

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HIDRÁULICO EN LA
MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206 DEL ITSA**

POR:

PARRA ROMERO XIMENA ALEXANDRA

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Señorita XIMENA ALEXANDRA PARRA ROMERO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA- MOTORES

CAPITAN PABLO DONOSO

Latacunga, del 2010

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, te lo dedico Señor porque ha sido tu voluntad tenerme hoy aquí. También lo dedico a mi familia, a mi mamá que ha apoyado siempre mi carrera y mi vida a mi papá y a mis hermanos que siempre han estado apoyándome.

Ximena Alexandra Parra Romero

AGRADECIMIENTO

Agradezco el estar aquí cumpliendo una de mis metas a Dios, gracias Señor por no haber soltado mi mano en este caminar, gracias por haber estado junto a mí día a día y ayudarme a lograr mi meta. Agradezco también a mi familia pilar fundamental de mi vida, a los amigos valiosos que aquí conocí, compañeros de estudio y los acontecimientos de la vida estudiantil, al Instituto por haberme formado y a mis maestros que supieron transmitirme sus conocimientos.

Ximena Alexandra Parra Romero

RESUMEN

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, es el único en el país, abalado por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), en preparar Tecnólogos Aeronáuticos; es así que la carrera de Mecánica Aeronáutica es impartida en el Instituto y cuenta con diferentes laboratorios y talleres equipados que ayudan en la formación de los alumnos.

Una de las asignaturas dictadas y requeridas por la DGAC, es Hélices y Rotores, esta disciplina cuenta para la parte de Rotores con una maqueta del helicóptero Bell 206, misma que en la actualidad no posee todos sus sistemas entre ellos el Sistema Hidráulico, falencia que imposibilita además el correcto movimiento de sus superficies de vuelo.

La investigación realizada a través de la observación nos permitió constatar las condiciones y problemas reales que presenta esta maqueta en la actualidad, posteriormente con la ayuda de la encuesta y la investigación bibliográfica se pudo determinar la importancia que tiene el correcto funcionamiento de la maqueta del Helicóptero Bell 206, para que permita alcanzar una enseñanza teórico práctica de calidad.

Al finalizar la investigación se evidencio la necesidad e importancia que tiene la implementación del sistema hidráulico en esta maqueta, tomando en cuenta los grandes beneficios que brindará esta implementación, que permitirá contar con una maqueta totalmente didáctica y funcional que ayude a los alumnos de tan prestigiosa Institución a adquirir conocimientos claros y sólidos.

SUMMARY

The ITSA is the only in the country endorsed to the DGAC, to prepare Aeronautic Technologist; for these reason the career of Aeronautic Mechanic is learn in the Institute and it has whit different laboratorios and shops equipped that help in the information of students.

One of the dictated subjects and required by DGAC, it is Propeller and Rotors, this discipline has for the part of Rotors a scale model of the helicopter Bell 206, same that at the present time doesn't possess all its systems among them the Hydraulic System, falencia that also disables the correct movement of its flight surfaces.

The investigation carried out through the observation allowed us to verify the conditions and real problems that it presents this scale model at the present time, later on with the help of the survey and the bibliographical investigation you could determine the importance that has the correct operation of the scale model of the Helicopter Bell 206, so that it allows to reach a teaching theoretical practice of quality.

When concluding the investigation you evidences the necessity and importance that has the implementation of the hydraulic system in this scale model, taking into account the big benefits that this implementation that will allow to have a completely didactic and functional scale model that he/she helps the students of so noted Institution to acquire clear knowledge and solids will toast.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Certificación	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Resumen	V
Summary	VI

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e importancia	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Generales	3
1.5. Específicos	3
1.6. Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Introducción	5
2.2.	Presión.....	5
2.3.	Principio de Pascal	5
2.4.	Hidráulica.....	6
2.4.1.	Potencia fluida	6
2.4.2.	Producción de energía.....	7
2.4.3.	Ventajas de trabajar con un sistema hidráulico	7
2.4.4.	Inconvenientes de trabajar con un sistema hidráulico	8
2.4.5.	Energía cinética	8
2.5.	Sistema hidráulico.....	8
2.5.1.	Operación de los componentes hidráulicos	8
2.5.2.	Tanques y depósitos.....	9
2.5.2.1	Reservorio	10
i.	En línea	10
ii.	Integral	11
2.5.2.1	Tipos de reservorios	11
i.	Reservorio despresurizado.....	11
ii.	Reservorio presurizado	12

2.5.3 Componentes del reservorio.....	12
2.5.3.1 Tapón de llenado.....	12
2.5.3.2 Filtros.....	13
2.5.3.3 Mantenimiento de filtros.....	15
2.5.4 Bombas.....	16
2.5.5 Bomba hidráulica.....	16
2.5.5.1 Transformación de energía.....	17
i. Aspiración.....	17
ii. Descarga.....	18
2.5.5.2 Características de las bombas hidráulicas.....	18
i. Bombas de desplazamiento positivo.....	18
ii. Caudal.....	19
iii. Presión.....	19
2.5.6 Tipos de bombas.....	19
2.5.6.1 Bombas de caudal constante.....	19
I. Bombas de engranajes.....	20
ii. Bombas de paletas.....	21
iii. Bombas de tornillo sin fin.....	21
2.5.6.2 Bombas de caudal variable.....	21
i. Bombas de paletas sin equilibrar.....	21
ii. Bombas de pistones.....	21

2.5.7 Fenómenos más comunes en las bombas	22
2.5.7.1 Golpe de ariete.....	22
2.5.7.2 Cavitación.....	22
2.5.8 Cilindrada	23
2.5.9 Cañerías.....	23
2.5.9.1 Tipos de cañerías	24
2.5.9.2 Unión de las tuberías flexibles.....	24
2.5.9.3 Elementos de una tubería flexible	25
2.5.9.4 Envejecimiento de las mangueras y tuberías flexibles	25
2.5.10 El Flujo del fluido en las tuberías.....	26
2.5.10.1 Flujo laminar.....	26
2.5.10.2 Flujo turbulento.....	26
2.5.11 Válvulas.....	27
2.5.11.1 Clasificación de las válvulas.....	27
2.5.11.2 Válvulas de control direccional	28
i. Válvula check	28
ii. Válvula check en línea.....	28
iii. Válvula check tipo orificio	29
iv. Válvulas selectoras.....	30
2.5.11.3 Válvulas de control de presión.....	31
i. Válvulas reguladoras de presión	31

ii. Válvulas de alivio de presión	32
iii. Válvulas de alivio del sistema.....	34
iv. Válvula de alivio térmico.....	34
2.5.11.4 Válvulas de secuencia.....	35
2.5.12 Regulación de la presión hidráulica.....	35
2.5.12.1 Reguladores de presión	36
2.5.12.2 Indicador de presión	36
2.5.13 Dispositivo de impulsión	37
2.5.13.1 Motores A.C.....	37
2.5.13.2 Tipos de motores A.C.....	37
2.5.13.3 Motores de inducción monofásica	37
2.5.13.4 Motor monofásico con arranque por condensador	38
2.5.14 Cilindros actuadores	39
2.5.14.1 Cilindro actuador de una sola acción.....	39
2.5.14.2 Cilindro actuador de doble acción	40
2.5.15 Fluidos hidráulicos.....	42
2.5.16 Tipos de fluidos hidráulicos utilizados en aviación.	42
2.5.16.1 Fluido hidráulico de base vegetal	43
2.5.16.2 Fluido hidráulico de base mineral	43
2.5.16.3 Fluido hidráulico de base de ester de fosfato	44
2.5.17 Propiedades de los fluidos hidráulicos	44

2.5.17.1 Viscosidad	45
2.5.17.2 Estabilidad química	46
2.5.17.3 Punto de volatilidad	47
2.5.17.4 Punto de ignición	47
2.5.18 Contaminación de los fluidos hidráulicos.....	47
2.5.19 Tipos de contaminación.....	47
2.5.19.1 Contaminación abrasiva	47
2.5.19.2 Contaminación no abrasiva	48
2.5.20 Chequeo de la contaminación	48
2.5.21 Control de la contaminación	48
2.6 Helicóptero	49
2.7 Diseño de los helicópteros	50
2.8 Rotores del helicóptero y sustentación.....	50
2.9 Relación entre sustentación y paso.....	51
2.10 Ángulo de paso	52
2.11 Ángulo de ataque	52
2.12 Helicóptero Bell 206	53
2.12.1 Dimensiones principales.....	53
2.12.2 Controles de vuelo.....	55
2.12.3 Varillas del control cíclico	57
2.12.4 Control colectivo	57

2.12.5 Control de la sustentación.....	57
2.12.6 Mecanismos del rotor de cola.....	58
2.12.7 Coordinación entre acelerador y paso.....	58

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN

3.1 Preliminares	61
3.2 Planteamiento y estudio de alternativas	61
3.3 Análisis de los materiales y elementos utilizados en la maqueta	62
3.3.1 Reservorio	62
3.3.2 Bomba	63
3.3.3 Líneas o cañerías	64
3.3.4 Válvula solenoide	65
3.3.5 Válvula reguladora de presión	66
3.3.6 Válvula de secuencia.....	67
3.3.7 Servo actuadores cíclico y colectivo.....	67
3.3.8. Cilindro actuador	69
3.3.9 Dispositivo de impulsión	69
3.4 Implementación del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206	70
3.4.1 Descripción de la maqueta	70
3.4.2 Funcionamiento del sistema hidráulico.....	72

3.4.3 Implementación	73
3.4.4 Orden de la implementación.....	73
3.4.5 Inspección de la maqueta.....	74
3.4.5.1 Observaciones.....	74
3.4.6 Desmontaje de la maqueta.....	77
3.4.7 Encendido del motor de la maqueta	79
3.4.8 Limpieza de la maqueta	80
3.4.9 Proceso de pintura de la maqueta.....	81
3.4.10 Ensamblaje de la maqueta	82
3.4.11 Conexión de la bomba hidráulica.	84
3.4.12 Instalación de la válvula solenoide	85
3.4.13 Implementación del servo actuador colectivo	87
3.4.14 Instalación de las cañerías flexibles.	87
3.5 Diagramas de procesos.....	88
3.5.1 Diagrama de procesos de inspección visual de la maqueta	89
3.5.2 Diagrama procesos de desmontaje de la maqueta.	89
3.5.3 Diagrama de procesos de inspección de la bomba y reservorio	90
3.5.4 Diagrama de procesos de la inspección de la válvula reguladora de presión.....	90
3.5.5 Diagrama de procesos de inspección del servo actuador.	91
3.5.6 Diagrama de procesos de inspección de la válvula solenoide	91
3.5.7 Diagrama de procesos de ensamblaje	92

3.5.8	Ensamblaje final del sistema hidráulico	92
3.6	Pruebas de funcionamiento y operación	92
3.7	Iluminación del sistema hidráulico	94
3.8	Elaboración de manuales	95
3.8.1	Manual de seguridad	96
3.8.2	Manual de operación	96
3.8.3	Manual técnico	96
3.9	Presupuesto	96
3.10	Rubros	96
3.10.1	Gastos directos.....	97
3.10.2	Gastos indirectos.....	99
3.10.3	Gastos varios.....	99

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones.....	101
4.2 Recomendaciones.....	102

DIAGRAMAS

N 01 Diagrama Eléctrico de la válvula solenoide e iluminación de la válvula solenoide	107
N 02 Diagrama del sistema hidráulico	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Elementos requeridos para la implementación del sistema hidráulico en la maqueta del Helicóptero Bell 206.....	71
Tabla 2: Colores seleccionados para la maqueta del helicóptero Bell 206	81
Tabla 3: Especificaciones de los tapones y la broca utilizada en la válvula solenoide	85
Tabla 4: Elementos requeridos para la instalación eléctrica de la válvula solenoide	86
Tabla 5: Simbología de los diagramas de proceso	88
Tabla 6: Gastos directos	97
Tabla 7: Gatos indirectos	99
Tabla 8: Gastos varios	99
Tabla 9: Costo total del proyecto	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Tabique separador del reservorio.....	10
Figura 2.2: Reservorio hidráulico.....	11
Figura 2.3: Tapón de llenado.....	13
Figura 2.4: Filtro micrónico.....	15
Figura 2.5: Bomba de engranajes externos.....	20
Figura 2.6: Cañerías rígidas y flexibles	24
Figura 2.7: Racores.....	25
Figura 2.8: Elementos de una tubería flexible	25
Figura 2.9: Flujo laminar.....	26
Figura 2.10: Flujo turbulento.....	27
Figura 2.11: Válvula check en línea	29
Figura 2.12: Válvula check tipo bola.....	30
Figura 2.13: Válvula selectora	31
Figura 2.14: Válvula reguladora	31
Figura 2.15: Válvulas de alivio de presión.....	32
Figura 2.16: Válvula de alivio	34
Figura 2.17: Válvula de alivio térmico.....	34
Figura 2.18: Válvulas de secuencia.....	35

Figura 2.19: Sistema hidráulico básico.....	36
Figura 2.20: Motor monofásico.....	38
Figura 2.21: Motor monofásico con arranque por condensador	38
Figura 2.22: Cilindro actuador de una sola acción	40
Figura 2.23: Cilindro de doble acción	41
Figura 2.24: Cilindro de doble acción y válvula selectora.....	41
Figura 2.25: Helicóptero	51
Figura 2.26: Ángulo de paso.....	52
Figura 2.27: Ángulo de ataque	52
Figura 2.28: Sistema de controles de vuelo	59
Figura 2.29: Sistema del control colectivo	60
Figura 3.1: Elementos del reservorio.....	63
Figura 3.2: Filtro de aceite del reservorio	63
Figura 3.3: Bomba hidráulica.....	64
Figura 3.4: Elementos de la bomba hidráulica	64
Figura 3.5: Cañerías del sistema hidráulico	65
Figura 3.6: Válvula solenoide	66
Figura 3.7: Válvula reguladora de presión.....	66
Figura 3.8: Esquemático del servo actuador cíclico y colectivo.....	67
Figura 3.9: Sistema hidráulico en la maqueta	68
Figura 3.10: Servo actuador	69
Figura 3.11: Motor eléctrico.....	69
Figura 3.12: Maqueta del helicóptero Bell 206	70
Figura 3.13: Sistema hidráulico implementado.....	71
Figura 3.14: Funcionamiento del sistema hidráulico	73

Figura 3.15: Maqueta	74
Fig.3.16: Monturas de los servo actuadores	75
Figura 3.17: Ubicación de la bomba hidráulica en la maqueta	75
Figura 3.18: Sistema de varillas ajustables	76
Figura. 3.19: Sistema de transmisión de movimiento	76
Figura 3.20: Eje del rotor de cola	77
Figura 3.21: Desmontaje de las varillas.....	77
Figura 3.22: Desmontaje del mástil	78
Fig.3.23: Desmontaje de la transmisión.....	78
Figura 3.24: Conexión del motor eléctrico	80
Figura 3.25: Proceso de pintura	81
Figura 3.26: Dispositivo de acoplamiento de la transmisión.....	82
Figura 3.27: Ensamblaje de la maqueta	83
Figura 3.28: Trunion	83
Figura 3.29: Implementación de una brida en el eje del rotor de cola	84
Figura 3.30: Instalación de la bomba hidráulica	84
Figura 3.31: Instalación de la válvula solenoide	86
Figura 3.32: Instalación del servo actuador colectivo.....	87
Figura 3.33: Instalación de las cañerías flexibles	88
Figura 3.34: Goteo en el servo actuador	93
Figura 3.35: Empaques del servo hidráulico.	93
Figura 3.36: Iluminación de la válvula solenoide del sistema hidráulico.....	95

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Pasos de ensamblaje y desarmado de la maqueta.

ANEXO B Sistema de regulación de presión.

ANEXO C Manuales

ANEXO D Anteproyecto del trabajo de graduación.

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes

Para proceder al planteamiento del tema del Proyecto de Grado previo a la obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica: “Implementación del sistema hidráulico de la maqueta del helicóptero Bell 206 en el ITSA”, se realizó la investigación pertinente, con la ayuda de los diferentes tipos y niveles de investigación así como del análisis, interpretación, conclusiones y recomendaciones que se derivaron de la información obtenida en el Anteproyecto y que me ayudó a determinar el problema planteado era real y que necesitaba una solución inmediata.

En la realización de este trabajo se ha tomado en consideración los Proyectos de Grado previos a la obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica: “CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO DEL HELICÓPTERO BELL 206” elaborada por el Tecnólogo Conlago Sánchez y: “CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA PARA DEMOSTRAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVOS HIDRÁULICOS”, elaborado por el CBOS-M-C-AV Franklin Jácome, en donde se determinó que: el proyecto de grado realizado por el Tecnólogo Conlago Sánchez no cuenta con un sistema hidráulico, únicamente con la estructura de los controles de vuelo y el proyecto de grado realizado por el CBOS-M-C-AV Franklin Jácome cuenta con un sistema hidráulico, pero esta tesis no fue creada para uso del Instituto, notando además que en ninguno de los dos casos se cuenta con una implementación conjunta de los controles de vuelo del helicóptero Bell 206 y su sistema hidráulico.

1.2 Justificación e Importancia

Para una investigación coherente y acertada se ha partido de la investigación realizada en la Regulación de la DGAC 147; donde se cita la asignatura de Hélices y Rotores, en el Apéndice “D”, literal K, que señala que para la mencionada asignatura, se requieren los 3 niveles de enseñanza, es decir se deben impartir conocimientos generales, prácticas limitadas y la ejecución de un alto grado de aplicación práctica, entre otros parámetros; lo que confirma que para una óptima enseñanza en la asignatura de Hélices y Rotores se requiere de material didáctico. (Anexo D)

Además se realizó una visita al taller de hidráulica básica, ubicado en el bloque 42 en el ITSA, en donde se ha podido observar que la maqueta del helicóptero Bell 206, no posee un sistema hidráulico.

En la asignatura de Hélices y Rotores se hace uso de dicha maqueta, con fines de instrucción didáctica, para lograr un claro entendimiento de la teoría impartida en clase, por lo que es de extrema importancia contar con maquetas totalmente habilitadas que colaboren en la obtención de conocimientos sólidos y claros acerca de esta asignatura, permitiendo de esta manera alcanzar un mejor desempeño en la vida laboral de un tecnólogo aeronáutico, logrando así formar profesionales destacados y competentes, que apoyan sus decisiones y trabajo, en los firmes conocimientos obtenidos a lo largo de su vida estudiantil.

Tras realizar toda esta investigación se determinó que la implementación del sistema hidráulico en la maqueta del Helicóptero Bell 206, es la solución más viable para poder apoyar la enseñanza didáctica.

La investigación permitió también establecer que, los costos de la implementación anteriormente mencionada son totalmente accesibles, lo

que se convierte en una poderosa razón para acceder a dicha implementación.

Cómo se evidencia en el primer párrafo de la justificación e importancia, la DGAC, en uno de los requisitos que solicita para la certificación de una Institución solicita que se impartan ciertas materias, entre las cuales consta la asignatura de Hélices y Rotores, volviéndose totalmente necesario el correcto funcionamiento del material didáctico con el que se cuenta para esta asignatura, que en este caso es la maqueta del Helicóptero Bell 206.

Por todos los motivos expuestos se puede deducir que la implementación del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206, ubicada en el bloque 42 en el taller de hidráulica, es una solución totalmente factible, viable y realizable.

1.3 Objetivos:

1.3.1 Generales

- Habilitar el control colectivo de la maqueta del helicóptero Bell 206, mediante la implementación del sistema hidráulico para el control colectivo.

1.3.2 Específicos

- Determinar las condiciones actuales de los controles de vuelo así como de su movilidad.
- Establecer mediante un manómetro la presión requerida que permita el movimiento del sistema de control de vuelo colectivo.
- Implementar el sistema hidráulico para el control colectivo, en la maqueta y realizar pruebas que nos ayuden a identificar posibles

fugas o fallas en el sistema, con la ayuda de los manuales de mantenimiento del helicóptero Bell 206.

1.4 Alcance

El siguiente proyecto tiene como finalidad, brindar beneficios en su formación profesional a los estudiantes de Mecánica Aeronáutica mención Motores, que se encuentren cursando el sexto semestre en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en la asignatura de Hélices y Rotores; debido a que aportará con el desarrollo de la actividad educativa, logrando un pleno desarrollo de la enseñanza práctica, que con la ayudada de los conocimientos impartidos en clase por el docente, permitirá una mejor educación de los futuros profesionales aeronáuticos formados en esta prestigiosa Institución. Además de ser un apoyo en el cumplimiento de los requisitos establecidos por la DGAC, para mantener la certificación del ITSA.

Este proyecto también será fuente de información a todas las personas que están relacionadas con este tema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción.

Este capítulo contiene los conceptos principales que facilitarán el entendimiento y comprensión de los términos manejados a lo largo del desarrollo del presente tema.

Estas definiciones ayudarán a comprender de mejor manera los elementos y materiales utilizados en el sistema hidráulico de la maqueta del helicóptero Bell 206.

2.2. Presión.¹

Presión, en mecánica, es la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie. La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el Sistema Internacional de unidades (SI), la presión se expresa en pascal (Pa), Newtons por metro cuadrado. La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.

2.3. Principio de Pascal.

El filósofo y científico Blaise Pascal formuló en 1647 el principio que lleva su nombre, con aplicaciones muy importantes en hidráulica.

¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%A1ulica>

El principio de Pascal establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo.

Como la fuerza es igual a la presión multiplicada por la superficie, la fuerza se amplifica mucho si se aplica a un fluido encerrado entre dos pistones de área diferente.

2.4. Hidráulica.²

Es una parte de la mecánica que trata del equilibrio y el movimiento de los fluidos.

La palabra “Hidráulica” proviene del griego “hydro” que significa “agua”; cubrió originalmente el estudio del comportamiento físico del agua en reposo y en movimiento. Pero se ha ampliado su significado para incluir el comportamiento de todos los líquidos; aunque se refiera sobre todo al movimiento de líquidos.

La hidráulica incluye la manera en la cual los líquidos actúan en los tanques o reservorios y las cañerías; se ocupa de sus características y explora maneras de aprovechar las mismas. Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos, es decir se utilizan los líquidos para la transmisión de energía; en la mayoría de los casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos como líquidos sintéticos.

2.4.1. Potencia fluida.³

La potencia fluida es un término que fue creado para incluir la generación, el control y el uso de la energía en forma continua y eficaz, de fluidos bombeados o comprimidos cuando se utiliza esta energía para proporcionar la fuerza y el movimiento a los mecanismos.

²<http://pedroreina.net/trabalu/19981999/webitos2.htm>

³http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica.htm

2.4.2. Producción de energía.

La hidráulica aplicada a la mecánica de fluidos, es utilizada para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos y el diseño de presas de retención, bombas y turbinas. Su fundamento es el principio de Pascal.

2.4.3. Ventajas de trabajar con un sistema hidráulico.

- Simplicidad: Hay pocas piezas en movimiento (bombas, motores, etc.)
- Flexibilidad: El aceite se adapta a las tuberías y transmite la fuerza como si fuera una barra de acero.
- Tamaño: Es pequeño comparado con la mecánica y la electricidad a igual potencia.
- Seguridad: Salvo algún peligro de incendios en ciertas instalaciones.
- Multiplicación de fuerzas.

Puesto que los fluidos no tienen ninguna forma propia, estos deben ser confinados de manera segura a lo largo de todo el sistema. El sistema deberá estar compuesto por cañerías y envases resistentes. Las pérdidas deben ser evitadas.

La operación del sistema implica el movimiento constante del líquido dentro de las líneas y de los componentes. Este movimiento causa fricción dentro del líquido mismo y contra las superficies que lo contienen, esta fricción al ser excesiva puede causar pérdidas de eficiencia. No se debe permitir que materiales extraños se acumulen en el sistema, ya que éstos pueden taponar los pequeños pasos o trabar piezas móviles con

ensamble muy preciso, dentro del sistema. Además la acción química entre los materiales extraños y los componentes del sistema pueden causar corrosión. Cualquier persona que trabaje con sistemas de potencia fluida debe saber cómo funciona dicho sistema y sus componentes, tanto en términos de principios generales comunes a todos los mecanismos físicos, así como las particularidades del dispositivo actual en uso. La seguridad es de vital importancia en la operación de sistemas hidráulicos.

2.4.4. Inconvenientes de Trabajar con un Sistema Hidráulico.

- Limpieza: En la manipulación de los aceites, aparatos y tuberías.
- Alta presión: Exige un buen mantenimiento.
- Precio: Las bombas, motores, servo válvulas, etc., son muy costosas.

2.4.5. Energía cinética.

En los circuitos hidráulicos la velocidad del aceite no debe pasar de 7m/s, porque se puede convertir en una turbulencia y en un flujo no laminar.

2.5. Sistema hidráulico.

2.5.1. Operación de componentes hidráulicos.⁴

Para transmitir y controlar la potencia a través de los líquidos a presión, se requiere un conjunto de componentes interconectados. Se refiere comúnmente al conjunto como sistema. El número y el conjunto de componentes varían de sistema a sistema, dependiendo del uso particular. En muchas aplicaciones, un sistema principal de potencia alimenta a varios subsistemas, que se refieren a veces como circuitos.

El sistema completo puede ser una pequeña unidad compacta.

⁴<http://www.sapiensman.com/neumatica/mapadelsitio.htm>

Los componentes básicos de un sistema de potencia fluida son esencialmente iguales, independientemente de la función que realicen. Autónomamente de la aplicación, cada sistema hidráulico tiene un número mínimo de componentes, y algún tipo de fluido hidráulico.

Existen cinco componentes básicos usados en un sistema hidráulico; los mismos que son:

- 1) Tanques y depósitos.
- 2) Bomba.
- 3) Líneas (cañerías, tubería, o manguera flexible).
- 4) Válvulas.
- 5) Dispositivo de impulsión.

2.5.2. Tanques y depósitos.⁵

El depósito de aceite o tanque actúa como reserva de aceite, separa el aceite del aire, evacua el calor y lleva el aceite dentro o encima la bomba.

Es muy importante que el aire salga libremente. El depósito, además de enfriar el aceite, permite que los contaminantes se asienten y permite que la bomba aspire el suficiente caudal de líquido. En un sistema hidráulico, los tanques hidráulicos consisten generalmente de:

- Un fondo con desnivel.
- Líneas de succión, retorno y drenaje.
- Tapón de drenaje.
- Indicador de nivel de aceite.
- Tapón para llenado y respiración.

⁵http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica4.htm

Un tabique separador o placa deflektor que impide que la bomba aspire el aceite directamente de la línea de retorno; así se produce una zona tranquila, la cual permite que las partículas grandes de suciedad se asienten, que el aire alcance la superficie del fluido y da oportunidad para que el calor se disipe hacia las paredes del tanque.



Tabique separador.

Figura 2.1 : Tabique separador del reservorio.
Fuente: Investigación de campo.

En aviación estos tanques y depósitos son comúnmente conocidos como reservorios. Los términos generales de un reservorio son analizados a continuación.

2.5.2.1. Reservorio⁶

Hay una tendencia para determinar un reservorio como un componente individual, sin embargo esto no siempre es verdad. Hay dos tipos de reservorios y son:

i. En Línea: Este tipo es un componente separado dentro del sistema hidráulico, es completo, y está conectado con otros componentes por medio de un sistema de ductos y cañerías. En un reservorio en línea, un espacio es provisto en el reservorio, sobre el nivel normal del fluido, para permitir la expansión del fluido y para que escape el aire atrapado.

⁶ Airframe & Powerplant Mechanics Handbook; FAA; Capítulo 8, Pág.316, 317.

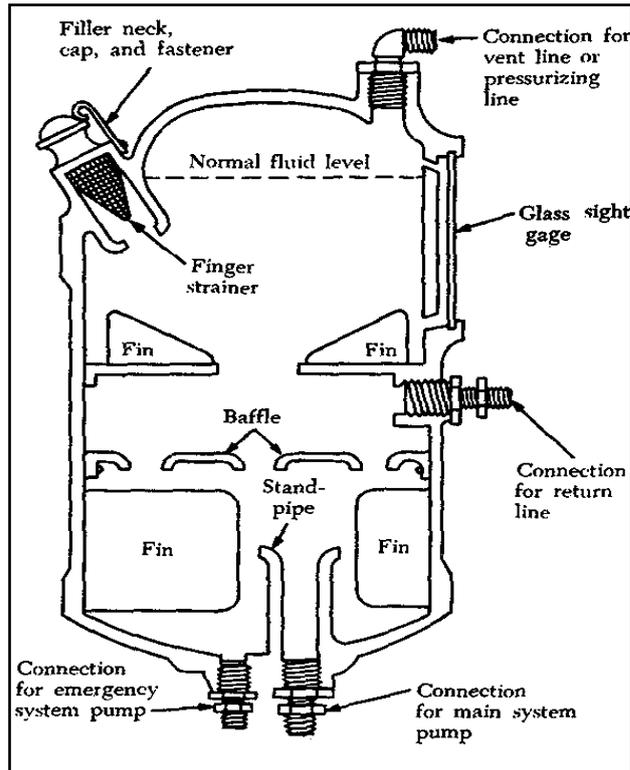


Figura 2.2 : Reservorio Hidráulico.

Fuente: Airframe&Powerplant Mechanics Handbook FAA.Fig 8.7/Pag 317.

ii. **Integral:** Este tipo no tiene su propia carcasa y se convina con la bomba hidráulica, para mantenerla suplida de fluido operacional. Este tipo de reservorios es encontrado a menudo en aviones pequeños.

La mayoría de reservorios son diseñados con el cuello de llenado debajo del tope del reservorio para prevenir un sobrellenado durante el serviceo; además generalmente estan equipados con una varilla medidora de aceite o una mirilla indicadora de nivel que puede ser convenientemente chequeada.

2.5.2.2. Tipos de reservorios: los reservorios pueden ser ventilados por la atmósfera o cerrados a la atmósfera y presurizados.

i. **Reservorios despresurizados.**

En reservorios despresurizados, la presión atmosférica y la gravedad son las fuerzas que causan que el fluido fluya o se dirija, desde el reservorio

del sistema hidráulico hacia la entrada de succión de la bomba. Este tipo de reservorio es utilizado en muchos aviones.

ii. Reservorios presurizados

Para algunos aviones la presión atmosférica es demasiado baja para suplir a la bomba con el fluido adecuado, y requieren reservorios presurizados. Un reservorio es presurizado para tener siempre una presión positiva a la entrada de la bomba. Hay muchos métodos de presurizar un reservorio. Algunos sistemas usan aire presurizado directamente del sistema de presurización de la cabina, o del compresor del motor. La presurización con aire es logrado por forzar el aire en el reservorio sobre el nivel del fluido. Otro método usado es un aspirador o venturi. En otros sistemas una bomba hidráulica adicional es instalada en la línea de alimentación a la salida del reservorio para alimentar, de fluido a presión a la bomba hidráulica principal.

2.5.3. Componentes del reservorio.

Los desviadores y, o aletas están incorporadas en muchos reservorios para mantener el fluido dentro del reservorio en caso de movimientos turbulentos y fluctuaciones repentinas. Estas condiciones pueden ocasionar que se forme espuma en el fluido o que entre aire a la bomba mediante el fluido. (Ver Fig.2.2; Fin y Baffle).

2.5.3.1. Tapón de llenado.

El tapón de llenado debe ser grande para permitir llenar el tanque en poco tiempo, pero filtrando el aceite y vertiéndolo despacio, para que no entre aire. La desviación del fluido es un aspecto muy importante en la adecuada operación del tanque. Por esta razón, todas las líneas que regresan fluido al tanque deben colocarse por debajo del nivel del fluido y en el lado de la placa deflectora opuesto al de la línea de succión.

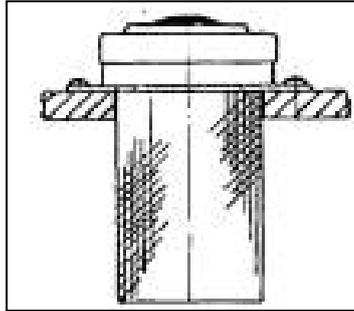


Figura 2.3: Tapón de llenado.

Fuente: Airframe&Powerplant Mechanics Handbook FAA, Pág 316.

2.5.3.2. Filtros.⁷

Es muy importante para la duración de los aparatos hidráulicos el trabajar con un aceite limpio y no contaminado. La limpieza de los aceites se puede lograr reteniendo las partículas nocivas o dañinas y efectuando los cambios de aceite en las fechas y periodos que establecen los fabricantes o que determinan las especificaciones técnicas del aceite y/o elementos del circuito.

El propósito de la filtración no es solo prolongar la vida útil de los componentes hidráulicos, si no también evitar paradas producidas por la acumulación de impurezas en las estrechas holguras y orificios de las válvulas.

Un filtro es un elemento protector que se utiliza para mantener limpio el fluido hidráulico, esto previene que haya un remanente de partículas extrañas o substancias contaminantes en el sistema. Si un material inaceptable no es removido, este puede causar daños en la entrada del sistema hidráulico del avión y fallas a través de una ruptura o malfuncionamiento de una sola unidad del sistema.

El fluido hidráulico mantiene en suspensión, diminutas partículas de metal que son depositadas durante el uso normal de las válvulas, bombas y

⁷ Airframe & Powerplant Mechanics Handbook; FAA; Capítulo 8, Pág.313, 314.

otros componentes del sistema. Las pequeñas partículas de limallas pueden dañar las unidades y partes si no son removidas por un filtro. Subsecuentemente las tolerancias dentro de los componentes de un sistema hidráulico son bastante pequeñas, esto determina que la eficiencia y fiabilidad de un sistema hidráulico depende de una adecuada filtración.

Los filtros pueden estar localizados dentro del reservorio, en la línea de presión, en la línea de retorno o en cualquier otra localización donde el diseñador del sistema decida que es necesario para salvaguardar el sistema hidráulico contra impurezas.

Muchos reservorios incorporan filtros en el cuello del llenado para prevenir la entrada de material extraño durante el reabastecimiento de fluido. Estos filtros están hechos de una fina malla protectora y son usualmente referidos como filtros de dedo, debido a su forma. Estos filtros nunca deben ser removidos o punzados para acelerar la entrada del fluido en el reservorio. Además de filtrar el aire antes de entrar al reservorio los filtros pueden filtrar el fluido antes de que salga del reservorio.

