

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA
HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 PARA DEMOSTRAR
EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVOS HIDRÁULICOS**

POR:

CBOS-MC-AV JÁCOME VÁSQUEZ FRANKLIN JAVIER

**Proyecto de grado presentado como requisito para la obtener el
título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2007

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el **CBOS.-MC-
AV Jácome Vásquez Franklin Javier**, como requerimiento parcial para la
obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Sgop. Tec. Avc. Ochoa Kléber

DIRECTOR DE PROYECTO

Latacunga 05 mayo de 2007.

DEDICATORIA

El presente proyecto de grado esta dedicado al ser que dio la luz a este mundo y que siempre me acompaña a cualquier lugar que yo camine y que esta plenamente impregnado en mi corazón, "DIOS".

A mi esposa Francisca Yépez Ríos que con amor y ternura me supo apoyar en las etapas felices y difíciles de mi vida.

A mi hija Melannie Dayanna Jácome que con su cariño y ternura fue la inspiración para poder esforzarme cada día y poder realizar este proyecto de grado.

A mi padre y a mi madre que han sabido ser mi luz y que con amor y paciencia interminable me encaminan siempre por el camino correcto.

A mis hermanas y hermanos que son mi orgullo, alegría y han llenado mi vida de inolvidables recuerdos que nunca se borrarán de mi mente.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a toda mi familia por su apoyo inquebrantable y que han sido y serán mi columna vertebral y pilar fundamental en mi formación como ser humano y en mi carrera militar.

A la ARMADA DEL ECUADOR por permitirme formar parte de sus filas, por darme la oportunidad de especializarme y ser un ente competitivo en el ámbito profesional.

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

Cbos. Mc-av. Franklin Jácome Vásquez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos	V
Lista de figuras	XI
Lista de tablas.....	XIII
Resumen.....	XIV
Introducción.....	XVI
Planteamiento del problema.....	XVII
Justificación.....	XVII
Alcance.....	XVIII
Objetivos.....	XIX
Objetivo general.....	XIX
Objetivos específicos.....	XIX

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Principio básico de la hidráulica.....	1
1.1.1. Hidrostática e hidrodinámica.....	2
1.1.2. La presión y sus definiciones.....	3
1.1.3. Potencia hidráulica.....	5
1.1.4. Transmisión de la presión hidráulica.....	5
1.2. Sistema hidráulico.....	7
1.2.1. Líquido de origen mineral.....	9
1.2.2. Viscosidad.....	10
1.3. Componentes del sistema.....	11
1.3.1. Descripción de los componentes del sistema hidráulico.....	12
1.3.2. Depósito y bomba hidráulica.....	12
1.3.2.1. Funciones del reservorio hidráulico.....	14
1.3.2.2. Características del reservorio.....	14
1.3.2.3. Inspección del reservorio y bomba hidráulica.....	14
1.4. Válvula reguladora de presión hidráulica.....	15
1.4.1. Pasos a seguir para regular la válvula reguladora de presión hidráulica..	16
1.5. Válvula hidráulica solenoide.....	18
1.6. Filtro hidráulico y elemento.....	19
1.6.1. Eficiencia de filtración.....	20
1.6.2. Pasos para limpiar el elemento del filtro.....	20
1.6.3. Inspección del filtro.....	21

1.7. Conjuntos de cañerías hidráulicas.....	21
1.7.1. Cañería rígida.....	22
1.7.2. Cañería flexible.....	22
1.8. Actuadores hidráulicos.....	23
1.8.1. Actuadores de simple efecto.....	23
1.8.2. Actuadores doble efecto.....	24
1.9. Actuadores servo cíclico y colectivo.....	24
1.9.1. Soporte del actuador servo.....	24
1.9.2. Actuador servo.....	25
1.9.3 Conjunto del cilindro.....	25
1.9.4 Conjunto de la varilla (rod end).....	26
1.9.5. Conjunto de la cabeza del servo.....	26
1.9.6. Válvula servo.....	26
1.10. Sistema de controles de vuelo.....	27
1.11. Sistema de control del rotor de cola.....	28
1.11.1. Reglaje del rotor de cola.....	30
1.12. Sistema de control del colectivo.....	32
1.12.1. Reglaje del control colectivo.....	34
1.13. Sistema de control cíclico.....	39
1.13.1. Reglaje del control cíclico.....	41
1.14. El mezclador universal.....	45

CAPITULO II

2.1. Estudio de alternativas.....	46
2.1.1. Planteamiento de alternativas.....	47
2.1.2. Descripción de alternativas.....	47
2.1.3. Primera alternativa.....	48
2.1.4. Segunda alternativa.....	49
2.2. Criterios para la selección de alternativas.....	50
2.2.1. Análisis de las alternativas.....	50
2.2.2. Primera alternativa.....	50
2.2.3. Segunda alternativa.....	51
2.3. Parámetros de evaluación.....	52
2.3.1. Factor mecánico.....	52
2.3.2. Factor financiero.....	53
2.3.3. Factor complementario.....	53
2.4. Matriz de evaluación.....	55
2.5. Matriz de decisión.....	56
2.6. Selección de la mejor alternativa.....	57
2.7. Determinación de requerimientos.....	57

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Estructura.....	59
3.2. Base para los servos hidráulicos.....	63
3.3. Sistema hidráulico.....	64
3.4. Diagrama del sistema hidráulico del banco.....	67
3.5. Tipo de Máquinas y Herramientas utilizados en la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206.....	68
3.6. Diagramas de procesos.....	71
3.6.1. Diagrama de procesos de construcción de la estructura la cual sirve de base para el tablero y base para soldar los mamparos donde va fijado el trunion de los controles de vuelo cíclico, colectivo.....	72
3.6.2. Diagrama de procesos de construcción de la estructura donde están fijados los controles de vuelo.....	73
3.6.3. Diagrama de procesos de construcción de la base donde va fijada la base de los servos actuadores.....	74
3.6.4. Diagrama de procesos de construcción de los bocines donde van acoplados los trunions de los servos actuadores.....	75
3.6.5. Diagrama de procesos de construcción del soporte del pivote de la palanca del cíclico.....	76
3.6.6. Diagrama de procesos de construcción del soporte para la palanca del repetidor del control del cíclico.....	77
3.6.7 Diagramas de montaje general.....	78
3.7. Pruebas de funcionamiento.....	79

CAPITULO IV
ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1. Presupuesto.....	84
4.2. Análisis económico.....	84

CAPÍTULO V
ELABORACIÓN DE MANUALES

5.1. Descripción general.....	86
5.2. Manual de operación.....	88
5.3. Manual de mantenimiento.....	90
5.4. Manual de verificación.....	92
5.5. Hojas de registros.....	93

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.....	95
6.2. Recomendaciones.....	96
Bibliografía.....	97
Anexos.....	98
Planos.....	100

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1. Principio del gato hidráulico.....	6
Figura. 2. Esquema del sistema hidráulico.....	8
Figura. 3. Tarro de aceite hidráulico MIL-5606.....	9
Figura. 4. Componentes del sistema hidráulico.....	11
Figura. 5. Depósito y bomba hidráulica.....	13
Figura. 6. Válvula reguladora de presión hidráulica.....	18
Figura. 7. Cañerías flexibles.....	22
Figura. 8. Soporte de los servos actuadores.....	24
Figura. 9. Servos actuadores.....	25
Figura. 10. Sistema de control de vuelo.....	27
Figura. 11. Cambio de paso de las palas.....	29
Figura. 12. Sistema de control del rotor de cola.....	30
Figura. 13. Reglaje del rotor de cola.....	32
Figura. 14. Sistema de control colectivo.....	33
Figura. 15. Reglaje de control de paso colectivo (centrado del cíclico).....	37
Figura. 16. Reglaje del control de paso del colectivo.....	38
Figura. 17. Sistema control cíclico.....	40
Figura. 18. Reglaje control del control cíclico.....	44
Figura 3.1. Estructura de la maqueta.....	62
Figura 3.2. Plancha negra metálica.....	63
Figura 3.3. Tablero de madera.....	64
Figura 3.4. Ruedas de hierro.....	65
Figura 3.5. Electrodo.....	66

Figura 3.6. Base de los servos actuadores.....	67
Figura 3.7. Componentes del Sistema hidráulico.....	68
Figura 3.8. Banco Terminado.....	69
Figura 3.9. Diagrama del sistema hidráulico del banco.....	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.4.1. Matriz de evaluación.....	55
Tabla 2.5.1 Matriz de decisión.....	56
Tabla 3.1. Máquinas utilizadas.....	68
Tabla 3.2. Herramientas utilizadas.....	69
Tabla 3.3. Equipos auxiliares utilizados.....	69
Tabla 3.4. Tiempo de operación de máquinas – herramientas – equipos.....	70
Tabla 3.5. Simbología de los procesos de construcción del banco.....	71
Tabla 3.6 Verificación de funcionamiento de los sistemas de la maqueta didáctica del sistema hidráulico.....	79
Tabla 4.1. Materiales.....	82
Tabla 4.2. Máquina-herramienta.....	83
Tabla 4.3. Mano de obra.....	84
Tabla 4.4. Otros.....	84
Tabla 4.5. Costo total.....	85
Tabla 5.1.-Codificación de los procedimientos de ensayo de la maqueta.....	86

RESUMEN

El presente proyecto de grado nace de la falta de una maqueta didáctica para demostración del funcionamiento de los servos hidráulicos, para la instrucción de los alumnos de la escuela de aviación naval, a fin que los alumnos podrán observar cual es el recorrido del fluido hidráulico y como funcionan los servos actuadores hidráulicos en conjunto con los controles de vuelo. También será de gran ayuda didáctica para los instructores de la materia.

Este ha sido debilidades que padece la escuela de la aviación naval, por tal razón y una vez que se adquirido conocimiento suficiente para realizar éste proyecto de grado, se ha tomado la decisión de construir una maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero BELL 206, para demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos.

Este proyecto tiene como fin, cumplir con una función básica, sencilla pero de mucha utilidad ya que se dan casos en los cuales por la falta de material del sistema hidráulico, los instructores tienen que retirar los carenajes de los helicópteros para poder dar la instrucción de este sistema, en otros no se pueden dar la enseñanza en los hangares ya que los helicópteros se encuentran en inspecciones.

Se ha presentado dos alternativas para la construcción de una maqueta didáctica del sistema hidráulico y el principal factor que incidió en la selección de la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico que se construyó radicó en el costo.

La utilidad que tiene la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico es muy favorable frente al costo que derivó construir el mismo, comparado con el costo del mercado, ahora se contará con una maqueta didáctica del sistema hidráulico que ayudará a cumplir una buena enseñanza a los alumnos de la aviación naval.

Para facilitar la operación de la maqueta didáctica del sistema hidráulico se detalló los procesos de construcción, diagramas, Manual de seguridad, Manual de operación, Manual de mantenimiento.

Concluida la construcción de la una maqueta didáctica del sistema hidráulico se realizó pruebas respectivas para así demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos prueba que dio óptimos resultados lo que implica la justificación de éste proyecto de grado.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado, como requisito previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica, trata sobre la construcción de una maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero BELL 206 para demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos.

En los detalles por capítulos se citarán nociones generales del sistema hidráulico del helicóptero aeronaval BELL 206 mediante gráficos y diagramas de funcionamiento del sistema.

La construcción de esta maqueta didáctica facilitara la enseñanza y aprendizaje del sistema hidráulico a los técnicos de los helicópteros y alumnos que están realizando el curso de mecánicos en la escuela de la aviación naval.

También el presente trabajo funcionará como un banco de prueba para los servos hidráulicos y filtros de los helicópteros BELL 206, ya que en la actualidad no se consta con un Banco de Prueba.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Escuela de la Aviación Naval creada para especializar calificar perfeccionar oficiales tripulantes de la armada en su preparación profesional en el campo operativo y técnico en el área de aviación naval brinda servicio académico a los futuros técnicos de aviación, misma que desde su creación no cuenta con un material didáctico suficiente del sistema hidráulico de los helicópteros Bell 206 para demostrar el funcionamiento de los servos hasta el momento.

Es necesario destapar los carenajes de los helicópteros para que los alumnos puedan observar como trabaja el sistema hidráulico, quedando con falta de conocimientos al momento de evaluarlos.

Por lo que la Escuela de la Aviación Naval no satisface enteramente la necesidad de enseñanza a los futuros técnicos de aviación por la falta de material didáctico.

Mencionado maqueta del sistema hidráulico ayudara al personal docente para que brinden las enseñanzas al 100% y también servirá de gran utilidad a los futuros alumnos de la escuela de aviación naval para que obtengan un completo Conocimiento del mencionado sistema hidráulico de los helicópteros Bell 206.

JUSTIFICATIVO

Tomando en cuenta la dimensión crecimiento e importancia de la escuela de aviación naval dentro del campo de la aviación. Es necesaria y prioritaria la elaboración de una maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 para demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos.

Esta maqueta será de gran utilidad como material didáctico para los futuros técnicos a desempeñarse en este campo.

También el mismo que servirá de gran ayuda para los docentes de la materia y los futuros alumnos de la aviación naval para que obtengan un completo conocimiento del sistema hidráulico de los helicópteros Bell 206, ayudando de esta manera a desempeñarse correctamente en sus futuras inspecciones.

ALCANCE DEL PROBLEMA

El presente trabajo abarca a todo el personal de docentes y futuros alumnos de la escuela de la aviación naval.

La elaboración de una maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 será de una gran ayuda de enseñanza didáctica para la escuela y para el personal antes mencionado, dicha maqueta también funcionara como banco de prueba para los servos hidráulicos.

OBJETIVOS:

Objetivo general:

Elaborar una maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 para demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos con normas preestablecidas para ayudar en el desarrollo teórico-práctico de los futuros alumnos de la aviación naval.

Objetivos específicos:

- Recopilar información para el buen desarrollo del proyecto
- Determinar requerimientos técnicos del sistema hidráulico
- Plantear alternativas de construcción
- Seleccionar la alternativa adecuada
- Diseño y elaboración del proyecto
- Demostrar el funcionamiento de la maqueta del sistema hidráulico.
- Elaborar manual de construcción, mantenimiento, y funcionamiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA HIDRÁULICA

La hidráulica es la ciencia que estudia las leyes que regulan el equilibrio y el movimiento de los cuerpos

- Los líquidos adoptan la forma del recipiente que los contienen, ya que no tienen forma propia
- Los líquidos no pueden ser comprimidos, lo cual hace que sean excelentes transmisores de fuerza a diferencia del aire y de los gases que son comprimibles.
- Los líquidos transmiten las presiones que se les aplica en todas las direcciones con la misma intensidad.

La Hidráulica se divide en dos grandes apartados:

Hidrostática.- Es la que estudia el equilibrio de los líquidos y la presión que ejerce sobre los recipientes que lo contienen.

Hidrodinámica.- Es la que estudia el movimiento y circulación de los líquidos y las fuerzas resultantes.

1.1.1. HIDROSTÁTICA E HIDRODINÁMICA

El principio de Arquímedes señala "Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un líquido experimenta un empuje de abajo hacia arriba, igual al peso del líquido desplazado", la presión es proporcional a la profundidad y para nada interviene la forma que tenga el depósito que contiene el líquido, la presión en cada altura de nivel o profundidad es la misma.

La presión a modo aritmético es el cociente que resulta de dividir una fuerza por la superficie sobre la que actúa, en términos de formulación matemática es:

$$P= F/S$$

En donde:

P= Presión

F= Fuerza

S= Superficie

Si suponemos que la fuerza es constante de un valor determinado, la presión disminuye si aumenta la superficie es decir se aumenta la superficie sobre la que actúa la fuerza inversamente, en las mismas condiciones con la fuerza constante, la presión aumenta si la superficie sobre la que actúa la fuerza disminuye dando como consecuencia la relación anterior.

La Hidrodinámica.- Se ocupa de los movimientos de los líquidos, para técnico y el operador es de gran interés el análisis del movimiento de los líquidos por tuberías.

En primer lugar cuando un líquido se desplaza por una tubería, impulsado por una fuerza motriz, el primer hecho físico que se produce es la presencia de una resistencia al movimiento del líquido por la llamada fricción, por tal motivo se produce pérdidas de energía que tendremos que combatir ayudados de la característica de viscosidad que poseen los líquidos.

Mediante el transcurso de los líquidos por las tuberías se producen dos tipos de movimientos laminar y turbulento. Laminar el mismo que se da al inicio movimiento y pasando a turbulento mediante el transcurso, como ayuda a este fenómeno se han empleado dispositivos llamados venturi.

1.1.2. LA PRESIÓN Y SUS DEFINICIONES

PRESIÓN.

Presión (p) es la relación entre la fuerza perpendicular que actúa sobre la superficie y el valor del área de esta superficie.

$$P=F/A$$

La Presión Atmosférica.- las capas superiores de aire de la atmósfera terrestre comprime a las capas inferiores, como al aire que rodea la tierra esta sometido a la acción de la gravedad razón por la cual a nivel del mar, la presión es mayor que a cierta altura, la presión atmosférica a nivel del mar es 1013,25 milibares equivalente a 29,921 pulgadas de mercurio, a una atmósfera o a 760mm de mercurio.

Presión Relativa.- Es la presión que indican los manómetros que se usan, conocida también como presión del indicador. La presión relativa no tiene en cuenta la presión atmosférica.

Presión Absoluta.- Es la suma de la presión relativa mas la presión atmosférica.

Presión Absoluta = Presión Relativa + Presión Atmosférica.

La presión absoluta de un líquido esta relacionada con la presión que tiene el líquido comparada con el vacío total.

Presión Estática.- Es la fuerza por unidad de área que ejerce un fluido sobre un cuerpo en reposo respecto de dicho fluido, si el cuerpo y el fluido se mueven a igual velocidad, el cuerpo "esta en reposo" respecto al fluido.

