, y observe el comportamiento del sistema.
3. **Preguntas:**
  - 3.1. Explique los resultados obtenidos durante la operación del sistema.



	<b>PRÁCTICAS DIDÁCTICAS</b>		<b>Código:</b> EMAI-LSA-P5
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.		<b>Revisión No. :</b> 1
MECÁNICA AERONÁUTICA	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14

## DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

### Ejercicio No. 7

**1. Objetivo:**

Demostrar una falla de la bomba y cómo funciona el apoyo mecánico de reserva.

**2. Operación:**

- 2.1. Haga funcionar el sistema normalmente.
- 2.2. Haga funcionar la válvula de paso al sistema (o de derivación) montada en el panel principal a la posición de arranque y opere nuevamente el sistema.
- 2.3. Abra parcialmente la válvula del panel principal de paso a la posición de trabajo y repita la operación.

**3. Preguntas:**

- 3.1. Explique qué sucedió y porqué la operación se transformó en más dificultosa?
- 3.2. ¿Qué diferencias encontró cuando operó el sistema con la válvula del panel principal parcialmente abierta?
- 3.3. Explique la función que cumple el conmutador de presión y cómo funciona el apoyo de reserva mecánico en este caso?





MECÁNICA  
AERONÁUTICA

## PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

**Código:** EMAI-LSA-P5

**Elaborado por:** Cbos. Fuentes Y Cbos. Albuja.

**Revisión No. :** 1

**Aprobado por:**  
Ing. Francisco López

**Fecha :**2001/08/12

**Fecha :** 2001/08/14

## DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE VUELO

### Ejercicio # 8

**1. Objetivo:** Demostrar la función que cumple el acumulador en el sistema

**2. Operación:**

**2.1** Cierre la válvula de flujo del acumulador (No. 12 esquema hidráulico) y observe la operación sin el acumulador funcionando.

**2.2** Abra la válvula de flujo y, luego de algunas operaciones, apague el motor eléctrico.

**2.3** Mueva la palanca de entrada a la posición 1 y mida los ángulos de rotación del elevador.

**3. Preguntas:**

**3.1.** Explique las observaciones efectuadas en las operaciones anteriores

#### 4.4. Plan de mantenimiento


*Tabla 4.2. Actividades de mantenimiento semestral y anual*

ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cambio Filtro		X						X				
Ajuste pernos		X						X				
Foco lámpara		X						X				
Lubricación		X						X				
Cambio HYD					X							
Regular bomba					X							
Precarga acum.					X							
Cambio focos					X							

## CAPÍTULO V

 <b>MECÁNICA AERONÁUTICA</b>	<b>INSTRUCTIVO</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 2
	<b>ESPECIFICACIONES DEL BANCO DE CONTROLES DE VUELO</b>		<b>Código :</b> EMAI-LSA-P1
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes y Cbos. Albuja		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14
<p><b>1.0 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA:</b> N/A (Ver normas GPE Anexo D)</p> <p><b>2.0 CÓDIGO DEL EQUIPO:</b> DEGM SYSTEMS</p> <p><b>3.0 UBICACIÓN DEL EQUIPO:</b> Se encuentra en el bloque 42 del ITSA sección simuladores de controles de vuelo</p> <p><b>4.0 MARCA DEL EQUIPO :</b> DEGEM SYSTEMS LTD</p> <p><b>5.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</b></p> <p>5.1. VOLTAJE: 110V</p> <p>5.2. FASES: Trifásico</p> <p>5.3. PESO: N/A</p> <p>5.4. CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA: N/A</p> <p>5.5. COMBUSTIBLES: MIL-H-5606 o similares</p> <p>5.6. REFRIGERANTE: Aire seco en el acumulador</p> <p>5.7. TIPO DE MOTOR:</p> <p>5.8. POTENCIA DEL MOTOR: 3HP</p> <p>5.9. VELOCIDAD MÁXIMA DEL MOTOR: 1710 RPM</p> <p>5.10. USO: entrenamiento.</p> <p><b>6.0. NORMAS PARA SU FUNCIONAMIENTO:</b></p> <p>6.1 Observamos las conexiones debidas la red de 110 V. Trifásicos</p> <p>6.2 Observamos que la palanca de paso hidráulico se encuentra en la posición de arranque.</p> <p>6.3 Presionamos el botón de encendido color verde</p> <p>6.4 Esperamos que se establezca la presión</p> <p>6.5 Damos paso a la manija de posición de arranque o funcionamiento</p> <p>6.6 Abrimos la portezuela del avión para observar el funcionamiento</p> <p>6.7 Operamos con el bastón de mando y observamos el movimiento del Monoblock o control de vuelo</p> <p>6.8 Operar eléctricamente para observar el comportamiento del control en la compensación</p> <p><b>7.0. PRECAUCIONES:</b></p> <p>Los movimientos tienen que ser lentos como el avión de lo contrario se producirá un STOL y se simulará vibración en el avión.</p> <p>Momento en el cual tenemos que poner la palanca de funcionamiento en la posición</p>			

de arranque.