Cuando es usado un filtro ventilado, es localizado en la parte superior del reservorio, sobre el nivel del fluido. Como el fluido regresa al reservorio, rodea al filtro y fluye a través de la pared del filtro. Esto permite que cualquier contaminación quede atrapada en la parte superior del filtro.

Hay muchos modelos y estilos de filtros. Su posición en el avión y requerimientos de diseño determinan su forma y tamaño.

El elemento del filtro micrónico puede ser de tipo metálico o magnético. El elemento micrónico está hecho de un papel tratado especialmente y es normalmente desechado cuando se remueve. Los poros de los elementos del filtro magnético y metálico son diseñados para ser limpiados por varios métodos y reemplazados en el sistema. El elemento del filtro micrónico

está diseñado para prevenir el paso de sólidos hasta de 10 micrones (0.000394 in) de tamaño.

2.5.3.3. Mantenimiento de filtros.

El mantenimiento de los filtros es relativamente fácil. Esto principalmente incluye la limpieza del filtro y elemento o limpieza del filtro y (o) reemplazo del elemento. A los filtros que usan el elemento tipo micrónico se les debe cambiar el elemento del filtro periódicamente de acuerdo con las instrucciones aplicables. Los filtros que usan otro tipo de elementos diferente al micrónico, también deben ser limpiados usualmente de acuerdo a lo que sea necesario. Sin embargo el elemento del filtro debe ser inspeccionado frecuentemente para asegurar que este componente no esté totalmente dañado. Los métodos y materiales usados en la limpieza de todos los filtros son numerosos, por lo que se debe consultar las instrucciones e información del manual del fabricante.

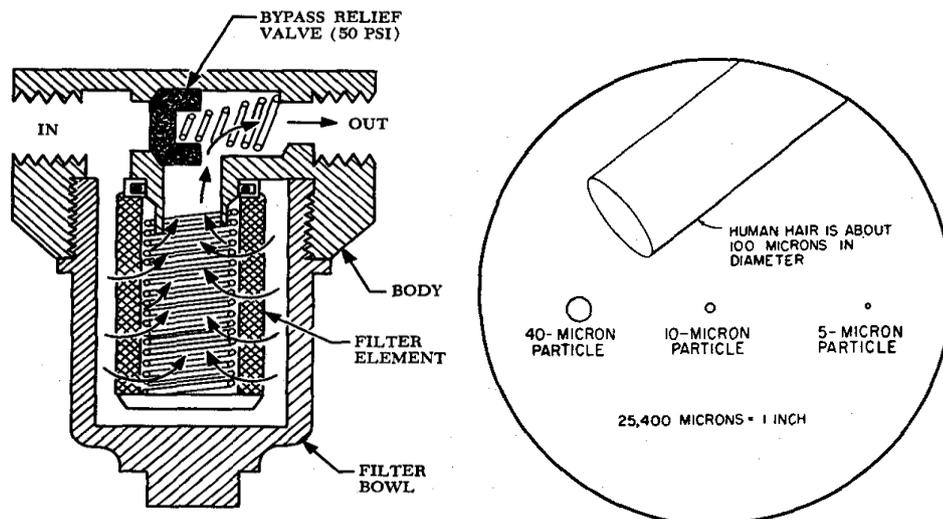


Figura 2.4: Filtro Micrónico.

Fuente: Airframe & Powerplant Mechanics Handbook FAA.Fig 8.3-8.4 Pag 314

Algunos filtros hidráulicos deben ser equipados con un pasador indicador que indicará cuando el elemento este taponado. Cuando este indicador se destaca o sale de la carcasa del filtro, el elemento debe ser removido y

limpiado, también el fluido que sale del filtro debe ser inspeccionado por contaminación y vaciado si se requiere.

2.5.4. Bombas.⁸

Son dispositivos empleados para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases.

2.5.5. Bomba hidráulica.⁹

Definición: Una bomba hidráulica tiene que cumplir dos misiones: mover el líquido y obligarlo a trabajar. La definiremos como un mecanismo capaz de convertir la fuerza mecánica en hidráulica.

Funcionamiento: Una bomba hidráulica es un dispositivo tal que, recibiendo energía mecánica de una fuente exterior, la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión. Las bombas hidráulicas son los elementos encargados de impulsar el aceite o líquido, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica.

El propósito de una bomba hidráulica es suministrar un flujo de líquido a un sistema hidráulico. La bomba no crea la presión del sistema, puesto que la presión se puede crear solamente por una resistencia al flujo. Mientras que la bomba proporciona flujo, transmite una fuerza al líquido. Dado que el flujo de líquido encuentra resistencia, esta fuerza se vuelve una presión.

La resistencia al flujo es el resultado de una restricción o de una obstrucción en la trayectoria del mismo. Esta resistencia es normalmente el trabajo logrado por el sistema hidráulico, pero puede ser también

⁸<http://www.sapiensman.com/neumatica/mapadelsitio.htm>

⁹Curso de hidráulica básica, Varios Autores, Pág. 73.

debido a restricciones de líneas, de equipos o válvulas dentro del sistema. Así, la presión es controlada por la carga impuesta sobre el sistema o la acción de un dispositivo regulador de presión.

Una bomba debe tener una fuente continua de líquido disponible en el puerto de entrada para suministrar el líquido al sistema. Dado que la bomba fuerza el líquido a través del puerto de salida, un vacío parcial o un área de baja presión se crea en el puerto de entrada. Cuando la presión en el puerto de entrada de la bomba es más baja que la presión atmosférica local, la presión atmosférica que actúa sobre el líquido en el depósito fuerza al líquido hacia la entrada de la bomba.

Si la bomba está situada en un nivel más bajo que el depósito, la fuerza de la gravedad complementa a la presión atmosférica sobre el depósito. Los aviones que funcionan a grandes altitudes se equipan con depósitos hidráulicos presurizados para compensar la baja presión atmosférica encontrada en dichas elevaciones

2.5.5.1. Transformación de energía.¹⁰

El proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas: aspiración y descarga.

i. Aspiración.

Al comunicarse energía mecánica a la bomba, ésta comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba, como el depósito de aceite se encuentra sometido a presión atmosférica, se genera entonces una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso del aceite hacia la entrada de la bomba.

¹⁰http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica5.htm.

ii. Descarga.

Al entrar aceite, la bomba lo toma y lo traslada hasta la salida y se asegura de que el fluido no retroceda. Dado esto, el fluido no encontrará más alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra espacio disponible, consiguiéndose así la descarga.

2.5.5.2. Características de las bombas hidráulicas.¹¹

Todas las bombas desplazan líquido, pero este desplazamiento puede ser positivo o no positivo. Las hidráulicas producen un caudal de líquido, y además lo sostienen, contra la resistencia opuesta a su circulación. O sea, que el líquido que sale de la boca de la bomba es apoyado por ésta, entonces se dice que el desplazamiento es positivo. Las bombas de los circuitos hidráulicos son positivas.

i. Bombas de desplazamiento positivo.

Como se indicó anteriormente una bomba no crea presión. Sin embargo, la presión desarrollada por las restricciones en el sistema es un factor que afecta a la salida volumétrica de la bomba. Mientras que la presión del sistema aumenta, la salida volumétrica disminuye.

Si la salida de una bomba de desplazamiento positivo fuera totalmente cerrada, la presión aumentaría instantáneamente al punto en el cual la unidad que impulsa la bomba se atascaría o algo se rompería.

Gracias al movimiento invariable de su parte móvil, una bomba de desplazamiento positivo es capaz de entregar un caudal constante de líquido y soportar (dentro de sus límites) cualquier presión que se requiera. En otras palabras, una bomba de desplazamiento positivo genera caudal, pero a alta presión.

¹¹ Curso de hidráulica básica; varios autores; Pág. 73-84.

ii. Caudal.

Es el volumen de aceite que entrega la bomba en una unidad de tiempo (l/min) a determinadas r.p.m. Hay bombas de caudal constante (fijo) y bombas de caudal variable.

iii. Presión.

Además del caudal se debe conocer la presión máxima que es capaz de soportar la bomba entregando el caudal específico. Dada por los fabricantes.

2.5.6. Tipos de bombas.

2.5.6.1. Bombas de caudal constante.

Existen dos tipos de sistemas, el sistema abierto (bomba de caudal constante) y el sistema cerrado (bomba de caudal variable). En el sistema abierto varía la presión pero se mantiene constante el flujo, en este sistema la línea de succión de la bomba trabaja únicamente con la presión atmosférica, es decir que el reservorio no es presurizado. En el sistema cerrado varía el flujo y se mantiene constante la presión y el reservorio es presurizado, por lo que tanto la línea de succión como la de presión trabajan con presión.

Las bombas de caudal constante entregan siempre el mismo volumen de aceite cambiando al variar la velocidad de giro de la bomba. Estas bombas se clasifican en:

- i.** Engranajes. (externos e internos - lobulares)
- ii.** Paletas.
- iii.** Tornillo sin fin, manuales.

- i. **Bomba de engranajes:** se pueden considerar de caudal constante pues la única forma de variar el caudal es aumentando la velocidad de rotación.
- ❖ **Bombas de engranaje externo:** En las bombas de engranajes externos los dientes de ambos engranajes se proyectan hacia fuera de su centro.

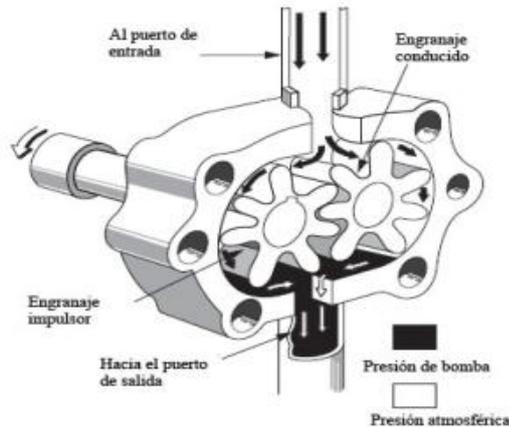


Figura 2.5: Bomba de engranajes externos.

Fuente: www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9-A.htm

La bomba de engranajes externos es una de las más populares de bombas de caudal constante. En su forma más común, se componen de dos piñones dentados acoplados que dan vueltas, con un cierto juego, dentro de un cuerpo hermético. El piñón motriz está encaletado sobre el árbol de arrastre accionado generalmente por un motor eléctrico o fuente impulsora. A consecuencia del movimiento de rotación que el motor provoca al eje motriz, éste arrastra el engranaje respectivo, el que a su vez provoca el giro del engranaje conducido (segundo engranaje). Los engranajes son iguales en dimensiones y tienen sentido de giro inverso.

Con el movimiento de los engranajes, en la entrada de la bomba se originan presiones negativas (es decir se genera una presión menor a la del alrededor de la bomba, provocando un flujo desde la zona de mayor presión hacia la de menor presión); como el aceite que se encuentra en el depósito está a presión atmosférica, se produce una diferencia de

presión, la que permite el traslado de fluido desde el depósito hacia la entrada de la bomba (movimiento del fluido). Así los engranajes comienzan a tomar aceite entre los dientes y a trasladarlo hacia la salida o zona de descarga. Por efecto del hermetismo de algunas zonas, el aceite queda impedido de retroceso y es obligado a circular en el sistema. Los dientes de los piñones al entrar en contacto por el lado de salida expulsa el aceite contenido en los huecos, en tanto que el vacío que se genera a la salida de los dientes del engranaje provoca la aspiración del aceite en los mismos huecos.

Las tuberías de aspiración y de presión van conectadas cada una por un lado, sobre el cuerpo de la bomba.

Las bombas hidráulicas en aviación son movidas generalmente por el motor del avión, que es su fuente impulsora, pero el principio de funcionamiento es el mismo.

ii. Bombas de paletas.

Son bombas de características intermedias entre las de engranajes y pistones. Son muy silenciosas, sensibles a la suciedad del aceite. El número de paletas está comprendido entre 8 y 14.

iii. Bombas de tornillo sin fin.

Las bombas tienen dos tornillos que están utilizados en un cuerpo. Las bombas se utilizan para los altos flujos y la presión relativamente baja. La ventaja de las bombas del tornillo es el nivel de sonido bajo de estas bombas; la eficacia no es ésta alta.

2.5.6.2. Bombas de caudal variable.

Varían el volumen de aceite entregado, aunque no varíen su velocidad de giro. En estas bombas se varía el flujo (caudal) para mantener constante la presión.

Las bombas de caudal variable se clasifican en:

- i. Paletas sin equilibrar.
- ii. Pistones.

i. Bombas de paletas sin equilibrar: Estas tienen un defectos que es el gran desgaste de cojinetes al hacer presión el aceite por un lado nada más y al no estar equilibradas las presiones. Su caudal varía según la excentricidad entre el rotor y el casquillo estator.

ii. Bombas de Pistones: Son bombas ideales para equipos que trabajan a altas presiones, necesitando gran caudal. Son más complicadas y caras que otras.

2.5.7. Fenómenos más comunes de las bombas.

2.5.7.1. Golpe de ariete.

El fenómeno de golpe de ariete se produce cuando el aceite hidráulico sufre una parada o cambio brusco, como por ejemplo cuando se cierra de golpe una válvula o se para una bomba.

El frenado del aceite provoca una onda de choque que se propaga en sentido opuesto al flujo normal del fluido (del aparato o tubería cerrada hacia la bomba).

Las consecuencias son sobrepresiones locales que hacen aumentar la presión hasta un 50%, fatigando los materiales como por ejemplo tuberías del sistema hidráulico.

2.5.7.2. Cavitación.

Cuando la bomba gira a mucha velocidad, circulando el aceite con poca resistencia, existe una estrangulación que limita el paso de aceite del

depósito a la bomba; tiende a aspirar más aceite del que recibe, formándose burbujas de aire en el aceite.

La bomba sufre daño al pasar estar burbujas gaseosas; del lado de baja presión al de alta se produce una implosión, que hace que se desprendan partículas metálicas de la bomba, vibra, hace ruido, se desgasta excesivamente y termina por ajustarse.

2.5.8. Cilindrada

Se refiere al volumen de aceite que la bomba puede entregar en cada revolución

$$C = \frac{\pi * (D^2 - d^2) * l}{4}$$

Donde:

D = Diámetro mayor del engranaje.

d = Diámetro menor del engranaje.

l = Ancho del engranaje

Unidades: cm³.

2.5.9. Cañerías.¹²

Es el término general que abarca las varias clases de líneas conductoras que llevan fluido hidráulico entre los componente.

La selección o instalación de tubos y empalmes en un circuito hidráulico revisten una importancia primordial. Una tubería incorrecta puede dar lugar a una gran pérdida de potencia o a una polución nociva de aceite.

¹²<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica4.htm#3.3%20material>.

2.5.9.1. Tipos de cañerías.

Los tipos de cañerías que se usan en aviación son:

- Flexibles
- Rígidas.

Las tuberías hidráulicas flexibles y las tuberías rígidas metálicas, se emplean en los sistemas hidráulicos, como medio de canalización y de transporte de fluido.

Las tuberías flexibles tienen además un trenzado de alambre de acero, en su parte exterior, este trenzado cumple con dos funciones:

- Contribuye al mantenimiento de la forma y dimensiones de la tubería.
- Disminuye las posibilidades de estallido.



Tuberías Flexibles

Tuberías Rígidas

Figura 2.6: Cañerías Rígidas y Flexibles.

Fuente: Investigación de campo.

2.5.9.2. Unión de las tuberías flexibles

La unión entre tuberías flexibles se efectúa mediante conjuntos de conexión denominados racores.



Figura 2.7: Racores.

Fuente: Investigación de campo.

2.5.9.3. Elementos de una tubería flexible.

Los elementos de una tubería flexible se pueden observar a continuación:

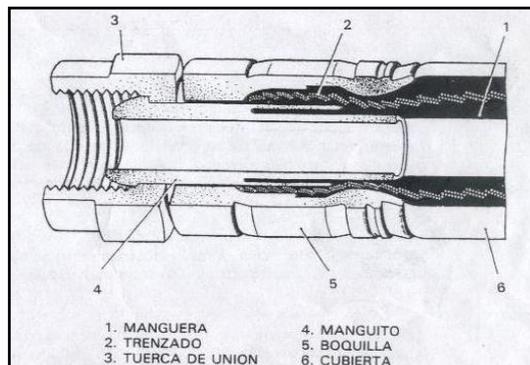


Figura 2.8: Elementos de una tubería flexible.

Fuente: www.zwick.es/componentesservohidraulicos/hydraulicpipelines

2.5.9.4. Envejecimiento de las mangueras y tuberías flexibles.

Las mangueras y tuberías flexibles experimentan un proceso de envejecimiento natural, que se manifiesta por la pérdida o disminución de sus características de resistencia y flexibilidad.

Tiempo de vida

El control de vida útil de las mangueras y de las tuberías flexibles se divide en dos tramos:

- **Tiempo de almacenaje:** máximo 10 años.

- **Tiempo de empleo en el avión:** 10 años desde la fecha de polimerización.

2.5.10. El flujo del fluido en las tuberías.¹³

La situación ideal del flujo en una tubería se establece cuando las capas de fluido se mueven en forma paralela una a la otra.

2.5.10.1. Flujo laminar.

Cuando las capas de fluido próximas a las paredes internas de la tubería se mueven lentamente, mientras que las cercanas al centro lo hacen rápidamente.



Figura 2.9: Flujo Laminar.

Fuente: http://neumatica_hidraulica_files/neumatica_hidraulica.htm

Se dice que el flujo será estable o laminar si cada partícula del fluido sigue una trayectoria uniforme, lo que impedirá que las trayectorias de diferentes partículas se crucen entre sí. Así, en el flujo estable, la velocidad del fluido en cualquier punto se mantiene constante en el tiempo.

2.5.10.2. Flujo turbulento.

Arriba de cierta velocidad crítica, el flujo del fluido se vuelve no estable o turbulento. Éste es un flujo irregular caracterizado por pequeñas regiones similares a torbellinos.

¹³http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/laminar_turbulento.htm.

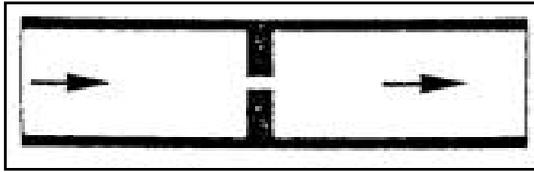


Figura 2.10: Flujo Turbulento

Fuente: http://neumatica_hidraulica_files/neumatica_hidraulica.htm

La turbulencia es causada por el exceso de velocidad de circulación, por cambios bruscos del diámetro de la tubería, y por la rugosidad interna de la misma; la turbulencia produce excesiva pérdida de presión en los sistemas y sobrecalentamiento del aceite. A menudo puede ser detectada por el ruido que produce la circulación por las tuberías.

2.5.11. Válvulas.¹⁴

Se define a una válvula como cualquier dispositivo por medio del cual el flujo de líquido se puede iniciar, cortar, o regular por una parte móvil que abra u obstruya el paso. Aplicadas en los sistemas de potencia fluida, las válvulas se utilizan para controlar el flujo, la presión, y la dirección del flujo fluido.

Las válvulas se pueden controlar manual, eléctrica, neumática, mecánica, hidráulicamente, o por combinaciones de dos o más de estos métodos. Los factores que determinan el método de control incluyen el propósito de la válvula, el diseño y el objetivo del sistema, la localización de la válvula dentro del sistema, y la disponibilidad de la fuente de energía.

2.5.11.1. Clasificación de las válvulas.

Las válvulas se clasifican según su uso:

- Control de flujo,
- Control de presión y
- Control direccional.

¹⁴Curso de hidráulica básica, varios autores, Pág.33-40.

Algunas válvulas tienen funciones múltiples que caen en más de una clasificación. Las válvulas de control direccional inician, paran y dirigen el fluido a través de las diferentes conducciones de la instalación para hacer posible el control de los actuadores.

2.5.11.2. Válvula de control direccional.

i. Válvula check: Para los componentes hidráulicos y sistemas a operar, el flujo del fluido debe ser controlado.

El fluido debe actuar de acuerdo con las necesidades especificadas en el sistema. Muchos tipos de válvulas son usados para ejercer control. Una de válvulas más usadas, simples y comunes es la válvula check, que permite el libre flujo del fluido en una sola dirección, impidiendo su retorno. Las válvulas check son hechas en dos diseños generales para ser usadas en dos necesidades diferentes.

La una válvula check esta completa dentro de si misma; esta válvula está interconectada con los otros componentes con los cuales, opera mediante cañerías rígidas o flexibles. Estas válvulas son comúnmente llamadas válvulas check en línea. Hay dos tipos de válvulas check en línea, la válvula de tipo simple y la válvula de tipo orificio.

En otros diseños, la válvula check no está completa dentro de si misma, porque no tiene cañerías exclusivamente para ella. Las válvulas check de este diseño son comúnmente llamadas válvulas check integrales; porque estas forman parte integral del componente mayor.

ii. Válvula check en línea.

La válvula check de tipo simple en línea (a menudo llamada válvula check) es usada cuando se desea que el total del flujo de un fluido tenga su salida en una sola dirección. El fluido entra en el puerto de entrada de la válvula check forzando a la válvula a empujar su asiento en contra de la resistencia del resorte. Esto permite que el fluido fluya a través del

pasadizo que está abierto. En el instante en que el fluido para su movimiento en esta dirección, el resorte recupera su forma original, retornando al asiento de la válvula a su posición inicial (fig.2.11). Esto bloquea la apertura de la válvula en el sentido contrario y entonces bloquea el flujo inverso del fluido.

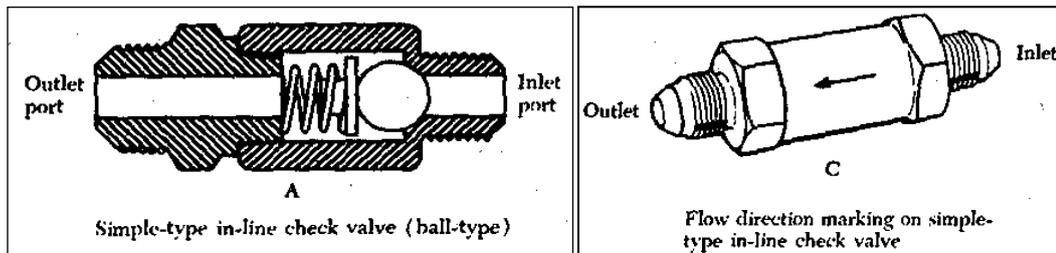


Figura 2.11: Válvula check en línea.

Fuente: Airframe & Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig 8.22 Pag 327.

iii. Válvula check tipo orificio.

La válvula check en línea de tipo orificio, es usada para permitir la velocidad de operación normal de un mecanismo, proporcionando un flujo libre del fluido en una dirección, mientras a una velocidad limitada de operación, permite el flujo del fluido en dirección contraria, a través de un restrictor de flujo.

La operación de la válvula check en línea de tipo orificio es la misma que la de tipo simple, excepto por el flujo restringido permitido, cuando se cierra. Esto es logrado por medio de una segunda apertura en el asiento de la válvula, que nunca está cerrado, así que algunas inversiones del flujo (cuando el flujo regresa) pueden tomar lugar a través de la válvula. La segunda apertura es mucho más pequeña que la apertura del asiento de la válvula. Como una regla esta apertura es de un tamaño específico, así permite mantener la proporción del fluido que fluye por detrás y a través de la válvula.

Esta válvula es generalmente conocida como válvula de amortiguación (damping valve).

La dirección del flujo del fluido a través de las válvulas check en línea es normalmente indicada por una flecha estampada. La válvula check en línea de tipo orificio es usualmente marcada con dos flechas. Una flecha es más pronunciada que la otra e indica la dirección del flujo no restringido. La otra flecha es de menor tamaño que la primera o es de líneas entre cortadas y puntos, esta indica la dirección del flujo del fluido restringido, que regresa.

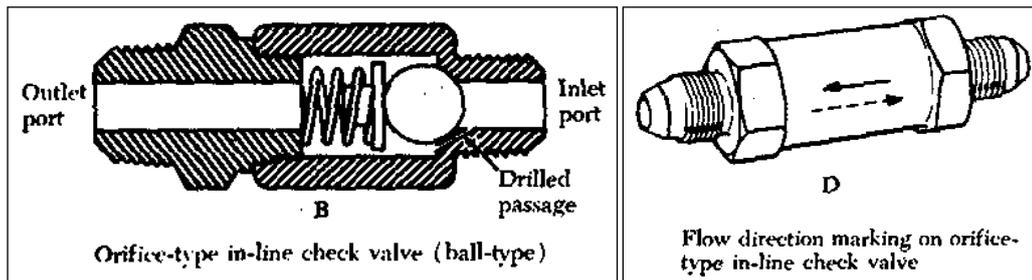


Figura 2.12: Válvula check tipo bola.

Fuente: Airframe & Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig 8.22 Pag 327.

iv. Válvulas selectoras.

Las válvulas selectoras son usadas para controlar la dirección del movimiento de una unidad actuadora. Esta válvula está provista de una celda para trabajar simultáneamente con flujo de fluido hidráulico dentro y fuera de una unidad actuadora que está conectada. Una válvula selectora también proporciona un medio para cambiar convenientemente e inmediatamente las direcciones en las que el fluido fluye a través del actuador, invirtiendo la dirección del movimiento.

En una típica válvula selectora un puerto está conectado a la línea de presión, para la entrada del fluido a presión. Un segundo puerto de la válvula, está conectado a la línea de retorno para que el fluido regrese al reservorio. Los puertos de una unidad actuadora a través de los cuales el fluido entra y sale a esta unidad, son conectados por medio de líneas a otros puertos de la válvula selectora.

La válvula selectora tiene varios puertos. El número de puertos está determinado por los requerimientos particulares del sistema en el que la válvula esta siendo usada.

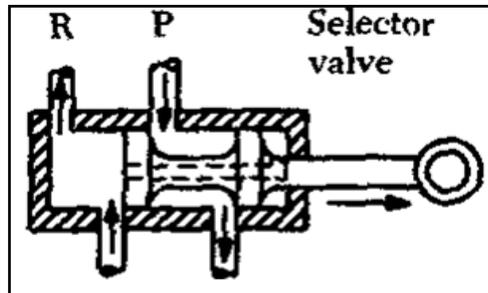


Figura 2.13: Válvula Selector.

Fuente: Airframe&Powerplant Mechanics Handbook FAA Pág 329

2.5.11.3. Válvulas de control de presión.

i. Válvula reguladora de presión.

Para controlar la variación constante de presión, se utiliza una válvula reguladora de presión. Esta se encuentra formada por un émbolo y un resorte. Se abre cuando el caudal de aceite suministrado por la bomba genera presión suficiente para comprimir el resorte de la válvula reguladora y parte del caudal es derivado hacia el tubo de succión de la bomba de aceite. La válvula es regulable. Permite establecer la presión mínima y máxima del fluido, dentro del circuito hidráulico. Para aumentar la presión de fluido hidráulico se requiere desmontar el perno de sujeción de la válvula y quitar cuellos de regulación. De esta manera el émbolo recorre una distancia mayor para comprimir el resorte, antes de destapar el pasaje por donde deriva el aceite para aliviar la presión.

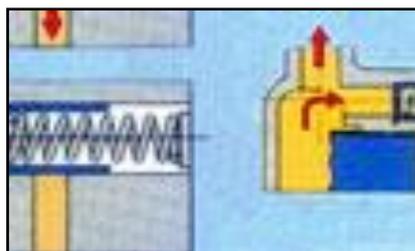


Figura 2.14: Válvula Reguladora

Fuente: http://www.todomotores.cl/mecanica/lubricacion_motor.htm.

ii. Válvulas de alivio de presión.

Una válvula de alivio de presión es usada para limitar la cantidad de presión ejercida en un líquido confinado. Esto es necesario para prevenir fallas de los componentes o rupturas de las líneas hidráulicas bajo presiones excesivas. La válvula de alivio de presión es en efecto un sistema de seguridad.

El diseño de las válvulas de alivio de presión incorpora una válvula ajustable con un resorte cargado. Estas están instaladas de tal manera que descargan el fluido desde la línea de presión en la línea de retorno del reservorio, cuando la presión excede al máximo para la cual la válvula fue ajustada.

Existen varios diseños de válvulas de alivio de presión, pero en general todas estas emplean una válvula cargada de resorte, como un mecanismo operado por presión hidráulica y la tensión del resorte.

Las válvulas de alivio de presión están ajustadas para que el aumento o disminución de tensión en el resorte determinen la presión requerida para abrir la válvula.

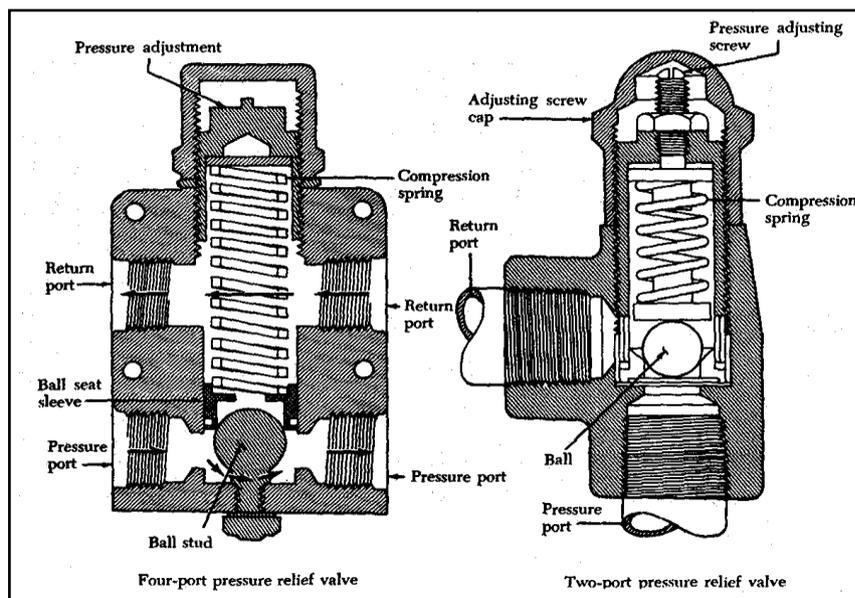


Figura 2.15: Válvulas de alivio de presión.

Fuente: Airframe & Powerplant Mechanics Handbook FAA Pág 323.

Las válvulas de alivio de presión pueden ser clasificadas según su tipo de construcción o su uso en un sistema. Sin embargo el propósito y operación general de todas las válvulas de alivio de presión son los mismos. La diferencia básica en la construcción de una válvula de alivio de presión es, su diseño; los tipos más comunes son:

❖ **Tipo Bola.**

En una válvula de alivio de presión con un mecanismo de tipo bola, La bola descansa en el contorno del asiento, la presión actúa en el fondo de la bola empujándola hacia afuera de su asiento, permitiendo que el fluido atraviese por un paso de desvío.

❖ **Tipo Camisa.**

En una válvula de alivio de presión con un mecanismo tipo camisa, la bola permanece estacionada y el mecanismo tipo camisa es subido por la presión del fluido. Esto permite que el fluido atraviese por un paso de desvío entre la bola y el asiento del mecanismo tipo camisa.

❖ **Tipo Vástago (Poppet Valve).**

En una válvula de alivio con un mecanismo tipo vástago, un vástago tipo cono puede tener cualquiera de muchos diseños de configuración, sin embargo este es básicamente un cono y un asiento mecanizado a los ángulos emparejados para evitar goteos. Como la presión es superior a la predeterminada, el vástago es sacado de su asiento, como en el mecanismo de tipo bola. Esto permite que el fluido pase a través de la apertura creada y fuera hacia el puerto de retorno.

Las válvulas de alivio de presión no pueden ser usadas como reguladoras de presión, en un sistema hidráulico que depende de la bomba impulsada por el motor, para su fuente primaria de presión, porque la bomba esta constantemente bajo carga, y la energía expedida en mantener la válvula de alivio de presión fuera de su asiento es convertida en calor. Este calor

es transferido al fluido y a su vez causando deterioro rápido en los empaques. Sin embargo las válvulas de alivio de presión pueden ser usadas como reguladores de presión en pequeños sistemas de baja presión o cuando las bombas son eléctricamente impulsadas y usadas intermitentemente. Las válvulas de alivio de presión pueden ser usadas como:

iii. Válvula de alivio del sistema.

El uso más común de las válvulas de alivio de presión es como un mecanismo de seguridad contra las posibles fallas de la bomba compensadora o de otros mecanismos de regulación de presión. Todos los sistemas que tienen bombas hidráulicas incorporan válvulas de alivio de presión como un mecanismo de seguridad.

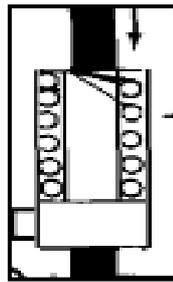


Figura 2.16: Válvula de alivio.

Fuente: Manual de Mantenimiento BELL 206 A/B Pág 587

iv. Válvula de alivio térmico.

La válvula de alivio de presión es usada para aliviar la presión excesiva que puede existir debido una expansión térmica del fluido.

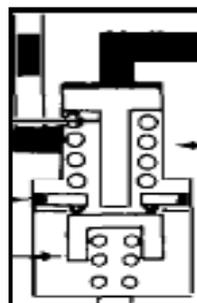


Figura 2.17: Válvula de alivio térmico.

Fuente: Manual de Mantenimiento BELL 206 A/B Pág 587.

2.5.11.4. Válvulas de secuencia.¹⁵

Las válvulas de secuencia controlan la secuencia de operación entre dos ramas en un circuito; es decir, permiten a una unidad fijar automáticamente otra unidad en movimiento.

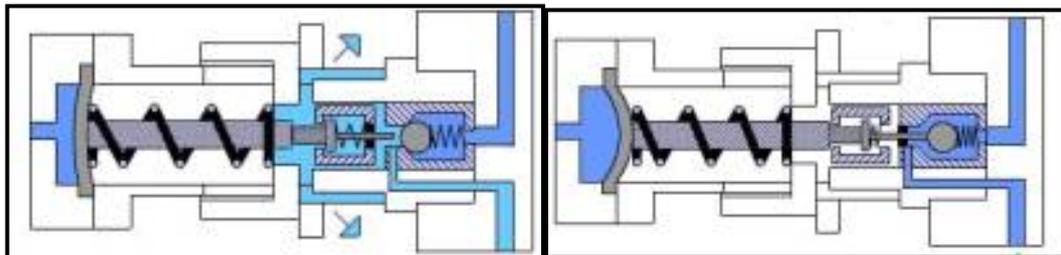


Figura 2.18: Válvulas de secuencia.