1.1.3. POTENCIA HIDRÁULICA

Es el trabajo que efectúa en un mecanismo hidráulico por unidad de tiempo, de allí que se llama caudal al volumen de líquido que circula por segundo donde la potencia hidráulica es definida como:

$$\text{Pot} = P \times Q$$

En donde:

P = Presión

Q = Caudal

Cabe hacer hincapié que a mayor presión se necesita menor caudal de líquido para obtener una potencia determinada, lo que permite la construcción de equipo más pequeño y de menor peso.

1.1.4. TRANSMISIÓN DE LA PRESIÓN HIDRÁULICA

El matemático y filósofo Francés Blas Pascal (1623-1669) estableció el siguiente principio: "La presión ejercida en un punto sobre un líquido en equilibrio se transmite integralmente en todas direcciones", este principio lo podemos observar en el famoso "gato hidráulico"

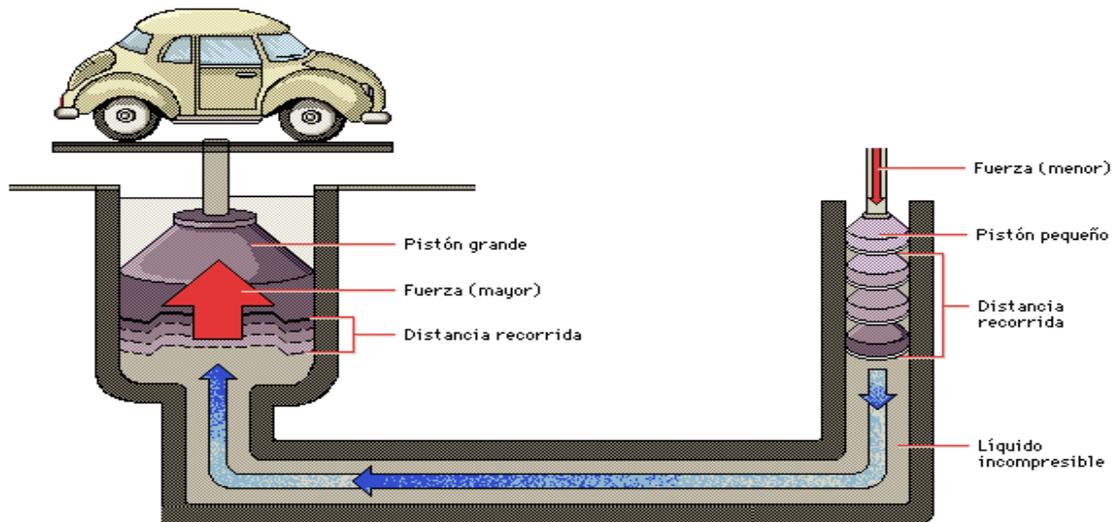


Figura. 1. Principio del gato hidráulico

Supongamos que el émbolo de la izquierda tiene una superficie de 9cm^2 y el de la derecha de 1cm^2 , si aplicamos una fuerza de un kilogramo en el pistón pequeño la presión en el líquido, es ciertamente un $\text{Kg.} / \text{cm}^2$. Esta presión es el resultado de dividir la fuerza que se aplica, por la sección o superficie sobre la que actúa, que en este caso es de 1cm^2 . La presión se transmite integralmente al pistón grande, conforme al principio de Pascal; entonces, este pistón puede elevar o ejercer una fuerza hacia arriba de la figura de 9kg .

Nótese que esta fuerza es el resultado de multiplicar la presión estática del líquido por la superficie sobre la que actúa la presión.

1.2. SISTEMA HIDRÁULICO

El sistema hidráulico del helicóptero aeronaval BELL-206 consta de un sistema hidráulico independiente.

Este sistema hidráulico proporciona el poder para operar los servos de los controles de vuelo de mando como son el cíclico y el colectivo.

El sistema hidráulico provee la presión necesaria para facilitar el movimiento de los controles de vuelo y minimizar el esfuerzo de los pilotos, con este sistema se ha logrado muy buenas características de control ya que hay un control preciso aun en condiciones de turbulencias.

Este sistema consiste de la bomba y el regulador, actuadores servos, válvula solenoide, montajes de tubo, montajes de manguera y filtro hidráulico el cual tiene un botón indicador rojo que salta para indicar que el filtro se esta obstruyendo. El depósito es un componente de la bomba y un regulador.

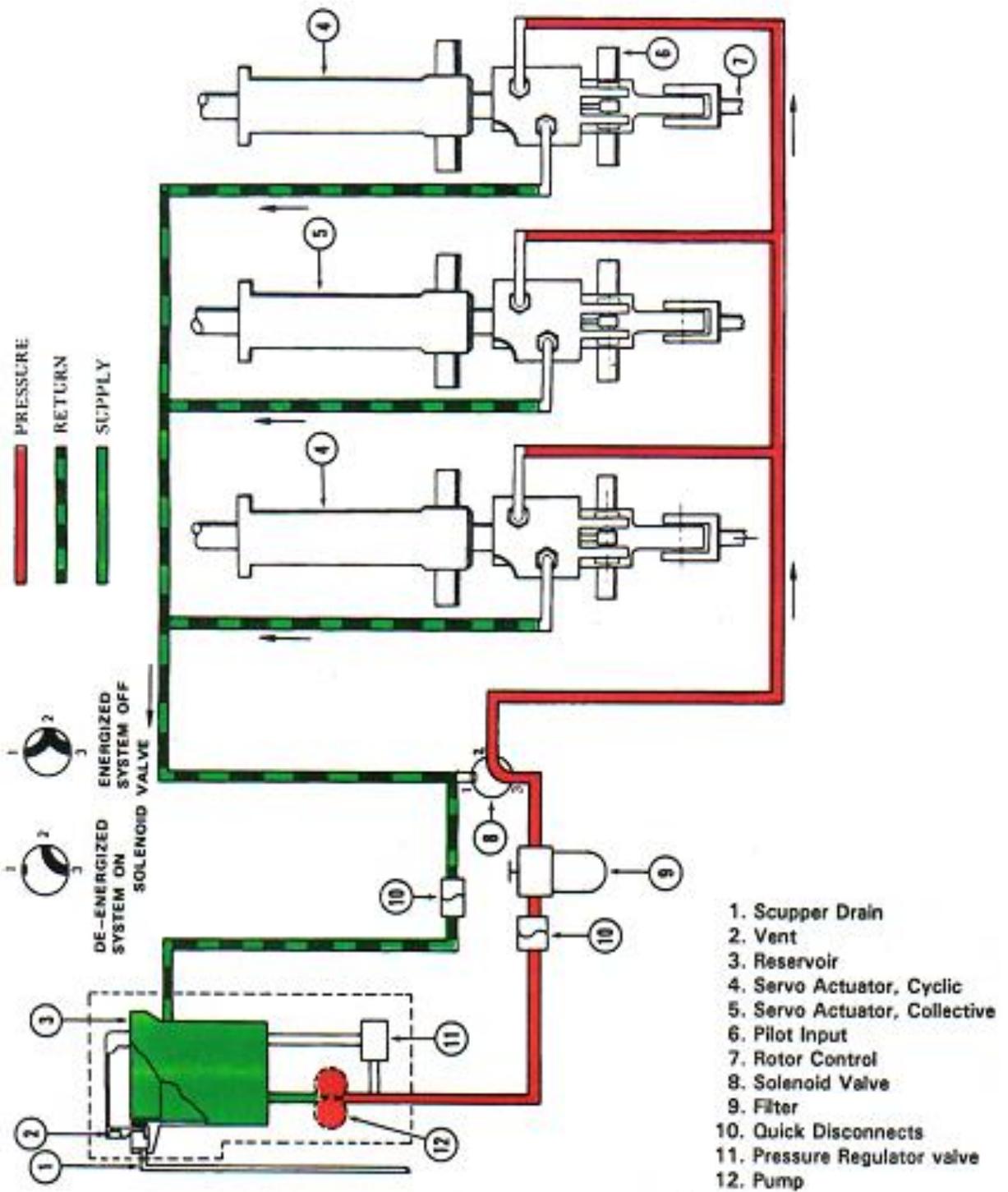


Figura. 2. Esquema del sistema hidráulico

Este sistema es alimentado a la bomba por gravedad es un sistema abierto por el respiradero del reservorio.

Este sistema opera con una presión hidráulica de 600 ± 50 PSI y están diseñados para operar con un fluido hidráulico (MIL-H-5606)

1.2.1. LÍQUIDO DE ORIGEN MINERAL

El líquido hidráulico estándar de este grupo tiene el número de especificación MIL-H-5606, la sigla MIL indica que es una especificación militar, y la inicial H indica que es de empleo hidráulico. Su campo operacional térmicamente hablando, se encuentra entre -54 °C, su viscosidad es baja y como muchos otros fluidos hidráulicos es inhibidor de la corrosión.



Figura. 3. Tarro de aceite hidráulico MIL-5606

El MIL-H-5606 se deriva de la refinación del petróleo, es de color rojo, e incorpora aditivos depresores del punto de congelación, aditivos que mejoran el índice de viscosidad, aditivos antiespumantes, antioxidantes. La inhibición de la corrosión es reducir la cantidad de oxidación que ocurre en fluidos derivados del

petróleo, cuando estos están sujetos a alta presiones y temperaturas para minimizar la corrosión de las partes metálicas con las que esta en contacto.

1.2.2. VISCOSIDAD

La viscosidad de un líquido es la resistencia que oponen sus partículas a su desplazamiento, a deslizarse unas sobre las otras, como si una lámina se deslizara sobre otra.

Esta definición práctica de la viscosidad da idea de la facilidad o dificultad con la que un líquido puede circular por una tubería. Si el líquido tiene mucha viscosidad, el desplazamiento por un tubo es lento y difícil; si el líquido tiene una viscosidad pequeña, el movimiento es fácil. Se dice entonces que el líquido tiene fluidez. Fluidez es una propiedad inversa de la viscosidad; los líquidos muy viscosos poseen fluidez y su derrame es lento y difícil.

La importancia de la viscosidad, como propiedad fundamental de un fluido, se debe a que afecta numerosas facetas de su funcionamiento práctico: afecta a las fugas que se producen en los mecanismos a la pérdida de energía por el rozamiento interno; muy en particular, a los posibles daños que se pueden producir por las interferencias y los roces mecánicos debidos al empleo de líquidos de viscosidad inadecuada.

1.3. COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema hidráulico esta formado por los siguientes componentes:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 Filtro | 9 Válvula reguladora de presión |
| 2 Desconexión rápida de la línea de presión | 10 Generador tacómetro |
| 3 Desconexión rápida de la línea de retorno | 11 Tapón |
| 4 Manguera de presión | 12 Tapón |
| 5 Manguera de retorno | 13 Válvula solenoide |
| 6 Bomba y deposito | 14 Actuador servo cíclico |
| 7 Línea de drenaje | 14 Actuador servo cíclico |
| 8 Salida de drenaje | 15 Actuador servo colectivo |

El depósito del hidráulico es un componente integral con la bomba y el regulador de presión.

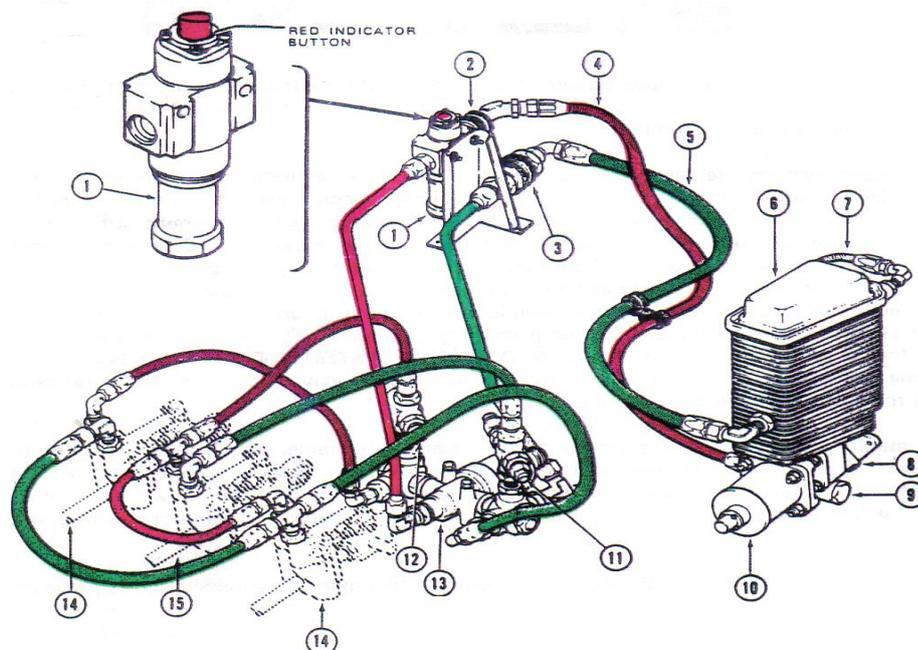


Figura. 4. Componentes del sistema hidráulico

1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

A continuación vamos a realizar un estudio detallado de cada uno de los componentes del sistema hidráulico.

1.3.2. DEPÓSITO Y BOMBA HIDRÁULICA

La bomba hidráulica, el depósito y el regulador en el lado delantero de la bomba de aceite de la transmisión es una unidad. Tiene ventilación y tiene un imbornal (scupper) y una línea de drenaje para sacar el exceso de fluido hidráulico hacia el exterior. Hay dos puertos de drenaje de los sellos adyacentes a la pestaña (flange) de montaje para permitir que cualquier aceite de lubricación o fluido hidráulico de la transmisión que pueda gotear pasando los sellos se drenen al exterior. El conjunto de la bomba y el regulador incluye también una placa de montaje para el generador tacómetro del rotor.

La bomba hidráulica tiene un acople impulsor colocado entre los engranajes del eje impulsor de la bomba de aceite de la transmisión y las estrías (splines) de la bomba hidráulica. En caso de una falla de la bomba hidráulica o del generador tacómetro, el eje impulsor de la bomba de transmisión se romperá dentro del acople separando los dos sistemas.

La bomba de aceite de la transmisión continuara operando pero la bomba hidráulica dejara de girar. La bomba es de caudal variable y descargan presión en un rango de 600 ± 50 PSI.

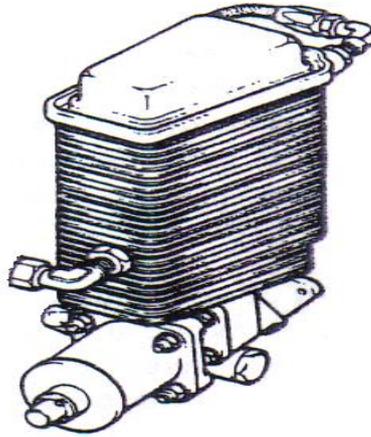


Figura. 5. Depósito y bomba hidráulica

La bomba hidráulica es el mecanismo encargado de producir la presión hidráulica, hasta el valor nominal que precisa el sistema, de acuerdo con sus condiciones de diseño, para ello la bomba se alimenta de líquido hidráulico almacenado en el depósito hidráulico.

El reservorio de líquido hidráulico es el recipiente que almacena el fluido hidráulico de servicio del helicóptero, la cantidad de líquido que almacena es suficiente para las necesidades del sistema.

El conjunto hidráulico de la bomba y reservorio esta localizado en la parte final delantera de la transmisión.

1.3.21. FUNCIONES DEL RESERVORIO HIDRÁULICO

- Almacenar líquido hidráulico que se emplea como medio transmisor de potencia.
- Compensar las pérdidas de líquido debido a pequeñas fugas.
- Permitir la desimulsión del líquido.

1.3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO

El tapón de la boca de llenado debe hacer un cierre hermético, pero a su vez lleva un orificio de respiración que filtre aire que entre en el depósito.

El indicador de nivel es muy útil ya que nos permite saber el nivel de líquido hidráulico del reservorio.

Las tuberías de entrada y salida de líquido hidráulico se deben disponer, de forma que comuniquen con el depósito en los puntos de menor turbulencia y aireación. Esto quiere decir que sus bocas deben quedar, cerca del fondo del depósito.

1.3.2.3. INSPECCIÓN DEL RESERVORIO Y BOMBA HIDRÁULICA

- Inspeccionar si hay grietas, corrosión y fugas en el conjunto del depósito y la bomba, y que este adecuadamente instalada.
- Inspeccionar el desgaste de las estrías del eje impulsor de la bomba y del

acople.

- Inspeccionar si la camisa tiene grietas y que este asegurada, y que la manguera no este deteriorada y este adecuadamente instalada.
- Inspeccionar y lubricar las estrías de la bomba hidráulica cada 300 horas de operación.

- Dar servicio al depósito hidráulico con fluido hidráulico. Cuando se llena el depósito se debe llenar hasta rebosar si el nivel del fluido es visible en la mira. La mira que este decolorada o manchada puede dar una indicación falsa. Si la mira no esta en buena condición debe cambiarse.

- Para reparar y dar overhaul a la bomba y al deposito hidráulico, ver el manual de reparación de componentes y overhaul.

1.4. VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN HIDRÁULICA

Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.

En general el funcionamiento de una válvula reguladora de presión es como sigue: en el tubo existe una presión (P_e) de entrada, la (P_s) presión de salida, y la presión (P_d) que se ejerce sobre el diafragma. Si la válvula piloto está cerrada, tendremos $P_e = P_d$, por lo que el disco por su propio peso y la fuerza del resorte auxiliar permanecerá cerrado.

Si la válvula piloto está abierta, se establece una corriente de agua y

debido a la estrangulación se producirá un P_d menor que un P_e , por lo cual la válvula permanecerá abierta. El hecho de que la válvula piloto esté abierta, cerrada o estrangulada depende de la diferencia de presión entre P_e y P_s , por lo que deberá cumplir una función reguladora sobre el flujo, y consecuentemente, por medio de la estrangulación sobre la presión de la cara del diafragma.