 MECÁNICA AERONÁUTICA	<b>INSTRUCTIVO</b>		<b>Pág. :</b> 2 de 2
	<b>ESPECIFICACIONES DEL BANCO DE CONTROLES DE VUELO</b>		<b>Código :</b> EMAI-LSA-P1
	<b>Elaborado por:</b> Cbos. Fuentes y Cbos. Albuja		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Francisco López	<b>Fecha :</b> 2001/08/12	<b>Fecha :</b> 2001/08/14
<p><b>8.0 TIEMPO DE DURACIÓN:</b> 8.1. De acuerdo a la duración de las exposiciones y número de alumnos que deseen hacer la práctica</p> <p><b>9.0 PRESTACIÓN DE SERVICIOS:</b> 9.1 Ala No.12 9.2 ITSA</p>			







## **CAPÍTULO VII**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

En este capítulo se presenta los costos de la habilitación y mantenimiento del banco de controles de vuelo, pensando en el objetivo que perseguimos como es la utilización didácticamente, no se escatimó esfuerzo alguno, mucho peor en lo económico.

#### **7.1. Presupuesto**

El presupuesto, podemos manifestar que es el aprobado en el proyecto, el mismo que es totalmente financiado por los autores en la presente habilitación del banco de controles de vuelo con una inversión de 219,20 dólares.

#### **7.2. Análisis económico**



Eventualmente se presentaron 4 rubros considerables en la habilitación y mantenimiento del banco hidráulico, a continuación hacemos un detalle de materiales y costos invertidos.

1. Materiales
2. Mano de obra.
3. Máquinas herramientas
4. Otros.

### 7.2.1. Materiales

Comprende por todos los materiales utilizados para la habilitación y mantenimiento, los mismos que se indican en la siguiente tabla.

*Tabla 7.1. Materiales utilizados en el banco*

ORD.	DETALLE	CANT.	VALOR
1	Pintura	1 gls.	23,7
2	Ruedas	4	10
3	Focos	5	8
4	Lámpara tipo barco	1	15
5	Pernos y arandelas	10	4
6	Cable industrial No. 14	5 mts	4
7	Enchufe metálico industrial	1	2
8	Enchufe trifásico industrial	1	5
9	Abrazaderas	25	2,5
10	Aceite industrial	5 gls.	30

Total materiales **104,2**

### 7.2.2. Mano de obra

Los costos de mano de obra comprenden en sí, lo que no se pudo realizar personalmente y se buscó ayuda profesional, sobre todo para adquirir el conocimiento y poder así sustentar el presente trabajo, describimos a continuación en la siguiente tabla.

*Tabla 7.2.. Detalle de costos de mano de obra*

<b>ORD.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR</b>
1	Elaboración gráficos sistema eléctrico	3	10
2	Elaboración gráficos Sistema hidráulico	1	10
3	Regulación del sistema	1	10
4	Mantenimiento general	1	10
Total mano de obra			<b>40</b>

### 7.7.3. Máquinas herramientas

Para La rehabilitación también se ocuparon varias máquinas y herramientas las mismas que están ubicadas en diferentes talleres como: Los hangares de aviones comerciales, hangares de aviones militares, laboratorio de electricidad en el ITSA, motores y laboratorio de mecánica básica. Estos nos sirvieron para cumplir con trabajos de suelda,

adecuación y ajustes. A continuación detallamos en la siguiente tabla los valores invertidos.

*Tabla 7.3. Detalle de máquinas herramientas*

<b>ORD.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR</b>
1	Soldadura	1	5
2	Taladrado varias piezas	1	10
3	Compresor	1	5
4	Pulidores	1	5
Total máquinas herramientas			<b>25</b>

#### **7.2.4. Otros**

Este rubro comprende los distintos gastos realizados en transporte, impresión de la teoría de la presente investigación, etc.