Fuente: <http://automatastr.galeon.com/a-valvulas.htm>.

Una válvula de secuencia, después de que se haya alcanzado la presión del sistema, la válvula de secuencia desvía el líquido a un segundo actuador o motor para hacer el trabajo en otra parte del sistema. Su funcionamiento es muy similar al de la válvula limitadora de presión. Abre el paso cuando se alcanza una presión superior a la ajustada mediante el muelle. Estas válvulas se montan en mandos que actúan cuando se precisa una presión fija para un fenómeno de intercambio (mandos en función de la presión). La señal sólo se transmite después de alcanzar la presión de sujeción. Hay varios tipos de válvulas de secuencia. Algunas son controladas por la presión y algunas se controlan mecánicamente.

2.5.12. Regulación de la presión hidráulica.

La presión hidráulica debe ser regulada en el desarrollo de las diferentes tareas. El sistema de regulación de presión siempre contará con 3 elementos que son: válvula de alivio de presión, regulador de presión e indicador de presión; como indica la figura 2.19.

¹⁵<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica23.htm#7.4.3%20valvula%20de%20s%20secuencia>.

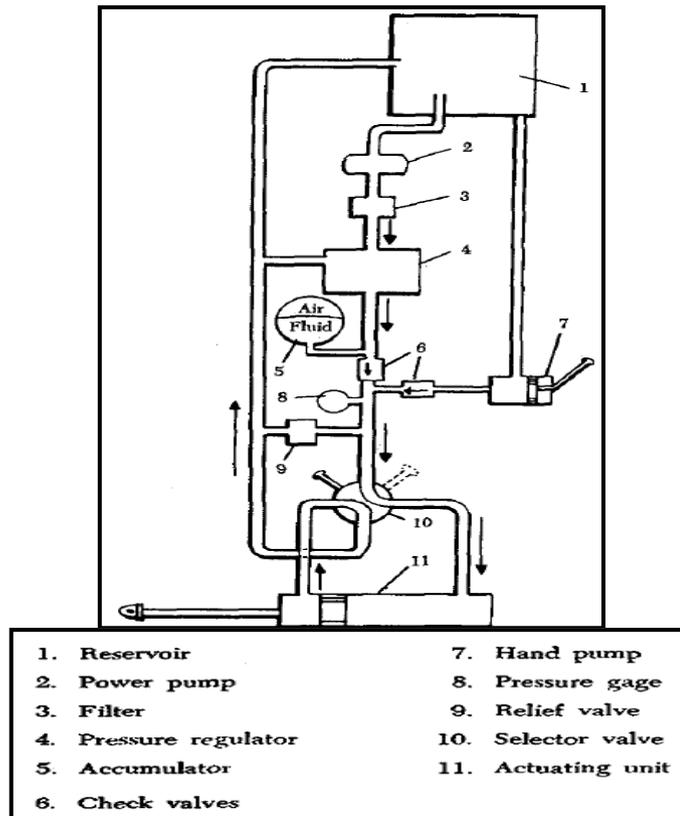


Figura 2.19: Sistema hidráulico básico.

Fuente: Airframe&Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig. 8.6 Pág 316.

2.5.12.1. Reguladores de presión.

El término “regulador de presión” es aplicado para un dispositivo usado en un sistema hidráulico que está presurizado por una bomba de caudal constante. Uno de los propósitos del regulador de presión es gobernar la salida de la bomba para mantener el sistema operando dentro de los rangos predeterminados. El otro propósito es permitir que la bomba gire sin resistencia mientras la presión se mantenga dentro de los rangos establecidos.

2.5.12.2. Indicador de presión.

El propósito de este indicador es medir la presión en el sistema hidráulico.

El indicador usa un tubo Bourdon y un dispositivo mecánico para transmitir la expansión del tubo al indicador. Una ventilación en el fondo

de la carcasa mantiene la presión atmosférica alrededor del tubo Bourdon.

2.5.13. Dispositivos de impulsión.¹⁶

2.5.13.1. Motores A.C.

En general los motores a.c. son menos costosos que los motores d.c.; los motores a.c., son muy confiables y necesitan un pequeño mantenimiento. También son buenos para aplicaciones de velocidad constante y muchos tipos son fabricados con características de velocidad variable. Los motores de corriente alterna están diseñados para operar en líneas poli o mono fase y altos rangos de voltaje.

2.5.13.2. Tipos de motores A.C.

Hay dos tipos generales de motores a.c.: motores de inducción y motores sincrónicos. Cualquiera de los dos tipos puede ser de una, dos o tres fases.

2.5.13.3. Motores de inducción monofásicos.

Los motores de inducción de una sola fase son usados para operar mecanismos como válvulas de corte, en las que el poder requerido es bajo.

La porción estacionara de un motor de inducción es llamada estator y el miembro rotativo es llamado rotor. En cambio los polos salientes en el estator, como se muestra en la figura 2.20, son bobinas, estas bobinas estan localizadas en hendiduras alrededor de la periferia del estator.

¹⁶Airframe & Powerplant Mechanics Handbook; FAA; Capítulo 9, Pág 541-546.

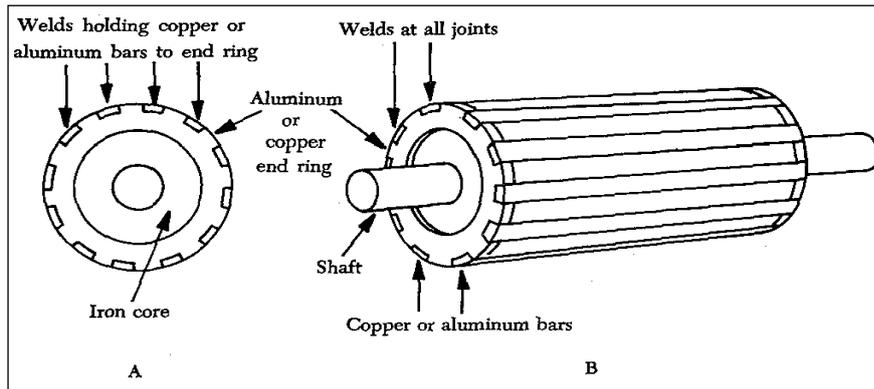


Figura 2.20: Motor monofásico.

Fuente: Airframe & Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig. 9.84 Pág. 545.

2.5.13.4. Motor monofásico con arranque por condensador.

Con el desarrollo de condensadores de alta capacidad electrolítica, una variación de motor monofásico con devanado auxiliar de arranque, se conoce como un motor monofásico con arranque por condensador.

Casi todos los motores en uso hoy en día, como motores de refrigeradoras, entre otros son de este tipo.

Un interruptor centrífugo es requerido para desconectar el bobinado de arranque cuando la velocidad del rotor es aproximadamente el 25% del rango de velocidad.

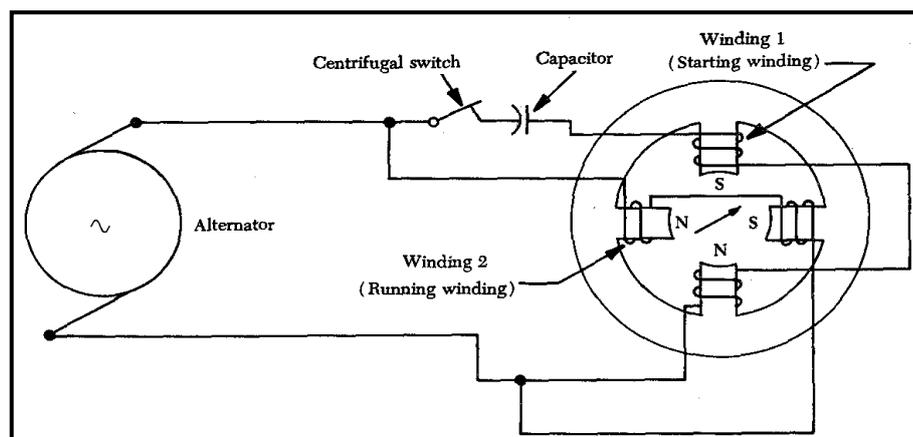


Figura 2.21: Motor monofásico con arranque por condensador.

Fuente: Airframe & Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig. 9.87 Pág. 556.

2.5.14. Cilindros actuadores.¹⁷

Un cilindro actuador transforma la energía de la presión del fluido en una fuerza o acción mecánica, para realizar un trabajo. Esto es usado, para impartir una línea de impulsión de movimiento hacia algunos objetos o mecanismos móviles.

Un típico cilindro actuador consiste fundamentalmente del cuerpo del cilindro, uno o más pistones, vástagos del pistón y empaques. El alojamiento del cilindro contiene un vástago pulido en el que opera el pistón, y uno o más puertos a través de los cuales el fluido ingresa o sale del cilindro. El pistón y vástago forman un solo cuerpo. El pistón se mueve hacia delante y hacia atrás dentro del hueco del cilindro, y unido al vástago del pistón se mueve dentro y fuera del alojamiento del cilindro a través de la abertura al final del alojamiento del cilindro. Los empaques se usan para prevenir el goteo entre el pistón y el alojamiento del cilindro, y entre el alojamiento del pistón y el final del cilindro. Ambos, el alojamiento del cilindro y el vástago del pistón están provistos de un montante para unirse a un objeto o mecanismo que será movido por el cilindro actuador.

Los cilindros actuadores son de dos tipos: una acción y doble acción. El cilindro actuador de una sola acción es capaz de impulsar el movimiento en una sola dirección.

El cilindro actuador de doble acción (dos puertos) es capaz de impulsar el movimiento en dos direcciones.

2.5.14.1. Cilindro actuador de una sola acción.

El fluido bajo presión entra generalmente con fuerza en el lado izquierdo, presionando contra la cara del pistón, forzando al pistón a moverse al lado derecho. Como el pistón se mueve, el aire es forzado a salir de la cámara del resorte a través del agujero de ventilación, comprimiendo el resorte.

¹⁷Airframe & Powerplant Mechanics Handbook; FAA; Capítulo 8, Pág. 328,329.

Cuando la presión sobre el fluido es liberado, este ejerce menos fuerza que la que está presente en el resorte comprimido, entonces el resorte empuja al pistón que regresa a la izquierda. Como el pistón se mueve a la izquierda, el fluido es forzado a salir del cilindro. Al mismo tiempo, el movimiento del pistón permite el ingreso del aire hacia la cámara del resorte a través de la ventolera. Una válvula de control de tres vías es normalmente usada para controlar la operación de el cilindro actuador de una sola acción.

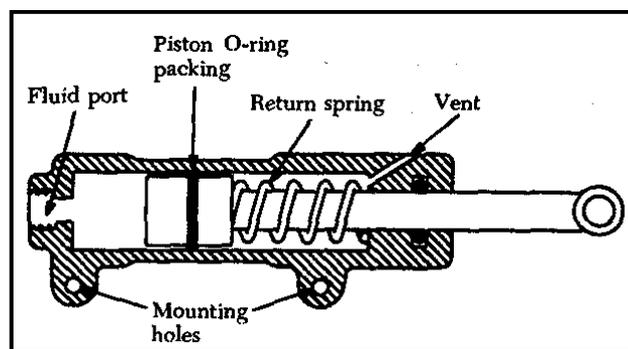


Fig.2.22: Cilindro actuador de una sola acción.

Fuente: Airframe&Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig. 8.24 Pág. 328.

2.5.14.2. Cilindro de doble acción.

La operación de un cilindro actuador de doble acción es usualmente controlado por una válvula selectora de cuatro vías.

Poniendo la válvula selectora en posición "ON", esta admite el fluido a presión en la cámara izquierda del cilindro actuador. Esto resulta en el movimiento del pistón hacia la derecha.

Como el pistón se mueve hacia la derecha, este empuja el fluido de regreso fuera de la cámara derecha y a través de la válvula selectora al reservorio.

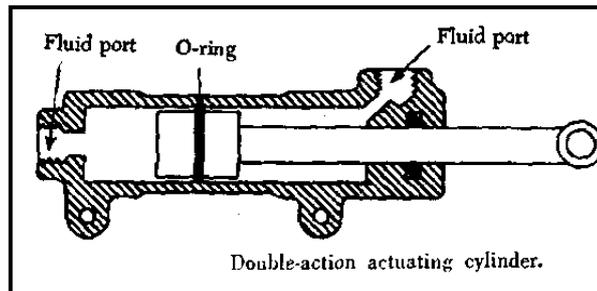


Figura 2.23: Cilindro de doble acción.

Fuente: Airframe&Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig. 8.25 Pág. 329.

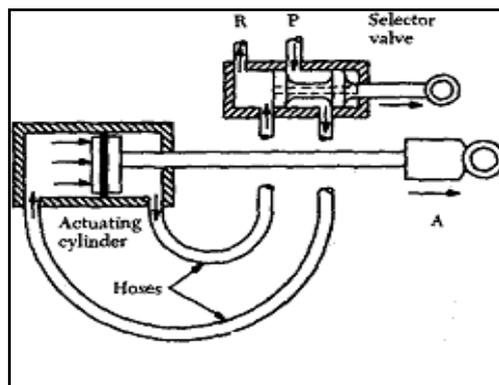


Figura 2.24: Cilindro de doble acción y válvula selectora.

Fuente: Airframe&Powerplant Mechanics Handbook FAA Fig. 8.26 Pg. 329

Cuando la válvula selectora es colocada en su otra posición “on”, el fluido la presión entra en la cámara derecha, forzando al pistón a moverse a la izquierda. Como el pistón se mueve hacia la izquierda, este empuja el fluido de retorno fuera de la cámara izquierda y a través de la válvula selectora hacia el reservorio.

Además el cilindro actuador teniendo la habilidad para moverse a la posición que este cargada, un cilindro actuador de doble efecto o acción también tiene la habilidad de mantener la posición en la que está cargado.

Esta capacidad existe porque cuando la válvula selectora fue utilizada para el control de la operación del cilindro actuador y posteriormente es colocada en la posición “off”, el fluido es atrapado en las cámaras de ambos lados del pistón del cilindro actuador.

2.5.15. Fluidos hidráulicos¹⁸

El aceite o fluido hidráulico es un líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

En aviación los líquidos hidráulicos en los sistemas son usados principalmente para transmitir y distribuir fuerzas a varias unidades para que sean actuadas. Los líquidos hidráulicos son aptos para esto porque son casi incompresibles. De acuerdo con la ley de Pascal, si existe un cierto número de conductos en un sistema, la presión puede ser distribuida a través de todos estos, por medio del líquido hidráulico.

Los fabricantes de dispositivos hidráulicos usualmente especifican el tipo de líquido hidráulico para que satisfaga mejor las necesidades, para su uso en equipos, de acuerdo con las condiciones de trabajo, el servicio requerido, las presiones que el líquido debe resistir, las posibilidades de corrosión entre otras condiciones que deben ser consideradas.

Si la incompresibilidad y fluidez son las únicas características requeridas, el líquido hidráulico no necesita ser muy espeso para ser usado en el sistema. Pero para satisfacer las necesidades de un sistema hidráulico de una instalación particular, su fluido debe poseer ciertas propiedades específicas.

2.5.16. Tipos de fluidos hidráulicos utilizados en aviación

Un fluido hidráulico de base petróleo usado en un sistema hidráulico industrial cumple muchas funciones críticas. Debe servir no sólo como un medio para la transmisión de energía, sino como lubricante, sellador y

¹⁸Airframe & Powerplant Mechanics Handbook; FAA; Capítulo 8, Pág. 309-311.

medio de transferencia térmica. Además debe de maximizar la potencia y eficiencia minimizando el desgaste del equipo.

Para asegurar una operación apropiada y evitar daños a los componentes no metálicos del sistema hidráulico, debe usarse un fluido correcto.

Cuando añadimos el fluido al a un sistema, debemos utilizar el tipo de fluido especificado en el manual de mantenimiento dado por el fabricante de la aeronave o el indicado en la placa de instrucciones adherida al reservorio o unidad que va a ser alimentada. Actualmente existen tres tipos de fluido hidráulico que son usados en la aviación civil.

2.5.16.1. Fluido hidráulico de base vegetal.

El fluido hidráulico (MIL-H-7644) está compuesto esencialmente de aceite de castor y alcohol. Este tiene un olor picante a alcohol y es generalmente azul. Aunque este fluido hidráulico tiene similitud con el fluido hidráulico de un automotor estos no son intercambiables. Este fluido es usado principalmente en aviones antiguos. Los sellos de caucho natural son usados con este tipo de fluidos.

Si el fluido es contaminado con fluidos con base de petróleo o ester de fosfato, los sellos se hincharán, romperán y el sistema se bloqueará. Este tipo de fluido es inflamable.

2.5.16.2. Fluidos hidráulicos de base mineral.

El fluido hidráulico de base mineral (MIL-H-56-06) es procesado a partir del petróleo. Este tiene un olor penetrante similar al aceite y es de color rojo teñido. Los sellos utilizados con este tipo de fluido son de caucho sintético. Este tipo de fluido no debe ser mezclado con fluidos de base vegetal o de ester de fosfato. Este fluido hidráulico es inflamable.

2.5.16.3. Fluidos de base de ester de fosfato.

Este tipo de fluido no es a base de petróleo, fue introducido en 1948 para proveer de resistencia al fuego. Este fluido hidráulico es para usarse en motores de pistón y aviones turbohélice. Estos y otros fluidos (Skydrol) que no son de base de petróleo han probado que no crearán combustión.

2.5.17. Propiedades de los fluidos hidráulicos.

Algunas de las propiedades y características que deben ser consideradas cuando se va a seleccionar un fluido hidráulico para trabajar en una instalación determina son:

- Viscosidad apropiada
- Variación mínima de viscosidad con la temperatura.
- Estabilidad frente al cizallamiento.
- Baja compresibilidad.
- Estabilidad química del fluido.
- Buen poder lubricante.
- Buena resistencia a la oxidación.
- Características anticorrosivas.
- Propiedades antiespumante.
- Punto de volatilidad.
- Punto de ignición.

2.5.17.1. Viscosidad.

Es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no posee esta propiedad se llama fluido ideal. En realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de pegajosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones.

Cabe señalar que la viscosidad sólo se manifiesta en fluidos en movimiento, ya que cuando el fluido está en reposo adopta una forma tal en la que no actúan las fuerzas tangenciales que no puede resistir.

El término viscosidad se emplea en el flujo de fluidos para caracterizar el grado de fricción interna en el fluido. Esta fricción interna o fuerza viscosa se asocia a la resistencia que presentan dos capas adyacentes del fluido a moverse una respecto de la otra. Por causa de la esta propiedad, parte de la energía cinética de un fluido se convierte en energía térmica. Esto es similar al mecanismo por el cual un objeto pierde energía cinética cuando se desliza sobre una superficie horizontal rugosa.

En aviación una de las más importantes propiedades de cualquier fluido hidráulico es la viscosidad. Esta aumenta con la disminución de temperatura. Un líquido satisfactorio para un sistema hidráulico dado debe tener bastante cuerpo para dar un buen sello a las bombas, válvulas y pistones, pero este no debe ser demasiado espeso u ofrecería resistencia al flujo, generando pérdidas y sobre temperaturas de funcionamiento.

Un fluido que es demasiado delgado también llevará a un rápido uso de las partes en movimiento, o de partes que tengan cargas pesadas. Así tenemos:

- i. **Fluido no viscoso:** En un fluido no viscoso no se toma en cuenta la fricción interna. Un objeto que se mueve a través de un fluido no experimenta fuerza viscosa.
- ii. **Flujo estable:** En el flujo estable suponemos que la velocidad del fluido en cada punto permanece constante en el tiempo.
- iii. **Fluido incomprensible:** La densidad de un fluido incomprensible se considera que permanecerá constante en el tiempo.

2.5.17.2. Estabilidad química.

Esta es la característica del líquido para resistir a la oxidación y deterioración por largos periodos. Todos los líquidos tienden a sufrir cambios químicos desfavorables bajo severas condiciones de operación. Como por ejemplo cuando un sistema opera por un considerable periodo de tiempo a altas temperaturas. Las excesivas temperaturas tienen un gran efecto en la vida de un líquido. Se debe tener en cuenta que la temperatura del líquido en el reservorio de un sistema hidráulico operativo no siempre representa el estado real de las condiciones de operación.

Localice manchas de calor en los cojinetes, dientes de engranajes o en el punto donde el líquido bajo presión es forzado a pasar a través de un pequeño orificio. Continuos pasos de un líquido a través de estos puntos pueden producir altas temperaturas locales, suficientes para carbonizar o enlodar el líquido, aunque el líquido en el reservorio no indique una alta temperatura.

Los líquidos que tienen una alta viscosidad tienen mayor resistencia al calor que los líquidos de baja viscosidad utilizados en un mismo sistema.

La estructura de los líquidos puede ser alterada si estos son expuestos al aire, agua, sal u otras impurezas, específicamente si están en constante movimiento o sujetos a calentarse.

2.5.17.3. Punto de volatilidad

El punto de volatilidad es la temperatura a la que un líquido emite vapor en suficiente cantidad para encenderse momentáneamente o una llamarada si se le aplica fuego.

Un alto punto de volatilidad es deseado para los fluidos hidráulicos porque esto indica una buena resistencia a la combustión y un bajo grado de evaporación a temperaturas normales.

2.5.17.4. Punto de ignición

El punto de ignición es la temperatura a la cual se emite vapor en suficiente cantidad para que el líquido se encienda y continúe quemándose cuando es expuesto a una chispa o llama.

Como el punto de volatilidad, un alto punto de fuego es requerido como deseable para los líquidos hidráulicos.

2.5.18. Contaminación de fluidos hidráulicos¹⁹

La experiencia ha mostrado que los problemas en un sistema hidráulico son inevitables, siempre que el líquido sea contaminado. La naturaleza del problema depende de la estructura del componente que contamine el fluido.

2.5.19. Tipos de contaminación.

Existen dos tipos de contaminación general y son:

2.5.19.1. Contaminación abrasiva: Incluye partículas como arena, salpicaduras de soldaduras, astillas de la maquinaria y óxido.

¹⁹ Airframe & Powerplant Mechanics Handbook; FAA; Capítulo 8; Pág. 311-313.

2.5.19.2. Contaminación no abrasiva: Incluye aquellos residuos resultantes de la oxidación del aceite, y partículas dañadas suaves o tiras de sellos u otros componentes orgánicos.

2.5.20. Chequeo de la contaminación

Siempre que se sospeche que un sistema hidráulico ha sido contaminado, o si el sistema ha estado operando con sobre temperaturas, debe realizarse un chequeo de el sistema.

Los filtros en la mayoría de sistemas hidráulicos están diseñados para remover la mayoría de partículas extrañas que son visibles a simple vista.

Así, la inspección visual del líquido hidráulico no puede determinar la contaminación total existente en el sistema. Las partículas grandes de impurezas en el sistema hidráulico indican que uno o más componentes en el sistema están siendo sujetas a un uso excesivo. El fluido que retorna al reservorio puede contener impurezas provenientes desde cualquier parte del sistema. Para determinar cuál es el componente defectuoso, deben tomarse muestras del fluido hidráulico del reservorio y de varios otros lugares del sistema.

2.5.21. Control de la contaminación.

Los filtros proveen un control adecuado de la contaminación durante la operación normal de un sistema hidráulico. Si el sistema llega a ser contaminado, el filtro debe ser removido y limpiado o cambiado. Tener en cuenta los siguientes puntos para mantener en buenas condiciones un sistema hidráulico:

- Todos los sellos y empaques deben ser reemplazadas durante el procedimiento de re ensamblado. Usar solo los sellos y empaques recomendados por el fabricante.

- Todos los elementos deben ser conectados con cuidado para evitar un desprendimiento de limallas de metal de las áreas roscadas.
- Todas las conexiones y líneas deben ser instaladas y torquedadas de acuerdo con las instrucciones técnicas aplicables.
- Todo equipo de servicio hidráulico debe ser mantenido limpio y en buenas condiciones de operación.

2.6. Helicóptero.²⁰

El helicóptero fue el primer tipo de aparato más pesado que el aire capaz de realizar un vuelo vertical. Este vuela por los mismos principios de un avión pero no se eleva utilizando alas fijas como las de los aeroplanos convencionales, sino mediante uno o varios rotores motorizados que giran alrededor de un eje vertical situado sobre el fuselaje.

Las palas son la estructura que hacen que la sustentación sea posible. Su forma produce sustentación cuando el aire pasa a través de ellas.

El rotor de un helicóptero tiene normalmente dos o más palas dispuestas simétricamente alrededor de un buje o eje central que las sujeta durante el giro. El rotor está impulsado por un motor, por lo general situado en el fuselaje, a través de unos engranajes que reducen la velocidad de rotación por debajo de la velocidad del motor.

Una característica importante del diseño de los helicópteros es el desarrollo de sistemas para contrarrestar el par de fuerzas o fuerza de reacción que se produce cuando la rotación del rotor en un sentido tiende a girar el fuselaje en el sentido contrario (anti torque). La forma más común de sistema anti par es un pequeño propulsor, colocado en la cola del helicóptero sobre un eje lateral, en tal posición que empuja la cola

²⁰ <http://html.apuntes.com/helicoptero.html>

hacia un lado. Otros tipos de helicóptero usan rotores principales acoplados que giran en sentidos opuestos y neutralizan automáticamente el par de fuerzas del otro.

En algunos helicópteros, los rotores acoplados están colocados uno encima del otro en un mismo eje, mientras que en otros están situados sobre montantes laterales del fuselaje o delante y detrás del fuselaje.

2.7. Diseño de helicópteros

Un helicóptero se compone de un cuerpo principal llamado fuselaje, un sistema de rotores (que incluye los ejes y los controles de inclinación), y el tren de aterrizaje.

Todos los modelos de helicóptero tienen que compensar el par de torsión, que hace que el fuselaje gire en dirección opuesta al rotor. Como los helicópteros permiten un movimiento vertical suave y controlado su tren de aterrizaje es mucho más simple que el de los aviones.

Los helicópteros se pueden mover en cualquier dirección girando el rotor en la dirección deseada. El giro del rotor altera la sustentación, que pasa de ser totalmente vertical a una combinación de horizontal y vertical. Para girar el helicóptero, el rotor se inclina primero en la dirección de giro, y luego el impulso del propulsor de cola se cambia para girar el fuselaje en la dirección deseada. Si se produce un fallo de alimentación, el rotor del helicóptero se suelta e inicia una auto rotación, manteniendo una sustentación suficiente para que el aparato descienda despacio y no se produzca un choque que sería catastrófico.

2.8. Rotores de helicóptero y sustentación.

Los rotores de helicóptero tienen una forma similar a la de las alas de los aviones, y proporcionan sustentación por el mismo principio. Sin embargo los helicópteros, al contrario que los aviones, pueden volar en cualquier dirección e incluso detenerse en el aire. Esto es debido al modo en que

están montados los rotores. El movimiento de las palas a través del aire produce una fuerza elevadora o de sustentación, suficiente para compensar el peso y la resistencia del aparato. El ángulo con el que la pala corta el aire se llama ángulo de ataque. Al variar el ángulo de ataque el helicóptero sube o baja. El piloto también puede ajustar el plano de revolución del rotor para conseguir empuje en cualquier dirección. Unas bisagras especiales, llamadas bisagras de batimiento, permiten a la pala absorber las diferencias de flujo de modo que el empuje es uniforme y el helicóptero no se balancea. Según gira el rotor, la pala que avanza sube y la pala que retrocede baja (abajo a la derecha).

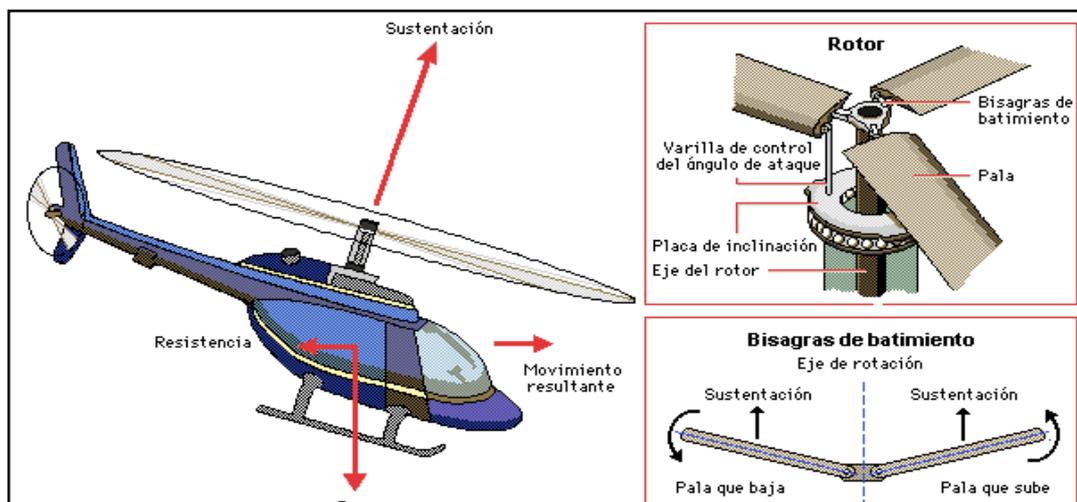


Figura 2.25: Helicóptero.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%A1ulica>.

2.9. Relación entre sustentación y paso.²¹

Dentro de ciertos límites y suponiendo que el rotor gira a revoluciones constantes, al levantar el bastón colector, de inmediato aumenta el ángulo de paso y por lo tanto, el ángulo de ataque de ambas palas. Por el contrario, al bajarse el bastón, disminuye el ángulo de paso y con este el ángulo de ataque de ambas palas.

²¹Nociones generales del helicóptero Bell 206 BIII (TH-57a), Eco. Ochoa Villamaría Kléver, Pág. 3-6/9,10.

2.10. Ángulo de paso.

Es el ángulo agudo formado por la cuerda de la pala del rotor y la superficie plana del núcleo, que sirve como referencia.

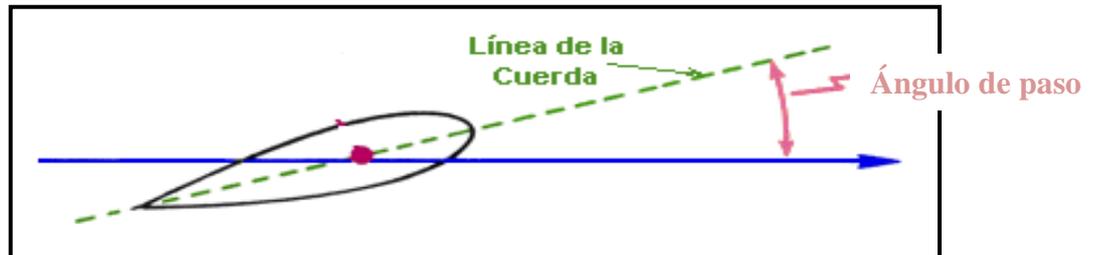


Figura 2.26: Ángulo de Paso.
Fuente: www.hobbys.cl/helimodelismo/Fig_2-h=610

2.11. Ángulo de ataque.

Se llama ángulo de ataque, al formado entre la cuerda y la dirección de la corriente libre del aire (resultante del viento relativo). Muchas son las formas en que se puede variar el ángulo de ataque, algunas por acción del piloto y otras automáticamente por el diseño del rotor. El piloto está habilitado a cambiar el ángulo de ataque de las palas por el movimiento del cíclico y/o del colectivo. Sin embargo, aunque estos comandos permanezcan estables, el ángulo de ataque de las palas cambiará alrededor de la circunferencia del rotor, a medida que la pala gire.

Otros factores que pueden cambiar el ángulo de ataque son por ejemplo: flapeo de las palas por turbulencia o flexión de las mismas.

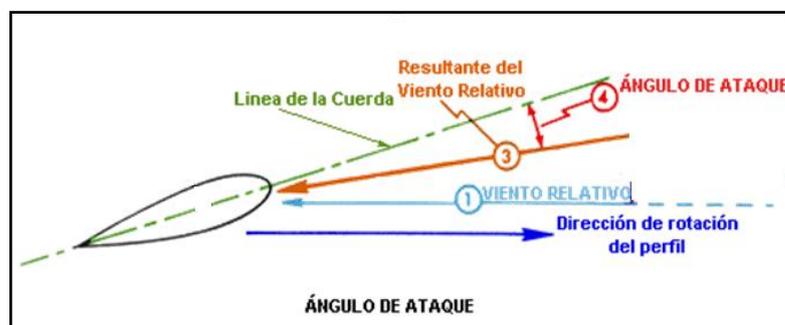


Figura 2.27: Ángulo de ataque.
Fuente: www.hobbys.cl/helimodelismo/Fig_2-h=610.

2.12. Helicóptero Bell 206.

El Bell 206 es un helicóptero para operación en tierra, diseñado para despegue y aterrizaje en cualquier terreno razonablemente plano. La configuración de asientos estándar para piloto, copiloto y tres pasajeros. La estación piloto está al lado derecho. Cuando es usado para entrenamiento, un set completo de controles dobles está instalado en el lado izquierdo.

La estructura consiste principalmente de una sección de cabina, sección de carenaje (intermedia o sección de transición), sección de tren de aterrizaje, sección de botador de cola y aleta vertical. La sección delantera de la estructura es primariamente de una estructura de panel de abeja de aluminio semimonocoque. El botador de cola es una estructura totalmente de mono-coque, provee una máxima resistencia por peso y rigidez. El material de panel de abeja ayuda a mantener un nivel de ruido bajo debido a su cualidad de prueba de ruido. Visibilidad máxima y protección de la luz solar directa es provista por medio de los parabrisas plásticos tinturados, los cuales constituyen la sección de nariz, los paneles del techo de la cabina, los paneles de las puertas. Un compartimiento de equipaje de 16 pies cúbicos de capacidad está localizado debajo del compartimiento del motor. El compartimiento simple que aloja la celda de combustible tipo vejiga está localizado debajo y detrás del asiento de pasajeros.

2.12.1. Dimensiones principales.

Largo total desde la punta de la pala principal hasta la punta del skid de la aleta vertical39` 1".

Largo desde la nariz de la cabina hasta el skid de la aleta vertical.....31` 2".

Largo del tren de skids..... 8` 2.6".