1.4.1. PASOS A SEGUIR PARA REGULAR LA VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN HIDRÁULICA

Revisar la presión del sistema hidráulica y ajustar según se requiera después de cambiar la bomba y el regulador hidráulico y/o cuando se sospecha que la presión de operación de 600 ± 50 PSI no se esta manteniendo.

Quitar el tapón AN814-3D en el puerto de prueba de un actuador servo cíclico. Instalar un manómetro (medidor de presión) hidráulico calibrado en la puerta de prueba. Usar un medidor para indicar presión hasta de 1000 psi.

Operar el helicóptero al 100% de RPM del rotor y observar la presión hidráulica.

Si la presión no esta dentro de 600 ± 50 PSI, ajustar de acuerdo con los siguientes pasos.

- Quitar el alojamiento de bomba y el depósito.
- Quitar y desechar los empaques de las mangas y alojamiento.

- Si el desviador de presión no está instalado o se debe añadir o quitar una arandela para ajustar la presión, destornillar la manga del alojamiento.
- No separar el pistón y el resorte de la manga. No quitar arandelas de alojamiento excepto para ajustar.
- Para incrementar la presión una arandela la incrementará en aproximadamente 30 psi.
- Insertar el desviador de presión sobre el extremo con rosca de la manga. Alinear el área seleccionada de desviador de presión con la parte plana de la manga.
- El desviador de presión se requiere en todas las válvulas reguladoras de presión.
- Asegurarse de que está instalada la cantidad requerida de arandelas dentro del alojamiento y que el pistón y el resorte estén correctamente colocados en la manga. Enroscar la manga dentro del alojamiento. Dar torque a la manga con el alojamiento de 80 a 100 libras / pulgada.
- Lubricar los empaques nuevos con fluido hidráulico e instalar en la manga y el alojamiento (tapón).
- Instalar la válvula reguladora de presión en la bomba y el depósito. Dar torque al alojamiento de 150 a 250 libras / pulgadas.
- Operar el helicóptero a 100% RPM del rotor y revisar la presión hidráulica. Ajustar la cantidad de arandelas si es necesario y volver a chequear la presión hidráulica.

A continuación en la figura 6 se muestra las partes de la válvula reguladora de presión del conjunto del depósito y la bomba hidráulica.

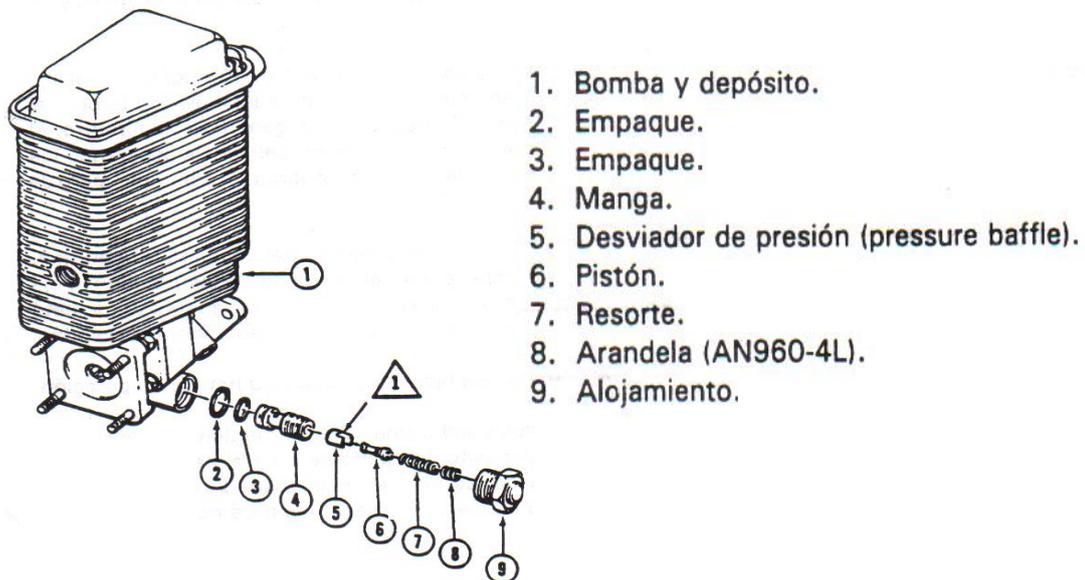


Figura. 6. Válvula reguladora de presión hidráulica

1.5. VÁLVULA HIDRÁULICA SOLENOIDE

La válvula hidráulica solenoide se encuentra en la plataforma de servicio delante de la transmisión y es controlada por el interruptor ON/OFF del sistema colocado en el panel de controles misceláneos. Cuando el interruptor está en OFF, el solenoide está energizado permitiendo que la presión del sistema hidráulico sea sobrepasada (bypassed). Poniendo el interruptor en ON activa la presión del sistema hidráulico.

En el caso de una falla de energía, el sistema sigue funcionando en la posición en ON.

En caso de una falla de funcionamiento, el movimiento de los controles de vuelo permanece igual, pero la fuerza requerida para mover el cíclico y el colectivo se incrementa. El rango en que los movimientos pueden hacerse disminuye. Como el control de retroalimentación no es excesivo, el piloto puede aislar el sistema.(apagarlo) y regresar con seguridad a una área para aterrizar. Como resultado, el sistema de reserva no es necesario.

1.6. FILTRO HIDRÁULICO Y ELEMENTO

Los líquidos hidráulicos, además de servir de medio para transmitir fuerza, tiene que actuar como lubricantes de piezas mecanizadas con gran precisión.

La suciedad se introduce inevitablemente dentro del sistema durante el montaje inicial del mismo, y en general sigue penetrando del exterior durante su funcionamiento.

De la misma manera los sistemas generan su propia suciedad debido al desgaste de sus piezas móviles (tales como bomba hidráulica y mecanismos internos)

La contaminación del fluido por sólidos es la presencia de partículas sólidas contaminantes, que pueden producir tres efectos en el sistema:

- Impedir el funcionamiento del sistema.
- Degradar la actuación del sistema.
- Acelerar el desgaste del sistema.

Para impedir la contaminación del fluido por dicha suciedad, se hace necesaria la inclusión de un elemento filtrante el mismo que evitara el mal funcionamiento y deterioro del sistema.

El tipo de filtro utilizado en el helicópteros navales BELL-206 son de 15 micrones

1.6.1. EFICIENCIA DE FILTRACIÓN

La eficiencia de filtración puede ser nominal y absoluta. Un filtro tiene una eficiencia nominal de X micras, cuando es capaz de retener el 95% de una colección de esferas de vidrio, cuyo tamaño es de X micras de diámetro o superiores. La eficiencia absoluta de X micras, consiste en que el filtro es capaz de retener el 100% de partículas de diámetro mayores a X micras.

1.6.2. PASOS PARA LIMPIAR EL ELEMENTO DEL FILTRO

PRECAUCIÓN

- Quitar el elemento del filtro y limpiarlo en una área segura.
- Limpiar el elemento usando unos de los siguientes:
 1. JP-4 O JP-5 Jet fuel
 2. Fluido hidráulico
 3. Solvente para lavar en seco

4. Detergente líquido en agua
5. Lavar a presión el elemento por dentro y por fuera.

1.6.3. INSPECCIÓN DEL FILTRO

1. Limpie la taza del filtro con solventes e inspeccione por rasguños, melladuras, por golpes, abolladuras.

2. inspeccione el botón rojo indicador de presión diferencial. Que permanezca en su adecuada posición.

3. llene la taza del filtro de tres a cuatro veces antes de su instalación.

El indicador de presión diferencial actúa a 70 ± 10 psi a través del elemento del filtro.

El indicador no funciona por debajo de $35^\circ \text{F} \pm 15^\circ \text{F}$ ($1,6^\circ \text{C} \pm -9,4^\circ \text{C}$).

1.7. CONJUNTOS DE CAÑERÍAS HIDRÁULICAS

Las canalizaciones hidráulicas de los helicópteros se denominan tuberías hidráulicas.

Las tuberías hidráulicas pueden ser de dos tipos:

1. Cañerías rígidas, metálica.
2. Cañerías flexibles, de materiales tipo caucho sintético protegidos con una superficie metálica de aleación de aluminio y acero flexible.

1.7.1. CAÑERÍA RÍGIDA

Se denomina cañería rígida a un elemento, más o menos largo, formado por la unión de varios tubos metálicos, que se acoplan mediante tuercas de unión, u otros procedimientos de empalme. Es característico de las cañerías que poseen un cierto espesor de pared, que varia de acuerdo con la presión hidráulica que deben soportar.

Las cañerías metálicas es preferible en los tres casos siguientes: cuando la línea en cuestión no esta sometida a vibraciones importantes, cuando no conecte elementos que desplazan uno respecto del otro, cuando no pertenece a líneas de conexión directa de las bombas.

1.7.2. CAÑERÍA FLEXIBLE

Se denomina cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de productos elásticos sintéticos protegidos con una superficie metálica de aluminio y acero flexible.

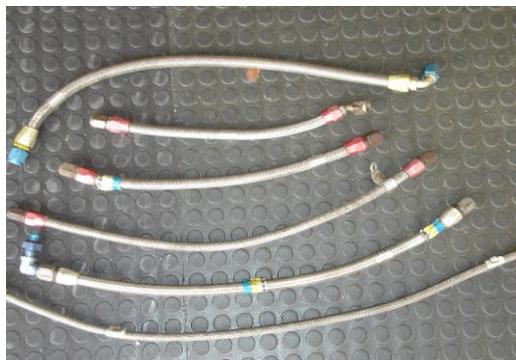


Figura. 7. cañerías flexibles

Las cañerías flexibles se emplean en todas aquellas zonas de los sistemas en los que existe movimiento relativo entre los equipos o elementos del circuito, bien por desplazamiento mecánicos, o por desplazamientos ocasionados por las condiciones de servicio.

1.8. ACTUADORES HIDRÁULICOS

Se denomina actuadores hidráulicos a los mecanismos que tienen como función transformar la presión hidráulica en fuerza mecánica. Los elementos fundamentales de un actuador son: pistón y vástago del pistón, en los cilindros se encuentran los orificios de entradas y salida del líquido.

Los elementos móviles del actuador pueden ser: el vástago, si el cilindro está anclado a la estructura; o el cilindro, si el vástago permanece fijo y es el cilindro que se desplaza. Estos últimos se denominan actuadores de camisa móvil y de vástago fijo. Los actuadores se clasifican en dos clases, de acuerdo con sus características de trabajo:

- Actuadores de simple efecto
- Actuadores de doble efecto

1.8.1. ACTUADORES DE SIMPLE EFECTO.

Un actuador es de simple efecto cuando el pistón del actuador recibe presión hidráulica solo por una de las caras del pistón; por lo tanto este actuador

solo tiene una carrera de trabajo. El movimiento de recuperación se lo hace por la acción de un resorte normalmente, se lo emplea básicamente como un mecanismo de bloqueo.

1.8.2. ACTUADORES DOBLE EFECTO.

Este tipo de actuador es de uso general; la expresión “doble efecto” quiere decir que la presión se puede aplicar tanto a un lado como a otro del pistón, obteniendo movimientos en uno y otro sentido. Por ende este actuador tiene dos carreras de trabajo

1.9 ACTUADORES SERVO CÍCLICO Y COLECTIVO

1.9.1. SOPORTE DEL ACTUADOR SERVO.

El soporte de los actuadores servo colectivo y cíclico esta instalado en el techo de la cabina y sirve como un montaje para los actuadores servo y las palancas angulares asociadas. El actuador servo del control esta montado en el centro y los dos actuadores servo del cíclico están montados en los lados.



Figura. 8. soporte de los servos actuadores

1.9.2. ACTUADOR SERVO

El actuador servo de presión hidráulica de control para mover al plato universal desde los controles de vuelo cíclico y colectivo. El actuador servo consiste de un cilindro, una varilla en el extremo y una cabeza servo.

En la figura 9 se muestran los servos actuadores hidráulicos que mas adelante estan ensamblados en la maqueta didáctica.

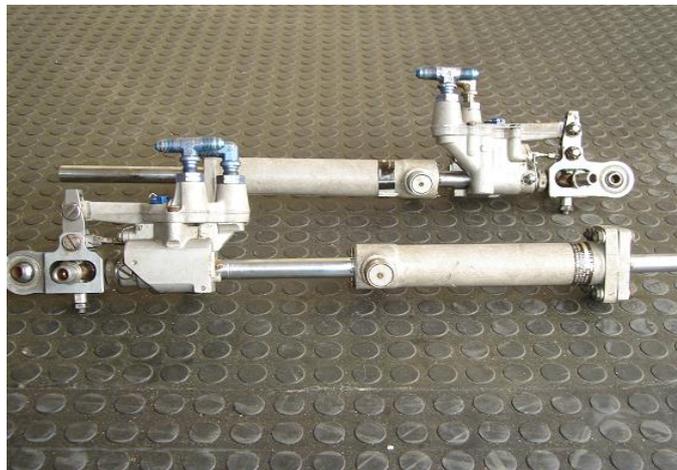


Figura. 9. servos actuadores

1.9.3. CONJUNTO DEL CILINDRO

El conjunto del cilindro consiste de un cilindro, un montaje de muñones (trunions) y un pistón balanceado. Los muñones se utilizan para montar el actuador servo dentro de un soporte de montaje común en el helicóptero.

1.9.4. CONJUNTO DE LA VARILLA (ROD END)

El conjunto de la varilla del extremo tiene rosca dentro del pistón después de la cabeza del servo.

Las fuerzas de salida del actuador servo se llevan al cojinete en el montaje de la varilla del extremo. Los eslabones de entrada y retroceso, los cuales se utilizan para poner al actuador servo en posición de acuerdo con los mandos del piloto, son incorporados como interactuadores entre la varilla del extremo y el montaje de la cabeza del servo.

1.9.5. CONJUNTO DE LA CABEZA DEL SERVO

El conjunto de la cabeza del servo esta formado por la válvula servo, válvula de secuencia, válvula de alivio diferencia, un juego de dos válvulas de retención y puertas requeridas para las conexiones del sistema hidráulico del helicóptero para llevar a cabo pruebas.

1.9.6. VÁLVULA SERVO

Esta válvula consiste de un juego fabricado a precisión formado por la manga y la válvula. Las partes móviles están perfectamente cortadas para que la precisión no se pase al retorno y viceversa. Esto permite completa presión a cada pistón cuando la válvula esta centrada y también permite la regulación del flujo entre el cilindro y el retorno.

1.10. SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO.

El sistema de controles de vuelo son los componentes o partes que controlan el vuelo del helicóptero permitiéndole todo tipo de movimiento cuando este se encuentra en operación.



Figura. 10. sistema de control de vuelo

El sistema de controles de vuelo consta de tubos de control de aleación de aluminio y palancas angulares accionados por los sistemas de controles convencionales que son los siguientes:

- Sistema de control del rotor de cola.
- Sistema de control del cíclico
- Sistema de control del colectivo.

Estos controles están instalados debajo de los asientos del piloto, detrás del centro del helicóptero y arriba del techo de la cabina a través de la columna de control que también sirve como estructura principal de la cabina.

Los controles cíclico y colectivo están dirigidos hacia las palas del rotor principal a través del plato universal o swashplate.

Los controles direccionales están dirigidos hacia el rotor de cola a través del botalón de cola.

El largo de algunos tubos de control es fijado por adaptadores fijos mientras que otros son regulables, los tubos de controles fijos y ajustables simplifican el reglaje.

El helicóptero tiene un movimiento en 6 direcciones es decir se desplaza en todo sentido por medio de un dispositivo que es el plato universal y sobre el eje vertical tiene un movimiento de 360° en cualquier dirección.

1.11. SISTEMA DE CONTROL DEL ROTOR DE COLA.

Este rotor produce un empuje en sentido contrario al torque generado por el rotor principal, compensando el torque.

Los movimientos de los pedales causan el correspondiente cambio de paso en las palas del rotor de cola.

El rotor de cola también es usado para controlar la dirección del helicóptero en vuelo, además de realizar los cambios en vuelo estacionario. (Ver figura 1.18.)

Este es uno de los controles básicos que el piloto debe realizar, compensando en todo momento los cambios de potencia en todas las fases del vuelo.

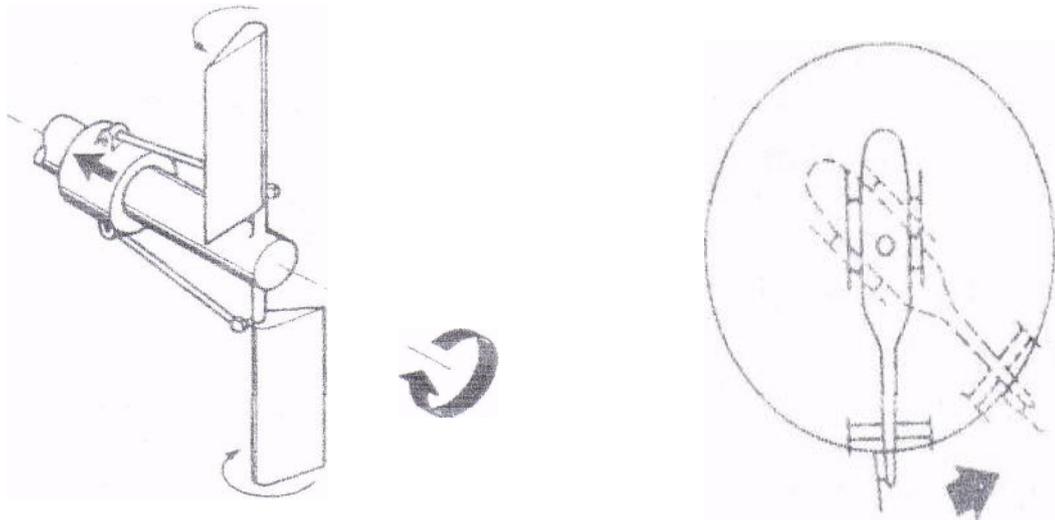


Figura. 11. Cambio de paso de las palas

Este sistema no es accionado hidráulicamente, la fuerza de los pedales se balancean con la instalación de arandelas de contrapesos en las cuerdas de cambio de paso.