*Tabla 7.4. Detalle de imprevistos*

<b>ORD.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR</b>
1	Otros gastos	1	50
Total otros gastos			<b>50</b>

#### **7.2.5. Detalle total**

Por lo tanto el costo total en la investigación y la habilitación del banco hidráulico de controles de vuelo es la siguiente:

*Tabla 7.5. Detalle de gastos totales*

<b>ORD.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR</b>
1	Materiales	1	104,20
2	Mano de obra	1	40,00
3	Máquinas herramientas	1	25,00
4	Otros	1	50,00
Total otros gastos			<b>219,20</b>

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **8.1. Conclusiones**

- El banco hidráulico está compuesto de varias partes, las mismas que son construidas en diferentes países, los israelitas solo compran cada una y realizan las aplicaciones según los objetivos, lo que dificulta la adquisición de repuestos hacia la casa fabricante del banco.
- El objetivo del banco es proporcionar instrucción, las partes y componentes aplicadas a la aviación son difíciles de entender, este

banco guía en forma práctica un fácil entendimiento a los alumnos que quieren adentrarse en el conocer de los sistemas servo mecánicos de los controles de vuelo.

- El funcionamiento del banco es muy útil, una limitante es la adaptación realizada en la entrada de corriente hacia el banco ya que no siempre se encuentra tomas unidas de 220 V. Y 110 V. , esto dificulta poder trabajar en lugares diferentes.
- La aplicación de conocimientos hacia los alumnos es muy beneficiosa, éste es un medio didáctico el cual reemplaza en un 90 % la explicación teórica en las aulas.
- La ubicación del banco en el edificio 42 es muy importante ya que se encuentra juntos con otros sistemas similares donde se pueden hacer relaciones y diferencias de la aplicación del mismo, un inconveniente es el exceso de materiales contaminantes ya que trabaja con aceite hidráulico.

## **8.2. Recomendaciones**

- Los repuestos en caso de requerirlos, son difíciles de conseguir ya que la fabricación del banco es Israelita, pero se debe realizar un sondeo en el mercado nacional ya que las partes en su mayoría son de procedencia americana.
- Se recomienda incrementar en el sistema educacional del ITSA este banco hidráulico si es posible en los planes de materia dentro

de las mallas ya que es de beneficio exclusivo para los estudiantes tanto de mecánica como los de aviónica.

- No es recomendable la movilización del mismo ya que tiene un peso bastante considerable para su transportación, las ruedas son de capacidad suficiente para soporte pero no para transporte de largas distancias, además la dificultad que presenta las tomas de energía eléctrica.
- La designación de una persona a cargo directamente de este material permitirá tener más conocimiento a la vez que puede aplicar de mejor manera los objetivos de la misma a los alumnos.
- La protección de la maqueta contra contaminantes en el sector del edificio 42 es de vital importancia y nos atrevemos a decir como recomendación que se de cumplimiento a lo estipulado en el mantenimiento, además se debe tener siempre protegida con el cobertor siempre cuando no se la utilice.

## **Bibliografía**

- OÑATE E., (1994) Tecnología Aeronáutica , Aerodinámica práctica. Editorial Paraninfo SA. Magallanes – 28015 MADRID.
- NORTHROP AERONAUTICAL INSTITUTE. (1958) Entretenimiento y reparación de aviones. Editorial Reverté, S.A.

- OÑATE E., (1997) Conocimientos del avión. Obra adaptada al programa oficial JAR 61 para obtención del título de piloto de transporte de líneas aéreas. Editorial Paraninfo SA. Magallanes – 28015 MADRID.
- OÑATE E., (1994) Tecnología Aeronáutica , Estabilidad y control del avión. Editorial Paraninfo SA. Magallanes – 28015 MADRID.
- OÑATE E., (1994) Tecnología Aeronáutica , Energía hidráulica. Editorial Paraninfo SA. Magallanes – 28015 MADRID.
- IAFFA. Principios de hidráulica. (1964) Tomo I,II,III. Escuela de las Américas.
- IAI. (1977). Airborne Hydraulic Systems & Componentes illustrations handbook. Israel Aircraft Industries Ltd. Centro de entrenamiento
- FESTO DIDACTIC. (1978) Curso de hidráulica para la formación profesional. Manual de trabajo. Impreso en la república federal de Alemania.
- INEN. (2001) Normas ISO y GPE. Quito – Ecuador.
- Degem Sistem Ltda. Fundamentos Técnicos y trabajos prácticos de laboratorio.
- JOSÉ ROLDAN VITARIA. Neumática Hidráulica y electricidad aplicada. Tercera edición 1993. Editorial Paraninfo.