Ancho del tren de skids.....6` 3.5".

Estabilizador Horizontal6` 5.2".

ROTOR PRINCIPAL.

RPM (100%)395.

Número de Palas2.

Diámetro 33`4".

Cuerda 1`1".

Área del Disco.....873 ft².

Torsión de las palas-10 grados.

ROTOR DE COLA.

RPM (100%)2550.

Número de Palas2.

Diámetro 5`5".

Cuerda5.27".

Área del Disco.....20.97ft.

MOTOR.

Modelo250- C20 R.

FabricanteAllison Div. General Motors.

Potencia.....370 HP.

RPM Normal (100%) N26016.

PESO HELIÓPTERO.

Estándar..... 3200 libras.

Máximo con carga externa..... 3350 libras.

ASIENTOS.

Piloto..... 1.

Pasajeros..... 4.

COMBUSTIBLE.

Capacidad..... 93 galones.

Tipo.....JP1 – JP4.

SISTEMA HIDRAULICO.

Capacidad Total..... 2.3 pintas.

Reservorio..... 1.0 pintas.

Tipo..... MIL- H- 5606.

2.13. Controles de vuelo.²²

El sistema de los controles de vuelo son los componentes o partes pertenecientes al helicóptero que controlan todo tipo de movimiento del helicóptero.

Generalidades.- El sistema de controles de vuelo constan de tubos de control y palancas angulares accionadas por los controles convencionales cíclico, colectivo y direccional estos controles están instalados debajo del

²² Manual de mantenimiento y overhaul del helicóptero Bell 206 Jet Ranger, modelos A/B, Pág. 525,526.

asiento 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 estructura de la cabina.

Las puertas del acceso están en el lado trasero de la columna de control y hay paneles del asiento de la tripulación que son removibles que permiten el acceso para inspecciones y mantenimiento. Los controles cíclicos y colectivos están dirigidos hacia las palas del rotor principal a través del plato universal o placa oscilante (shuashplate).

Los actuadores servo hidráulicos en el sistema del control cíclico y en el colectivo tienen válvulas de secuencia y de retención incorporadas para hacerlos irreversibles y evitar el retroceso de los mismos.

Se usan tubos de control de aleación de aluminio tanto en el ciclo colectivo y direccional.

El largo de algunos tubos de control es fijado por adaptadores fijos mientras que otros son regulables que son fácilmente reemplazables.

Los tubos de control fijo son ajustables, las palancas angulares, soportes y balancines también se utilizan en los tres controles, estas partes transmiten o controlan los cambios de movimientos particularmente al sistema al que están conectados.

Todos los cojinetes auto alineadores y los extremos finales de las varas son cojinetes esféricos y no requieren lubricación.

El sistema de control del rotor de cola no es accionado hidráulicamente, la instalación de arandelas de contrapeso en las cuerdas de cambio de paso permite que las fuerzas de los pedales se balanceen.

El helicóptero tiene un movimiento universal en seis direcciones, es decir, que esta aeronave se desplaza en todos los sentidos por medio de un

dispositivo que es el plato universal, adicionalmente sobre el eje vertical tiene un movimiento de 360° en cualquier dirección.

2.13.1. Varilla del control cíclico.

El control cíclico controla la dirección, el movimiento es transmitido por las varillas a las mordazas (grips) que giran la misma cantidad pero en el sentido contrario.

Descripción: Un sistema de varillaje transmite el movimiento del bastón de control cíclico al plato universal, que actúa rotando los controles del rotor principal, controlando la dirección del helicóptero.

Los controles longitudinal y lateral son independientemente articulados desde el bastón de control hasta una palanca acodada al mezclador.

Desde este punto sobre la punta de la varilla del plato universal (swashplate) la punta de varillaje no es considerada separadamente.

Los sistemas de control cíclico y colectivo incorporan servo actuadores hidráulicos. Los servo actuadores incorporan válvulas irreversibles para controlar y evitar la retroalimentación de fuerzas desde el rotor principal. (Ver figura 2.29).

2.13.2. Control colectivo.²³

2.13.3. Control de la sustentación.

Este control se lo hace por medio del cambio de paso colectivo.

El control colectivo controla el ascenso y descenso del helicóptero, controla la altitud mediante la inclinación del bastón colectivo se transmite

²³ Nociones generales del helicóptero Bell 206 BIII (TH-57a), Eco. Ochoa Villamaría Kléver, Pág.12-25.

un movimiento a las varillas. El grip gira y las palas giran la misma cantidad y en el mismo sentido.

La palanca de control de paso colectivo del rotor principal (colector), acciona una serie de varillas y palancas, que, por acción mecánica, aumentan simultáneamente el ángulo de paso de las palas, tan pronto como este (colector) se levanta. Disminuye el ángulo de paso de las palas del rotor, al hacer el movimiento inverso, es decir al bajar el colector.

El control de paso colectivo consiste de un eje colectivo, eje intermedio, tubos de control como palancas angulares y actuadores servo hidráulico. El movimiento del bastón del colectivo se trasmite a través de las varillas y del actuador servo hacia la palanca colectiva del plato universal. El control del paso 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, parte importante es la leva mezcladora del colectivo en donde se ajusta todos los movimientos que transmiten al plato universal. (Ver fig. 2.28)

2.13.4. Mecanismo del rotor de cola.

Las revoluciones del rotor son controladas girando un acelerador del tipo motocicleta, que va montado junto con el bastón colector. En el helicóptero Bell 206 las revoluciones del rotor están en una relación 1 a 9 con respecto a las del motor.

2.13.5. Coordinación entre acelerador y paso.

El controlar la sustentación sólo por medio de las revoluciones es impracticable, pues sería necesario variarlas mucho para conseguir cualquier cambio en la sustentación y el control de la sustentación sólo por medio del paso, origina una rápida reacción; pero también es impracticable, pues los cambios de resistencia al avance pueden hacer que las revoluciones, tanto del motor como del rotor, se salgan más allá

de los límites de operación normal. En el helicóptero Bell, una leva mecánica coordina el acelerador con el movimiento del colector a fin de lograr este objeto.

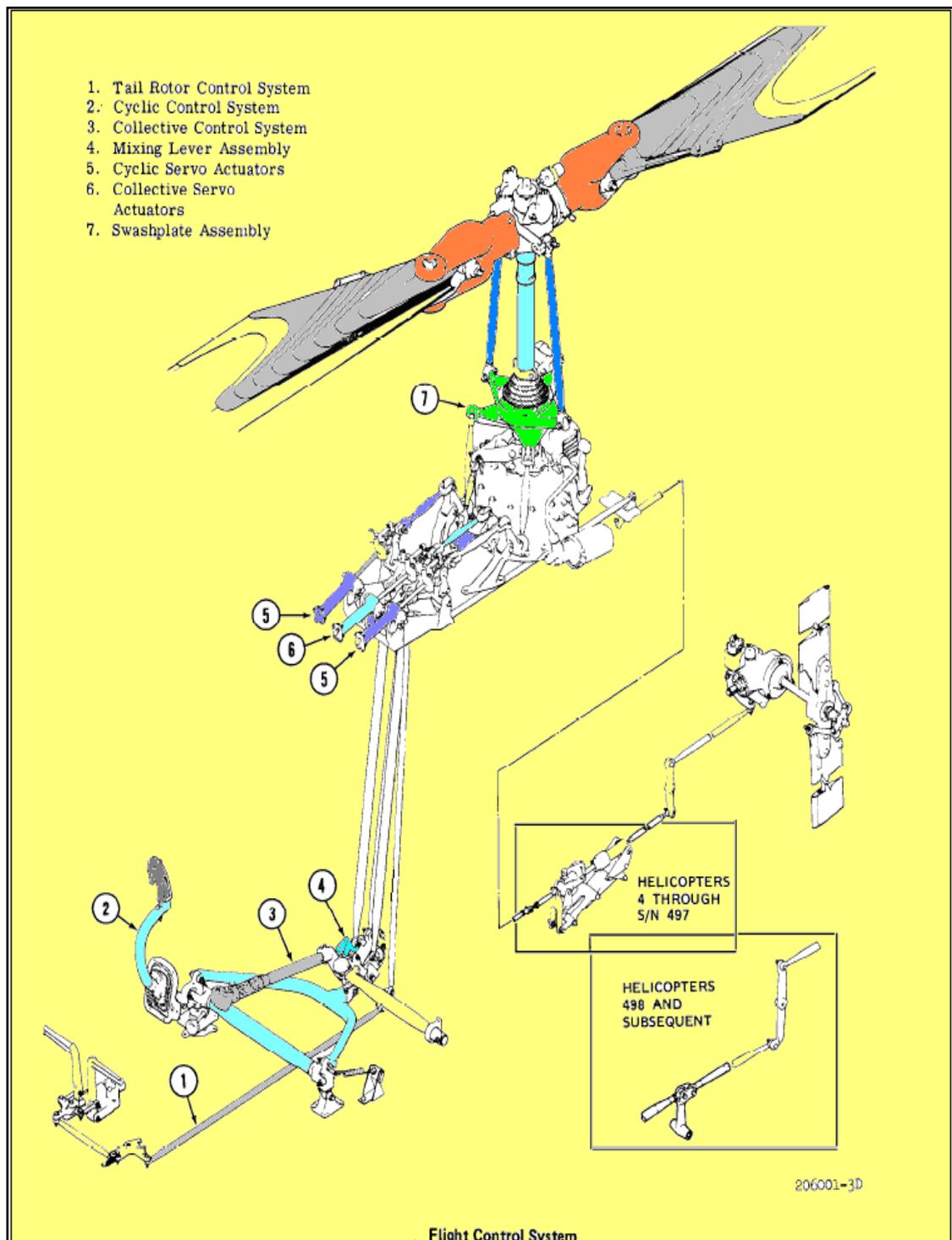


Figura 2.28: Sistema de controles de vuelo.
Fuente: Nociones generales del helicóptero Bell 206 BIII (TH-57a)

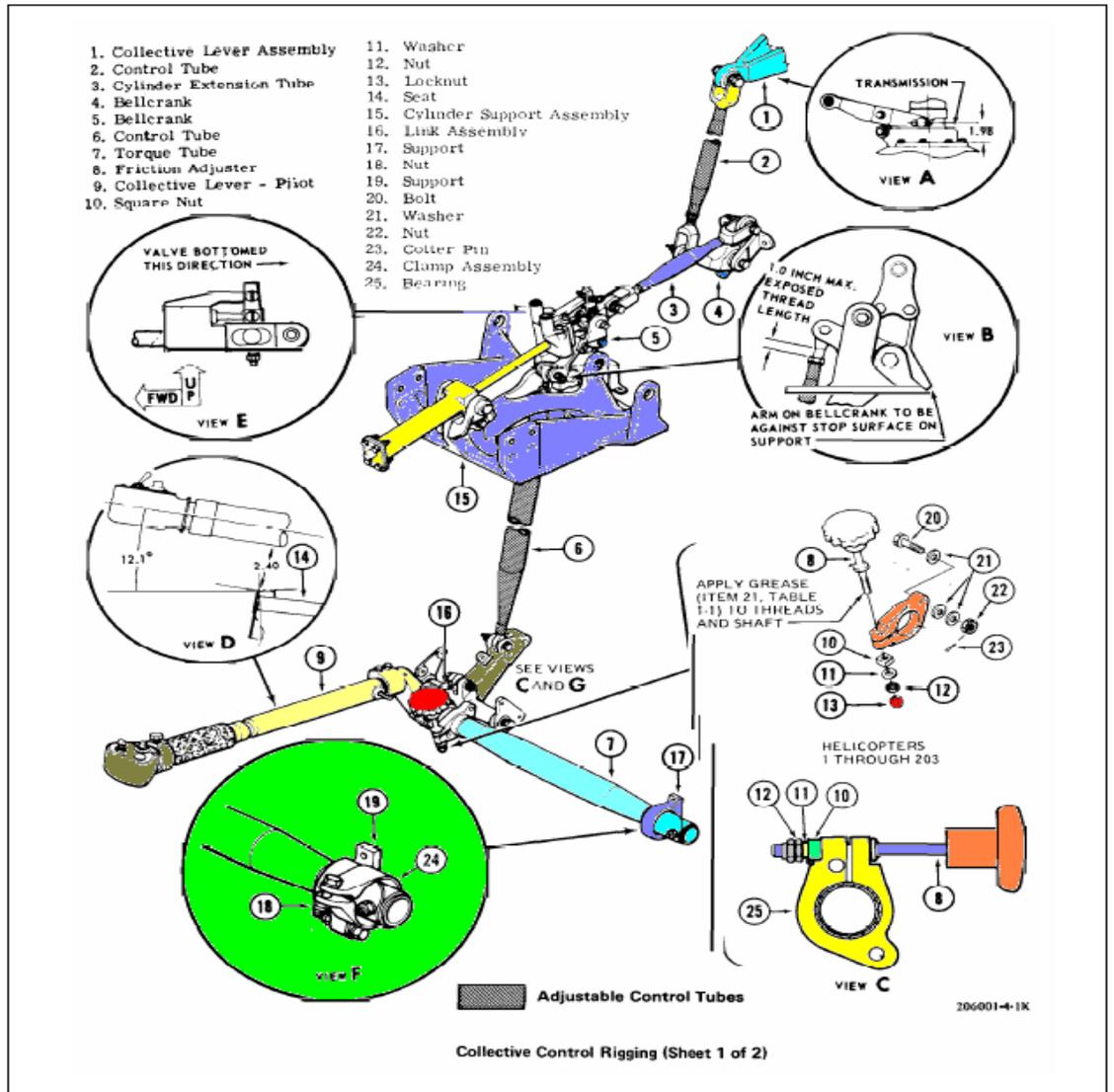


Figura 2.29: Sistema del control colectivo.

Fuente: Nociones generales del helicóptero Bell 206 BIII (TH-57a)

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN

3.1. Preliminares.

La implementación del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206, para poder operar el sistema de control colectivo del conjunto de los controles de vuelo, ha sido propuesta debido a la necesidad observada en dicha maqueta. El sistema hidráulico es importante porque ayudará a operar los controles de vuelo de manera correcta durante las clases prácticas que complementan la enseñanza teórica impartida en las aulas; permitiendo así que la maqueta sea aprovechada didácticamente de mejor manera.

Los elementos empleados para la implementación del sistema hidráulico son en su mayoría elementos dados de baja o condenados, por consiguiente serán utilizados únicamente como material de instrucción.

3.2. Planteamiento y estudio de alternativas.

Para implementar el sistema hidráulico que permita operar el sistema de control colectivo de la maqueta del helicóptero Bell 206 se utilizaron, en su mayoría, elementos propios del helicóptero.

Las partes a ser incorporadas en la maqueta fueron previamente: inspeccionadas, limpiadas, se realizó su mantenimiento y finalmente acopladas en la maqueta, con la ayuda del manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206, aplicando los procedimientos de montaje y

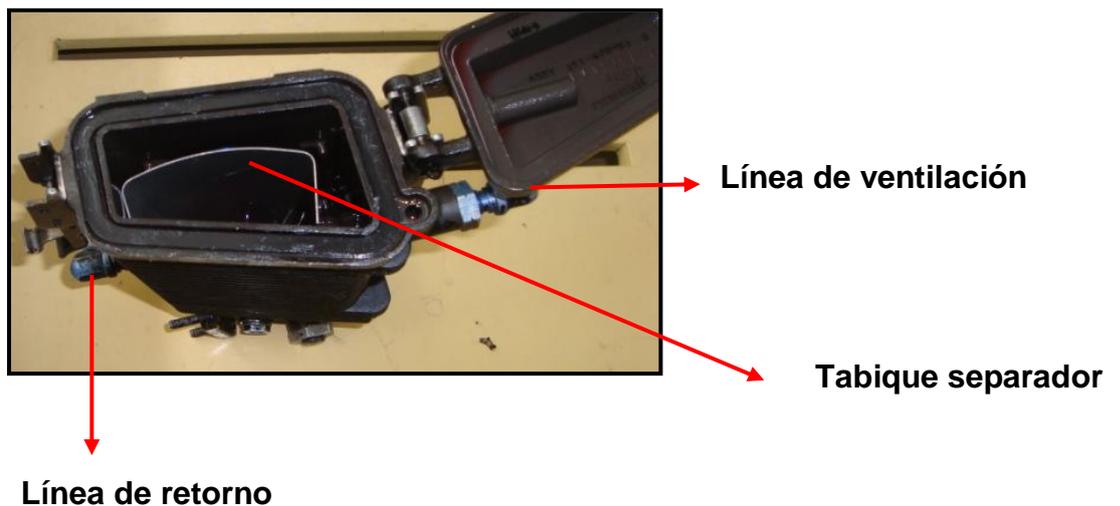
desmontaje de manera general. Es necesario indicar que los diferentes procedimientos aplicados fueron empleados únicamente como referencia debido a que esta es una maqueta didáctica y no un helicóptero que se encuentre en operación.

3.3. Análisis de los materiales y elemento utilizados en la maqueta.

3.3.1. Reservorio.

El reservorio del sistema hidráulico utilizado para la implementación de la maqueta del helicóptero Bell 206 es de tipo despresurizado e integral, y su capacidad es de 2.3 pintas (1.9 litros); este reservorio consta de:

- Líneas de succión, retorno y drenaje.
- Indicador de nivel de aceite.
- Tapón para llenado y respiración.
- Tabique separador.
- Filtro del reservorio.



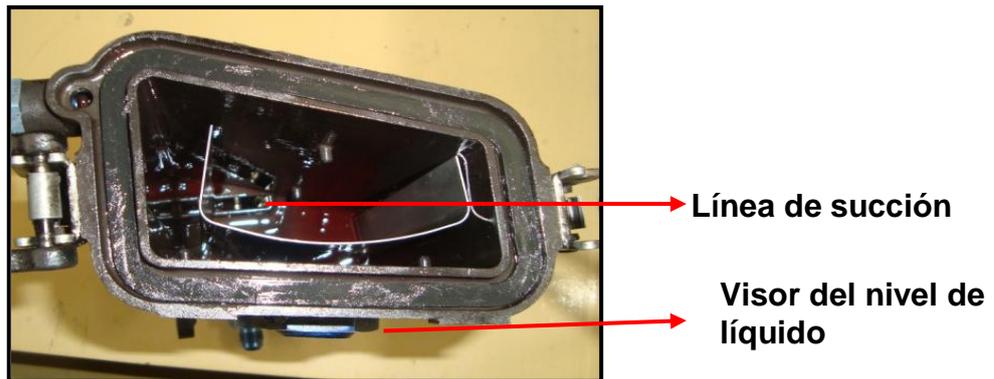


Figura 3.1: Elementos del reservorio.

Fuente: Investigación de campo.



Figura 3.2: Filtro de aceite del reservorio.

Fuente: Investigación de campo.

3.3.2. Bomba.

La bomba utilizada para la implementación del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206, tiene las siguientes características:

- Bomba de desplazamiento positivo.
- Sistema abierto.
- Sentido de giro de la bomba: anti horario.
- Presión: 550 ± 50 psi. Presión generada por la bomba en la maqueta: 35 ± 5 psi.
- Dos engranajes externos, del mismo diámetro con sentidos contrarios de rotación.



Figura 3.3: Bomba Hidráulica.
Fuente: Investigación de campo.

El engranaje guía forma parte integral del eje que transmite el movimiento. Este eje recibe el movimiento de la bomba de aceite y se une a esta mediante un “acople”.

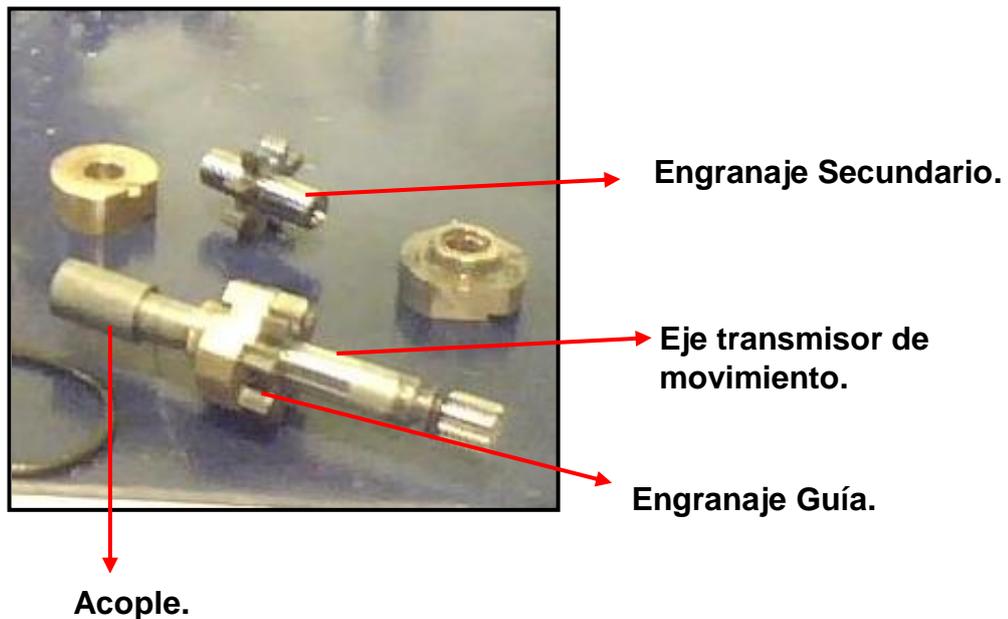


Figura 3.4: Elementos de la bomba hidráulica.
Fuente: Investigación de campo.

3.3.3. Líneas o cañerías.

Las cañerías del sistema hidráulico implementado, son flexibles con recubrimiento de trenzado de alambre de acero. El sistema está implementado con cuatro cañerías flexibles, dos de presión y dos de retorno que están conectadas de la siguiente manera:

1. Cañería flexible de presión de la bomba hacia la válvula solenoide.
2. Cañería flexible de presión de la válvula solenoide a la entrada de presión del servo actuador colectivo.
3. Cañería flexible de retorno del servo actuador colectivo a la válvula solenoide.
4. Cañería flexible de retorno de la válvula solenoide al reservorio.

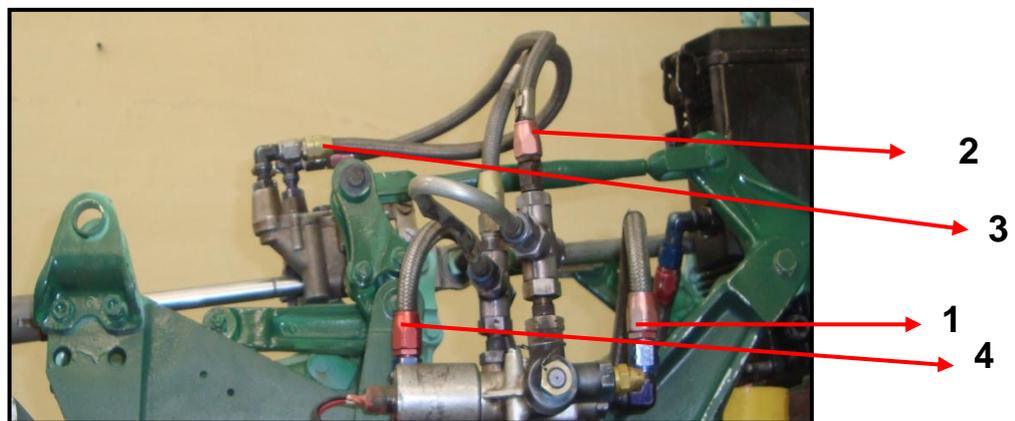


Figura 3.5: Cañerías del sistema hidráulico.

Fuente: Investigación de campo.

3.3.4. Válvula solenoide.

La válvula solenoide trabaja con un voltaje de 12V D.C y 1A (amperio); está conformada por líneas de succión y retorno que conectan a la bomba con el servo actuador colectivo. La válvula solenoide está incorporada en el sistema hidráulico para permitir o no el paso de fluido hidráulico desde la bomba al sistema. Esta válvula está normalmente des-energizada, cuando el interruptor del circuito del sistema hidráulico está en “OFF”, la energía eléctrica es aplicada para energizar el solenoide.



Figura 3.6: Válvula Solenoide.
Fuente: Investigación de campo.

La válvula evita que el sistema pierda totalmente la presión, ya que se cierra (por medio del pulsador) cuando se pierde presión en el sistema por fuga, por ejemplo, y los servo actuadores del sistema trabajan en un circuito cerrado con la presión y fluido hidráulico que poseen, impidiendo que este también fugue.

3.3.5. Válvula reguladora de presión.

El sistema hidráulico implementado cuenta con una válvula reguladora de presión ubicada bajo la bomba. Esta es una válvula accionada por un resorte y puede ser regulada por medio de sus arandelas. (Anexo B)

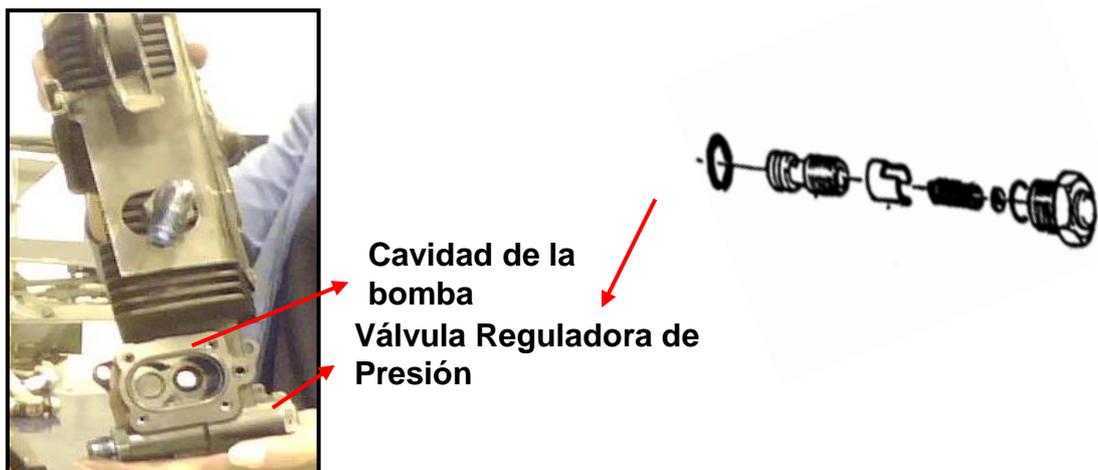


Figura 3.7: Válvula reguladora de Presión.
Fuente: Investigación de campo.

3.3.6. Válvula de secuencia.

El servo actuador del sistema posee una válvula de secuencia en su parte superior, misma que está acompañada con otras válvulas, como válvula check, válvula de alivio entre otras. Su descripción se detalla a continuación:

3.3.7. Servo actuadores cíclico y colectivo.²⁴

Descripción: Los soportes de los servo actuadores cíclicos y colectivos están instalados sobre el techo de la cabina. Estos sirven como un montante para los servo actuadores y están asociados con las palancas acodadas (bellcranks).

Los servo actuadores cíclicos y colectivo reducen las cargas operacionales del sistema de controles de vuelo.

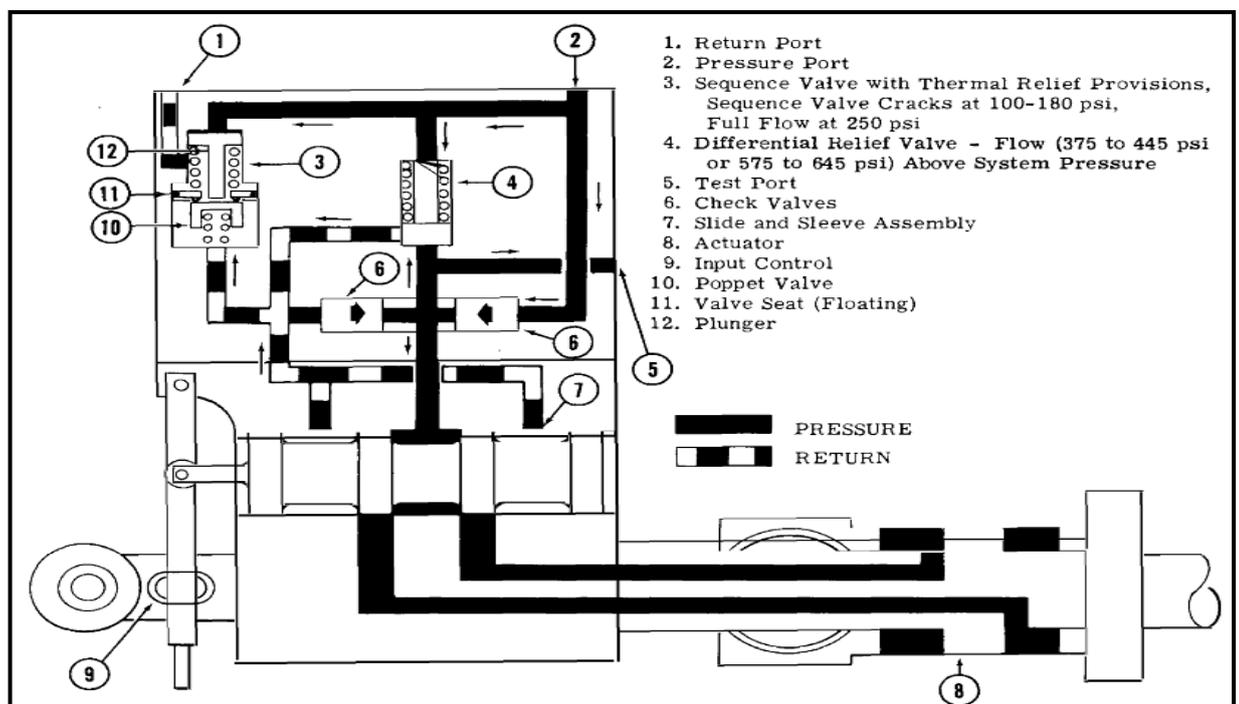


Figura 3.8: Esquemático del servo actuador cíclico y colectivo.
Fuente: Manual de Mantenimiento Bell 206 A/B Fig. 4.11 Pg. 4-28

²⁴Manual de mantenimiento y overhaul del helicóptero Bell 206 Jet Ranger, modelos A/B, Pág.578.

El control del servo actuador colectivo está montado en la posición central y los dos servo actuadores cíclicos están montados en los extremos. En caso de que se pierda la presión hidráulica hacia un servo actuador, el pistón (12) en la válvula de secuencia (3) es empujado hacia arriba por el resorte inferior y la válvula de resortes (10), el resorte superior mantiene el asiento de la válvula (11) abajo. Esta acción cierra el puerto de retorno y lo mantiene irreversible e independiente de la presión hidráulica del sistema. Esto provee de un control seguro del helicóptero en caso de que la presión o energía hidráulica se pierdan. La válvula de secuencia (3) también sirve como una válvula para aliviar un aumento de presión térmica, esto puede ocurrir mientras el sistema este inactivo. La válvula de secuencia debe estar normalmente cerrada cuando la presión del sistema este bajo de 100 a 180 psi. Si la presión interna aumenta bruscamente, el asiento de la válvula (11) es empujado comprimiendo el resorte superior. En caso de que la válvula de resorte (10) en el resorte inferior falle, está provista de un obstrucción interna en la válvula que se muestra como una línea antes de la válvula de resorte en el esquemático.

La válvula de alivio de presión diferencial (4) sirve para aliviar un incremento en la presión que podría ocurrir cuando la guía y el esclavo (7) (el slide an sleeve assembly) están centrados y ambos puertos de retorno están cerrados. La válvula de alivio (4) sirve para aliviar un aumento de presión que podría ocurrir por una carga excesiva del rotor.



Figura 3.9: Sistema hidráulico en la maqueta.
Fuente: Investigación de campo.

3.3.8. Cilindro actuador.

Se puede considerar al servo actuador del sistema hidráulico como un cilindro actuador de doble efecto, porque es capaz de mantener su posición además de contar con dos puertos, uno de presión y otro de retorno. Este actuador permite mediante el ingreso del fluido hidráulico a presión, disminuir la fuerza requerida para operar el sistema de control colectivo y de esta manera cambiar el ángulo de paso de las palas del helicóptero.



Fuente: Investigación de campo.
Figura 3.10: Servo Actuador.

El sistema hidráulico que será implementado en la maqueta del helicóptero Bell 206, cuenta con todos los componentes básicos de sus sistema, por lo que su implementación y funcionamiento cumplirá con los objetivos propuestos.

3.3.9. Dispositivo de impulsión.

La bomba hidráulica está conectada a través de su eje impulsor, a la bomba de aceite, la misma que le transmite movimiento.



Figura 3.11: Motor Eléctrico.
Fuente: Investigación de campo.

La maqueta del helicóptero Bell 206 es impulsada por un motor monofásico con arranque por condensador; su sentido de giro es horario y su capacidad es de 2hp.

3.4. Implementación del sistema hidráulico en la maqueta del Helicóptero Bell 206.

3.4.1. Descripción de la maqueta.

La maqueta del helicóptero Bell 206 consta de una estructura de acero que posee un motor eléctrico en su parte superior, este motor es utilizado para impulsar la transmisión principal de la maqueta. La transmisión se encuentra conectada al mástil y este a las palas del rotor principal. La maqueta del helicóptero Bell 206 cuenta además con soportes para los servo actuadores del sistema hidráulico, con palancas del control cíclico y colectivo y también varillas de regulación y con las conexiones de este sistema. El rotor de cola se encuentra adaptado a la maqueta así como los pedales, en la parte delantera de la maqueta, que controlan el movimiento del rotor de cola.



Figura 3.12: Maqueta del Helicóptero Bell 206.
Fuente: Investigación de campo

La maqueta posee un asiento y un tablero, que están ubicados en la posición delantera de la maqueta, en el tablero se encuentra un botón de “ON” y uno de “OFF”, botones que son utilizados para arrancar el motor eléctrico de la maqueta.

Además la maqueta cuenta con un braker de 10 Amperios que es utilizado para energizar el motor eléctrico de la misma.

A la maqueta se le ha implementado un sistema hidráulico, sistema que consta de los elementos principales son: bomba, reservorio, válvula solenoide y un servo actuador para el sistema del control colectivo. El sistema hidráulico trabaja con 1.19 litros y 0.52 litros se quedan en el reservorio.