Los controles del rotor de cola incluyen al pedal de control, ajustador del pedal, tubos de control, palancas angulares y un mecanismo de cambio de paso montado a través del eje de la caja de engranajes del rotor de cola. (Ver figura 1.19.)

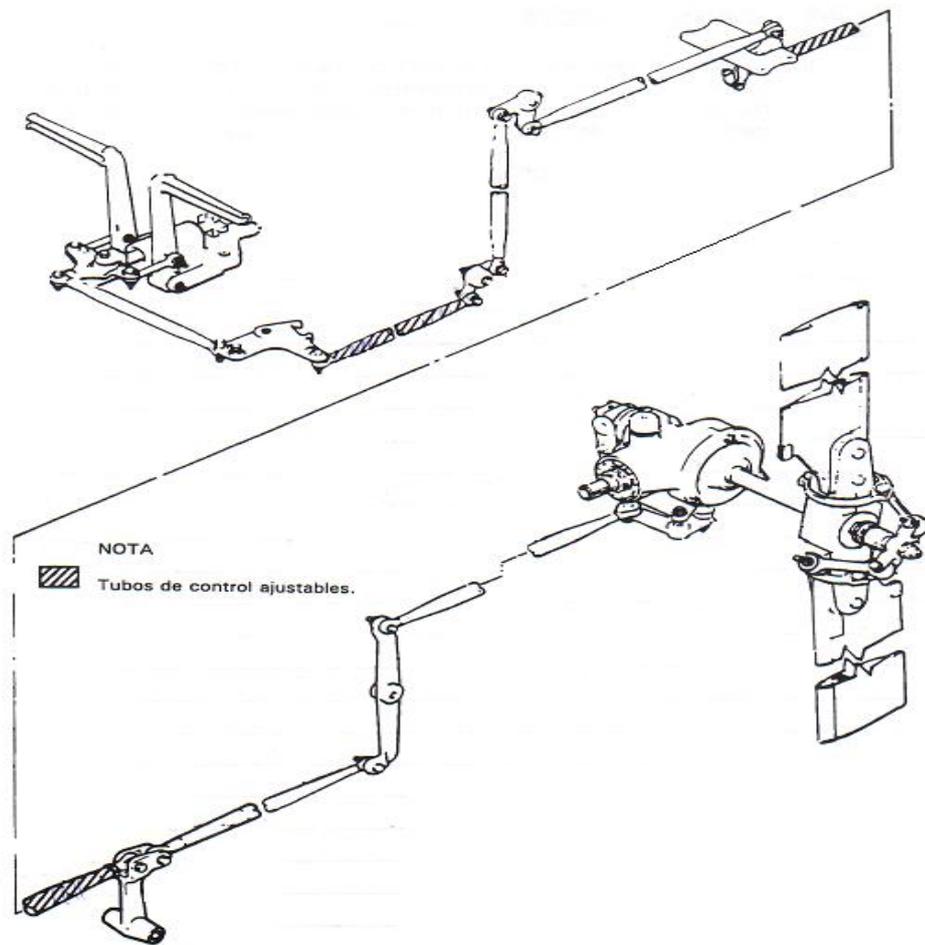


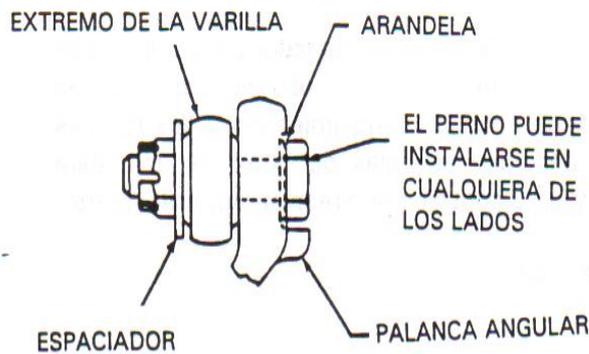
Figura. 12. Sistema de control del rotor de cola

1.11.1. REGLAJE DEL ROTOR DE COLA.

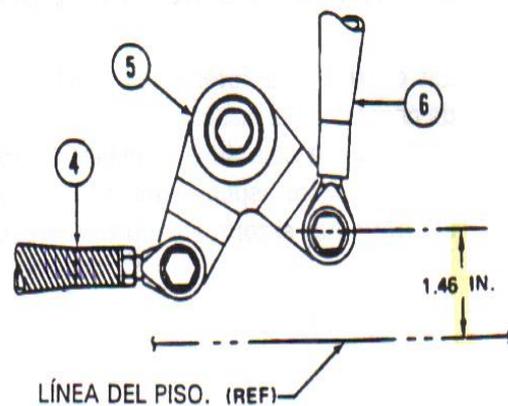
Los controles del rotor de cola incluyen al pedal de control, ajustador del pedal, tubos de control, palancas angulares y un mecanismo de cambio de paso montado a través del eje de la caja de engranajes del rotor de cola. Los movimientos de los pedales causan el correspondiente cambio de paso en las palas del rotor de cola para contrarrestar el torque del rotor de cola y para controlar la dirección del helicóptero.

Este sistema tiene dos varillas regulables en la parte superior más un eslabón regulable. El reglaje evitará que no exista vibración para que el sistema se encuentre dentro de límites aceptables de operación el cual no afectará a la aeronave en vuelo.

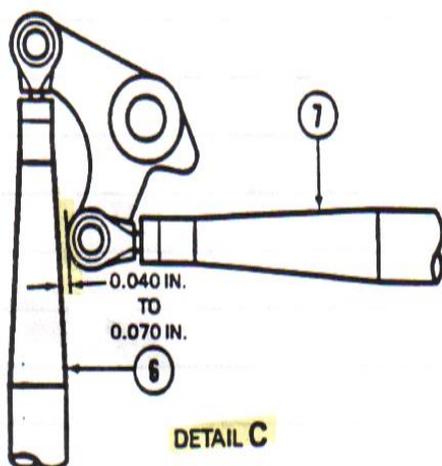
El reglaje de este sistema se realizará cuando el pedal izquierdo este todo hacia delante y chequeamos la distancia correctas del belcrans y las varillas para el correcto desempeño del rotor de cola, nivelamos las palas horizontalmente, procediendo a medir el ángulo de las palas. Conectado todo el sistema nuevamente verificamos el ángulo de las palas.



INSTALACIÓN TÍPICA DEL COJINETE DEL EXTREMO DE LA VARILLA
DETALLE A



DETALLE B



DETALLE C

NOTE

1 17.5° to 18.0° for helicopters prior to helicopter S/N 4005. 23.25° to 23.75° for helicopter S/N 4005 and sub.

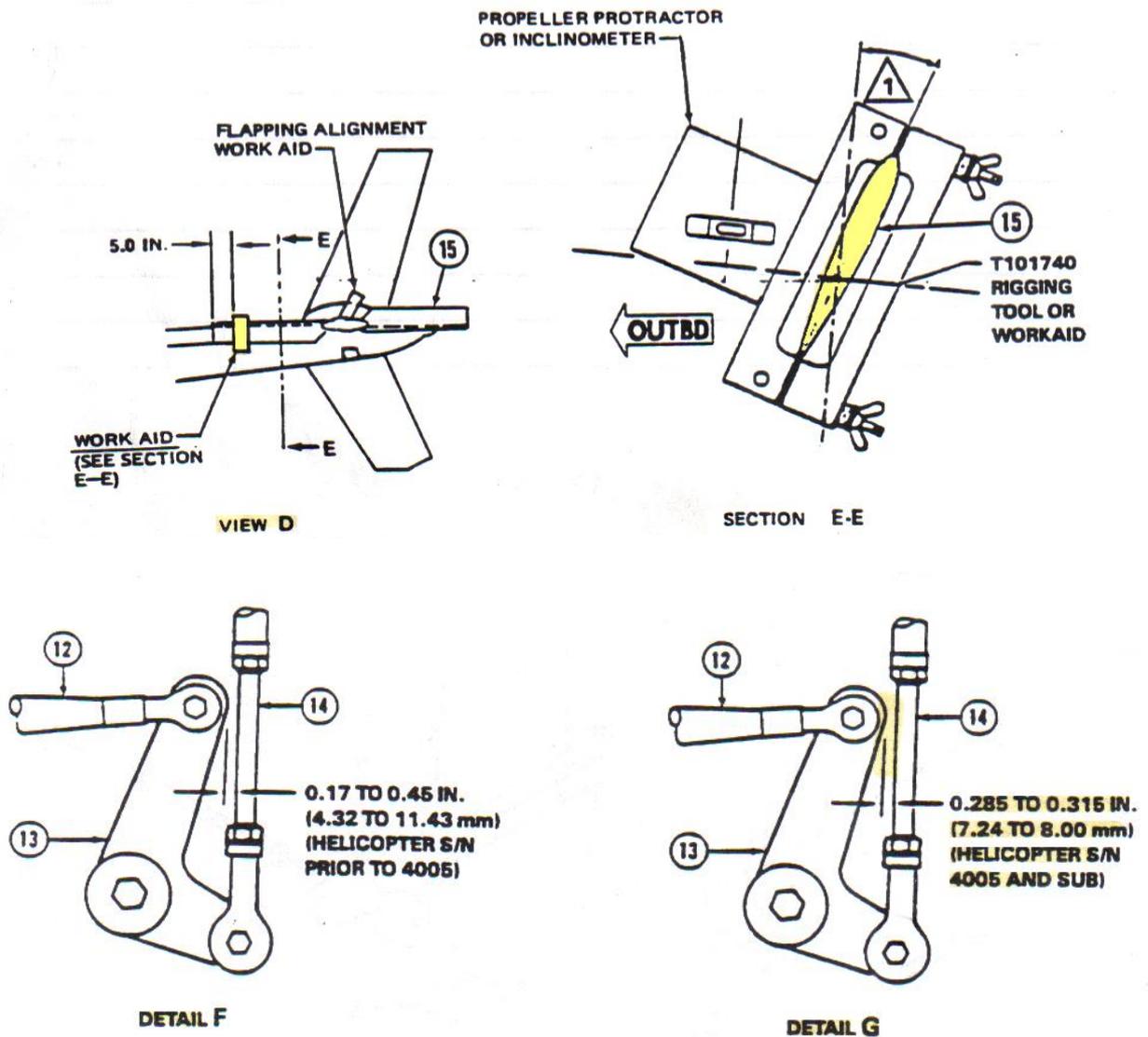


Figura. 13. Reglaje del rotor de cola

1.12. SISTEMA DE CONTROL DEL COLECTIVO

Este sistema controla el movimiento vertical del helicóptero, esto se obtiene mediante la variación del ángulo de incidencia de las palas del rotor lo que se realiza al subir y bajar las varillas "A", de forma conjunta e idéntica, o colectivamente, lo cual significa variar inmediatamente el impulso de ascenso en

el rotor y, con ello tener un control directo del movimiento vertical, es decir el sistema de paso colectivo permite al helicóptero despegar, ascender, descender o permanecer en el aire en vuelo estacionario.

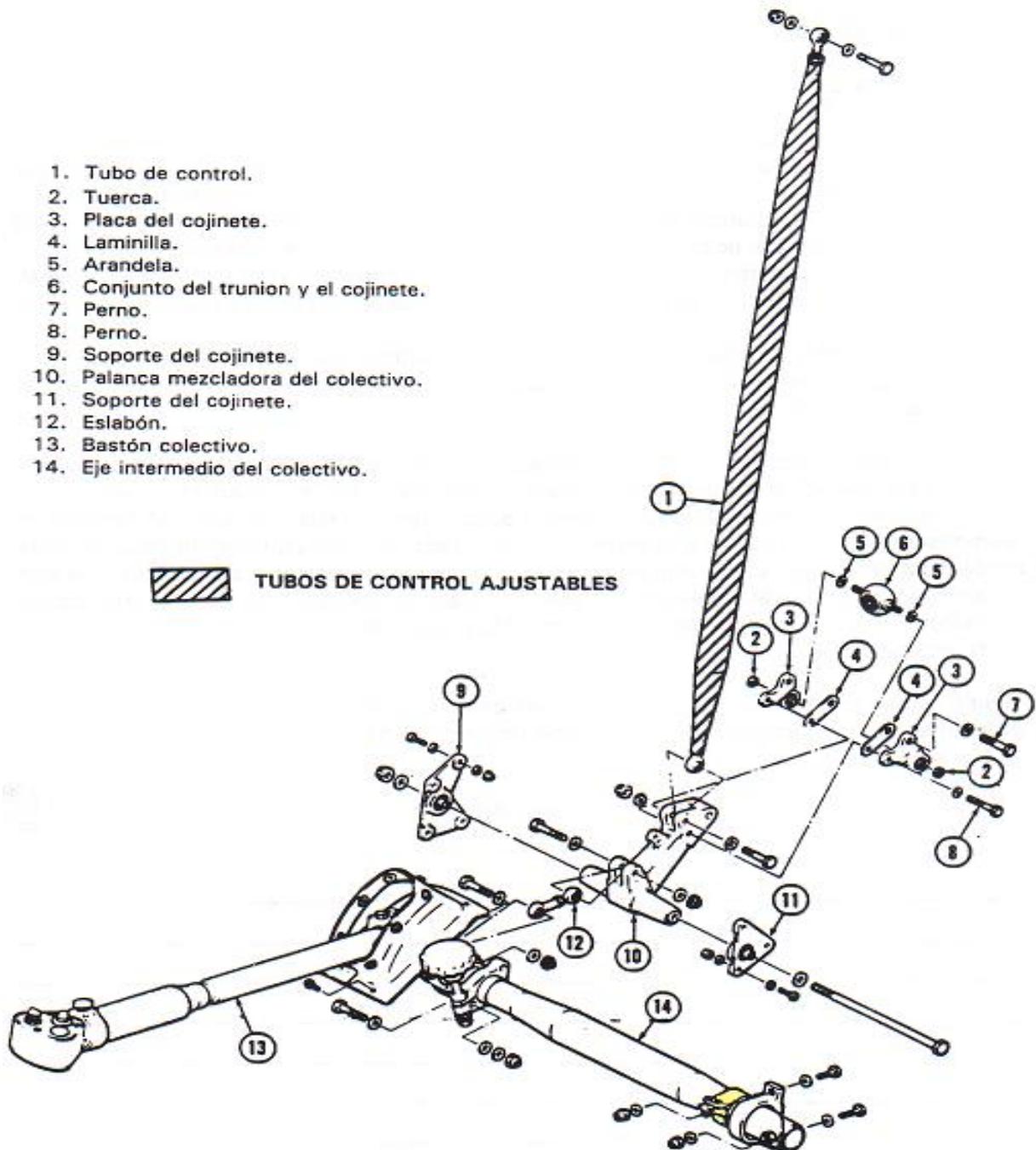


Figura. 14. Sistema de control colectivo

Incluso los movimientos verticales de pocos centímetros se pueden controlar con exactitud y, por ejemplo con un tiempo muy variable, los movimientos verticales repentinos se pueden corregir de manera instantánea y directa.

El control de paso colectivo del helicóptero Bell 206 consiste de un eje colectivo, eje intermedio, tubos de control, palancas angulares y actuador servo hidráulico. El movimiento del bastón del colectivo es en dos direcciones, hacia arriba o hacia abajo, estos se transmiten a través de las varillas y del actuador servo hacia la palanca colectiva del plato universal.

El control de paso del colectivo es transmitido hacia el control del rotor principal por medio de movimientos verticales del plato universal. La varilla de control del plato colectivo es regulable en su parte superior, a la leva mezcladora del colectivo se juntan todos los movimientos que transmiten al plato universal.

1.12.1. REGLAJE DEL CONTROL COLECTIVO

El reglaje evitará que no exista vibración cuando el sistema se encuentre en operación, para que el sistema funcione correctamente en límites aceptable de operación. La fricción mínima que este soporta se revisa cada 100 horas para lo cual se desconectara el sistema de varillaje del colectivo.

Los topes primarios del sistema colectivo están localizados en el conjunto del soporte de los servos hidráulicos.

A. Antes del reglaje:

1. El sistema colectivo tiene un total de 2 tubos ajustables (#3 y #6)
2. El máximo permitido de roscas expuestas en los tubos ajustables es de 1.0".

B. Reglaje:

1. Instalar todos los tubos, dejando el extremo de los tubos ajustables sin conectar.

2. Centrar el Bastón cíclico del piloto con la ayuda de un pernocte 5/16" y aplicando la fricción manual de comfort.

3. Levantar el bastón del colectivo a una distancia de 2.4" entre la parte inferior de la empuñadura del colectivo y la parte delantera superior de la estructura de los asientos y asegurarlo en esta posición con la fricción manual (Detalle D).

Nota: Hay una herramienta de ayuda para este propósito "Work Aid".

4. Colocar la superficie de tope de la Palanca Angular, localizada en el conjunto de soporte de los servos hidráulicos, contra el tope de paso bajo colectivo, según: (Detalle B o E dependiendo Numero de Parte).

5. Colocar la válvula piloto del servo hidráulico del sistema colectivo

completamente hacia atrás jalándola con la mano (Detalle A).

6. Ajustar la Terminal del tubo #3 para que el perno pase libremente y conectarlo.

7. Colocar la palanca colectiva del plato universal a una distancia de 1.98" entre el centro del pin de pivoteo de la palanca y la superficie plana donde hace contacto la rondana de los tornillos que fijan el soporte del plato universal a la parte superior de la transmisión " Top case " según (Detalle A).

8. Ajustar el tubo # 6 para que el perno pase libremente y conectarlo.

En nuestros helicópteros el ajuste de la fricción mínima se efectúa como sigue:

- Colocar el bastón del comando colectivo en su posición baja normal.
- Si fuera necesario desarmar y limpiar el conjunto ajustador de fricción refiérase al (MM Capítulo 67-25).
- Al armar el conjunto hay que asegurar tener una luz de (0.01" a 0.04") entre el tope de la manija de ajuste #2 y la abrazadera #7(Detalle A) después de haber instalado el la tuerca y la chaveta de retención.
- Con el sistema hidráulico operando, aflojar completamente la manija de fricción del bastón colectivo #2.