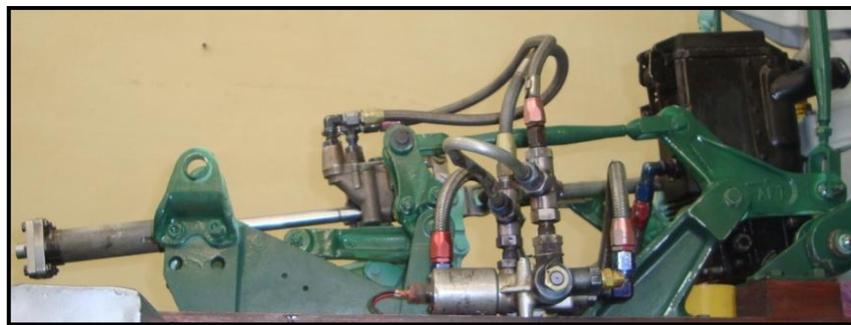


Figura 3.13: Sistema Hidráulico Implementado.

Fuente: Investigación de campo

Tabla 1. Elementos requeridos para la implementación del sistema hidráulico en la maqueta del Helicóptero Bell 206.

CANTIDAD	DETALLE	NÚMERO DE PARTE
1	Pump And Regulator Assy	206-076-016-003
1	Valv assy, pressure Regulator	206-076-015-001
1	Coupling	85059-1
1	Solenoid Valve	13068
2	Hose Assy	156001-4SO132
2	Hose Assy	206-076-009-001
1	Servo Actuador Collective	206-076-023-001

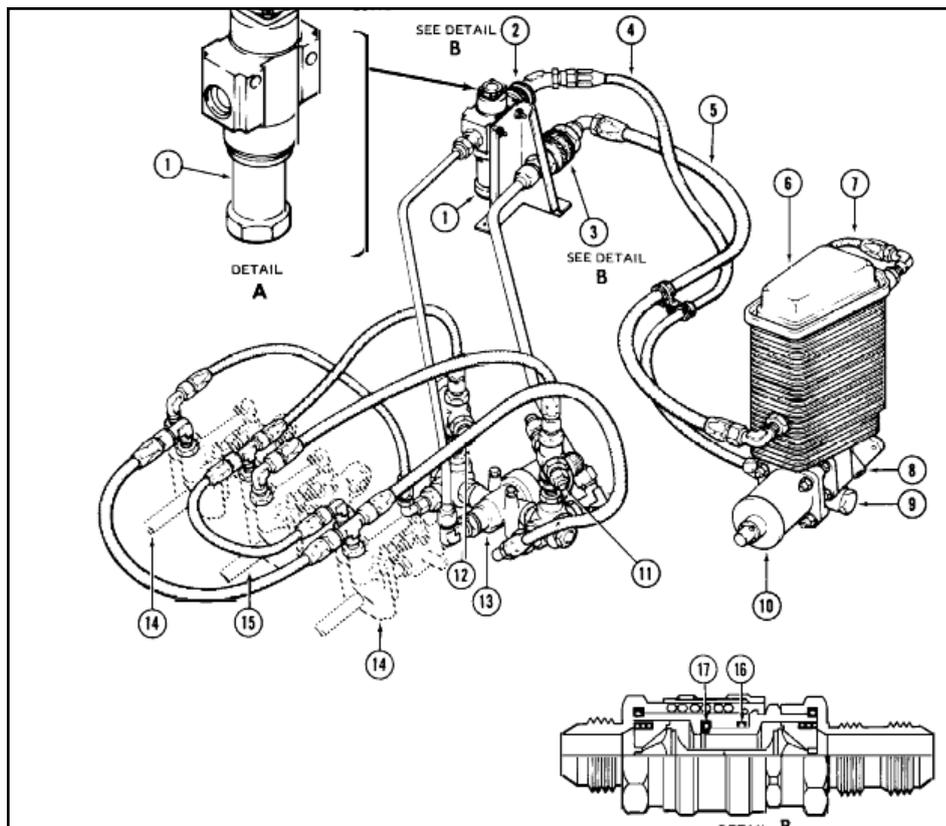
Fuente: Illustrated parts breakdown Manual, Bell model 206 A/B series.

Elaborado por: Ximena Parra.

3.4.2. Funcionamiento del sistema hidráulico.²⁵

El sistema hidráulico consiste del conjunto de la bomba y el regulador, filtro, válvula solenoide (que permite el paso, abriéndose o cerrándose controlada por medio de un impulso eléctrico) y conjunto de cañerías flexibles. El reservorio es un componente del conjunto de la bomba y el regulador de presión, el reservorio es ventilado e incluye un desagüe con una línea de drenaje para llevar el líquido hidráulico hacia el exterior.

La bomba, el regulador y el reservorio están montados sobre el lado delantero de la bomba de transmisión de aceite como un solo conjunto. Dos puertos de drenaje están localizados adyacentes a la pestaña de la montura; su propósito es permitir cualquier transmisión, sea de aceite de lubricación o de fluido hidráulico que pueda gotear, para drenarse al exterior.



²⁵Manual de mantenimiento y overhaul del helicóptero Bell 206 Jet Ranger, modelos A/B, Pág. 686, 687.

1. Filter	10. Tachometer Generator
2. Quick-disconnect Socket (Pressure)	11. Plug
3. Quick-disconnect Socket (Return)	12. Plug
4. Hose (Pressure)	13. Solenoid Valve
5. Hose (Return)	14. Servoactuator (Cyclic)
6. Pump and Reservoir	15. Servoactuator (Collective)
7. Scupper Drain Line	16. 'O-Ring
8. Vent - (Pump Seepage Drain)	17. Body Seal
9. Pressure Regulator Valve	

Figura 3.14: Funcionamiento del Sistema Hidráulico.
Fuente: Manual de Mantenimiento Bell 206 A/B Fig.5-2 Pg. 687.

3.4.3. Implementación

El objetivo de este numeral es explicar paso a paso los procesos de ensamblaje que se siguieron para lograr implementar el sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206.

3.4.4. Orden de la implementación

La implementación del sistema hidráulico se realizó en el siguiente orden:

1. Inspección de la maqueta.
2. Desmontaje de la maqueta.
3. Encendido de la maqueta.
4. Limpieza de la maqueta.
5. Proceso de Pintura.
6. Ensamblaje de la maqueta.
7. Conexión de la bomba hidráulica.
8. Instalación de la válvula solenoide.
9. Instalación del servo actuador colectivo.
10. Instalación de las cañerías flexibles.

3.4.5. Inspección de la maqueta.

Al iniciar el trabajo en esta maqueta, se realizó una inspección visual, pudiendo constatar su estado. Después de culminar con la inspección en la maqueta del helicóptero Bell 206, ubicada en el bloque 42 del ITSA, se pudo determinar que se encontraba fuera de uso debido a la falta de mantenimiento y conocimiento acerca de cómo operar la maqueta. En la inspección se tomaron fotografías y algunas de las imágenes captadas se pueden observar a continuación con sus respectivas observaciones:

3.4.5.1. Observaciones:

En la figura 3.15 se puede ver la maqueta en su totalidad, pudiendo notar que algunos de sus componentes están sueltos, además se observó la ausencia de tapones en los orificios en donde no hay componentes, ausencia que ha permitido la proliferación de corrosión y contaminación.



Figura 3.15: Maqueta.

Fuente: Investigación de campo.

En la figura 3.16 se puede observar los montantes para los servo actuadores de los controles de vuelo pero no los servo actuadores.

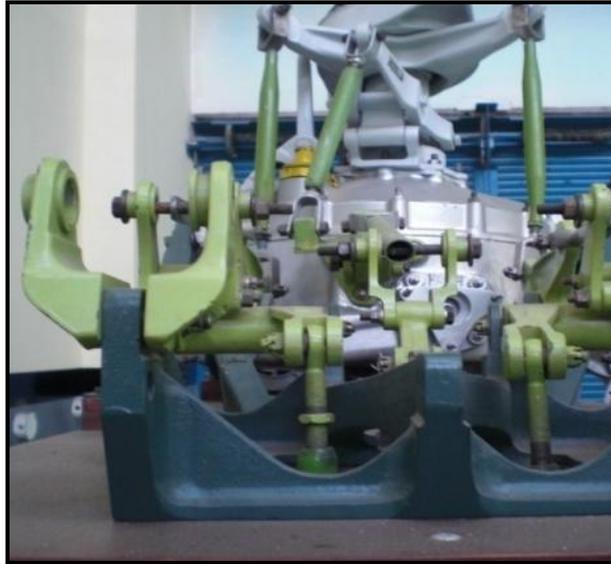


Figura 3.16: Monturas de los servo actuadores.
Fuente: Investigación de campo.

En la parte inferior de la figura 3.17 se puede observar que no esta instalada la bomba hidráulica, y el lugar vacio no esta debidamente sellado.



Ubicación de la bomba hidráulica

Figura 3.17:Ubicación de la bomba hidráulica en la maqueta.
Fuente: Investigación de campo.

En la figura 3.18 se puede distinguir que una de las varillas de los controles de vuelo que van desde el plato universal hasta la raíz de la pala, está desacoplada.

Además de que el collar set es de madera y no de metal como debería.

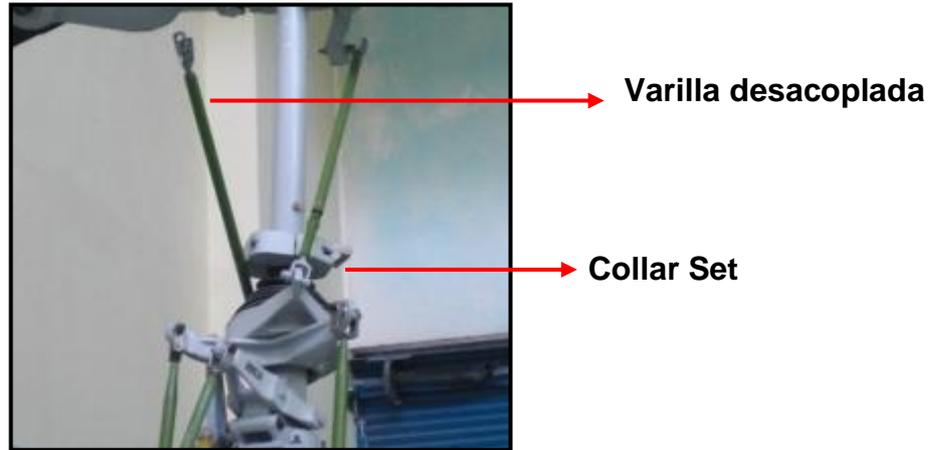


Figura 3.18: Sistema de Varillas Regulable.
Fuente: Investigación de campo.

En la Fig. 3.19 se puede observar que el sistema de transmisión de movimiento, que va conectado desde el motor eléctrico hacia la transmisión principal del helicóptero, no se encuentra en condiciones operativas.

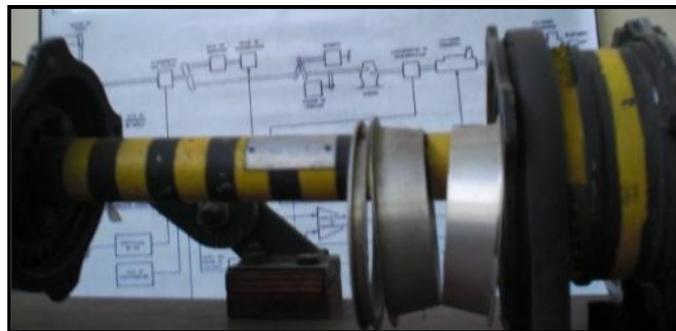


Figura 3.19: Sistema de transmisión de movimiento.
Fuente: Investigación de campo.

La figura 3.20 permite observar que el eje del rotor de cola cuenta únicamente con una de las dos bridas que necesita para que no se desacople cuando gira.

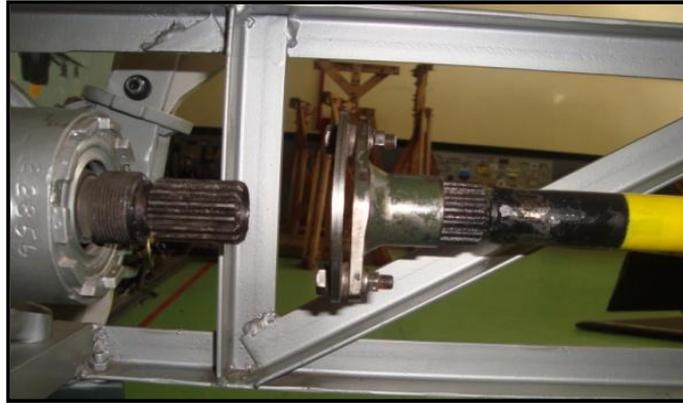


Figura 3.20: Eje del rotor de cola.
Fuente: Investigación de campo.

3.4.6. Desmontaje de la maqueta.

Al finalizar la inspección de la maqueta, se determinó que para poder encenderla y verificar su funcionamiento, habría que desmontarla; debido al riesgo que implicaría operar la maqueta con sus partes sin lubricación y muchas de ellas desacopladas o flojas.

A continuación se detalla paso a paso el procedimiento de desmontaje:

- a)** Desconexión de las varillas del paso cíclico y colectivo.
- b)** Se desmontó: Las raíces de las palas y varillas regulables.

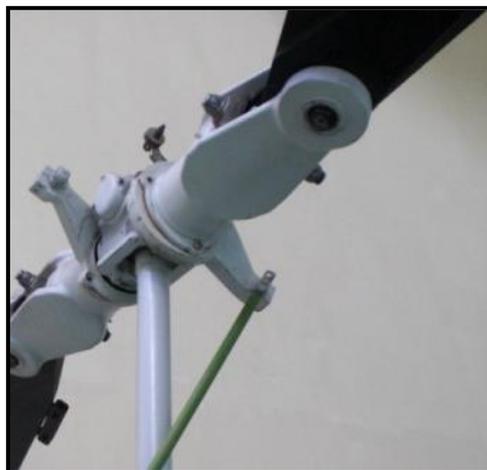


Figura 3.21: Desmontaje de las varillas.
Fuente: Investigación de campo.

c) El mástil.



Figura 3.22: Desmontaje del mástil.
Fuente: Investigación de campo.

d) Sistema de transmisión de movimiento y la transmisión principal.



Figura 3.23: Desmontaje de la transmisión.
Fuente: Investigación de campo.

Una vez culminado el desmontaje, se procedió a la inspección de los elementos desarmados y se concluyó que:

- Todos los elementos de la maqueta contenían corrosión, especialmente en las secciones no lubricadas, como los

engranajes; los pernos y las tuercas de sujeción también tenían corrosión.

3.4.7. Encendido del motor de la maqueta.

Una vez que el área de trabajo estuvo limpia, se procedió a efectuar el encendido del motor eléctrico de la maqueta.

Los pasos seguidos para encender la maqueta fueron los siguientes:

- a) Se conectó el enchufe a una toma de 110v A.C.
- b) Se colocó en la posición de ON el breaker, para energizar el motor.
- c) Se pulsó el botón de ON, en el panel de la maqueta para que el motor se encienda.

Resultados: Al realizar el último paso el breaker de protección saltó al pulsar el botón en la posición ON, entonces se determinó que había un problema eléctrico.

Soluciones: Después del intento fallido de encender el motor se procedió a tomar las siguientes acciones para buscar una solución:

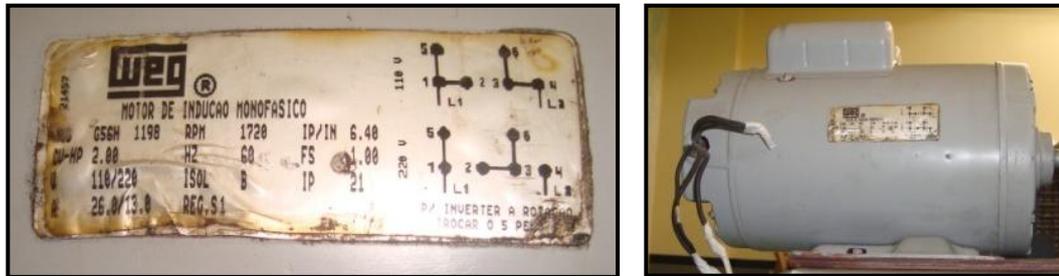
- Revisar las conexiones del motor eléctrico en la maqueta.

Resultados:

Al realizar los procedimientos anteriores y al revisar en la placa del motor sus conexiones, se conectó al motor de tal manera, que pase de trabajar de 110V a trabajar con 220V, para mayor seguridad del mismo.

Una vez realizado este trabajo se encendió la maqueta y esta funciono, pero durante pocos segundos. Debido al problema presentado, se revisaron los capacitores del motor eléctrico, encontrando que los dos

estaban fundidos. Entonces se procedió a cambiar los capacitores (capacidad 340 μ F - 408 μ F) además se cambio el braker de 10 amperios por uno de 16 amperios.



Fuente: Investigación de campo.
Figura 3.24: Conexión del motor eléctrico.

Como resultado de este procedimiento, el motor de la maqueta logró encenderse sin ningún problema.

Posteriormente se presentó un problema en el eje del rotor de cola que se desacopló.

3.4.8. Limpieza de la maqueta.

La maqueta, como se había señalado anteriormente, presentaba un gran deterioro, por lo cual se realizó una limpieza minuciosa de sus componentes. Limpieza que fue seguida en el siguiente orden:

- Limpieza de los engranajes que transmiten el movimiento desde el motor eléctrico hacia la transmisión principal de la maqueta, a través de las bandas de transmisión. La limpieza de la corrosión, así como la lubricación de los engranajes, fue realizada con el aceite WD40.
- Limpieza general de todos los elementos que presentaban corrosión.

- Se limpiaron también los elementos como montantes, rotores, asiento y palancas de la maqueta, por el polvo que presentaban.

3.4.9. Proceso de pintura de la maqueta.

Una vez realizados los trabajos detallados en los pasos anteriores se procedió a pintar la maqueta; en el siguiente orden:

- Enmascarar los componentes a ser pintados.
- Pintar con primer.
- Dejar que se seque el primer
- Pintar con los colores previamente seleccionados.



Fuente: Investigación de campo.
Figura 3.25: Proceso de pintura.

Tabla 2: Colores seleccionados para la maqueta del helicóptero Bell 206.

Color	Elemento
Verde Oscuro	Varillas del control cíclico
Verde Claro	Varillas del control colectivo
Negro	Bomba hidráulica , control cíclico y colectivo
Blanco	Rotores
Negro	Líneas de los rotores

Fuente: Investigación de Campo.
Elaborado por: Ximena Parra.

3.4.10. Ensamblaje de la maqueta.

Para poder empezar con la parte técnica del proyecto se recopiló información, en el Manual de Mantenimiento del Helicóptero Bell 206 Jet Ranger, modelos A y B, revisando este material se seleccionaron los procedimientos que se pueden realizar en la maqueta del helicóptero Bell 206, debido a que el manual de mantenimiento contiene procedimientos como reparaciones estructurales y overhaul para algunos componentes como bombas por ejemplo, debido a esto el manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206, se utilizó básicamente como una guía en los procedimiento de montaje y desmontaje de los diferentes componentes de la maqueta, así como en la implementación del sistema hidráulico. (Anexo A)

En la maqueta se reemplazó además el collar set (este permite que se una el plato universal con el mástil) debido a que el existente en la maqueta era de madera, lo cual se convertía en un impedimento además de un riesgo en la operación de la maqueta, debido a que la rotación del mástil puede ocasionar que el collar set de madera se rompa y la maqueta se dañe o que algún elemento se deteriore. En la maqueta, también se colocaron pernos y tuercas de auto frenado para que sujeten los elementos móviles que se encontraban libres, como es el caso de la varilla suelta, mostrada en la Figura .3.18. El proceso de instalación de la maqueta sigue el orden planteado a continuación:

- a) Instalación del dispositivo de acoplamiento para la transmisión.



Figura 3.26: Dispositivo de acoplamiento de la transmisión.
Fuente: Investigación de campo.

- b) Transmisión principal.
- c) Mástil.
- d) Sistema de transmisión de movimiento.
- e) Varillas regulables de los sistemas cíclico y colectivo.
- f) Trunion.
- g) Implementación de una brida en el eje del rotor de cola.



Figura 3.27: Ensamblaje de la maqueta.

Fuente: Investigación de campo.

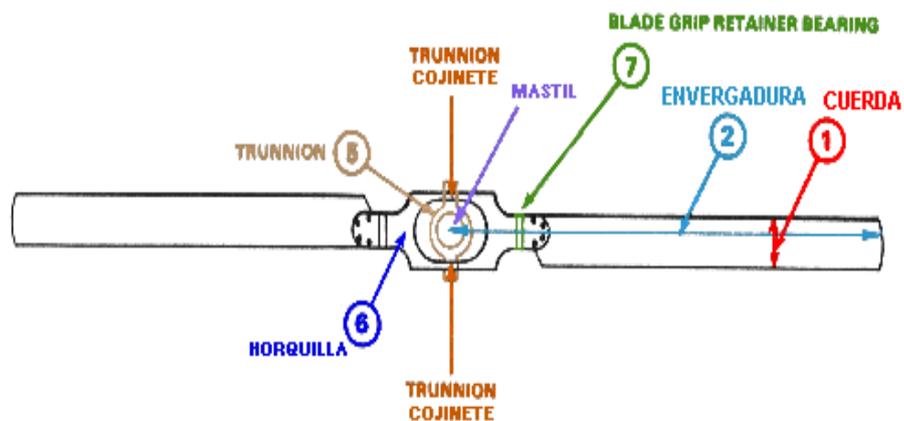


Figura 3.28: Trunion.

Fuente: Nociones generales del helicóptero Bell 206 BIII (TH-57a)

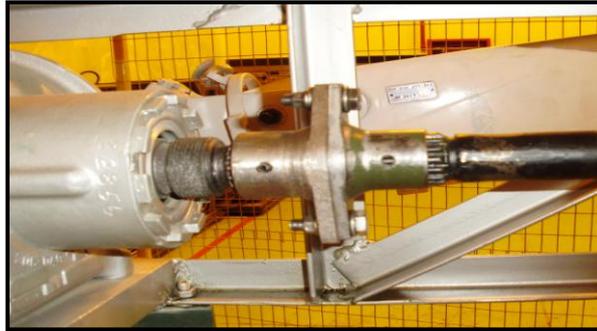


Figura 3.29: Implementación de una brida en el eje del rotor de cola.
Fuente: Investigación de campo.

3.4.11. Conexión de la bomba hidráulica.

La bomba hidráulica fue conectada a la bomba de aceite en el siguiente orden:

- a) Instalación de los empaques respectivos en el eje que conecta la bomba hidráulica con la bomba de aceite.
- b) Instalación del eje que conecta la bomba de aceite con la bomba hidráulica, mediante su acople.
- c) Colocación de la bomba hidráulica alineada con los tornillos de la bomba de aceite, para que la bomba hidráulica se mantenga unida a la transmisión.
- d) Sujeción de la bomba con una arandela plana y una tuerca en cada prisionero.



Figura 3.30: Instalación de la bomba hidráulica.
Fuente: Investigación de campo.

3.4.12. Instalación de la válvula solenoide.

Para instalar la válvula solenoide se verificó primero que las cañerías hidráulicas no tengan interferencia ni rozamiento con las varillas regulables de los sistemas cíclico y colectivo. Una vez revisado esto se ubicó la válvula en un lugar apropiado.

Para su instalación se siguieron los siguientes pasos:

- a) Colocación de tapones en los orificios que no se van a utilizar en la válvula solenoide.
- b) Taladrado de dos orificios para que atraviesen dos tornillos que permitan sujetar la válvula solenoide a la estructura de la maqueta.
- c) Colocación de los dos tornillos a través de la válvula solenoide y ajustarlos con una arandela plana y una turca cada tornillo.

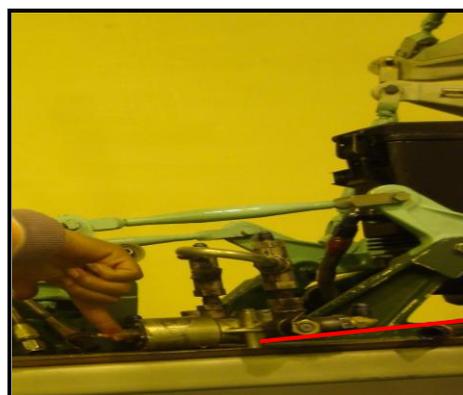
Las especificaciones de los tapones se enumeran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Especificaciones de los tapones y la broca utilizada en la válvula solenoide.

Cantidad	Detalle	Especificación
4	1/4	B41
5	5/16	B41

Fuente: Investigación de Campo.

Elaborado por: Ximena Parra.



Tornillos



Figura 3.31: Instalación de la válvula solenoide.

Fuente: Investigación de campo.

d) La instalación eléctrica se realizó siguiendo el diagrama N 01.

A continuación se detallan los elementos requeridos para la instalación de la válvula solenoide:

Tabla 4. Elementos requeridos para la instalación eléctrica de la válvula solenoide.

CANTIDAD	DETALLE
4 m	Cable 14 AWG
1	Pulsador Posición ON-OFF
4 m	Cable Multipar
1	Transformador de Corriente de 220V a 12V (1A)
1.5 m	Cable 16 AWG
4	Conectores Hembra
20	Abrazaderas plásticas.
4	Conectores Macho
2	Espagueti Térmico
1	Luz piloto de 12 V

Fuente: Investigación de Campo.

Elaborado por: Ximena Parra.

3.4.13. Implementación del servo actuador colectivo.

El servo actuador colectivo fue instalado en el montante central de la maqueta del helicóptero Bell 206, adaptándolo a sus respectivas varillas regulables para transmitir el movimiento.



Figura 3.32: Instalación del servo actuador colectivo.

Fuente: Investigación de campo.

3.4.14. Instalación de las cañerías flexibles.

Las cañerías flexibles fueron instaladas desde la bomba hidráulica hacia el servo actuador en el siguiente orden:

1. Cañería flexible de presión desde la bomba hacia la válvula solenoide.
2. Cañería flexible de presión desde la válvula solenoide hacia el servo actuador colectivo.
3. Cañería flexible de retorno desde el servo actuador colectivo hacia la válvula solenoide.
4. Cañería flexible de retorno desde la válvula solenoide hacia la bomba.

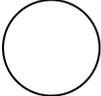


Figura 3.33: Instalación de las cañerías flexibles.
Fuente: Investigación de campo.

3.5. Diagramas de proceso

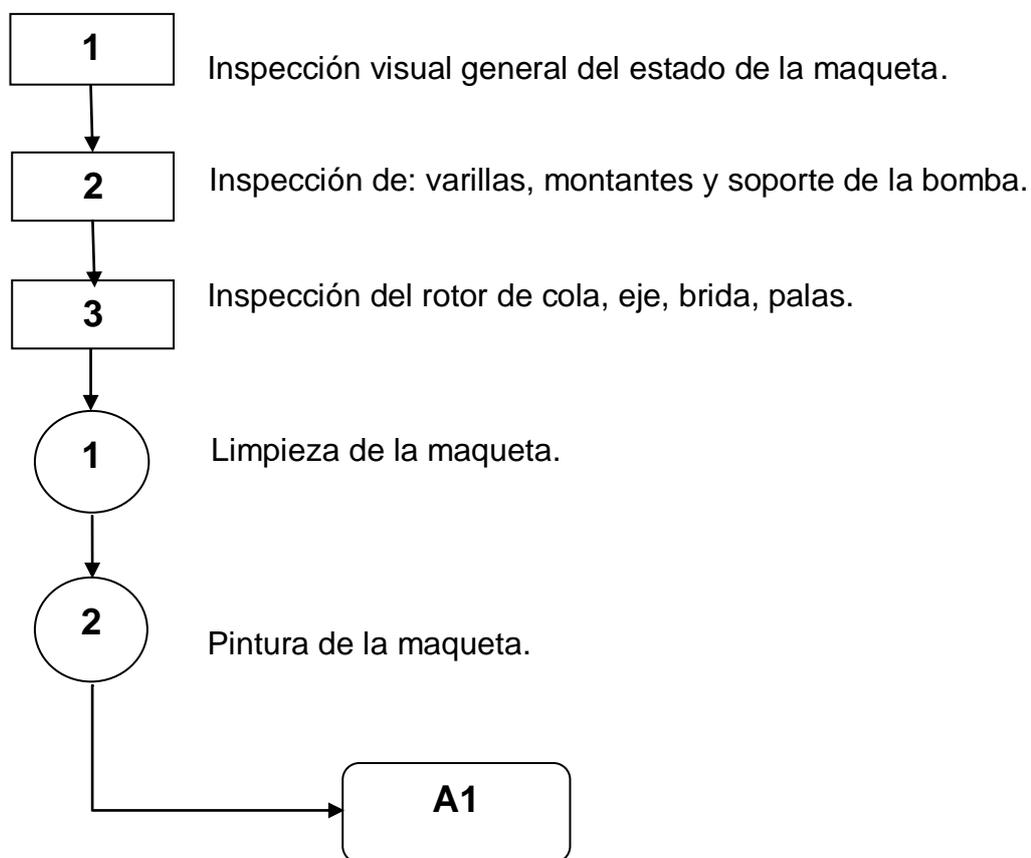
En la siguiente tabla se describe la simbología que se utilizó para describir los procesos de desmontaje de la maqueta e implementación del sistema hidráulico.

Tabla 5: Simbología de los diagramas de proceso.

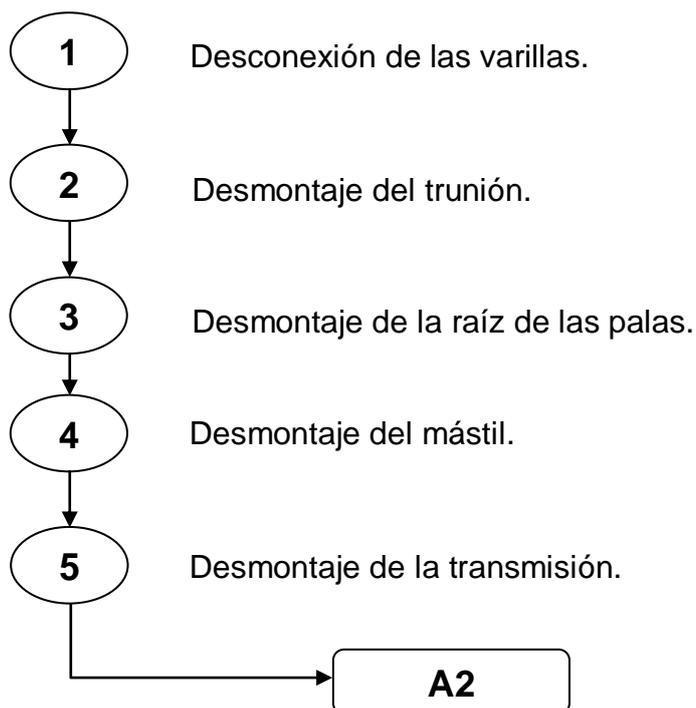
N°	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección o Comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector

Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Srta. Ximena Parra.

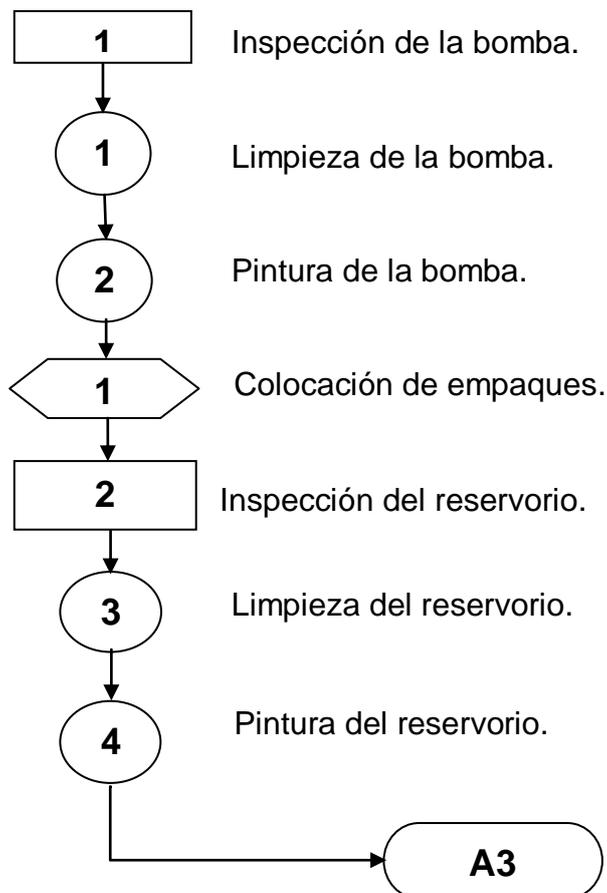
3.5.1. Diagrama de procesos de inspección visual de la maqueta.



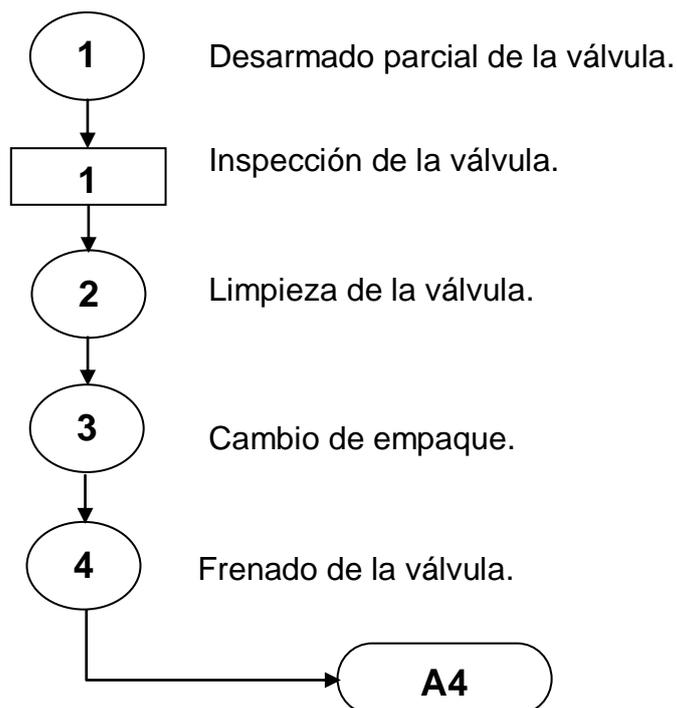
3.5.2. Diagrama de procesos de desmontaje de la maqueta.