- Ajustar la tuerca de la abrazadera de fricción hasta obtener una fuerza de rompimiento de (3 a 5 libras) medida a la mitad de la empuñadura del bastón colectivo. (detalle C).

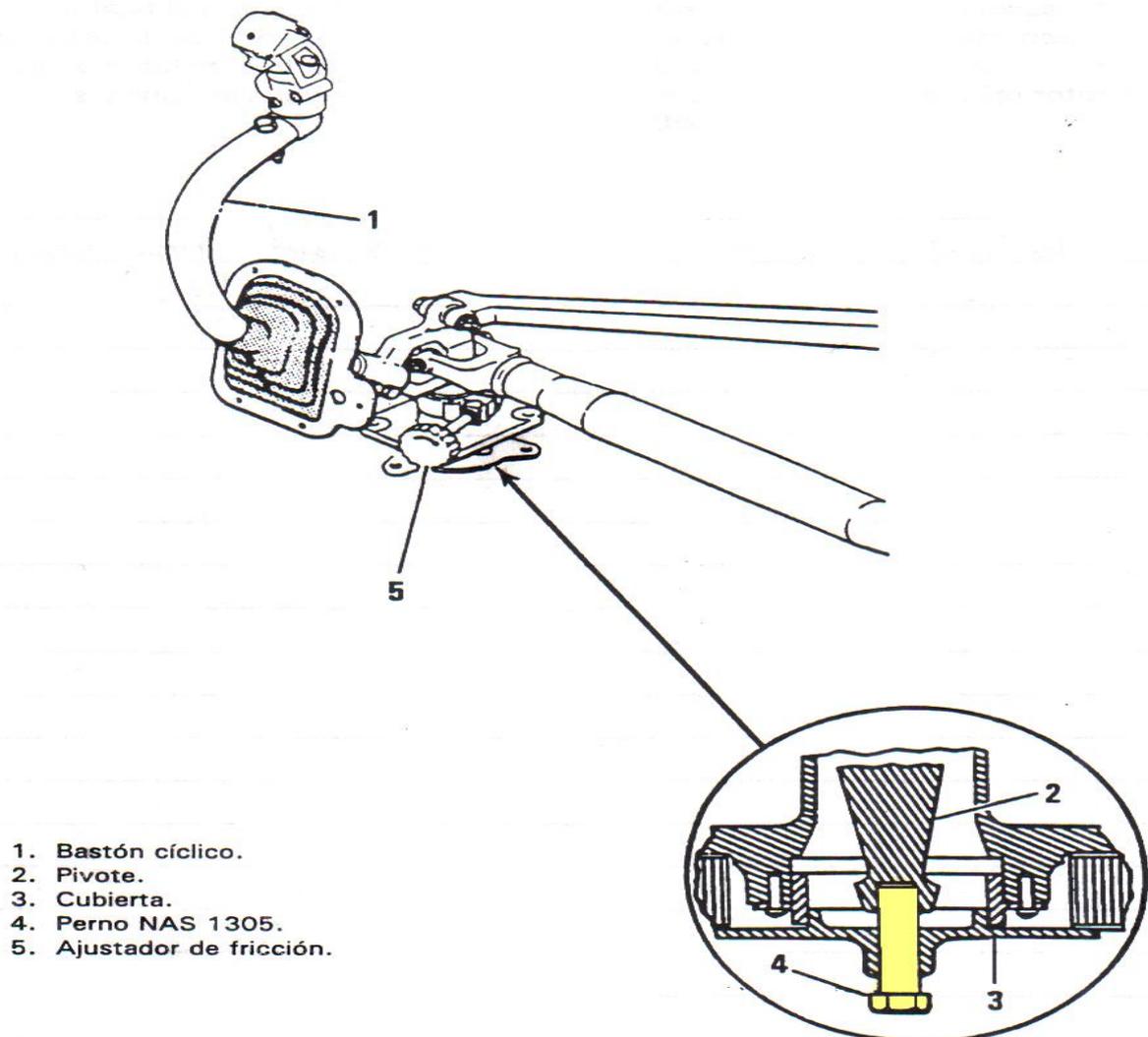
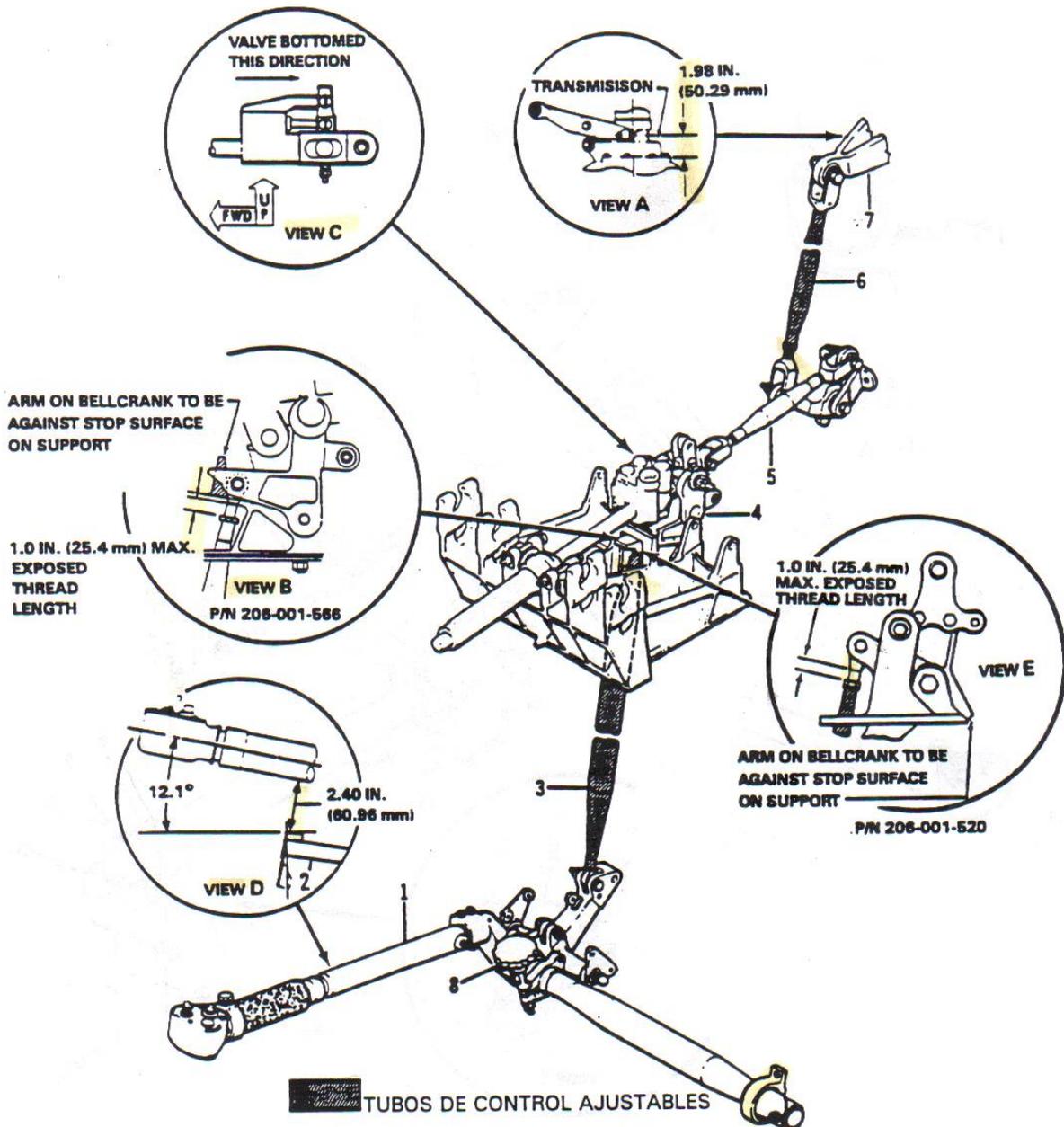


Figura. 15. Reglaje de control de paso colectivo (centrado del cíclico)



1. Bastón del colectivo.
2. Asiento.
3. Tubo de control.
4. Palanca angular.
5. Tubo de control.
6. Tubo de control.
7. Palanca del colectivo.
8. Ajustador.

Figura. 16. Reglaje del control de paso del colectivo

1.13. SISTEMA DE CONTROL CÍCLICO

El desplazamiento a distintas direcciones del helicóptero se consigue mediante el control de paso cíclico que no es más que el control individual del paso de las palas.

El movimiento del plato sea cual sea se reproduce en el plano de las palas que es lo que necesitamos para que el helicóptero se mueva en la dirección deseada. Para ello las palas del rotor se fijan a la cabeza de modo que sea posible modificar el ángulo de incidencia con independencia de la cabeza del rotor.

Para trasladar el helicóptero hacia adelante, se mueve la palanca de mando en ese sentido, el plato oscilante se inclina también hacia adelante. El paso de la pala disminuye a medida que gira hacia la dirección de vuelo, accionada la pala por la varilla correspondiente. El ángulo de paso disminuye la fuerza de sustentación que produce esa pala. El resultado es que la pala adopta una trayectoria descendente, al contrario de la pala que está en posición opuesta. Lo que se obtiene es que el rotor se inclina hacia adelante un cierto ángulo, produciendo una fuerza horizontal de empuje del helicóptero. Es decir que junto a la fuerza de sustentación aparece una fuerza de componente hacia adelante que permite el desplazamiento del helicóptero.

El control cíclico consiste de un bastón, un tubo de torque, un yugo, actuadores servo hidráulico, tubos de control y palancas angulares. El movimiento

del bastón se transmite a través de un varillaje y de los actuadores servo hidráulico hacia el plato universal en donde los controles giratorios del rotor principal se activan.

Los topes del control del cíclico se encuentran en la base del bastón, tiene un rodamiento retenido en la leva por el poste, en la parte inferior tiene un orificio donde se instala el perno el que ayuda a centrar el control cíclico que al hacer contacto con la manga de tope trava los controles.

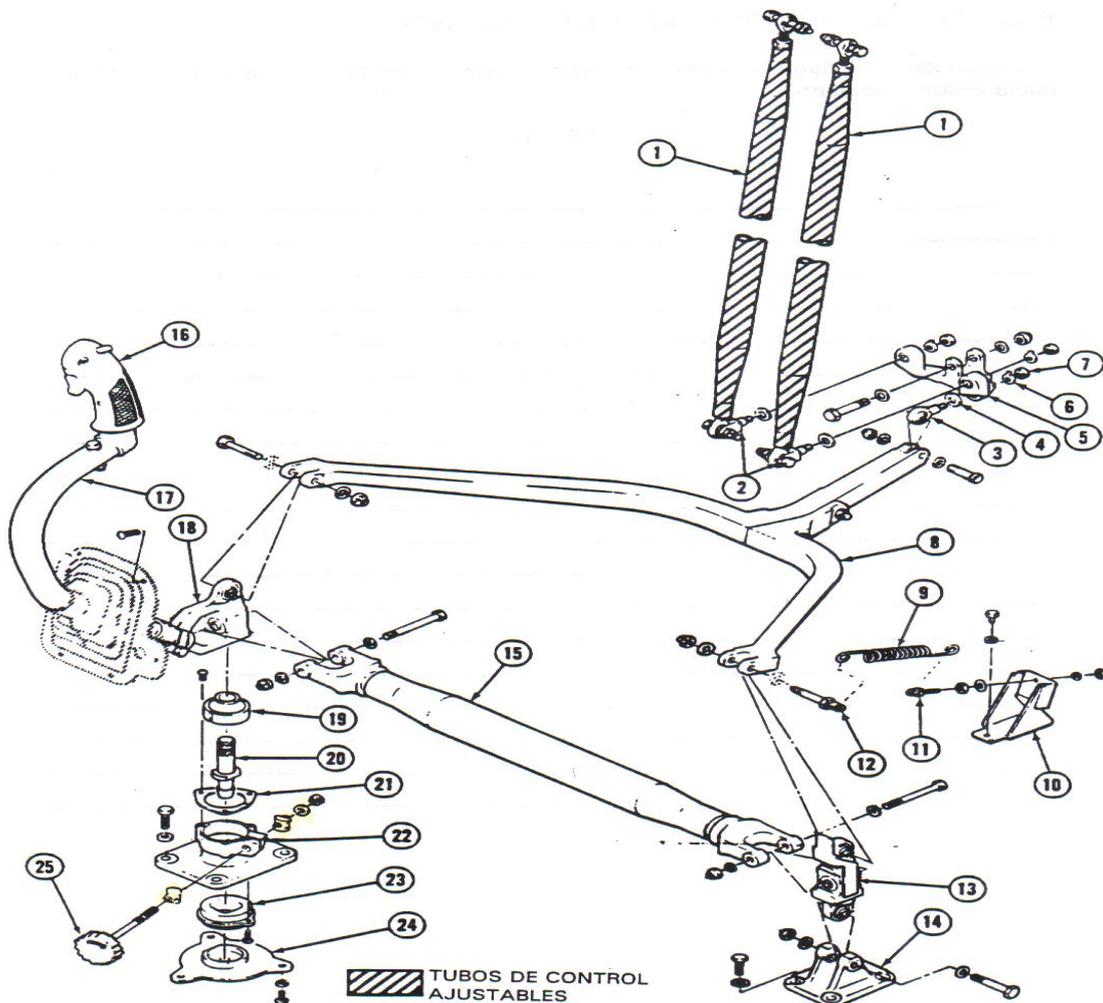


Figura. 17. Sistema control cíclico

1.13.1. REGLAJE DEL CONTROL CÍCLICO.

La fricción mínima que puede soportar el control del cíclico se revisa en el helicóptero cada 100 horas, mantenimiento y comprobación el cual evitará que no exista vibración cuando el sistema se encuentre en operación.

Para la revisión del control del cíclico, colocamos el bastón del colectivo todo abajo y procedemos a desconectar las varillas del sistema del cíclico, colocamos el plato en neutro el que nos dará una distancia adecuada desde la base de la transmisión hasta el plato, de no ser así procedemos a regular las varillas y observar que el control cíclico se mantenga centrado.

El movimiento del control cíclico hacia delante o hacia atrás hace que los servos se muevan en el mismo sentido y dirección, mientras que cuando este gira hacia los lados, los servos se mueven de manera inversa.

a) Los topes primarios del sistema se encuentran localizados en la base del bastón cíclico del piloto.

b) El sistema cíclico tiene un total de cuatro tubos ajustables #7 y #2, #8 y #3

c) El máximo permitido de roscas expuestas en las terminales de los tubos ajustables es de 1.0" pulgada.

1. Antes del reglaje del sistema cíclico:

a) Verificar el reglaje del sistema colectivo.

2. Reglaje del sistema cíclico:

a) Instalar todos los tubos dejando el extremo ajustable sin conectar.

b) Centrar el bastón cíclico del piloto con la ayuda de un perno de 5/16" y aplicando la fricción manual de comfort.

c) Mover los servos del sistema cíclico hasta obtener una dimensión de 3.09" entre el techo de la cabina y el centro del hueco inferior de la palanca # 5.

d) Posicionar las válvulas piloto de los servos del sistema cíclico hacia adelante (Detalle). Ajustar el Terminal de los tubos (#7 y #8) para que el perno pase libremente y conectarlos.

e) Colocar los cuernos del anillo interno del plato universal a una dimensión de 8.83" a 8.87" entre el centro del hueco del balero esférico instalado en el cuerno y la superficie de apoyo a la rondana de fijación de la caja superior de la transmisión. (Detalle A).

f) Ajustar el Terminal de los tubos # 2 y #3 para que el perno pase libremente y conectarlos.

g) Con presión en el sistema hidráulico (Switch ON) verificar que entre el anillo interno y la manga colectiva del plato universal exista una luz de 0.010" a 0.030" con el bastón del sistema cíclico todo adelante y todo atrás. Ajustar las varillas #2 y #3 para ajustar dicha luz en caso de que fuera necesario.

3. Ajuste de la fricción mínima del control cíclico

a) De acuerdo a la figura de la pagina 12-14 manteniendo la tuerca de barril #10 aproximadamente a 0.030" del soporte #7 es necesario roscar la perilla con la flecha #9 en las tuercas de barril #10 y #11 hasta que la tuerca # 10 , haga contacto con el soporte.

b) Correr el helicóptero en tierra y colocar el bastón del cíclico en posición neutral e ir apretando la perilla # 9 hasta obtener una fuerza de rompimiento de 0.5 a1.5 libras que debe ser medida en el centro de la empuñadura del bastón.

c) Detener la perilla en esa posición e instalar arandelas de aluminio # 6 como sea requerido (máximo 8), la tuerca # 12 y la chaveta #13.

d) Verificar la fricción una vez mas con la perilla # 9 floja, esta fricción debe de mantenerse. En caso contrario repetir el procedimiento hasta obtener la fricción requerida.