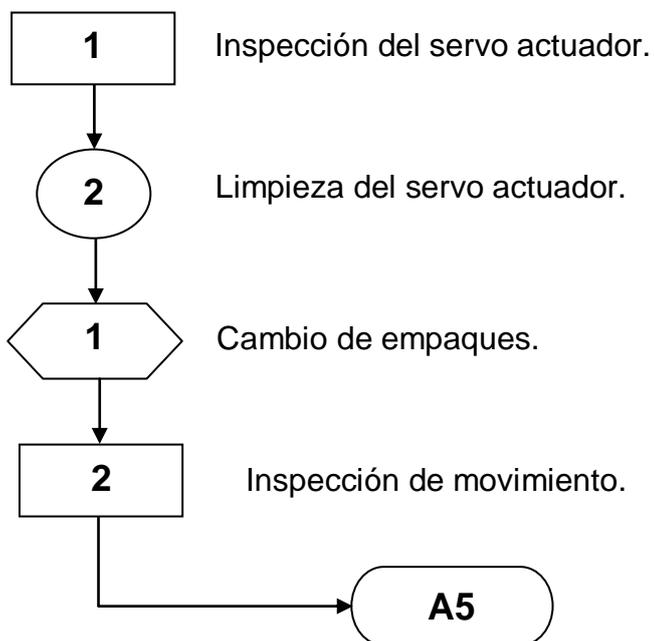
3.5.3. Diagrama de procesos de inspección de la bomba y reservorio.



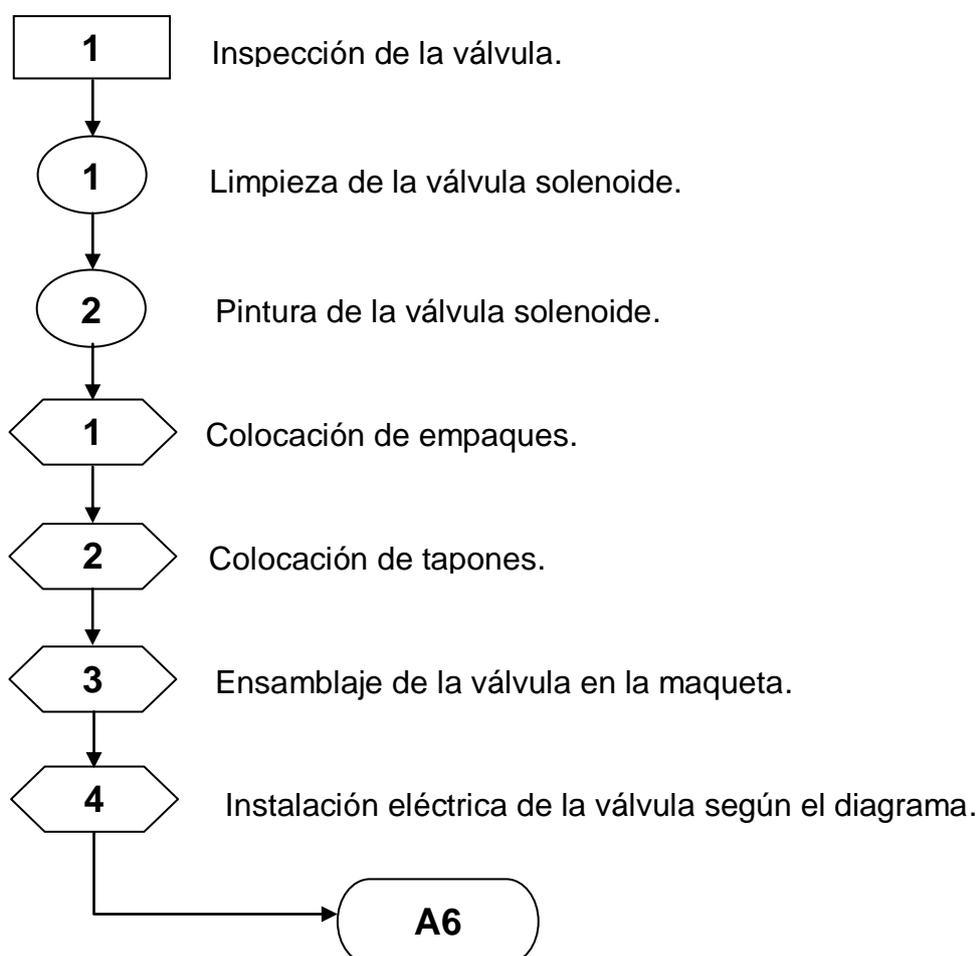
3.5.4. Diagrama de procesos de la inspección de la válvula reguladora de presión.



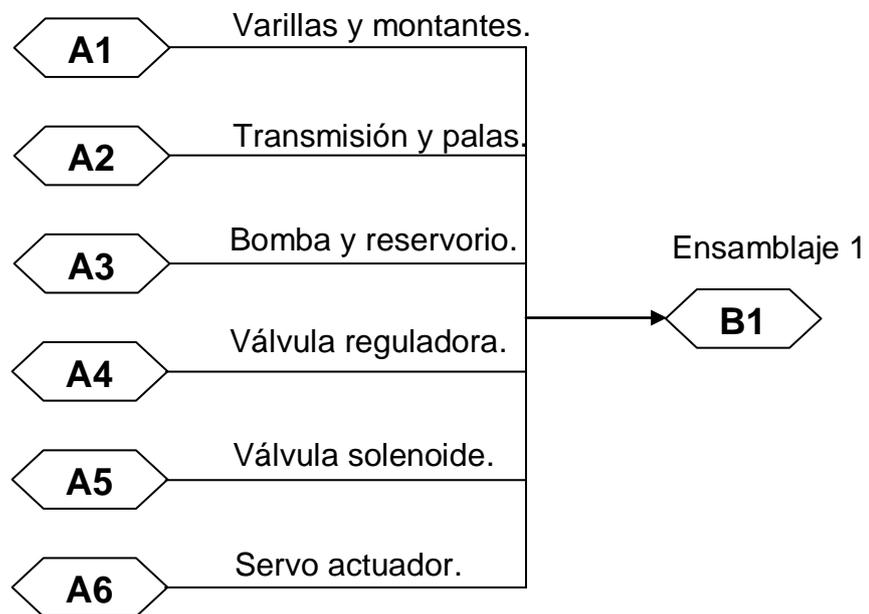
3.5.5. Diagrama de procesos de inspección del servo actuador.



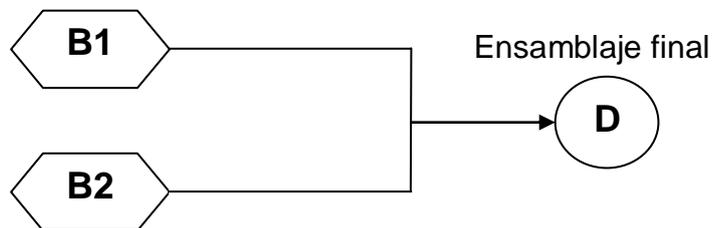
3.5.6. Diagrama de procesos de inspección de la válvula solenoide.



3.5.7. Diagrama de procesos de ensamblaje.



3.5.8. Ensamblaje final del sistema hidráulico.



3.6. Pruebas de funcionamiento y operación.

Al finalizar el proceso de ensamblaje del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206 se realizaron las pruebas de funcionamiento, con la finalidad de comprobar su funcionamiento.

Después de la operación de la maqueta se determinó que la misma necesitaba algunas revisiones, principalmente en la conexión de una de las cañerías y en el servo actuador, debido a que se detectó una fuga.



Figura 3.34: Goteo en el servo actuador.
Fuente: Investigación de campo.

Además se observó que la brida implementada el eje del rotor de cola permanece en su posición y el sistema del control colectivo tuvo el correcto funcionamiento que se esperaba con la implementación del sistema hidráulico.

Funcionamiento obtenido del sistema hidráulico: Después de revisar las fugas mencionadas anteriormente, se pudo determinar que en el caso del servo actuador se trabada de dos empaques dañados como se muestra en ala figura 3.35.



Figura 3.35: Empaques del servo hidráulico.
Fuente: Investigación de campo.

Al solucionar este problema, reemplazando los empaques la fuga desapareció.

En el caso de las conexiones de las cañerías se cambiaron los empaques que también estaban dañados y el problema de fuga se solucionó.

El funcionamiento que se obtuvo después de arreglar los inconvenientes del sistema hidráulico es descrito a continuación:

- La bomba absorbe el fluido hidráulico del reservorio y lo entrega a la válvula reguladora de presión. Desde la válvula reguladora el fluido hidráulico sale hacia la válvula solenoide y hacia el manómetro.
- El manómetro indica una presión de 35 ± 5 psi.
- La válvula solenoide, si esta energizada, permite el paso del fluido hacia el servo actuador.
- El servo actuador es accionado desde la palanca del control colectivo, la misma que al ser accionada permanece en la posición seleccionada gracias a la presión hidráulica y a la válvula irreversible que existente en el servo.

3.7. Iluminación de la válvula solenoide del sistema hidráulico.

Una vez terminada la implementación del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206, se procedió a colocar un acrílico con el circuito del a válvula solenoide y uno con el gráfico de la válvula check, además estos acrílicos son iluminados con la finalidad de proporcionar una maqueta totalmente didáctica.

El circuito utilizado en este proceso se lo puede ver en el Diagrama N.01

Las luces se encienden de acuerdo al uso seleccionado en el panel de la maqueta con el botón de la válvula solenoide.



Fig. 3.36: Iluminación de la válvula solenoide del sistema hidráulico.
Fuente: Investigación de campo.

Se colocaron también letreros cada uno de los componentes que conforman el sistema hidráulico.

A continuación se observa un gráfico que muestra la maqueta terminada:

foto

Fig. 3.37: Maqueta terminada.
Fuente: Investigación de campo.

3.8. Elaboración de manuales.

Los manuales están elaborados con la finalidad de dar a conocer al operador los diferentes procedimientos que se deben realizar para operar la maqueta correctamente, evitando poner en riesgo la seguridad del operador así como la integridad de la maqueta.

3.8.1. Manual de seguridad.

El objetivo de este manual es preservar la seguridad del operador al igual que la seguridad del equipo durante su operación. (ANEXO C.1)

3.8.2. Manual de operación.

En este manual se encuentran los procedimientos que se deben seguir para lograr un correcto encendido, operación y apagado del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206. (ANEXO C.2)

3.8.3. Manual de Mantenimiento.

Este manual consta de los cuidados preventivos y del mantenimiento que se deben dar al sistema hidráulico para evitar posibles daños y de esta manera prolongar la vida útil de los componentes del sistema. (ANEXO C.3).

3.9. Presupuesto.

El presupuesto empleado en el desarrollo de esta tesis se basó en los gastos directos que consisten en el material y elementos utilizados en implementación del sistema hidráulico, gastos indirectos y gastos varios que se detallan en sus respectivas tablas.

3.10. Rubros.

Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomo en cuenta los siguientes rubros:

- Gastos directos (material).
- Gastos indirectos.
- Gastos varios.

3.10.1. Gastos directos.

Comprende el costo detallado de los materiales utilizados en el desarrollo de este proyecto.

La mayoría de materiales empleados para la implementación del sistema hidráulico fueron obtenidos en la base aérea de Guayaquil como material condenado que deberá ser utilizado únicamente con fines de instrucción.

Tabla 6: Gastos directos

Sistema hidráulico

Canti dad	Detalle	Precio Unitario	Costo (USD)
1	Bomba Hidráulica	0.00	0.00
1	Reservorio Despresurizado	0.00	0.00
1	Servo Actuator	0.00	0.00
4	Cañerías Hidráulicas Flexibles	0.00	0.00
1	Válvula Solenoide (4/3)	0.00	0.00
1	Válvula Reguladora de Presión	0.00	0.00
1	Manómetro	23.00	23.00
4m	Cañería 3/16	1.00	4.00
8	Empaques	0.40	2.00
---	Pintura	---	15.00
---	Lijas	---	1.50
Total		24.40	45.50

Material Eléctrico

Cantidad	Detalle	Precio Unitario	Costo(USD)
5 m	Cable 14 AWG	0.82	4.14
1	Pulsador	0.30	0.30
4m	Cable Multipar	0.50	2.00
1	Transformador de corriente de 220v-12v	6.50	6.50
1.5m	Cable 16 AWG	1.20	2.40
5	Conectores Hembra	0.25	1.25
5	Conectores Macho	0.25	1.25
40	Abrazaderas Plásticas	1.85	1.85
2	Espagueti Térmico	0.50	1.00
1	Luz Piloto de 12 V	0.50	0.50
2	Capacitores 340-408 µf	5.58	11.16
4m	Cable gemelo 12 blanco	1.13	5.65
1	Breaker Schneider electric 16A	4.58	4.58
3	Leds	0.35	1.05
	Total:	24.29	43.63

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Srta. Ximena Parra.

3.10.2. Gastos indirectos.

Tabla 7: Gatos Indirectos.

Cantidad	Detalle	Precio Unitario	Costo(USD)
1	Brida	45,00	45,00
1	Malla de protección	50,00	50,00
10	Pernos	0.40	4.00
2	Neplos ¼ B41	2.25	4.50
2	Neplos 5/16 B41	2.25	4.50
2	Neplos 1/8x3/16	1.00	2.00
1	Reducción 1/4x3/16	1.00	1.00
1	Breaker Schneider electric 16 ^a	4.58	4.58
	Total	106.08	115.58

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Srta. Ximena Parra.

3.10.3. Gastos Varios.

Tabla 8: Gatos Varios.

N.	MATERIAL	COSTO
1	Pago Aranceles de Graduación.	296.34 USD.
2	Suministros de oficina.	10.00 USD.
3	Transporte.	40.00 USD.
4	Copias e impresiones de trabajo.	50.00 USD.
5	Empastados, Anillados y CD del proyecto.	30.00 USD.
	TOTAL	426.34 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Srta. Ximena Parra.

Tabla 9: Costos total del proyecto.

N°.	DESIGNACIÓN	COSTO
1	Gastos Directos.	89.13
2	Gastos Indirectos.	115.58
3	Gastos Varios	426.34
TOTAL		631.05 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Srta. Ximena Parra.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones:

- La maqueta del helicóptero Bell 206, ubicada en el bloque 42 del ITSA, inicialmente no contaba con un sistema hidráulico.
- La información recopilada en este proyecto, ha permitido realizar de manera exitosa la implementación del sistema hidráulico para el sistema del control colectivo, en la maqueta del helicóptero Bell 206 ubicada en el bloque 42 del ITSA.
- Los procedimientos de ensamblaje realizados, así como las pruebas operacionales efectuadas en este proyecto han sido realizadas cuidadosa y técnicamente logrando de esta manera minimizar los inconvenientes y solucionar los problemas presentados a lo largo de la implementación obteniendo resultados satisfactorios.
- La implementación del sistema hidráulico realizada en la maqueta del helicóptero Bell 206, ha contribuido en la reafirmación de los conocimientos teóricos adquiridos en clases además de adquirir conocimientos prácticos muy beneficiosos.

- El sistema hidráulico implementado en la maqueta del helicóptero Bell 206, se encuentra totalmente funcional y su presión puede ser observada en el panel hidráulico de la maqueta a través del manómetro de presión hidráulica, logrando con esto un funcionamiento totalmente didáctico. Además la válvula solenoide puede también ser accionada desde el panel hidráulico de la cabina.

4.2. Recomendaciones.

- Reparar de manera inmediata los daños en el techo del bloque 42, mismos que dejan filtrar agua lo que hace que las diferentes maquetas ubicadas en este bloque se deterioren, corriendo el riesgo de que la maqueta del helicóptero Bell 206 quede inoperativa, debido a que sobre esta existen varias goteras que pueden causar el daño del motor eléctrico así como el deterioro de los demás componentes de la maqueta.
- Considerar las normas de seguridad que constan en el manual de seguridad, siempre que se vaya a realizar prácticas en esta maqueta, con la finalidad de preservar la integridad del personal que se beneficie con este proyecto.
- Operar la maqueta siguiendo los procedimientos establecidos en el manual de operación, para obtener un correcto funcionamiento de la misma.
- Dar un correcto uso y mantenimiento, a la maqueta del helicóptero Bell 206, siguiendo el manual de mantenimiento, con la finalidad de que esta maqueta sea utilizada para los fines didácticos para los que ha sido creada, siendo una herramienta que ayude en la formación de los futuros profesionales del ITSA.

GLOSARIO

Barómetro: Este es un instrumento para medir la presión atmosférica, es decir, la fuerza por unidad de superficie ejercida por el peso de la atmósfera.

Carenaje (aviación): El carenaje es una cubierta estructural de las aeronaves cuya principal función, es reducir la resistencia que ofrece el desplazamiento a través del aire, y se encuentra ubicada en zonas de la aeronave donde potencialmente se pueda producir mayor resistencia que en otras.

Tracción: Acción y resultado de mover o arrastrar una cosa.

Mecánica de Fluidos: Estudia el movimiento de los fluidos (gases y líquidos) así como las fuerzas que los provocan.

Tubo Venturi: El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor.

Implosión: Acción de romperse estruendosamente hacia dentro las paredes de una cavidad en cuyo interior existe una presión inferior a la que hay fuera.

Tubo Bourdon: El tubo de Bourdon es un tubo de sección cilíndrica que forma un anillo casi completo, cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, éste tiende a enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja indicadora.

Polimerización: Es la reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se denomina polimerización. Los polímeros provienen mayoritariamente del petróleo. Un 4 % de la producción mundial de petróleo se convierte en plástico.

Bobina: La bobina por su forma (espiras de alambre arrollados) almacena energía en forma de campo magnético.

Vástago: Barra o varilla metálica que sirve para unir o sostener otras piezas o transmitir un movimiento a un mecanismo.

BIBLIOGRAFÍA

Libros consultados:

- FAA, 1970, Airframe & Powerplant Mechanics Handbook.
- Varios autores, CURSO DE HIDRÁULICA BÁSICA.
- Eco. Ochoa Villamaría Kléver, NOCIONES GENERALES DEL HELICOPTERO BELL 206 BIII (TH-57A).
- Textron Canadá LTD, 1974, Manual de mantenimiento y overhaul del helicóptero Bell 206 Jet Ranger, modelos A/B, Canadá.

Vínculos de Internet:

- <http://pedroreina.net/trabalu/19981999/webitos2.htm>
- http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica.htm
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/mapadelsitio.htm>
- http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica4.htm
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%A1ulica>
- http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica5.htm.
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica4.htm#3.3%20material>.
- http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/laminar_turbulento.htm
- http://translate.google.com/ec/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Directional_control_valve
- <http://automatastr.galeon.com/a-valvulas.htm>
- http://www.todomotores.cl/mecanica/lubricacion_motor.
- <http://html.apuntes.com/helicoptero.html>
- http://www.quiminet.com/ar2/ar_aasdadcarm-los-fluidos-hidraulicos-y-sus-caracteristicas.htm.
- <http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s06.htm>
- http://neumatica_hidraulica_files\neumatica_hidraulica.htm

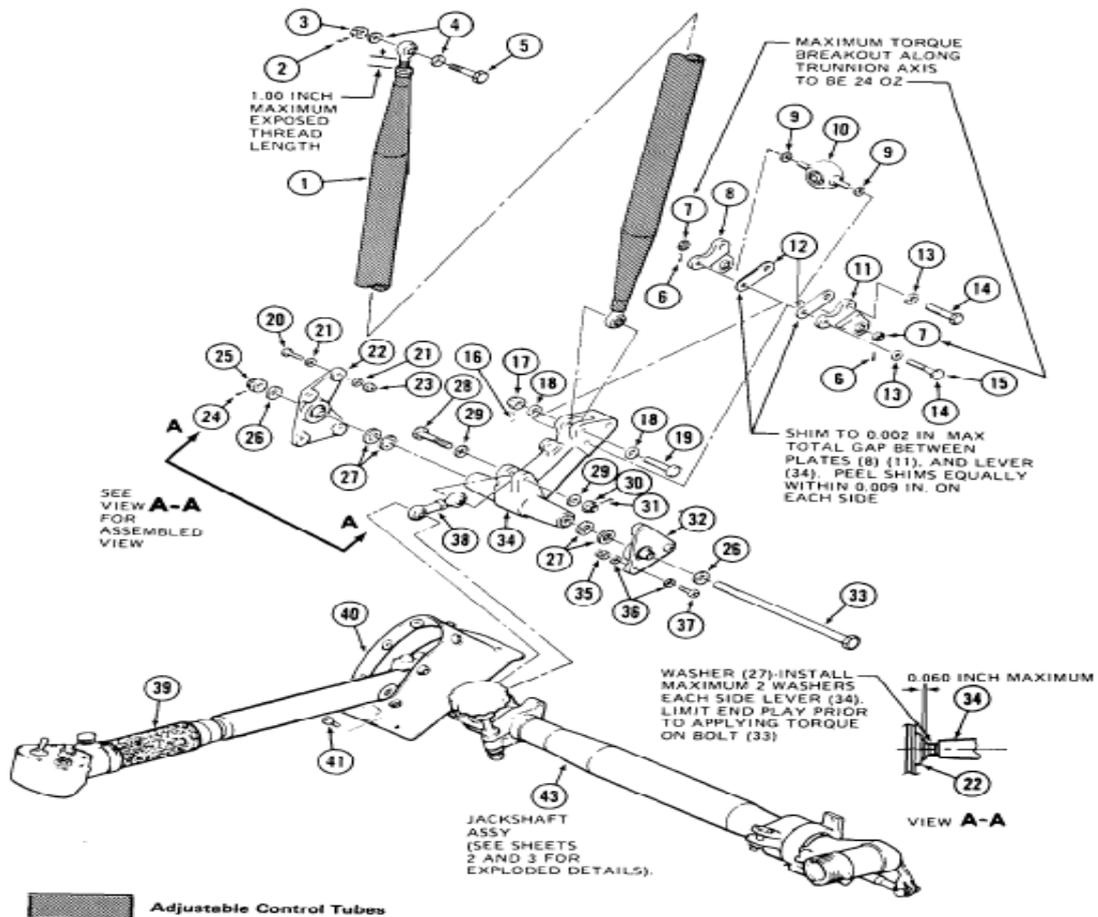
- http://www.quiminet.com/ar2/ar_aasdadv Carm-los-fluidos-hidraulicos-y-sus-caracteristicas.htm
- <http://www.zwick.es/es/productos/maquinas-de-ensayo-dinamico-y-de-fatiga/componentes-servohidraulicos/hydraulic-pipelines.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos13/valhid/valhid.shtml>
- http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1lculo_de_caudal_de_agua_en_tuber%C3%ADa
- http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

ANEXO A

Estos son los pasos recopilados y seleccionados del manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206, mismos procedimientos que pudieron ser aplicados debido a que son aplicables a la maqueta, sirviendo de esta manera como guía para la realización de los trabajos en el proyecto de tesis desarrollado a lo largo de este trabajo.

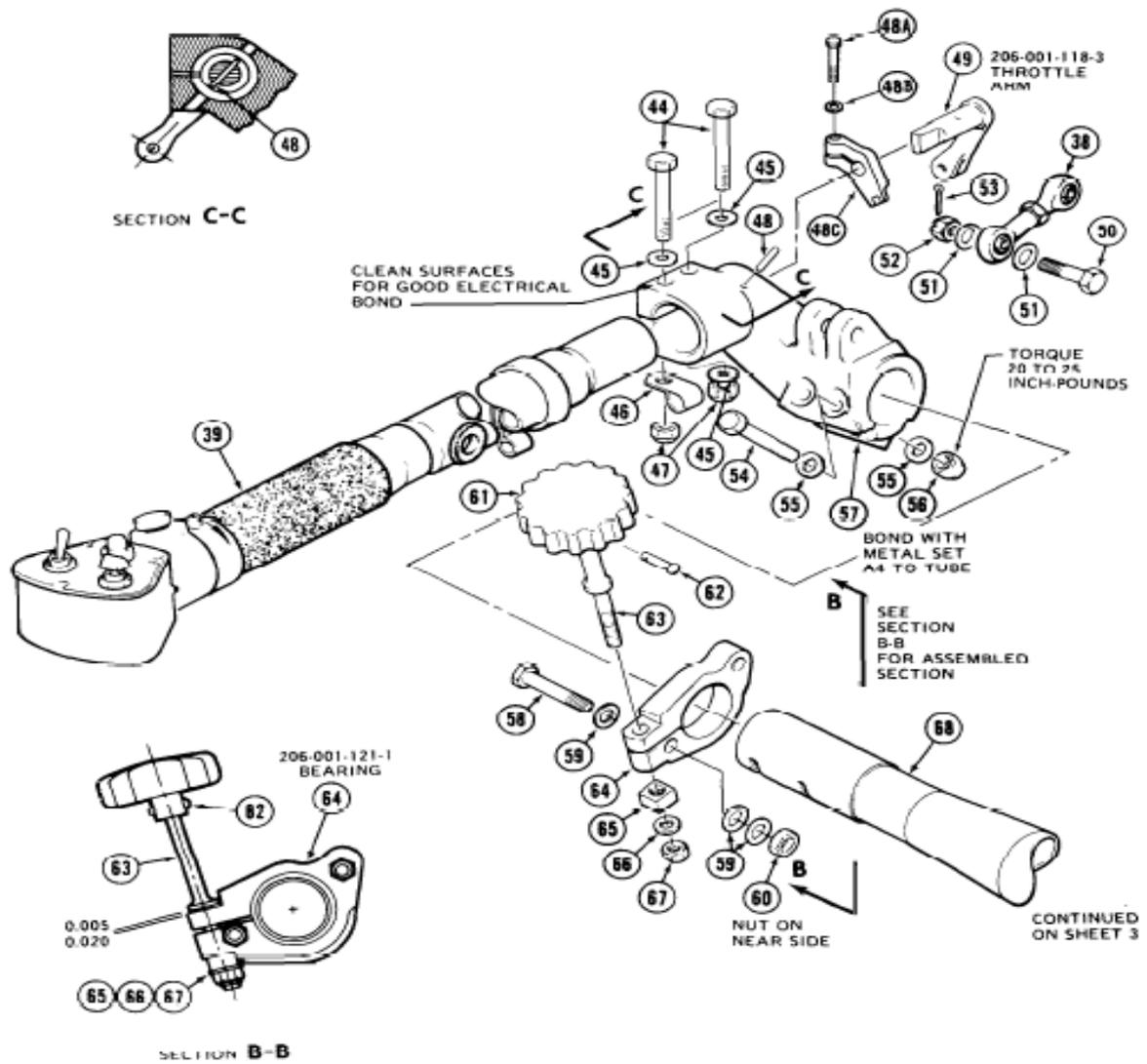
4-26. REMOVAL - COLLECTIVE PITCH CONTROL STICK ASSEMBLY.

- a. Remove cover (40, figure 4-8) from stick assembly (39).
- b. Remove bolts (44), washers (45), and nuts (47) that secure stick assembly (39) in elbow (57) on jackshaft assembly (43). Loosen screw (48A) in friction clamp.
- (48C). Remove pin (48) from elbow. Remove stick assembly (39).



206001-61-1C

Figure 4-8. Collective Control System (Sheet 1 of 4)



206001-171-1

Figure 4-8. Collective Control System (Sheet 2 of 4)

1. Tube assembly	49. Throttle arm
2. Cotter pin	50. Bolt
3. Nut	51. Washer
4. Washer	52. Nut
5. Bolt	53. Cotter pin
6. Cotter pin	54. Bolt
7. Nut	55. Washer
8. Plate assembly	56. Nut
9. Washer	57. Elbow
10. Trunnion bearing	58. Bolt
11. Plate assembly	59. Washer
12. Shim	60. Nut
13. Washer	61. Cotter pin
14. Bolt	62. Pin, headed
15. Lockwire	63. Knob and shaft assembly
16. Cotter pin	64. Bearing
17. Nut	65. Nut
18. Washer	66. Washer
19. Bolt	67. Nut
20. Bolt	68. Tube assembly
21. Washer	69. Nut
22. Support assembly	70. Washer
23. Nut	71. Washer
24. Cotter pin	72. Bolt
25. Nut	73. Clamp assembly
26. Washer	74. Support assembly
27. Washer	75. Nut
28. Bolt	76. Washer
29. Washer	77. Washer
30. Nut	78. Bolt
31. Cotter pin	79. Nut
32. Support assembly	80. Washer
33. Bolt	81. Washer
34. Lever assembly	82. Bolt
35. Nut	83. Spacer
36. Washer	84. Shim
37. Screw	85. Bolt
38. Link assembly	86. Washer
39. Control stick, collective	87. Nut
40. Cover	88. Nut
41. Screw	89. Washer
42. Deleted	90. Bolt
43. Jackshaft assembly, collective pitch	91. Pin
44. Bolt	92. Elbow assembly
45. Washer	93. Throttle arm
46. Clamp	94. Bolt
47. Nut	95. Washer
48. Pin	96. Nut
48A. Screw	97. Cotter pin
48B. Washer	98. Link assembly
48C. Friction Clamp	

CYCLIC PITCH CONTROL STICK.

REMOVAL - CYCLIC PITCH CONTROL STICK.

- Remove pilot's seat panel and cushion.
- Remove screws (3, figure 4-5) attaching boot (2) and remove boot.
- d. Remove two bolts (4) on lever assembly (5).
- e. Pull stick (1) out of lever (5)

CYCLIC PITCH CONTROL STICK.

REMOVAL - CYCLIC PITCH CONTROL STICK.

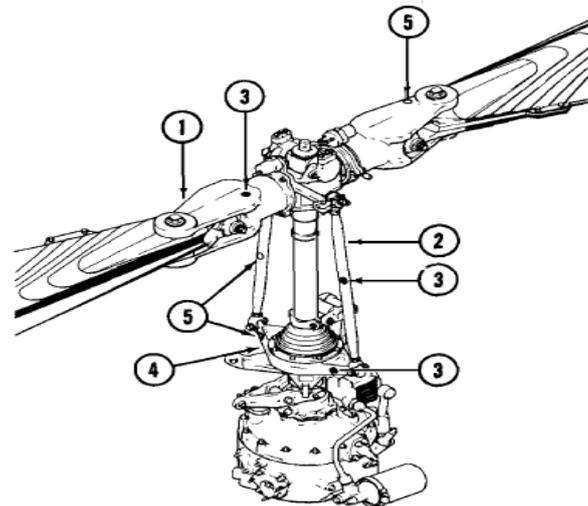
- Remove pilot's seat panel and cushion.
- Remove screws (3, figure 4-5) attaching boot (2) and remove boot.
- d. Remove two bolts (4) on lever assembly (5).
- e. Pull stick (1) out of lever (5)

4-8. INSTALLATION – FLIGHT SYSTEM.

All cotter pins installed must be new.

CONTROL

- a. Installation instructions in this paragraph are general and apply to all three systems that make up the flight control system. Instructions for installation of individual components are detailed in installation directions and illustrations assigned to a particular control system. Observe installation instructions outlined in this paragraph and those in detailed instructions.
- b. Installation of controls may be accomplished in any sequence. Install bolts in direction shown and noted on illustration. Ensure bolts which secure lower end of cyclic control tubes (2 and 3, figure 4-6) to bellcranks (4 and 5) are installed with bolt heads positioned outboard. This will assure adequate clearance between the bolts and transmission pylon link.
- c. Install vertical control tubes with adjustable ends at top. Observe color code dots on swashplate to main rotor hub pitch links. (See figure 4-4.) Where color coding has not been accomplished, apply color code markings to pitch links, swashplate and main rotor hub grips.
- d. Move controls through full range to ensure proper clearance.



1. Main Rotor Grip 4. Swashplate Outer Ring
 2. Pitch Link 5. White Dot (1/2 inch dia.)
 3. Red Dot (1/2 inch dia.)

206070 -7

Figure 4-4. Flight Control Color Coding

414. INSTALLATION - CYCLIC PITCH CONTROL STICK.

- a. Insert control stick (1, figure 4-5) in lever assembly (5).
- b. Secure stick in lever with two bolts (4).
- d. Install boot (2) with screws (3).
- e. Replace seat panel and cushion.

4-19. INSTALLATION - CYCLIC PITCH CONTROL LINKAGE.

(2) Install sleeve (27) to base of pivot support assembly (28) with two screws (26). Safety screws with 0.032 inch lockwire (item 19).

(3) Install pivot support assembly (28) to structure with drilled flange for knob and shaft assembly (32) to the left outboard side of the helicopter. Secure assembly to structure with four bolts (35) and washers (34).

(a) Install bearing (37) on lever (36).

(b) Thread lever (36) into lever assembly (5).

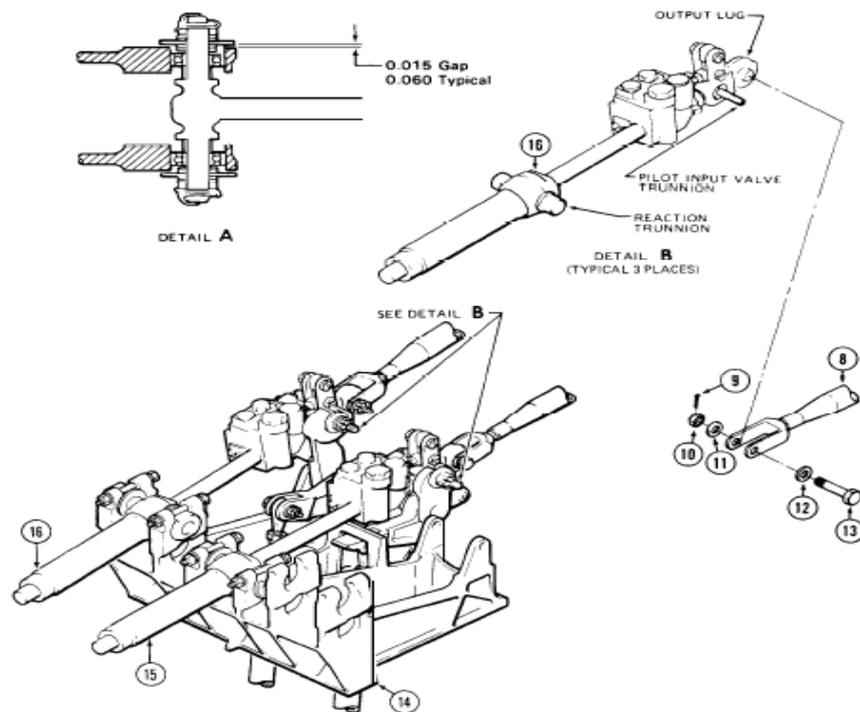
4-56A. CYCLIC AND COLLECTIVE SERVO ACTUATORS (206-001-566 SUPPORT)

- a. Disconnect hydraulic lines from servo actuator to be removed. Cap or plug open lines and fittings on servo actuator.