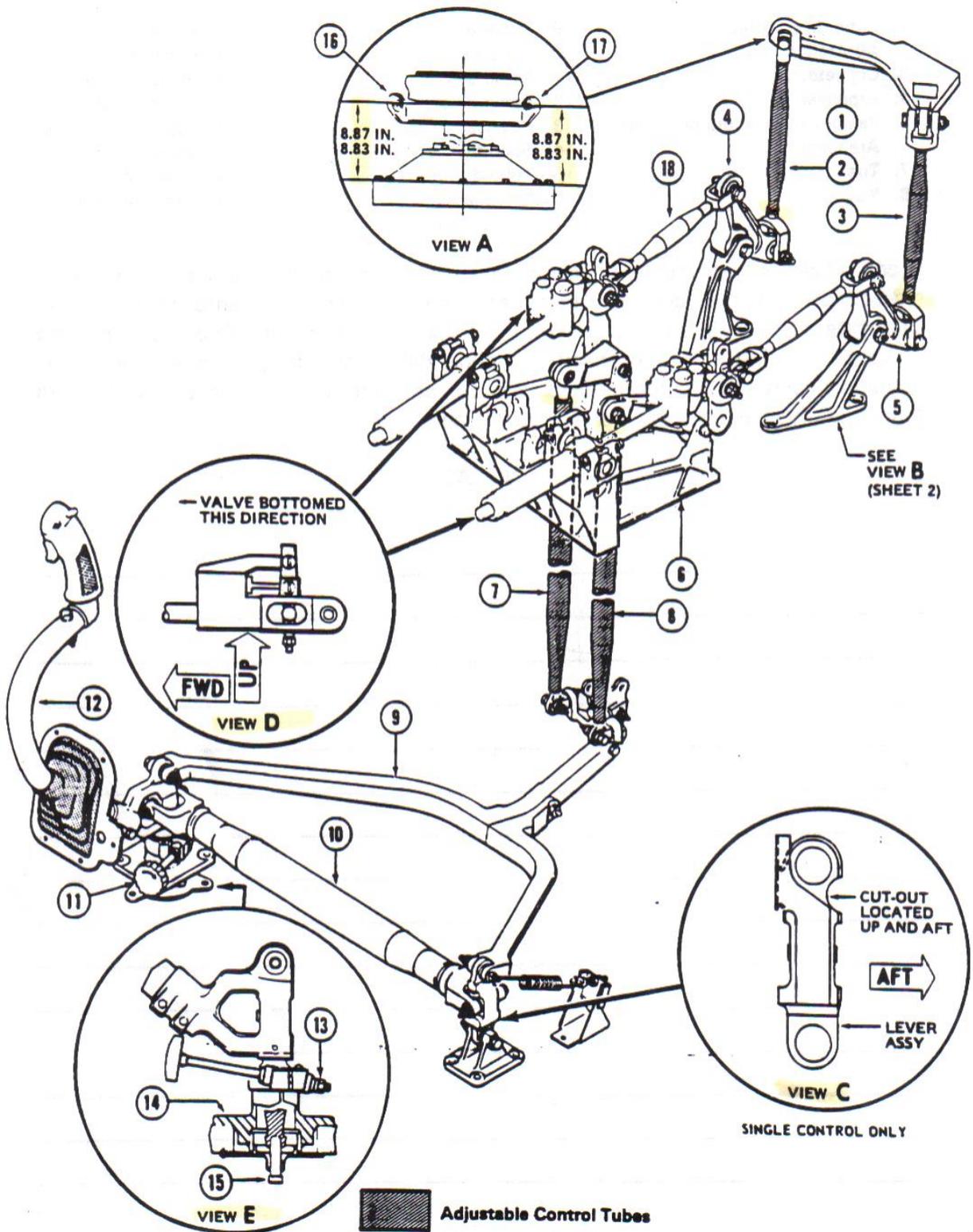


Figura. 18. Reglaje control del control cíclico

1.14. EL MEZCLADOR UNIVERSAL

Los movimientos que se realizan con los bastones, para controlar el paso del colectivo o del cíclico, llegan al mezclador universal el cual transmite dichos movimientos a determinado sistema para que este realice la función determinada en vuelo.

CAPÍTULO II

2.1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para la realización de este proyecto se ha tomado en Consideración dos alternativas que se mencionan mas adelante, las cuales ofrecen las facilidades y comodidades al momento de la construcción. Cabe mencionar que se ha tomado en cuenta también criterios que son muy importantes para el desarrollo, estos son:

- Técnicos
- Pedagógicos y
- Económicos

Además de factores tales, como son:

- Factor automatización
- Factor seguridad.

Cabe apuntar también referencias que antes, durante y después de realizar la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico nos darán mejores resultados en el manejo del mismo, como son:

- Disponibilidad de los materiales
- Facilidad de construcción
- Reparabilidad en caso de averías, y

- Costo relativamente bajo

Cada uno de los criterios, factores y referencias anteriormente mencionados son muy importantes en el desarrollo de este proyecto, para escoger la alternativa que brinde a la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico eficacia y seguridad durante su desarrollo y la operatividad de la misma.

2.1.1. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.

De acuerdo a lo propuesto anteriormente se han planteado las siguientes alternativas:

- Realizar la maqueta didáctica del sistema hidráulico en un panel luminoso que simule el recorrido hidráulico.
- Realizar la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico con la mayor parte de los componentes reales.

2.1.2. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS.

Para la realización de este proyecto se describirá las siguientes alternativas.

2.1.3. PRIMERA ALTERNATIVA.

La primera alternativa que mencionamos para la construcción de un panel luminoso que simule el funcionamiento del sistema hidráulico utilizando circuitos eléctricos y electrónicos.

Este tipo de panel posee las siguientes partes:

- Madera.
- Serigrafiado.
- Cableado.
- Focos.
- Plancha de tol.
- Tubos de $\frac{3}{4}$ "
- Garruchas.
- Accesorios eléctricos.
- Accesorios electrónicos.
- Transformador de corriente
- Canaletas.
- Voltímetros.
- Pintura.

2.1.4. SEGUNDA ALTERNATIVA.

La segunda alternativa que mencionamos para la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico es la de realizarla con la mayoría de los componentes reales.

Esta maqueta didáctica posee las siguientes partes:

- Base para los servos actuadores
- Servos actuadores.
- Filtro.
- Elemento del filtro.
- Valvula selenoide.
- Cañerías flexibles.
- Controles de vuelo cíclico colectivo.
- Tubo.
- Balineras.
- Pernos
- Angulo.
- Madera.
- Pancha de hierro de 2mm.
- Garruchas.
- Soldadura.

2.2. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

Para la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico citamos ciertos criterios y factores para una correcta selección de alternativas a seguir, pues será la más viable en cuanto concierne a la terminación del proyecto, criterios que citamos a continuación:

- Facilidad de trabajo.
- Materiales que están a nuestro alcance.
- Facilidad de manejo de los materiales.
- Seguridad en la operación.
- Confiabilidad.
- Fácil de reparar.
- Apoyo pedagógico amplio.

Criterios que al tomarlos en cuenta nos ayudaran a seleccionar la alternativa más ideal.

2.2.1. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS.

2.2.2. PRIMERA ALTERNATIVA.

Realizar la construcción de un panel luminoso que simule el funcionamiento del sistema hidráulico utilizando circuitos eléctricos y electrónicos.

Ventajas:

- Material fácil de trabajar.
- Su operación es rápida y fácil.
- Describe el funcionamiento del sistema hidráulico por medio de seguimiento de luces.
- Material fácil de encontrar en el mercado.

Desventajas:

- Su mantenimiento puede ocasionar accidentes si no está capacitado.
- Costo relativamente alto.
- Su comprensión no es tan clara como en un sistema real.

2.2.3. SEGUNDA ALTERNATIVA.

Realizar la construcción de la maqueta del sistema hidráulico para demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos con la mayor parte de sus componentes reales.

Ventajas:

- Permite visualización de funciónabilidad de sus componentes.
- Funcionara como banco de prueba de los servos hidráulicos y filtros

- Servirá como banco de prueba de los servos actuadores
- Su mantenimiento es más sencillo.
- Mayor tiempo de vida operativa.
- Fácil para su estudio.
- Mayor parte de los componentes fácil de conseguir.
- Reparto consta con un test de presión hidráulica para su funcionamiento.

Desventajas:

- Equipo de trabajo es especial.
- Material faltante se debe construir.

2.3. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para la selección de la mejor alternativa, se tomara en cuenta parámetros de evaluación que ayuden de manera mas fácil a la selección de la misma, para lo cual se anuncian varios de estos, y se los evalúan con valores que serán dados de 0 a 10, que al final son sumados. El valor más alto se seleccionara la alternativa más ideal para este proyecto.

2.3.1. FACTOR MECÁNICO.

Tipo de material.- El material que se utiliza debe reunir características necesarias de resistencia, rigidez y fácil de trabajar. Su valor de ponderación es de 0,8.

Fácil de obtención.- Debe ser fácil de encontrar en el mercado, además de un relativo costo. Su valor de ponderación es 0,9.

Seguridad del material.- Al terminar de construir la maqueta didáctica del sistema hidráulica con el material utilizado, debe darnos la seguridad suficiente en su operación. Su valor de ponderación es 0,9.

2.3.2. FACTOR FINANCIERO.

Costo de material.- El material utilizado tendría que ser de un relativo bajo costo en el mercado. Su valor de ponderación es 0,8.

Costo herramientas.- Las herramientas y materiales utilizados para trabajar en esta maqueta didáctica tiene que ser de bajo costo y fácil de encontrar. Su valor de ponderación es 0,6.

Costo de mano de obra.- durante la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico se necesitara de mano de obra calificada, para la cual deberá de aportar con un bajo costo del mismo. Su valor de ponderación es 0,7.

2.3.3. FACTOR COMPLEMENTARIO.

Proceso de elaboración.- durante el proceso de elaboración, el material debe darnos la facilidad necesaria de trabajo. Su valor de ponderación es 0,8.

Tiempo empleado.- el tiempo empleado en la construcción debe facilitarnos para cumplir con el cronograma establecido. Su valor de ponderación es ,8.

Mantenimiento de la maqueta didáctica del sistema hidráulico.- en el transcurso del tiempo el mantenimiento de la maqueta didáctica del sistema hidráulico debe ser económico y de bajo mantenimiento. Su valor de ponderación es 0,9.

Automatización.- la maqueta didáctica de l sistema hidráulico en su etapa final debe de cumplir con un requisito importante como es la facilidad de colocación de otros materiales. Su valor de ponderación es 0,8.

2.4. MATRIZ DE EVALUACIÓN.

TABLA 2.4.1. MATRIZ DE EVALUACIÓN.

Parámetros de evaluación	F. Pond. Xi	Alternativas	
		Primera	Segunda
Factores mecánicos			
Tipo de material.	0,8	0,6	0,7
Facilidad de obtención	0,9	0,6	0,7
Seguridad del material	0,9	0,7	0,8
Factores financieros			
Costo de material	0,8	0,6	0,5
Costo herramientas	0,6	0,5	0,4
Costo mano de obra	0,7	0,4	0,6
Factores complementarios			
Proceso de elaboración	0,8	0,8	0,6
Tiempo empleado	0,8	0,7	0,8
Mantenimiento de maqueta didáctica	0,9	0,6	0,8
Automatización	0,8	0,5	0,7

2.5. MATRIZ DE DECISIÓN.

TABLA 2.5.1 MATRIZ DE DEDICIÓN.

Parámetros de evaluación	F. Pond. Xi	Alternativas	
		Primera	Segunda
Factores mecánicos			
Tipo de material.	0,8	0,48	0,56
Facilidad de obtención	0,9	0,54	0,53
Seguridad del material	0,9	0,63	0,72
Factores financieros			
Costo de material	0,8	0,48	0,40
Costo herramientas	0,6	0,18	0,24
Costo mano de obra	0,7	0,28	0,42
Factores complementarios			
Proceso de elaboración	0,8	0,64	0,48
Tiempo empleado	0,8	0,56	0,64
Mantenimiento de maqueta didáctica	0,9	0,54	0,72
Automatización	0,8	0,40	0,56
TOTAL		4,73	5,37

2.6. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Una vez realizada un análisis y evaluación a cada una de las alternativas propuestas se ha llegado a la conclusión que la mejor alternativa para dicho proyecto es la segunda, la cual se menciona a continuación:

Realizar la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico para demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos, la cual también servirá como banco de prueba para los servos hidráulicos y filtros. Utilizando para su construcción la mayor parte de componentes reales del helicóptero.

2.7. DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS.

- La maqueta didáctica del sistema hidráulico es de accionamiento hidráulico.
- La utilización de la maqueta requiere el uso de un test hidráulico que tenemos en nuestro reparto
- El accionamiento es con 220 V.C.A.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal de este capítulo es resumir las principales consideraciones de los procesos de manufactura y ensamble para realizar la construcción de los diferentes sistemas y partes del banco. Esta se realiza por partes para optimizar los recursos y el tiempo de una mejor manera.

Orden de Construcción.

- Estructura
- Sistema hidráulico
- Sistema eléctrico
- Pintado y acabado

Para obtener algunos elementos de este banco se utilizaron varias máquinas herramientas existentes en los hangares de la Aviación Naval.

3.1. Estructura

La estructura del banco se construye con ángulo de hierro, posee cuatro puntos de fijación al piso, la parte superior consta de un tablero de madera para los elementos del banco, la parte inferior consta de una lamina de hierro fijada a la estructura con soldadura eléctrica esta sirve para dar una mayor estabilidad y colocar los componentes de los controles de vuelo de la maqueta didáctica la estructura esta hecha con un material de las siguientes características:

Las características de este material son resistencia a torsión, y fácil de soldar, ver figura 3.1.

Material: Angulo de Hierro

Alto: 3/4"

Espesor: 1/8"

Largo: 6 m.



Figura 3.1. Estructura de la maqueta

Utilización

En la construcción de la estructura este material fue seleccionado para el soporte e instalación de los componentes de la maqueta didáctica y para la instalación de los soportes móviles (ruedas) del banco.

Lamina de hierro

Las características que presenta este material son facilidad al soldar, y resistente para soportar esfuerzos.

Material: Lamina de Hierro

Largo: 115 cm.

Ancho: 138 cm.

Espesor: 2 mm.

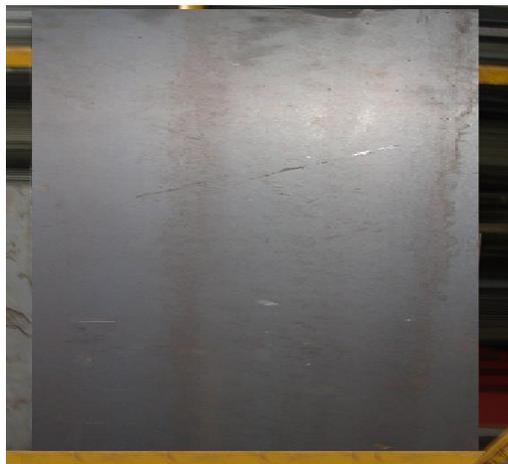


Figura 3.2. Plancha negra metálica.

Utilización

En la construcción este material fue seleccionado para sostener los controles de vuelo ya que en el van fijados mediante una base empernada.

Madera

LA característica de este material es: fácil de trabajar, dando una buena estética a la maqueta didáctica del sistema hidráulico.

Material: Tablero de Madera.

Espesor: 14 mm.

Largo: 96 cm.

Ancho: 60 cm.



Figura 3.3. Tablero de madera

Utilización

En la construcción de la estructura este material fue seleccionado para servir de soporte a la base de los servos actuadores.

Ruedas

Características técnicas

- Diámetro Exterior = 1½"
- Giro de rueda = 0°



Figura 3.4. Ruedas de hierro

Utilización

El terreno en que se pueden deslizarse las ruedas son:

- Asfalto
- Cemento

Para soldar la estructura de la maqueta didáctica del sistema hidráulico se utilizaron electrodos tipo E6011.

Características técnicas

Color de Revestimiento: Blanco

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



Figura 3.5. Electroodos

3.2. Base para los servos hidráulicos.

El soporte de los actuadores servo colectivo y cíclico esta instalado en el techo de la cabina y sirve como un montaje para los actuadores servo y las palancas angulares asociadas.

Esta base fue despintada, reparada, modificada y pintada para poder alojar dos tipos diferentes de servos actuadores.



Figura 3.6. Base de los servos actuadores

3.3. Sistema hidráulico

La maqueta didáctica del sistema hidráulico funciona con la mayor parte de componentes reales y por lo cual utiliza líquido hidráulico para su funcionamiento real. La presión de líquido hidráulico es suministrada mediante un test hidráulico. El líquido hidráulico pasa por un filtro luego a través de cañerías hidráulicas flexibles llega a la válvula selectora y esta se encarga de repartir el líquido hidráulico a los tres servos actuadores, teniendo en cuenta que cada uno de los servos actuadores tienen una cañería de presión y otra de retorno la cual llevara de regreso el fluido a su depósito que en este caso es el test hidráulico. Este consta de:

- 1.- Filtro metálico de 15 micrones.
- 2.- Elemento del filtro

3.- Mangueras hidráulicas de Nylon de ½”.

4.- Servos actuadores.

5.- Válvula selectora.

6.- Acoples rápidos

7.- Regulador de voltaje



Filtro y elemento del filtro



Mangueras hidráulicas de Nylon



Servos actuadores



Válvula selectora



Acoples rápidos



Regulador de voltaje

Figura 3.7. Componentes del Sistema hidráulico

A continuación se presenta la maqueta didáctica del sistema hidráulico terminada, la cual mostrara el funcionamiento real de los servos hidráulicos, así como también los movimientos de los controles de vuelo.



Figura 3.8. Banco Terminado

3.4. Diagrama del sistema hidráulico del banco

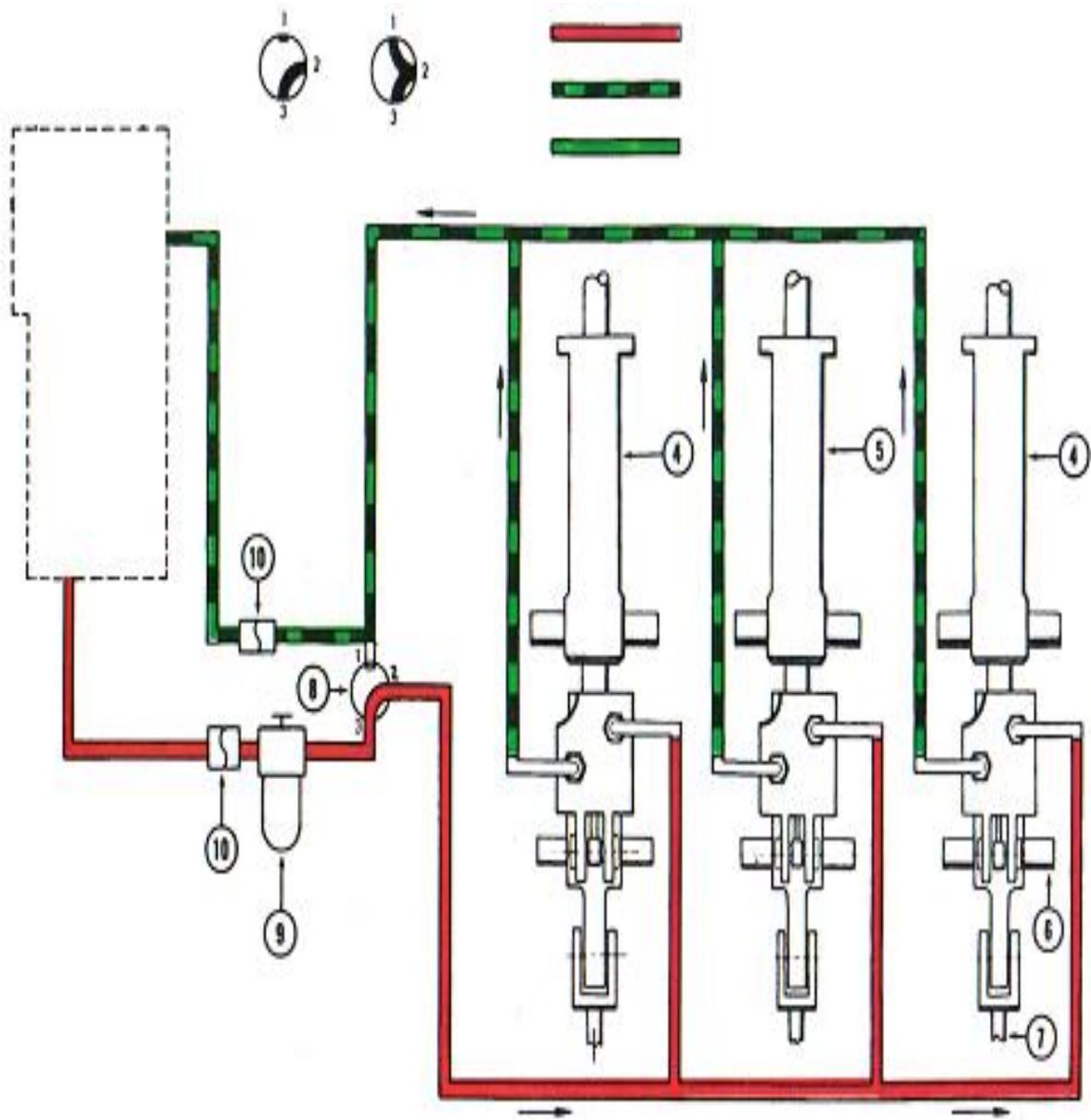


Figura 3.9. Diagrama del sistema hidráulico del banco

3.5. Tipo de Máquinas y Herramientas utilizados en la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206.

Para la construcción de la estructura de la maqueta didáctica, su sistema hidráulico, y sistema de controles de vuelo se emplean diferentes procesos cumpliendo con una secuencia maquinada con ayuda de: Taladro de banco, sierra de mano, esmeril, pulidora, entre otros; herramientas manuales (cortador, doblador, rayador, escuadra); equipos auxiliares (equipo de soldadura y pintura).

En las tablas siguientes, se detalla las máquinas y herramientas que se utilizaron en la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico.

Tabla 3.1. Máquinas utilizadas

MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
Taladro de Banco	115/220 V; 1,725 RPM; Capacidad	M1
Pulidora	120V; 10,000 RPM	M2
Esmeril	110V; 1,700 RPM; 1/2 HP	M3

Tabla 3.2. Herramientas utilizadas

HERRAMIENTA	CÓDIGO
Cortadora Manual, Capacidad 1/8"	H1
Lima Circular	H2
Sierra Manual	H3
Martillo	H4

Tabla 3.3. Equipos Auxiliares utilizados

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

La construcción de cada una de las partes estructurales que conforman la estructura de la maqueta didáctica y su sistema hidráulico, ha consumido el siguiente número de horas de máquinas, herramientas y equipos. Como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3.4. Tiempo de operación de Máquinas – Herramientas – Equipos

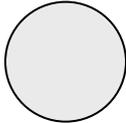
Nro	MÁQUINA-HERRAMIENTA-EQUIPO	CODIGO	TIEMPO (HORAS)
1	Taladro de Banco	M1	5
2	Pulidora	M2	8
3	Esmeril	M3	6
4	Cortadora	H1	6
5	Lima Circular	H2	5
6	Sierra Manual	H3	5
7	Martillo	H4	2
8	Soldadora	E1	8
9	Compresor para pintura	E2	4
TOTAL DE OPERACIÓN			52

3.6. DIAGRAMAS DE PROCESOS

A continuación se presentan los diagramas de los diferentes procesos de construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico para demostrar el funcionamiento de los servos actuadores hidráulicos del helicóptero Bell 206.

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

Tabla 3.5. Simbología de los procesos de construcción del banco

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

3.6.1. Diagrama de procesos de construcción de la estructura la cual sirve de base para el tablero y base para soldar los mamparos donde va fijado el trunion de los controles de vuelo cíclico, colectivo.

Material: Ángulo Estructural de Hierro de 1 ¼" x 3mm de espesor, plancha de hierro de 2mm de espesor

Medido y trazado de componentes estructurales

Corte de ángulo de acuerdo a medidas

Corte de plancha de hierro para fijación al piso

Inspección de corte

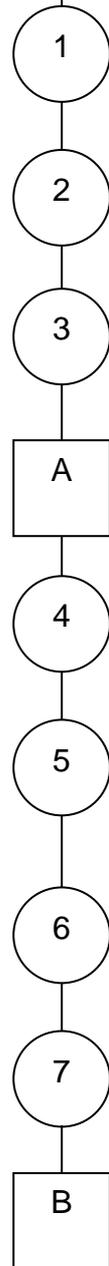
Amar material para soldar

Soldado de bases estructurales

Amolado y lijado

Taladrado de los mamparos

Inspección final



3.6.2. Diagrama de procesos de construcción de la estructura donde están fijados los controles de vuelo.

Material: Ángulo estructural de 1 ¼" x 3mm de espesor, plancha de hierro de 2mm de espesor

Medido y trazado de componentes estructurales

Corte de ángulo de acuerdo a medidas

Corte de plancha de hierro para fijación al piso

Inspección de corte

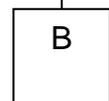
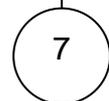
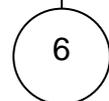
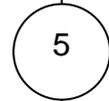
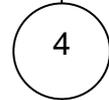
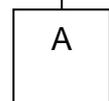
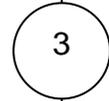
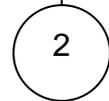
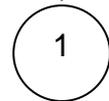
Armar material para soldar

Soldado de bases estructurales

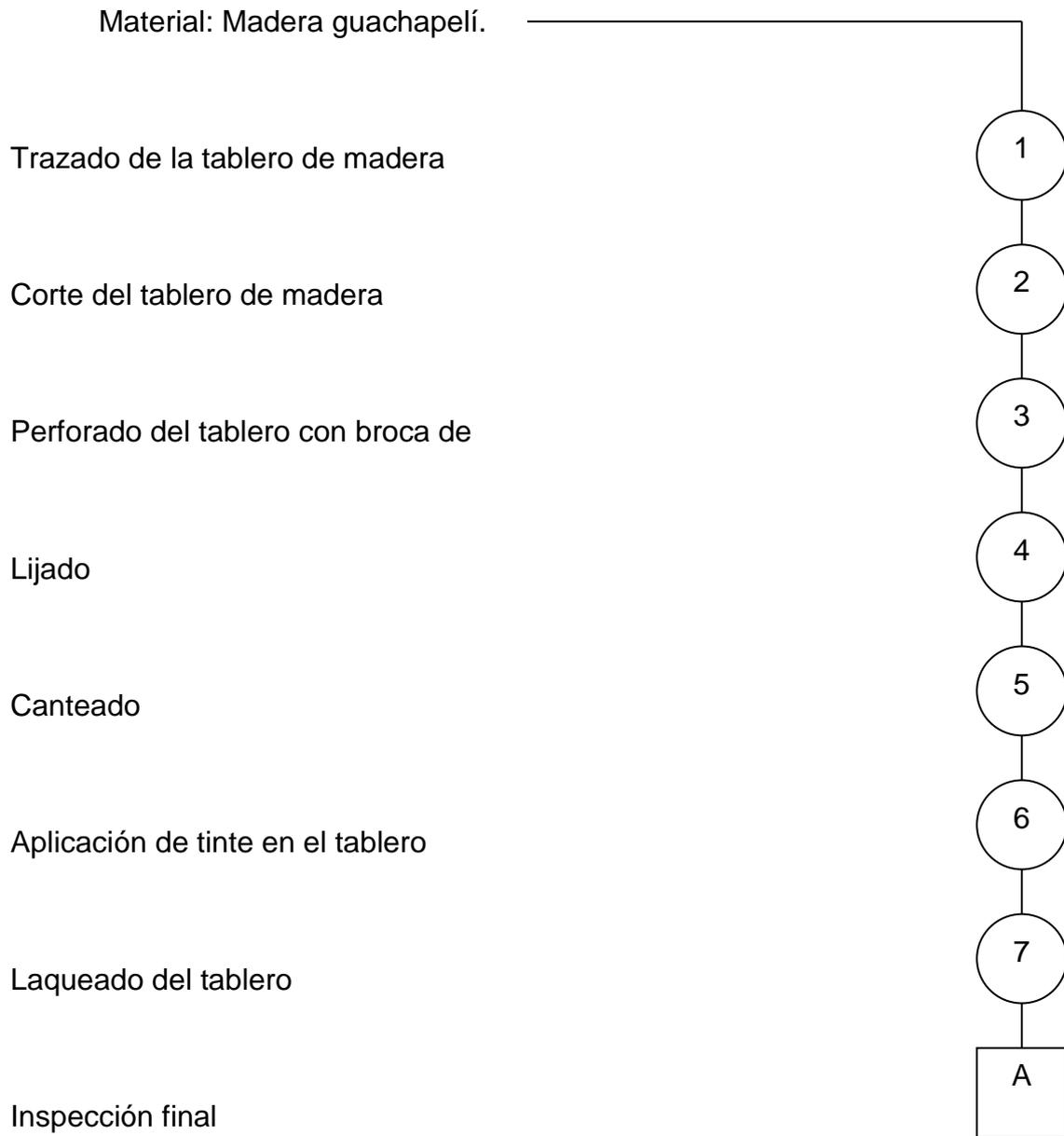
Amolado y lijado

Pintado de estructura

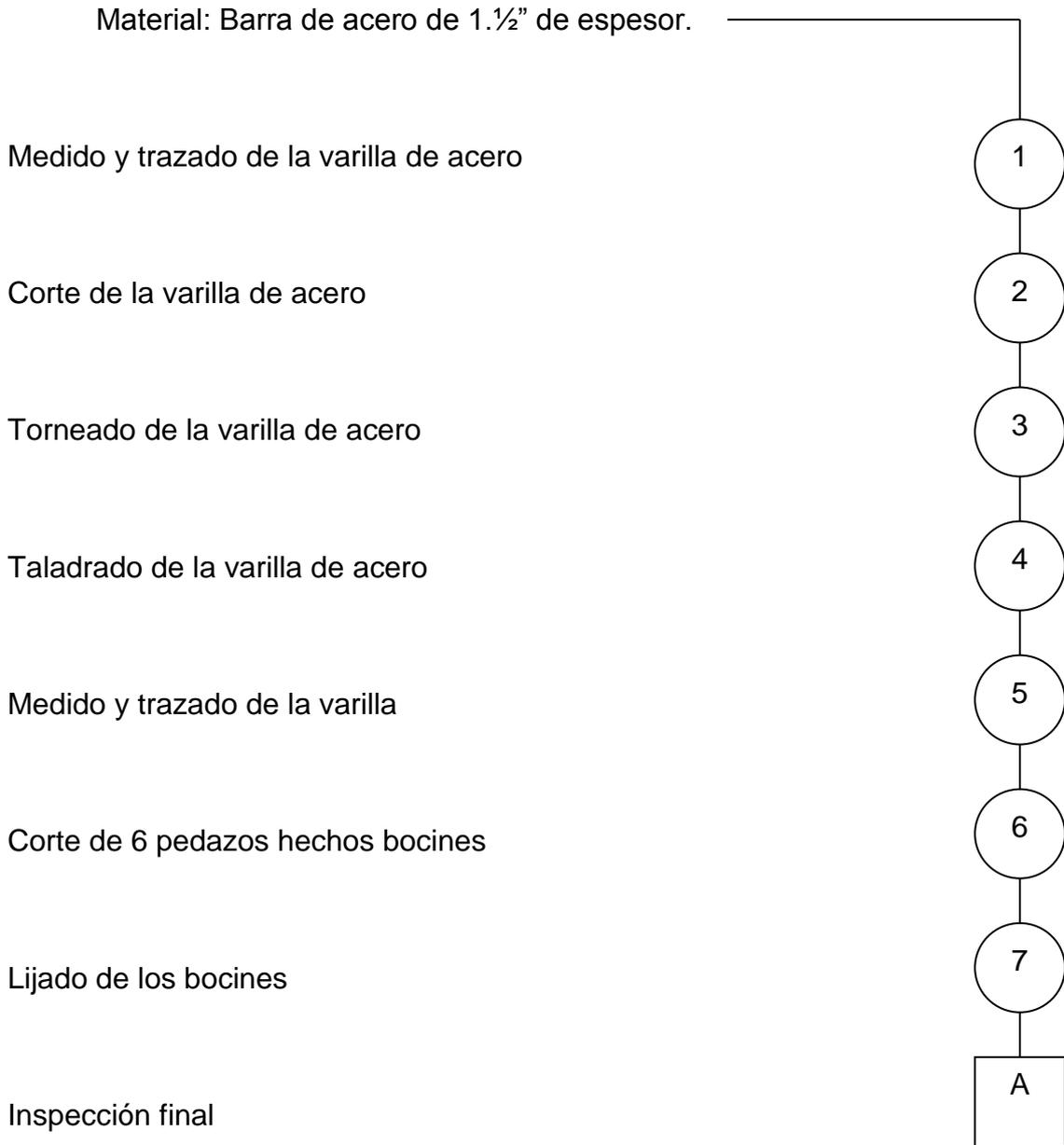
Inspección final



3.6.3 Diagrama de procesos de construcción de la base donde va fijada la base de los servos actuadores.



3.6.4 Diagrama de procesos de construcción de los bocines donde van acoplados los trunions de los servos actuadores.



3.6.5 Diagrama de procesos de construcción del soporte del pivote de la palanca del cíclico.

Material: tubo galvanizado de 2" de diámetro, tubo galvanizado de 1½" de diámetro, plancha de hierro de 1mm de espesor.