4-563. REMOVAL - SERVO ACTUATOR SUPPORT ASSEMBLY.

- b. Remove cyclic or collective servo actuator (15 or a. Remove cyclic and collective servo actuators from 16, figure 4-13A) as follows: support assembly (40, figure 4-13B) as follows:

- (1) Remove cotter pin (9), nut (10), bolt (13), and washers (11 and 12) from end of extension tube (8).



206900-460-1

Figure 4-13A. Cyclic and collective servo actuator (206-001-566 support) (Sheet 1 of 2)

Remove nuts (2), washers (4), special washers (5), washers (3), bearings (6), and spacers (7).

- b. Remove bushings (20) from reaction trunnion. b. Disconnect two cyclic control tubes (20 and 35, cotter pins (22 and 37), nuts (21 and 36), washers (19 and 34), and bolts (18 and 33).

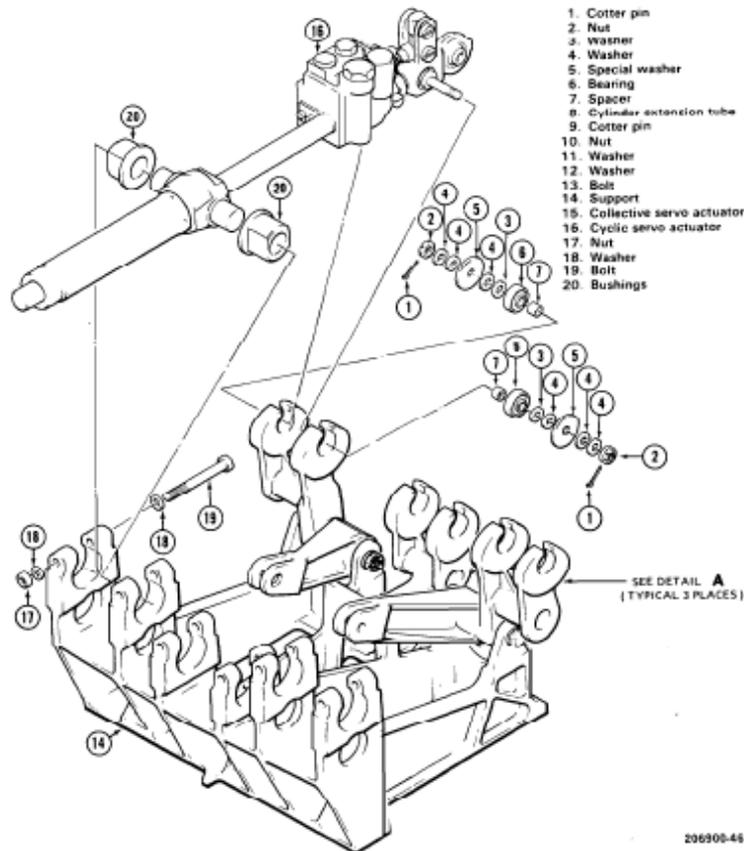


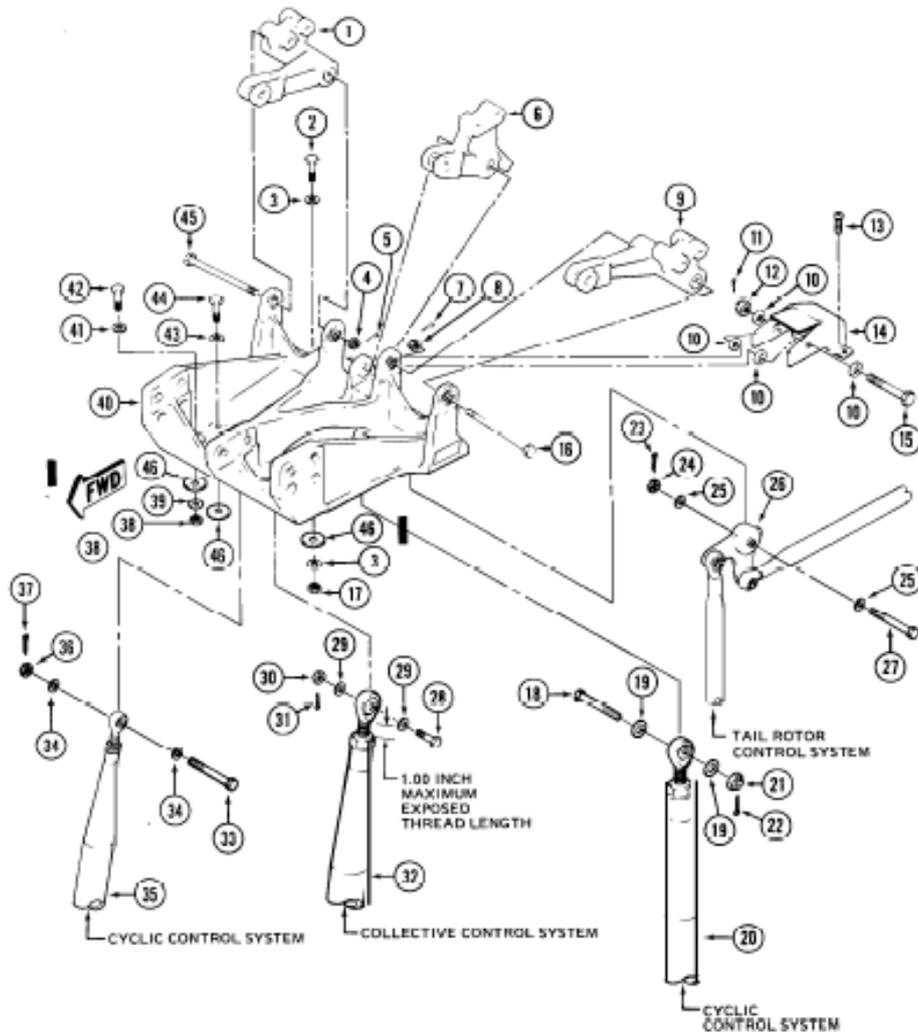
Figure 4-13A. Cyclic and collective servo actuator (206-001-566 support) (Sheet 2 of 2)

I 4-56F. CLEANING - SERVO ACTUATOR SUPPORT ASSEMBLY (206-001-520).

- a. Clean servo actuator support assembly . Do not allow solvent to contact bearings.
- b. Remove old sealant from support assembly and cabin roof with plastic scraper.

I 4-56G. INSPECTION AND REPAIR – SERVO ACTUATOR SUPPORT ASSEMBLY (206-001-520).

- a. Inspect and repair servo actuator support assembly (40, figure 4-13B) and bellcranks (1, 6, 9 and 26) in accordance with paragraph 4-4.
- b. Replace bushings, sleeves, and bearings that are worn or damaged.



206001-128-1

Figure 4-13B. Servo actuator support assembly (206-001-520) (Sheet 1 of 2)

I 4-56H. INSTALLATION - SERVO ACTUATOR SUPPORT ASSEMBLY (206-001-520).

- a. If not previously accomplished clean aged sealant from support (40, figure 4-13B) and mating surface area on cabin roof.
- b. Position support (40) on cabin roof and install two aft attachment bolts (2).
- c. Place a 10 to 20 pound weight, equally distributed, on forward end of support (40).
- d. Measure gaps between bottom of support (40) and upper surface of cabin roof at center of each remaining bolt hole. Adjust and install tapered shims (46) at each of four forward bolt hole location as follows:

Position support (40) against cabin roof and install tapered shims at appropriate locations. Ensure that tapered surface of each shim is against cabin roof with high side of taper outboard.

- g. Install two bolts (2), aluminum washers (3), and nuts (17) through support (40) and cabin roof.

Ensure aluminum washers are installed under bolt heads and nuts.

- h. Install two bolts (44) with aluminum washers (43) through support (40) and into nut plates in cabin roof.
- i. Install two bolts (42) with thin aluminum washers (41) under bolt heads through support (40) and cabin roof. Secure with aluminum washers (39) and nuts (38).
- k. Install collective bellcrank (6), cover (14) with bolt (15), four aluminum washers (10), and nut (12) in support (40). Position aluminum washers (10) on both sides of cover (14). Install two screws (13) to secure cover (14). Torque nut (12) 30 to 40 inch-pounds and secure with cotter pin (11).

1. Insert cyclic bellcranks (1 and 9) in support (40) and install bolts (16 and 45) with nuts (4 and 8).

Adjustable rod end bearings on cyclic and collective control tubes (20, 32, and 35) have a 1.0 inch maximum exposed thread length. Refer to cyclic or collective control system rigging as required.

m. Position tail rotor bellcrank (26) into lower arms on support assembly (40) and secure with bolt (27), washers (25), nut (24), and cotter pin (23).

n. Connect collective control tube (32) to arm on collective bellcrank (6) with bolt (28), washers (29), nut (30), and cotter pin (31).

o. Connect two cyclic control tubes (20 and 35) to arms on cyclic bellcranks (9 and 1) with bolts (18 and 33), washers (19 and 34), nuts (21 and 36), and cotter pins (22 and 37).

1. Cyclic bellcrank (right side)	24. Nut
2. Bolt	25. Washer
3. Washer, aluminum	26. Tail rotor bellcrank
4. Nut	27. Bolt
5. Cotter pin	28. Bolt
6. Collective bellcrank	29. Washer
7. Cotter pin	30. Nut
8. Nut	31. Cotter pin
9. Cyclic bellcrank (left side)	32. Collective control tube
10. Washer, aluminum	33. Bolt
11. Cotter pin	34. Washer
12. Nut	35. Cyclic control tube (right side)
13. Screw	36. Nut
14. Cover assembly	37. Cotter pin
15. Bolt	38. Nut
16. Bolt	39. Washer, aluminum
17. Nut	40. Support assembly
18. Bolt	41. Washer, aluminum thin
19. Washer	42. Bolt
20. Cyclic control tube (left side)	43. Washer, aluminum
21. Nut	44. Bolt
22. Cotter pin	45. Bolt
23. Cotter pin	46. Tapered washer (shim)

206001-128-2

Figure 4-13B. Servo actuator support assembly (206-001-520) (Sheet 2 of 2)

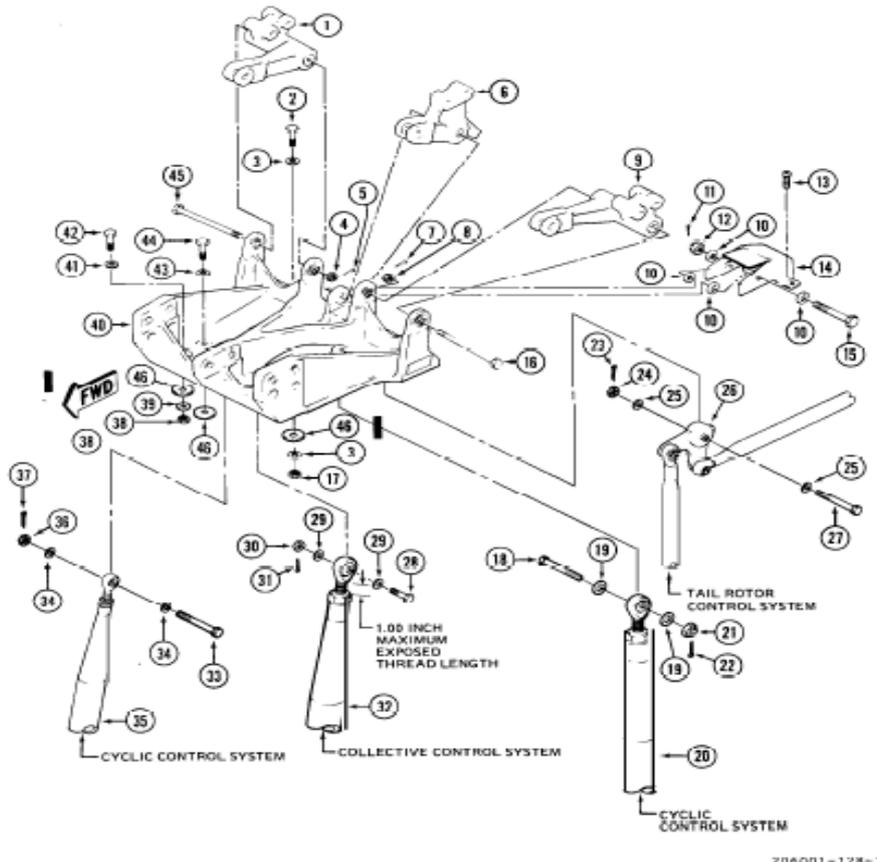


Figure 4-13B. Servo actuator support assembly (206-001-520) (Sheet 1 of 2)

INSTALLATION - HYDRAULIC PUMP AND RESERVOIR.

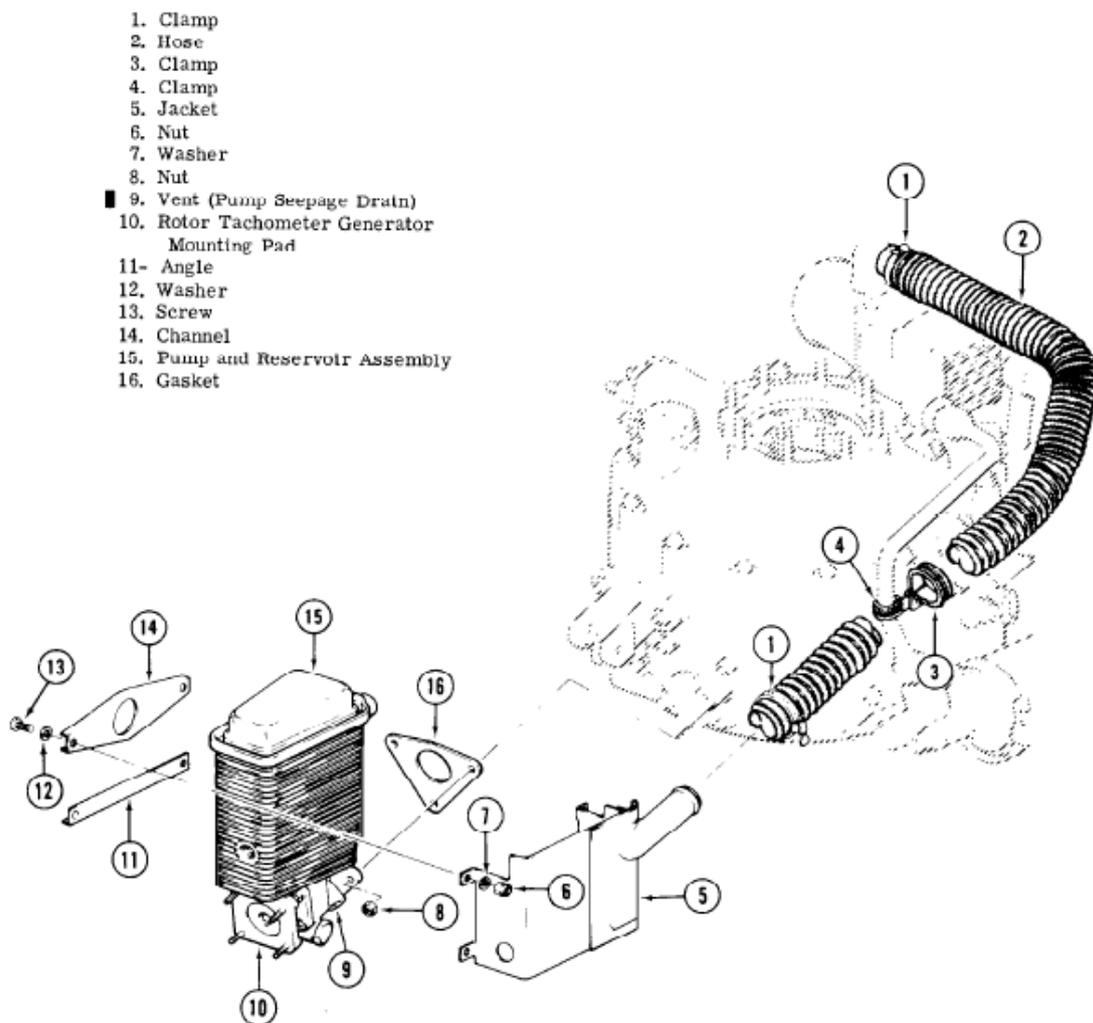
a. Position cooling air jacket (5, figure 5-6) on hydraulic pump and reservoir (15). Attach with screws (13), washers (7 and 12) and nuts (6), as illustrated.

b. Position pump and reservoir assembly (15, figure 5-6) on transmission with gasket (16).

Secure with three nuts (8). Ensure that vent (9) is open; no line is required for this vent.

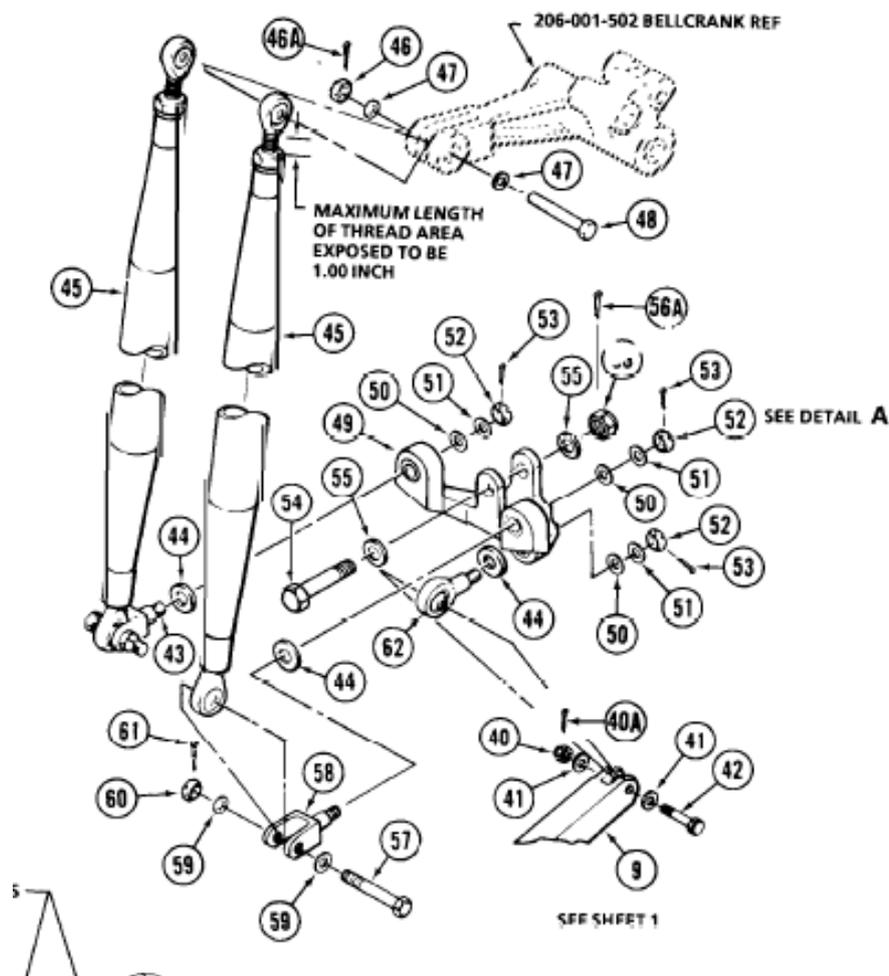
c. Attach scupper drain line (7, figure 5-1 or S-2). Install pressure and return hoses (4 and 5) to reservoir and quick-disconnect fittings (2 and 3). Install supporting hose clamps.

- d. Install tachometer generator (10, figure 5-1 or 5-2) with gasket, four washers and nuts. Attach wiring to tachometer generator.
- e. Attach cooling air hose (2, figure 5-6) to hydraulic reservoir cooling air jacket.
- f. Fill reservoir with hydraulic fluid (item 23) to proper level on sight gage. During operation of helicopter for hydraulic pressure check, observe system for leaks and ensure that rotor tachometer generator is indicating properly. After removal of hydraulic pressure, check instrument; check level of hydraulic fluid and add fluid if required.



206076-8c

Fig. 5-6



Section IV

BHT-206A/B-M&O

- | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| 1. Stick Assembly | 17. Pivot Support (Left) | 33. Washer | 49. Mixing Lever |
| 1A. Elbow | 18. Bolt | 34. Washer | 50. Thrust Washer |
| 2. Boot | 19. Washer | 35. Bolt | 51. Shim |
| 3. Screw | 20. Nut | 36. Lever | 52. Nut |
| 4. Bolt | 20A. Cotter Pin | 37. Bearing | 53. Cotter Pin |
| 5. Lever Assembly | 21. Washer | 38. Washer | 54. Bolt |
| 6. Bolt | 22. Bolt | 39. Screw | 55. Washer |
| 7. Washer | 23. Screw | 40. Nut | 56. Nut |
| 8. Nut | 24. Washer | 40A. Cotter Pin | 56A. Cotter Pin |
| 8A. Cotter Pin | 25. Cover | 41. Washer | 57. Bolt |
| 9. Yoke Assembly | 26. Screw | 42. Bolt | 58. Clevis |
| 10. Bolt, Washers and Nut | 27. Sleeve | 43. Clevis | 59. Washer |
| 11. Bolt, Washers and Nut | 28. Pivot Support (Right) | 44. Thrust Washer | 60. Nut |
| 12. Bolt | 29. Shim | 45. Tube Assembly | 61. Cotter Pin |
| 13. Washer | 30. Nut | 46. Nut | 62. Bearing |
| 14. Nut | 30A. Cotter Pin | 47. Washer | 63. Bushing |
| 15. Tube, Torque | 31. Spacer | 48. Bolt | |
| 16. Lever Assembly | 32. Knob and Shaft Assembly | | |

206011-251-3

Figure 4-5. Cyclic Control System (Sheet 3 of 3)

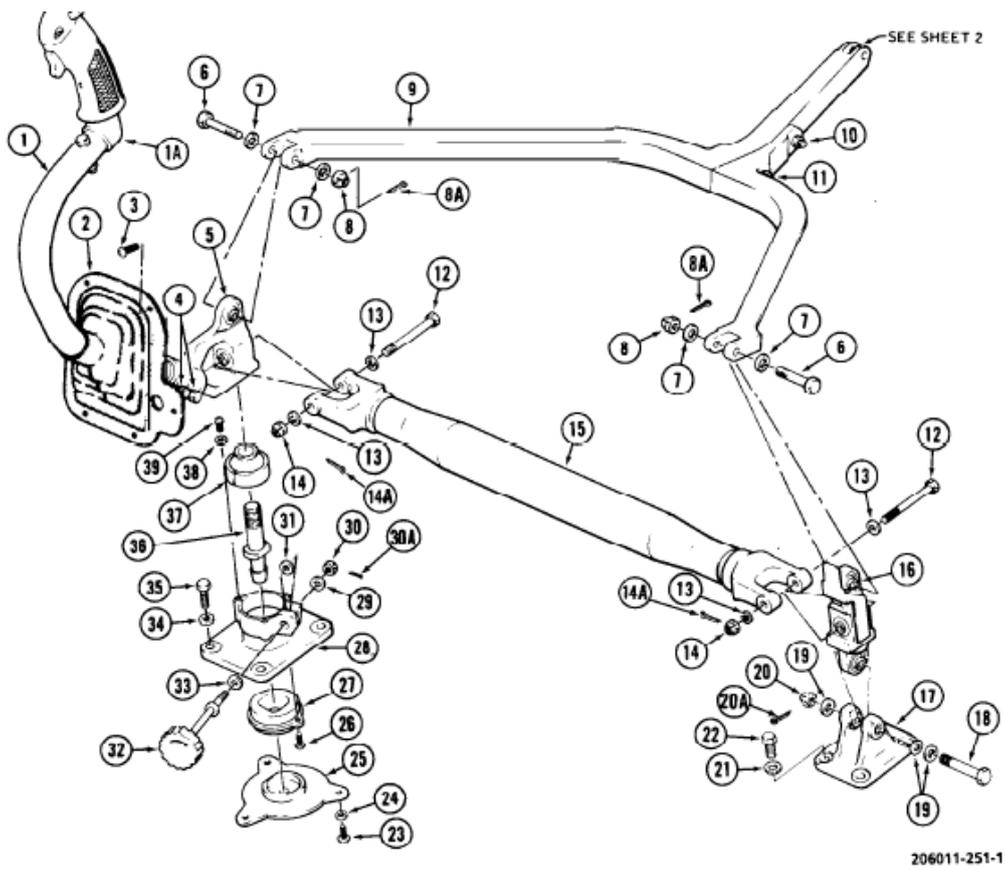


Figure 4-5. Cyclic Control System (Sheet 1 of 3)

ANEXO B

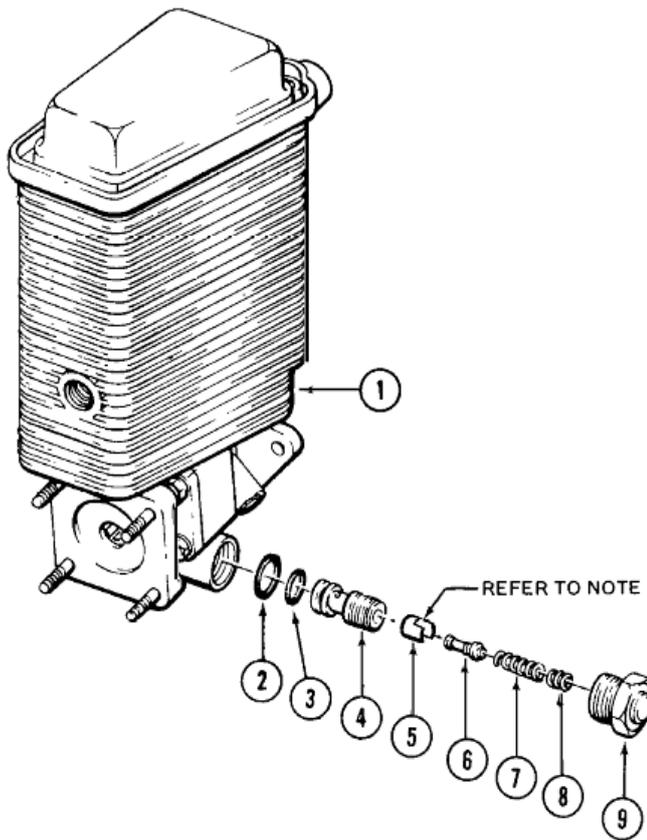
Check hydraulic system pressure and adjust as required after replacement of hydraulic pump and regulator and/or when it is suspected that operating pressure of 600 plus or minus 25 psi is not being maintained.

- a. Cut lockwire and remove (AN814-3D) plug at test port (5, figure 4-3) of one cyclic servo actuator and attach a calibrated hydraulic pressure gage to the test port. Use gage designed to indicate pressure up to 1000 psi.
- b. Operate helicopter at 100 percent rotor rpm and observe hydraulic pressure. If pressure is not within 600 plus or minus 25 psi, adjust in accordance with the following steps, after shutting down helicopter. I
- c. Cut and remove lockwire on pressure regulating valve housing (9, figure 5-7). Housing from pump and reservoir (1).

Remove

- d. Remove and discard packings (2 and 3) from sleeve (4) and housing (9).
 1. Pump and Reservoir
 2. Packing
 3. Packing
 4. Sleeve
 5. Pressure Baffle
 6. Piston
 7. Spring
 8. Washers (AN960-4L)
 9. Housing

NOTE: Pressure baffle (5) is required on all pressure regulating valves.



1. Pump and Reservoir
2. Packing
3. Packing
4. Sleeve
5. Pressure Baffle
6. Piston
7. Spring
8. Washers (AN960-4L)
9. Housing

NOTE

Pressure baffle (5) is required on all pressure regulating valves.

ANEXO C 1.

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 1 de 3
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

1.0.- OBJETIVO:

Documentar los procedimientos que se van a realizar para la operación segura del sistema hidráulico de la maqueta del helicóptero Bell 206.

2.0.- ALCANCE:

Mantener la seguridad del operador y del equipo durante la operación.

3.0.- PROCEDIMIENTO:

WARNING (ADVERTENCIA):

COLOQUESE DETRÁS DE LA MALLA PROTECTORA DEL ROTOR DE COLA. ALEJESE DEL ROTOR DE COLA CUANDO SE VAYA A OPERAR LA MAQUETA. ESTE PUEDE OCACIONAR CERIOS DAÑOS A LAS PERSONAS QUE SE ENCUENTREN CERCA DEL ROTOR DE COLA. ES SUMAMENTE PELIGROSO. ALEJESE DEL ROTOR DE COLA CUANDO ESTE VAYA A SER ACCIONADO.

1.- Revisar el manual de operación con la finalidad de familiarizarse con la operación de la maqueta.

2.- Realizar una inspección visual general de la maqueta para comprobar sus condiciones.

3.- Utilizar el equipo de protección necesario para evitar cualquier daño (gafas, guantes, overol, etc.)

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 2 de 3
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

4.- Verificar que la pantalla de protección se encuentre ubicada delante del rotor de cola para evitar cualquier accidente.

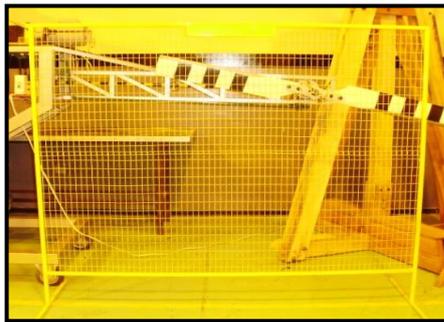


Figura 1: Malla de protección del rotor de cola.
Fuente: Investigación de campo.

5.- Revisar que el motor de la maqueta esté conectado a la toma de 220V.

6.- Examinar que las conexiones eléctricas de la válvula solenoide estén en buen estado.

7.- Comprobar que las cañerías hidráulicas estén correctamente instaladas, que no tengan rajaduras, fisuras o cualquier tipo de daño que pueda generar fugas o riesgo para el sistema.

8.- Revisar que el servo actuador se encuentre instalado fijamente en sus montantes y que tampoco presentes fugas.

9.- Asegúrese de que la palanca del control colectivo tenga libre movimiento.

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 3 de 3
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

10.- Cerciorarse que no existan fugas en ninguno de los componentes del sistema hidráulico.

11.- Verificar que las varillas de regulación no estén flojas.

12.- Asegurarse que el área de trabajo este libre para que la maqueta sea encendida.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

ANEXO C2.

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 1 de 6
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

1.0.- OBJETIVO:

Este manual ha sido creado para dirigir paso a paso los procedimientos de: encendido, operación y apagado del sistema hidráulico que controla el sistema colectivo del sistema de controles de vuelo del helicóptero Bell 206.

2.0.- ALCANCE:

Enumerar los pasos que se deben seguir para la operación del sistema hidráulico de la maqueta del helicóptero Bell 206.

3.0.- PROCEDIMIENTO:

WARNING: NO SE COLOQUE SERCA DE NINGUNA DE LAS PARTES O ELEMENTOS MÓVILES DE LA MAQUETA.

3.1.- Para encender de la maqueta:

1.- Verificar que el área de trabajo de la maqueta este totalmente libre y limpia, asegúrese de que los planos de rotación, tanto del rotor principal como del rotor de cola, estén libres, revisar que ningún objeto extraño que se pueda enredar o dañar las palas se encuentre cerca de estas.

2.- Colocar la pantalla de protección delante del rotor de cola, para evitar cualquier accidente.

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 2 de 6
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

3.- Asegúrese de que el interruptor de la maqueta, el botón de encendido del motor eléctrico y el pulsador de la válvula solenoide de la cabina estén en posición “OFF”.

4.- Comprobar que el reservorio del sistema hidráulico tenga suficiente fluido hidráulico (2 pintas (1 litro)).

Nota: Si se va a agregar líquido hidráulico en el reservorio, tener cuidado con el seguro de la tapa del reservorio, porque este salta y puede lastimar la mano.

5.- Asegúrese de que el filtro que se encuentra en el reservorio esté libre de cualquier impureza o basura.

6.- Cerciórese que una pequeña bandeja este colocada debajo de los drenajes de la bomba hidráulica, para que esta reciba cualquier goteo de aceite.

7.- Revise que la maqueta se encuentre conectada en un toma corriente de 220V.



Figura 2: Etiqueta de precaución.

Fuente: Investigación de campo.

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 3 de 6
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-1020	Fecha: 18-10-2010

8.- Coloque el interruptor de la maqueta en posición “ON” y observe que se encienda la luz roja junto al interruptor. Esto indica que la maqueta esta energizada.

Revise que una luz verde el panel del motor de la maqueta se haya encendido, indicando que el motor esta energizado.

WARNING: ASEGURESE QUE NINGUNA PERSONA NI OBJETO SE ENCUENTRE CERCA AL ROTOR DE COLA Y ROTOR PRINCIPAL, ANTES DE ENCENDER EL MOTOR DE LA MAQUETA.

9.- Ubíquese en el asiento de la maqueta y presione el botón de encendido “ON”, ubicado en el panel del motor eléctrico en la cabina de la maqueta. Se deberá encender la luz roja indicando que el motor esta encendido, inmediatamente la maqueta se encenderá y los rotores (principal y de cola), empezarán a girar.

10- Asegúrese de que la válvula solenoide este des energizada (la luz roja junto al pulsador de la válvula debe estar apagada).

11.- Revise que la presión hidráulica indicada en el manómetro del sistema hidráulico no sobrepase los 50 psi.

12.- Tome la palanca del control colectivo y muévela lentamente en el sentido que desee que cambien los ángulos de paso de las palas del rotor principal. (Hacia arriba o abajo).

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 4 de 6
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

13.- Energice la válvula soleno*ide, por medio del pulsador que se encuentra en el panel hidráulico y póngalo en la posición de “ON”. Observe que la luz roja junto al pulsador se encienda; esto indicará que la válvula está activada y que acaba de bloquear el paso del líquido hidráulico desde la bomba hacia el servo. Por lo tanto el sistema hidráulico estará trabajando únicamente con el remanente de presión y el manómetro no indicara lectura de presión.