Medido y trazado de tubos y plancha de hierro

Corte de tubo y plancha de hierro

Inspección de cortes

Soldado de tubos y plancha

Taladrado de la plancha para su sujeción

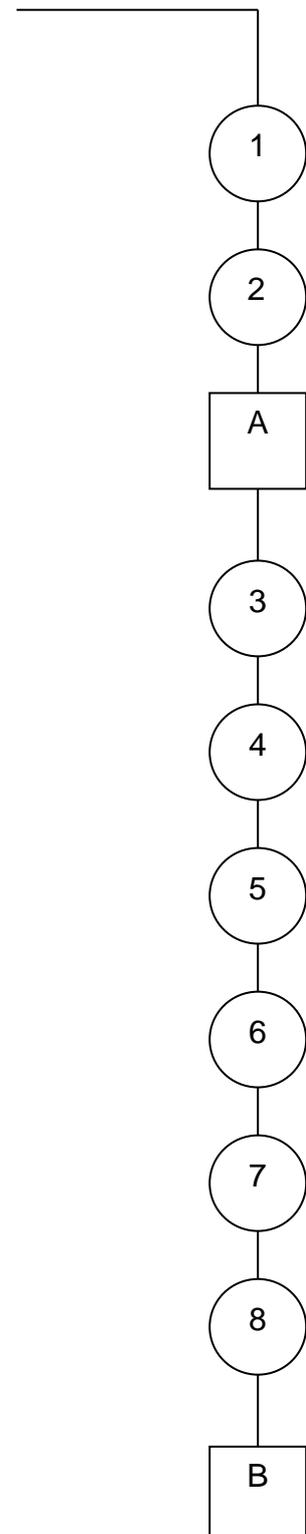
Esmerilado

Masillado

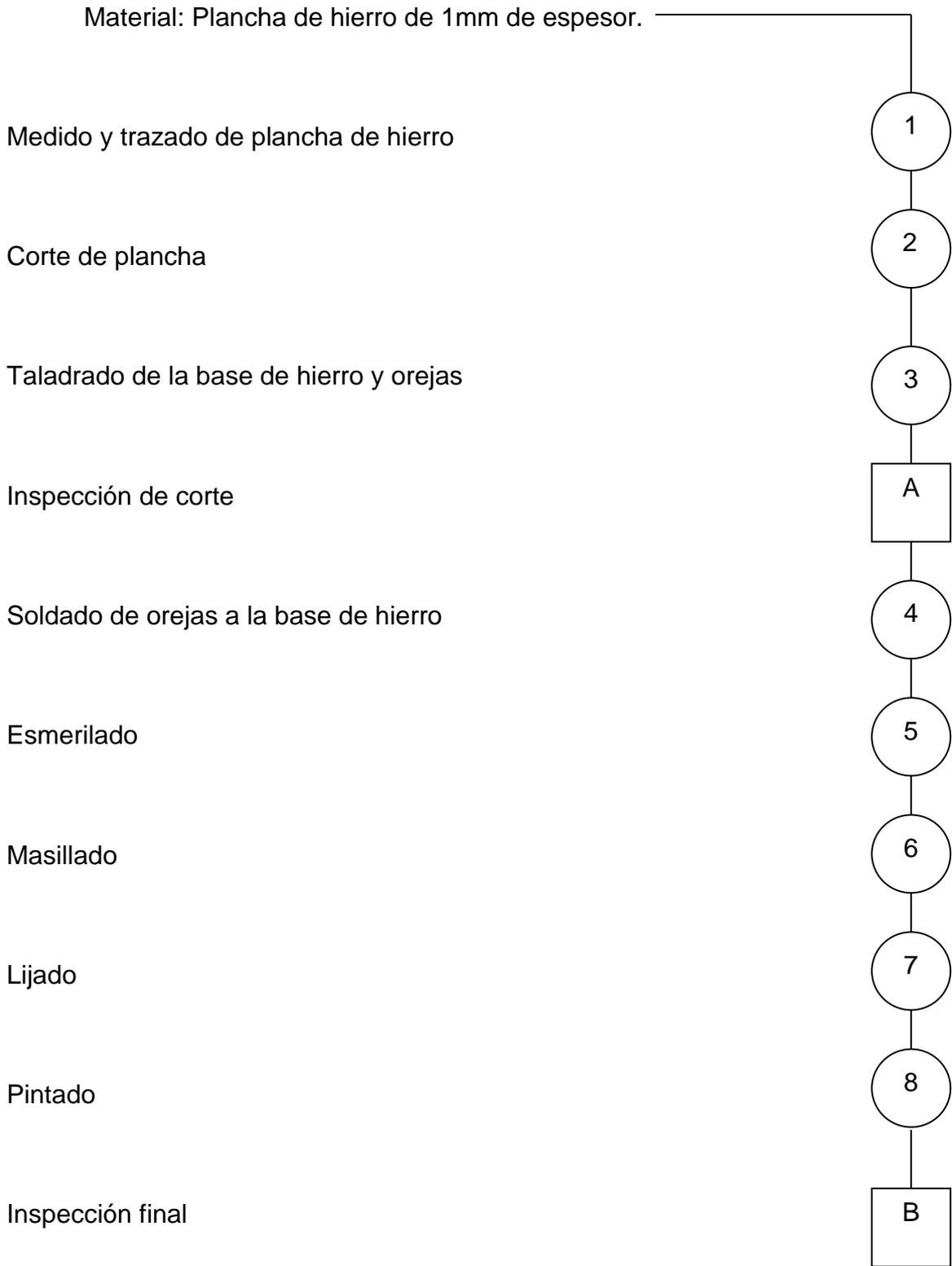
Lijado

Pintado

Inspección final

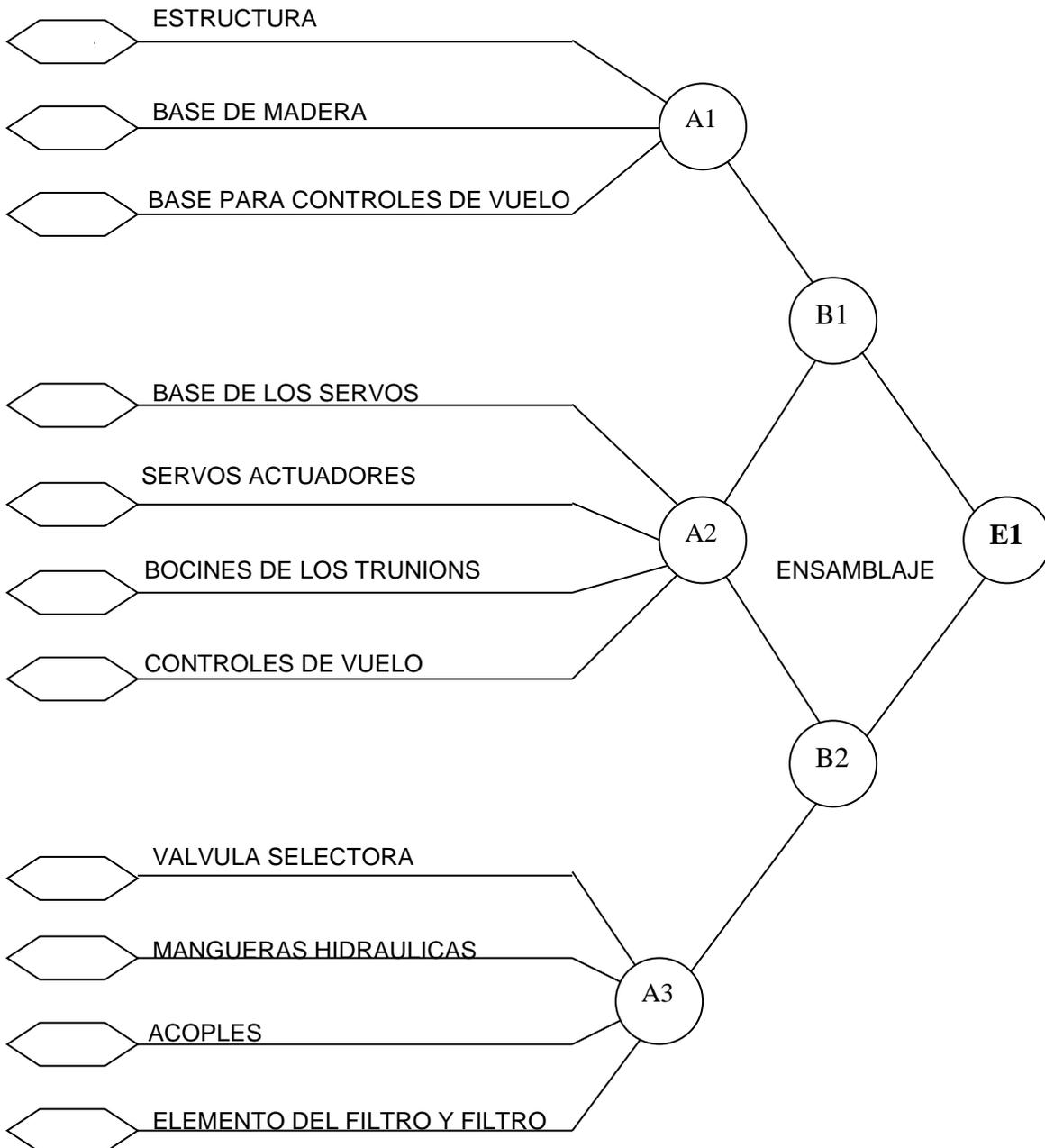


3.6.6 Diagrama de procesos de construcción del soporte para la palanca del repetidor del control del cíclico.



A continuación se presenta los diagramas de ensamble de los diferentes elementos de la maqueta didáctica del sistema hidráulico.

3.6.7 DIAGRAMAS DE MONTAJE GENERAL.



3.7 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez terminada la construcción estructural y luego del acoplamiento de los diferentes accesorios del sistema hidráulico, y sistema de controle de vuelo del cíclico y colectivo se procede a verificar el funcionamiento de la maqueta didáctica del sistema hidráulico y de cada uno de los componentes.

Tabla 3.6 verificación de funcionamiento de los sistemas de la maqueta didáctica del sistema hidráulico.

SISTEMA	CUMPLE TOLERANCIAS	ENSAMBLE OPTIMO
ESTRUCTURA	√	√
BASE PARA LOS SERVOS	√	√
CONTROLES DE VUELO	√	√
SISTEMA HIDRÁULICO	√	√

Observaciones

Al término de las pruebas realizadas, se detectaron fugas de aceite hidráulico por las mangueras.

Se constato que la válvula solenoide trabaja desenergizada con el swicht en on, permitiendo el paso y retorno del fluido hidráulico.

Acción Correctiva

Se procedió a cambiar las mangueras hidráulicas que estaban en mal estado por nuevas mangueras.

Se adquirió el conocimiento real del funcionamiento de la válvula selectora.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1.- Presupuesto

Este capítulo permite conocer el costo de construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico para demostración del funcionamiento de los servos hidráulicos. Así como también el análisis económico de los requerimientos para la realización de dicha maqueta.

Al realizar un estudio antes de ejecutar este proyecto, se determina que la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico. Tendrá un valor aproximado de \$500

4.2.- Análisis económico

Existen principalmente 4 rubros para la construcción de la maqueta que son:

- Materiales
- Máquinas-Herramientas
- Mano de obra
- Otros

Materiales.- Este rubro comprende todos los materiales utilizados para construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico.

Tabla 4.1. Materiales

MATERIALES		
Cant.	Detalle	Valor
1	Soporte de los servos	0.00
3	Servos hidráulicos	0.00
1	Elemento del filtro	0.00
1	Filtro	0.00
1	Válvula selectora	0.00
23	Empaques	15.00
8	Mangueras flexibles	80.00
3	Acoples	25.00
6	Bocines de acero y eje	15.00
2	Ángulos de 1"1/4	20.00
1	Plancha de 2 mm	35.00
1	Tablero de madera	10.00
4	Garruchas de 5cm	10.00
1	Soporte pivote y anillo de tope	15.00
1	Soporte simple	10.00
2 lbs	Pintura de diferentes colores	15.00
3 lbs	Soldadura 60-11	5.00
2	Rulemanes con balineras	\$30.00
01	Regulador de voltaje	\$25.00
		\$310.00

Máquinas-herramientas.- Para la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico, principalmente se utilizaron algunas de las máquinas-herramientas existentes en los talleres particulares en la ciudad de Milagro.

A continuación se presenta un cuadro con el costo de utilización de máquinas-herramientas.

Nota: Los valores presentados son los que actualmente rigen en el sector de fabricación metal mecánico civil.

Tabla 4.2. Máquina-Herramienta

Máquina-Herramienta	
Detalle	
Máquina soldadora	
Amoladora y compresor	
Herramientas	
Torno	
	80.00

Mano de obra.- Los costos de mano de obra están comprendidos principalmente por el montaje, fabricación, limpieza, pintura, etc.

Tabla 4.3. Mano de obra

Mano de obra	
Detalle	Valor
Montaje	30.00
Fabricación	250.00
Pintura	20.00
Limpieza	5.00
	305.00

Otros.- Este rubro comprende los materiales empleados para los gastos de útiles y equipo de oficina, impresión, transporte, etc.

Tabla 4.4. Otros

Otros	
Detalle	Valor
Equipo de Oficina	80.00
Útiles de Oficina	30.00
Transporte	130.0
	240.00

Por lo tanto, el costo total para la construcción de la maqueta didáctica del sistema hidráulico es de:

Tabla 4.5. Costo total

Costo Total	
Detalle	Valor
Materiales	310.00
Máquinas-	80.00
Mano de obra	305.00
Otros	240.00
	\$ 935.00

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MANUALES

En este capítulo, se establece los distintos procedimientos de operación, mantenimiento y calibración, hojas de registro con su respectiva implementación de la maqueta didáctica del sistema hidráulico.

La codificación de la máquina y los procedimientos de ensayo, según el manual de Calidad de los Laboratorios ITSA se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5.1.- Codificación de los procedimientos de ensayo de la maqueta.

	PROCESO	CODIGO
1	Maqueta didáctica del sistema hidráulico del Helicóptero Bell 206	FJJ-AN-01
2	Manual de Operación de la maqueta didáctica.	FJJ-AN-P1
3	Manual de Mantenimiento de la maqueta didáctica.	FJJ-AN-P2
4	Manual de Verificación de la maqueta didáctica.	FJJ-AN-P3
5	Registro de vida	FJJ-AN-R1
6	Registro de mantenimiento	FJJ-AN-R2
7	Registro de operación	FJJ-AN-R3
8	Registro de vida de accesorios	FJJ-AN-AC-P1
9	Registro de vida de repuestos	FJJ-AN-RP-P1

<p style="text-align: center;">AVINAV</p>  <p style="text-align: center;">ESDEAV</p>	MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		Pág. : 1 de 1
	MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO		Código : FJJ-AN-01
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15
<p>1.- Documento de Referencia: N/A</p> <p>2.- Código del Equipo: N/A</p> <p>3.- Ubicación del Equipo: N/A</p> <p>4.- Marca del Equipo: N/A</p> <p>5.- Modelo: N/A</p> <p>6.- Características técnicas:</p> <p style="padding-left: 40px;">6.1.- Peso: 117 Lbs.</p> <p style="padding-left: 40px;">6.2.- Capacidad en el sistema: 1,3 Pintas.</p> <p style="padding-left: 40px;">6.3.- Tipo de Líquido: Combustible MIL-H-5606</p> <p style="padding-left: 80px;">Líquido hidráulico</p>			

5.2.- MANUAL DE OPERACIÓN.

<p style="text-align: center;">AVINAV</p>  <p style="text-align: center;">ESDEAV</p>	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 1 de 2
	OPERACIÓN DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		Código : FJJ-AN- P1
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para operación de Maqueta didáctica del sistema hidráulico del Helicóptero Bell 206.

2.0 ALCANCE

Contempla la maqueta didáctica destinado a ser aplicada para la enseñanza de los señores alumnos de la escuela de la aviación naval tanto, Oficiales y tripulantes.

También será utilizado como banco de prueba para los servos hidráulicos y filtros.

3.0 PROCEDIMIENTOS A REALIZARSE

1. Conectar la fuente del test hidráulico a la toma de energía de 220 V
2. Verificar nivel de aceite en reservorio del test hidráulico
3. Seleccione la válvula del reservorio en la posición deseada
4. Abrir la válvula de paso
5. Encender el switch de control
6. Selección el control de flujo si requiere

AVINAV  ESDEAV	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 2 de 2
	OPERACIÓN DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		Código : FJJ-AN- P1
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15

7. Cerrar Válvula De Paso
8. Seleccione El Control De Presión Si Requiere
9. Revisar Maqueta Didáctica Del Sistema Hidráulico
10. Abrir La Válvula De Paso O Cerrar Lentamente Durante Periodos
11. Conectar Los Acoples Rápidos De Presión Y De Retorno A La Maqueta Didáctica del Sistema Hidráulico
12. Verificar Fugas De Aceite Hidráulico En Los Servos Actuadores.
13. Verificar Libre Movimiento De Los Controles De Vuelo Del Cíclico, Colectivo Para demostrar El Funcionamiento De Los Servos Actuadores.
14. Realizar Instrucción Para La Enseñanza Del Sistema Hidráulico, Y Sistema De controles De Vuelo Del Cíclico, Colectivo.

4.0. FIRMA DE RESPONSABILIDAD -----

5.3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO

<p style="text-align: center;">AVINAV</p>  <p style="text-align: center;">ESDEAV</p>	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 1 de 2
	MANTENIMIENTO DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		Código : FJJ-AN-P2
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento de mantenimiento de la maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero bell 206

2.0 ALCANCE

Contempla la maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero bell 206 destinado a ser dado mantenimiento.

3.0 PROCEDIMIENTOS

1. Se deberá mantener libre de fugas para evitar la acumulación de polvo en la maqueta didáctica.
2. Ajuste de acoples y partes cada vez que exista fugas
3. Cambie las mangueras, acoples o partes si no se eliminan las fugas con el ajuste
4. Limpiar la maqueta didáctica después de usar.
5. El filtro se deberá limpiar cada ves que saltara el testigo
6. Pintar la maqueta didáctica con pintura anticorrosivo cada 5 años.

AVINAV  ESDEAV	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 2 de 2
	MANTENIMIENTO DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		Código : CAP-AN-P2
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por :Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15

7. Los servos hidráulicos deberán limpiarlos cada vez que se utilice la maqueta
8. Durante la no operación de la maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero bell 206 este debe mantenerse en un lugar seco y cubierto.
9. Limpieza general cada 15 días.

4.0. FIRMA DE RESPONSABILIDAD -----

5.4.- MANUAL DE VERIFICACIÓN.

<p style="text-align: center;">AVINAV</p>  <p style="text-align: center;">ESDEAV</p>	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 1 de 1
	VERIFICACIÓN DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		Código : FJJ-AN-P3
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para verificación de La maqueta didáctica del sistema hidráulico

2.0 ALCANCE

Contempla a la maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero bell 206 destinado a ser calibrado para la operación del mismo.

3.0 PROCEDIMIENTOS

3.1.- Verificar que el manómetro del test estén encerados antes de realizar la inspección.

3.2.- Verificar el estado de llaves de paso, filtro y bomba antes de la inspección.

3.3.- Verificar que los acoples de las cañerías estén apretados

3.4.- Verificar que el regulador de voltaje este conectado

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD

5.5.-HOJAS DE REGISTROS

AVINAV  ESDEAV	HOJA DE REGISTROS		Pág. : 1 de 1
	REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE L A MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		Código : FJJ-AN-R2
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15

FLUSHING DE ENFRIADOR DE ACEITE

Solicitado por:

Fecha de realización del mantenimiento:

Realizado por:

Fecha de culminación del mantenimiento:

Orden N°:

N°	Fecha de Inspección	Detalle de componentes	Trabajo realizado

Observaciones:.....

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

AVINAV  ESDEAV	HOJA DE REGISTROS		Pág. : 1 de 1
	REGISTRO DE VIDA DE LOS ACCESORIOS DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206		
	Elaborado por : Franklin Javier Jácome		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2007/04/15	Fecha: 2007/04/15

REGISTRO

Solicitado por:

Realizado por:

Fecha de inicio:

Fecha de finalización:

INSPECCIÓN VISUAL

Estado de componentes:

Total horas de operación:

Nº	Detalle de componentes	Pasa	No pasa

Observaciones:.....

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

ANEXOS
FOTOGRAFÍAS
DE
CONSTRUCCIÓN



Medición del material



Corte del material



Ensamble del material



Pintado de la base de los servos

PLANO DE LA ESTRUCTURA