14.- Observe como trabaja el sistema hidráulico, a través del servo actuador, este sistema suaviza el sistema de control colectivo y permite que se mantenga en la posición deseada.

15.- Observe como se encienden las luces del diagrama eléctrico de la válvula solenoide, de acuerdo a su uso según su selección con el botón en el panel de la maqueta.

3.1.- Para Apagar la maqueta:

1.- En el panel del motor eléctrico, presione el botón en la posición “OFF”, para que el motor se apague. Verifique que la luz roja se haya apagado y ahora deberá encenderse la luz verde.

2.- Des energice la válvula solenoide, presionando el pulsador ubicado en la cabina. Observe que la luz se haya apagado para asegúrese de que la válvula esta desactivada.



I.T.S.A.

MANUAL DE SEGURIDAD

Pág. 5 de 6

OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.

Código:
ITSA-MHB-SH

Revisión N°:

Elaborado por: Srta. Ximena Parra.

Aprobado por:
Ing. Pablo Donoso

Fecha:
23-09-2010

Fecha:
18-10-2010

3.-Coloque el interruptor de la maqueta en posición "OFF" y observe que la luz roja que estaba encendida se apague.

4.- Asegúrese que las luces del circuito de la válvula solenoide estén apagadas.

5.- Desconecte la maqueta.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 6 de 6
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

10.- Cerciorarse que no existan fugas en ninguno de los componentes del sistema hidráulico.

11.- Verificar que las varillas de regulación no estén flojas.

12.- Asegurarse que el área de trabajo este libre para que la maqueta sea encendida.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

ANEXO C3.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 1 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

1.0.- OBJETIVO:

Este manual ha sido creado para prevenir los posibles daños que puedan dejar inoperativo al sistema hidráulico de la maqueta del helicóptero Bell 206, esta prevención será realizada mediante los diferentes procedimientos de mantenimiento enumerados en este manual.

2.0.- ALCANCE:

Establecer los pasos que se requieren para el mantenimiento de la maqueta.

3.0.- PROCEDIMIENTO:

Los siguientes procedimientos deben ser realizados por el personal que opera el equipo.

3.1.- Control de la Contaminación.

El control del tamaño y cantidad de contaminación que entra al sistema desde cualquier otra fuente es responsabilidad del personal que recarga de fluido hidráulico y da mantenimiento al equipo. Por consiguiente, el personal debe tomar las debidas precauciones para minimizar la contaminación durante el mantenimiento, reparación y operaciones de servicio. Si el sistema llega a ser contaminado, el filtro debe ser removido y limpiado o cambiado.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 2 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

Como una ayuda para controlar la contaminación, los siguientes procedimientos, para realizar el mantenimiento y recarga del fluido hidráulico, deben ser seguidos siempre:

- a) Mantener todas las herramientas y el área de trabado en condiciones limpias y libres de suciedad.
- b) Un contenedor apropiado debe estar siempre listo para recibir el fluido hidráulico que es derramado durante la remoción de un componente.
- c) Antes de desconectar las líneas hidráulicas o conexiones, limpiar el área afectada con un solvente limpio y seco. (por ejemplo aserrín).
- d) Todas las líneas y conexiones hidráulicas deben ser cubiertas o tapadas inmediatamente después de su desconexión.
- e) Antes de ensamblar cualquier componente, lavar todas las partes.
- f) Después de limpiar los elementos, secar las partes completamente y lubricarlas con líquido hidráulico antes de ensamblarlas.

Todos los sellos y empaques deben ser reemplazadas durante el procedimiento de re ensamblado. Todos los elementos deben ser conectados con cuidado para evitar un desprendimiento de rajaduras de metal de las áreas roscadas. Todo equipo de servicio hidráulico debe ser mantenido limpio y en buenas condiciones de operación.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 3 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

3.2.- Mantenimiento del Filtro del Reservorio.

El mantenimiento del filtro es relativamente fácil. Esto principalmente incluye la limpieza del filtro.

- a) Revisar el filtro del reservorio, observando que no tenga impurezas, basura o FOD, que puedan impedir el normal uso del mismo.
- b) Limpiar el filtro del reservorio con combustible o aire comprimido y revisar que no presente rajaduras o daños en su estructura. El filtro del reservorio debe ser cambiado si se observa cualquier anomalía o daño en la estructura del filtro, durante las inspecciones de mantenimiento.



Figura 3: Filtro del reservorio.
Fuente: Investigación de campo.

NOTA: Trabaje siempre con cuidado y las precauciones necesarias para evitar que el filtro sufra algún daño, debido a que este es un componente original y no se podrá conseguir un reemplazo igual.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 4 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

3.3.- Chequeo de Contaminación En el Sistema Hidráulico.

Siempre que se sospeche que un sistema hidráulico ha sido contaminado, o si el sistema ha estado operando con sobre temperaturas, debe realizarse un chequeo del sistema.

Las partículas grandes de impurezas en el sistema hidráulico indican que uno o más componentes en el sistema están siendo sujetas a un uso excesivo. El fluido que retorna al reservorio puede contener impurezas provenientes desde cualquier parte del sistema. Para determinar cuál es el componente defectuoso se debe:

- a) Tomar muestras del fluido hidráulico del reservorio y de varios otros lugares del sistema.
- b) Se puede tomar por ejemplo, muestras del reservorio, y de una de las cañerías de retorno y una de presión desde la bomba a la válvula solenoide, para determinar si la bomba o la válvula solenoide están siendo forzada en su uso.
- c) Estas muestras se pueden obtener desconectando una cañería a la vez, con el sistema apagado.
- d) Realice una inspección visual de las muestras obtenidas, éstas le ayudaran a determinar cuál es la causa del problema. Si en la(s) muestra(s) se encuentran limallas o impurezas limpie el componente del cual se sospecha que es el daño, vuelva a operar el sistema y repita la operación.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 5 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

Esto le ayudará a determinar si las limallas o impurezas encontradas son FOD o si se trata de un componente defectuoso. De ser necesario reemplace le componente dañado.

3.4.- Fugas En El Sistema Hidráulico.

3.4.1.- Causas de Goteo

Algunas filtraciones están comúnmente presentes, lo que indica que los sellos estáticos o dinámicos no funcionan perfectamente, debido a algunas causas como las siguientes:

- Una película de fluido hidráulico está siendo retenida por superficies de metal. Esta película es necesaria para sellar la lubricación.
- La variación de presión y temperatura afectan a los sellos.
- Los sellos tienden a tomar un juego permanente después de un periodo de tiempo.

3.4.2.- Clasificación del Goteo

- **General:** El goteo usualmente se muestra como una filtración, mancha o un área húmeda. Esto es posible para goteos permisibles o filtraciones que se colectan en una cavidad o depresión en la estructura adyacente sobre un periodo de tiempo e indica falsamente un goteo excesivo.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 6 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 13-10-2010

Es posible tener varios componentes con goteo permisible y la combinación de su goteo puede clasificarse como goteo excesivo.

Los goteos externos de fluido hidráulico pueden ser ampliamente clasificados como excesivos o permisibles. Los goteos permisibles y excesivos se definen como:

- a) Goteo Excesivo:** El fluido gotea de tal manera que el nivel reservorio hidráulico puede bajar peligrosamente o vaciarse durante operación normal, puede crearse un riesgo de fuego.
- b) Goteo Permisible:** el fluido gotea de tal manera que la cantidad perdida es insignificante, no tiene un efecto perjudicial en la operación de la maqueta.

3.4.- Inspección De La Bomba Y Del Reservorio Hidráulica.

- a)** Inspeccione la bomba y el reservorio por evidencia de rajaduras, corrosión, fugas.
- b)** Inspeccione la carcasa de la bomba por rajaduras y seguridad, y las cañerías por deterioración y seguridad.

3.5.- Limpieza del Soporte Ensamblado de los Servo Actuadores.

- a)** Limpiar el soporte ensamblado de los servo con un trapo húmedo, seque y no permita que los rodamientos se mojen.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 7 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

NOTA: Todos los límites dimensionales señalados a continuación, pueden tener un excedente debido a que esta es únicamente una maqueta y no un helicóptero en uso. Los límites son indicados en este manual únicamente como información para que sea usada de forma didáctica y para conocimiento de los alumnos, permitiendo de esta manera que se puedan realizar prácticas dimensionales en esta maqueta.

3.6.- Inspección Del Soporte del Servo Actuador:

a) Inspecciones y repare el soporte ensamblado del servo actuador (40), y las levas (1,6,9 y 26); de acuerdo con los siguientes pasos (figura 4.2):

- Inspeccione las levas, palancas, balancines y soportes; de acuerdo con la figura 4-1-A.
- Limpie los componentes con un trapo humedecido. No permita que los rodamientos se mojen.
- Inspeccione por grietas, ralladuras y daños en las superficies.

TYPE OF DAMAGE	DAMAGE LOCATION SYMBOLS		
			
	MAXIMUM DAMAGE AND REPAIR DEPTH		
MECHANICAL AND CORROSION	0.010 in. before and after repair	0.020 in. before and after repair	0.010 in. before and after repair
NUMBER OF REPAIRS	Two per area	Two per area	Two per area
MAXIMUM AREA OF FULL DEPTH REPAIR	0.10 sq. in.	0.10 sq. in.	0.25 sq. in.
BORE DAMAGE	0.002 in. on 25% of the circumference. One damage area per hole.	0.002 in. on 25% of the circumference. One damage area per hole.	

Figura 4.1

Fuente: Manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206 modelos A/B, Pág 545.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 8 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

- El daño no debe exceder de 0.20 pulgada, ni la corrosión de 0.010 pulgadas en la pista de rodamiento de un cojinete.
- El resto de la unidad no debe exceder de 0.040 pulgadas en el daño y 0.020 pulgadas en caso de corrosión.
- Repare mecánicamente los daños solo para los límites permisibles, y repare la corrosión solo dentro de los límites permisibles.
- Inspeccione los rodamientos por seguridad y funcionamiento suave o llano.
- Inspeccione los rodamientos por uso radial y/o axial.
- Inspeccione la elongación de los agujeros y uso en las áreas de contacto. La elongación de los pernos o agujeros de los bujes no deben exceder de 0.005 pulgadas.
- Inspeccione los soportes ensamblados y levas, por daño.

3.7.- Inspección de los Tubos de Control.

Los tubos de control consisten en todos los tubos de no rotación en el sistema de control, excluyendo el control cíclico y anti torque.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 9 de 11
	OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.		Código: ITSA-MHB-SH
	Elaborado por: Srta. Ximena Parra.		Revisión N°:
	Aprobado por: Ing. Pablo Donoso	Fecha: 23-09-2010	Fecha: 18-10-2010

- Limpie los tubos de control con un trapo humedecido. No permita los rodamientos se mojen.
- Inspeccione por mellas, ralladuras, corrosión, hoyos y uso de los rodamientos.
- Las ralladuras a los largo del centro del tubo, deben tener una profundidad máxima de 0.010 pulgadas de profundidad.

3.8.- Inspección Del Servo Actuador Colectivo.

- a) Inspeccionar Visualmente el servo actuador, por grietas o fisuras, roturas y otros signos de daño.
- b) Inspeccionar todas las partes estriadas por daños en las estrías.
- c) Inspeccionar los puertos por suciedad u otro material extraño.
- d) Inspeccionar la porción expuesta del eje al final del actuador por ralladuras y evidencias de corrosión.
- e) Inspeccione el tubo de extensión ensamblado (10). Este tubo de extensión tiene una abrazadera con estrías en ambos extremos. Cada abrazadera debe estar unida al lado estriado del tubo, para su conexión. Si las uniones de la abrazadera tienen fallas, refiérase a la tabla 4-1A.
- f) Los servo actuadores pueden tener una fuga normalmente de una gota por 20 ciclos.



I.T.S.A.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Pág. 10 de 11

OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.

Código:
ITSA-MHB-SH

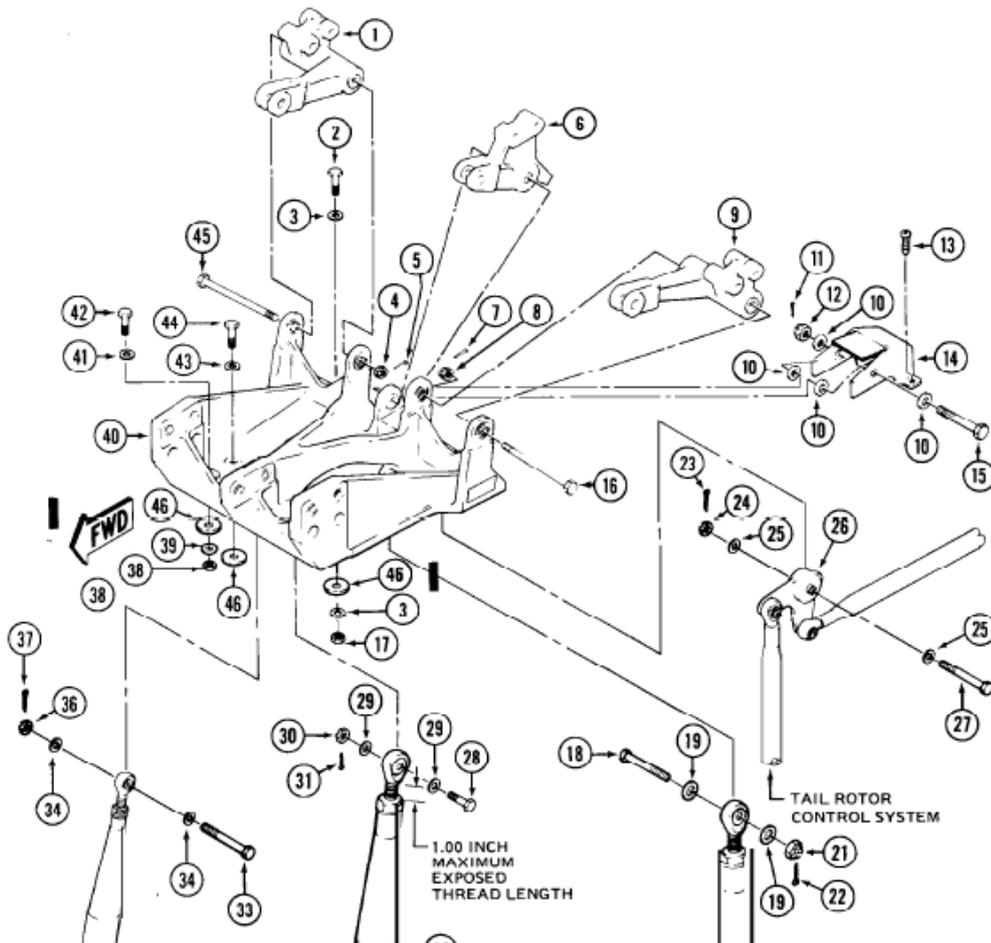
Elaborado por: Srta. Ximena Parra

Revisión N°:

Aprobado por:
Ing. Pablo Donoso

Fecha:
23.09-2010

Fecha:
18-10-2010





I.T.S.A.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Pág. 11 de 11

OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206.

Código:
ITSA-MHB-SH

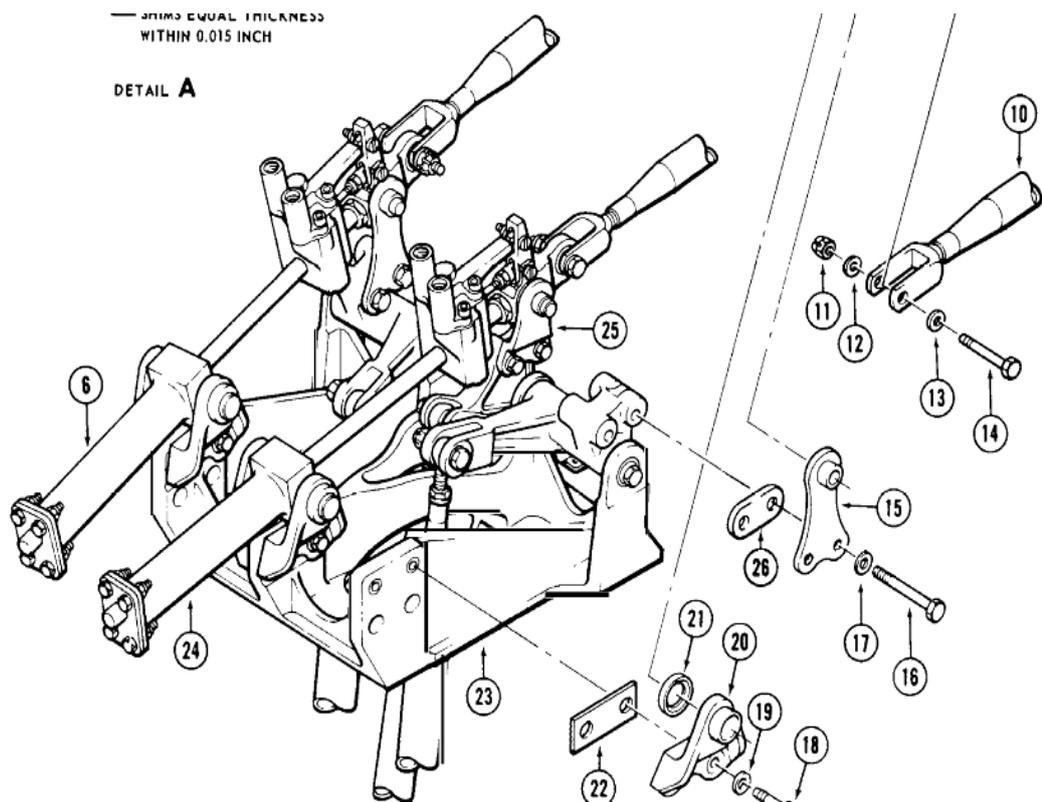
Elaborado por: Srta. Ximena Parra.

Revisión N°:

Aprobado por:
Ing. Pablo Donoso

Fecha:
23-09-2010

Fecha:
18-10-2010



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
AERONAÚTICO**

ANTEPROYECTO

NOMBRE:

Ximena Alexandra Parra Romero

Fecha de Presentación:

01 de Diciembre del 2009

Latacunga - Ecuador

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ubicado en la ciudad de Latacunga Provincia de Cotopaxi, cuenta con carreras únicas e innovadoras en el país, como es la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Esta carrera consta de seis semestres, a lo largo de los cuales se dictan diversas materias entre ellas la asignatura de Hélices y Rotores, impartida en sexto semestre; para la enseñanza de las diferentes asignaturas se cuenta con talleres y laboratorios equipados con material y maquetas didácticas que facilitan la enseñanza y aprendizaje en las diferentes áreas, manteniendo de esta manera el alto nivel y calidad educativo que tiene el Instituto.

Para la asignatura de Rotores se cuenta con una maqueta del helicóptero Bell 206, ubicada en el taller de hidráulica básica en el bloque 42, establecido en el ITSA. Esta maqueta se encuentra equipada con los controles de vuelo del helicóptero Bell 206, así como de su rotor principal y de cola; al cursar el sexto semestre de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, se recibe la materia de Rotores, impartida en el tercer parcial de la asignatura Hélices y Rotores a cargo del Sgto. Ochoa, quien para una correcta enseñanza teórica y práctica de la asignatura, hace uso de la maqueta anteriormente mencionada, en donde se explica cómo funciona el sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 y en qué consiste el funcionamiento de los controles de vuelo cíclico y colectivo, entre otros temas.

La maqueta del helicóptero Bell 206, no cuenta con el sistema hidráulico, lo que impide un libre movimiento de los controles de mando en la maqueta, así como también un claro entendimiento del funcionamiento del sistema hidráulico.

Este problema ocasiona que la maqueta del helicóptero Bell 206, no pueda ser óptimamente utilizada para los fines didácticos que se pretende alcanzar, imposibilitando de esta manera el aprovechamiento adecuado, que esta maqueta debería tener para fines didácticos, que ayuden a un claro aprendizaje y correcta aplicación de los conocimientos teóricos de la asignatura de Rotores.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo contribuir a un mejor funcionamiento de la maqueta del helicóptero Bell 206, para que nos permita optimizar la enseñanza en la materia de Hélices y Rotores?

1.3 Justificación

Para una investigación coherente y acertada se ha partido de la investigación realizada en las Regulaciones de la DGAC 147; donde se cita la asignatura de Hélices y Rotores, en el Apéndice “D”, literal K, en donde se señala que para la asignatura citada anteriormente se requieren de los 3 niveles de enseñanza, es decir requiere que se impartan conocimientos generales, prácticas limitadas y la ejecución de un alto grado de aplicación práctica, entre otros parámetros; lo que nos confirma que para una óptima enseñanza en la asignatura de Hélices y Rotores se requiere de material didáctico. (ANEXO B).

Además se realizó una visita al taller de hidráulica básica, ubicado en el bloque 42 en el ITSA, en donde se ha podido observar que la maqueta del helicóptero Bell 206, no posee un sistema hidráulico.

En la asignatura de Hélices y Rotores se hace uso de dicha maqueta, con fines de instrucción didáctica, para lograr un claro entendimiento de la teoría impartida en clase, por lo que es de extrema importancia contar con maquetas totalmente habilitadas que colaboren en la obtención de conocimientos sólidos y claros acerca de esta asignatura, permitiendo de esta manera lograr un mejor desempeño en la vida laboral de un tecnólogo aeronáutico, logrando así formar profesionales destacados y competentes, que apoyan sus decisiones y trabajo, en los firmes conocimientos obtenidos a lo largo de su vida estudiantil.

1.4 Objetivos:

1.4.1 Generales

- Determinar soluciones factibles que posibiliten la habilitación del sistema hidráulico de la maqueta del helicóptero Bell 206.

1.4.2 Específicos

- Determinar el estado actual de la maqueta del helicóptero Bell 206 ubicada en el taller de hidráulica básica del ITSA.
- Establecer la necesidad e importancia que tiene la maqueta del helicóptero Bell 206, como material didáctico, en la asignatura de Rotores.
- Plantear alternativas viables de solución.

1.5 Alcance

El siguiente trabajo investigativo tiene como finalidad brindar beneficios a los estudiantes de Mecánica Aeronáutica mención Motores, que se encuentren cursando el sexto semestre en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en la asignatura de Hélices y Rotores; debido a que aportará con el desarrollo de la actividad educativa de los futuros profesionales aeronáuticos formados en esta prestigiosa Institución.

Además será fuente de información a todas las personas que están relacionadas con este tema.

2. Plan de la Investigación

2.1 Modalidad Básica de la Investigación

Se llevará a cabo una investigación de campo, participante, ya que como alumna de la asignatura de Hélices y Rotores, puedo observar los recursos existentes y su estado actual.

Se efectuará también una investigación bibliográfica documental, utilizando los folletos empleados en clase, además del manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206, la Regulación 147 de la Dirección General de Aviación Civil (RDAC 147), el Proyecto de Grado previo a la obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica: “CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO DEL HELICÓPTERO BELL 206” elaborada por el Tecnólogo Conlago Sánchez, e internet, con la finalidad de obtener la información requerida.

2.2 Tipos de Investigación

2.2.1 No Experimental

Se utilizará la investigación no experimental porque no se va a intervenir ni a manipular las variables dependiente e independiente del problema. En esta investigación se va a recolectar información y a observar la maqueta del helicóptero Bell 206 para de esta manera determinar el estado actual de la misma.

2.3 Niveles de Investigación

2.3.1 Descriptivo

A través de este nivel de investigación se recolectará datos útiles para la investigación, planteando de esta manera una idea general de la situación actual del problema, que nos permita realizar un trabajo respaldado en información confiable.

2.3.2 Correlacional

Este nivel de investigación nos permitirá identificar la relación entre las causas y efectos, presentes en el problema planteado. De esta manera podremos determinar qué consecuencias tendría el mejoramiento y habilitación del sistema de controles de vuelo de la maqueta del helicóptero Bell 206.

2.4 Universo, Población y Muestra

Para el presente trabajo investigativo se ha tomado como universo al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, como población a los docentes del Sexto Nivel de la carrera Mecánica Aeronáutica mención Motores y finalmente como muestra al docente encargado de la asignatura de Rotores.

2.5 Recolección de Datos

2.5.1 Técnicas

2.5.1.1 Bibliográfica

Parte de la información obtenida, se derivará del folleto utilizado por el Sgto. Ochoa para impartir sus clases, del manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206, así como también de internet.

El resultado de esta investigación será presentado a manera de texto.

2.5.1.2 De Campo

Esta técnica de investigación facilitará la obtención de una información primaria para lo cual se utilizarán los métodos a continuación señalados:

- **Observación:** Se procederá a observar el estado actual de la maqueta del helicóptero Bell 206 ubicada en el taller de hidráulica básica en el bloque 42, utilizando para recolectar esta información una ficha de observación.

- **Cuestionarios:**
 - Entrevista Personal: Esta será aplicada al Sgto. Ochoa, quién es el encargado de impartir la asignatura de Rotores para la carrera de Mecánica Aeronáutica en sexto nivel.

El resultado de la investigación de campo, por medio de la observación será presentado en forma de texto y el resultado de la entrevista personal, será presentado en forma de texto y mediante gráficos porcentuales, cuando sea requerido.

2.6 Procesamiento de la Información

Una vez obtenida la información requerida a través de los diferentes tipos, niveles y técnicas de investigación anteriormente citados se procederá a recopilar los datos obtenidos teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Revisar de manera crítica y agrupar la información recogida.
- Limpiar la información errónea o defectuosa.
- Tabular y organizar los datos conseguidos.
- Representación gráfica de los datos, mediante la utilización de gráficos porcentuales.

2.7 Análisis e Interpretación de Resultados

Para el análisis de los resultados se utilizará la información obtenida a través de la investigación realizada en este proyecto, para mediante esta, buscar soluciones acertadas y efectivas que permitan optimizar los recursos didácticos con los que cuenta el ITSA.

Para llevar a cabo este análisis se procederá a clasificar la información obtenida y a la presentación de datos escrita.

Después de analizar los datos, estos serán interpretados permitiéndonos de esta manera comprender la magnitud y el significado de los mismos; para lo cual se tomarán en cuenta los siguientes pasos:

- Verificar los objetivos planteados en esta investigación, con los resultados obtenidos para determinar si estos tienen concordancia entre si.
- Observar el marco teórico y compararlo con los datos obtenidos.
- Elaborar una síntesis de los resultados.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la Investigación

Después de haber analizado e interpretado los resultados se podrá determinar las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo investigativo, las mismas que nos permitirán establecer las causas del problema y también plantear las mejores opciones de solución del mismo.

3. Ejecución del Plan Metodológico

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Antecedentes de la Investigación

Para la realización de este trabajo se ha tomado en consideración los Proyectos de Grado previos a la obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica: “CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO DEL HELICÓPTERO BELL 206” elaborada por el Tecnólogo Conlago Sánchez y: “CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA PARA DEMOSTRAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVOS HIDRÁULICOS”, elaborado por el CBOS-M-C-AV Franklin Jácome, en donde se determino que: la primera tesis citada no fue

implementada con un sistema hidráulico, fue implementada únicamente con la estructura de los controles de vuelo, y la segunda tesis posee el sistema hidráulico, pero esta tesis no fue creada para uso del Instituto, notando además que en ninguno de los dos casos se cuenta con una implementación conjunta de los controles de vuelo del helicóptero Bell 206 y su sistema hidráulico. (ANEXO C)

3.1.2 Fundamentación Teórica

SISTEMA

Definición: Un sistema es una reunión o conjunto de elementos relacionados. Los sistemas se componen de otros sistemas a los que llámanos subsistemas.

MATERIAL DIDÁCTICO

Definición: El material didáctico se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de conceptos habilidades, actitudes o destrezas.

El material didáctico, se encuentra inmerso dentro de una estrategia pedagógica; entendiendo esta como "una secuencia de los recursos que utiliza un docente en la práctica educativa y que comprende diversas actividades didácticas con el objeto de lograr en los alumnos aprendizajes significativos".

MAQUETA

Definición:



Una maqueta es la reproducción física "a escala", en tres dimensiones, por lo general, en tamaño reducido, de algo real o ficticio. También pueden existir modelos de tamaño grande de algún objeto pequeño y hasta microscópico representado en alguna especie de maqueta.

Una maqueta es la reproducción física "a escala", en tres dimensiones, por lo general, en tamaño reducido, de algo real o ficticio. También pueden existir modelos de tamaño grande de algún objeto pequeño y hasta microscópico representado en

El maquetismo puede ser estático (modelo estático) o modelo dinámico o de movimiento.

La maqueta no solamente puede ser "a escala" sino también representa la simulación de cualquier cosa en otro material (por ejemplo la maqueta de un teléfono celular hecho en cartón), sin el acabado ni la apariencia real.

Materiales y herramientas del maquetista

El maquetista, adquiere en el comercio, un kit de armado y antes de su ejecución, se provee de fotografías, historia, planos y variantes de colores y esquemas.

Los materiales del kit pueden variar desde el plástico, resina a madera o metal o combinación de estos elementos.

La esencia del maquetismo es brindar una sensación visual de realismo a escala de la maqueta o modelo construido.

ROTOR

Definición: Esta parte de la máquina está libre para moverse; es por lo general la parte interna de la máquina.

La parte giratoria de una máquina, como por ejemplo el rotor de helicóptero.

HELICÓPTERO

Definición: El helicóptero es una aeronave sustentada, por un conjunto de alas giratorias, más conocido como rotor, situado en la parte superior del aparato. Esta aeronave es propulsada horizontalmente mediante la inclinación del rotor y la variación del ángulo de ataque de sus palas.

Comparado con otros tipos de aeronave como el avión, el helicóptero es mucho más complejo, tiene un mayor coste de fabricación, uso y manutención, es relativamente lento, tiene menos autonomía de vuelo y menor capacidad de carga. No obstante, todas estas desventajas se ven compensadas por otras de

sus características, como su gran maniobrabilidad y la capacidad de mantenerse estático en el aire, girar sobre sí mismo y despegar y aterrizar verticalmente. Si no se consideran aspectos tales como la posibilidad de repostaje o las limitaciones de carga y de altitud, un helicóptero puede viajar a cualquier lugar y aterrizar en cualquier sitio que tenga la suficiente superficie (dos veces la ocupada por el aparato).

CONTROLES DE VUELO

Definición: Son los componentes o partes pertenecientes al helicóptero que permiten todo tipo de movimiento en indicaciones de vuelo.

HIDRAÚLICA

Definición: La hidráulica es una rama de la física que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Es el estudio de los fluidos en movimiento, que permite optimizar su energía para amplificar fuerzas de trabajo y disminuir esfuerzos físicos. Se utilizan, dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite.

La palabra hidráulica viene del griego hydraulikós que significa "tubo de agua", palabra compuesta.

3.2 Modalidad Básica de la Investigación

3.2.1 De Campo

La investigación de campo, de tipo participante pudo ser llevada a cabo después de haber cursado el sexto nivel, en la carrera de Mecánica Aeronáutica, mención Motores, y haber recibido la asignatura Hélices y Rotores, en donde pude determinar que la maqueta del helicóptero Bell 206, es utilizada por el Sgto. Ochoa para impartir la asignatura anteriormente citada, al asistir a sus clases pude observar que los controles de vuelo de dicha maqueta no pueden ser utilizados correctamente, debido a que no poseen un sistema hidráulico, lo que imposibilita una enseñanza completa en la materia anteriormente mencionada. (ANEXO A)

3.2.2 Bibliográfica Documental

Después de haber realizado la investigación de campo, procedí a buscar información acerca de la maqueta del helicóptero Bell 206, en el proyecto de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica: “CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO DEL HELICÓPTERO BELL 206” elaborada por el Tecnólogo Conlago Sánchez, en donde puede determinar que la maqueta del helicóptero Bell 206, ubicada en el bloque 42, fue construida sin el sistema hidráulico correspondiente. (ANEXO C)

Realicé también una investigación en la RDGAC 147, que permitió determinar que la Dirección General de Aviación Civil exige una enseñanza teórica y práctica para la asignatura de Hélices y Rotores. (ANEXO B).

Además se busco información en el folleto utilizado para la asignatura de Rotores, en donde encontré la teoría del correcto funcionamiento de los controles de vuelo y finalmente, en el manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206 hallé información acerca del funcionamiento del sistema hidráulico, verificando con estos datos que se necesitaba de una maqueta totalmente funcional que permita comprender de forma clara los conocimientos teóricos recibidos en clase. (ANEXO B).

3.3 Tipos de Investigación

3.3.1 No Experimental

Este tipo de investigación fue utilizado para obtener información vigente, real y confiable del estado actual del problema planteado en el presente trabajo investigativo, sin interferir, alterar o manipular las variables del mismo.

Por lo que luego de haber observado la maqueta del helicóptero Bell 206, se pudo establecer su estado actual, determinando que esta maqueta no cuenta con un sistema hidráulico que le permita cumplir con los fines didácticos que se requieren.

3.4 Niveles de Investigación

3.4.1 Descriptivo

Mediante este nivel de investigación, se pudo tener una idea general que permita entender de manera clara la situación actual del problema.

Se determino que la maqueta del helicóptero Bell 206 ubicada en el bloque 42 del ITSA, en el laboratorio de hidráulica básica, no se encuentra en una condición totalmente operativa, debido a que requiere de un sistema hidráulico que facilite la enseñanza de este tema en clase así como de los controles de vuelo.(ANEXO C)

3.4.2 Correlacional

Con la ayuda de este nivel de investigación se pudo establecer la relación existente entre las causas y efectos, presentes en el desarrollo de las clases debido al funcionamiento actual de la maqueta del helicóptero Bell 206. (ANEXO C)

3.5 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

Para este trabajo investigativo se tomo en cuenta como universo al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, como población a los docentes de sexto nivel de la carrera Mecánica Aeronáutica mención Motores y finalmente como muestra al docente encargado de la asignatura de Rotores; determinados en una lista más detallada a continuación:

Universo: INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAÚTICO.

Población: Docentes de sexto nivel de la carrera Mecánica Aeronáutica mención Motores.

DOCENTE	ASIGNATURA
Tec. Andrés Paredes	Ventiladores sin Ducto, Prácticas Tutoriadas de Motores Turbina
Sub. Marcelo Muñoz.	Sistemas de Medición de Combustible, Inspección del Motor
Sub. Malave Sto. Ochoa Klever	Hélices y Rotores
Lc. Freddy Tobar	Arte
Lc. Rebelo Victor	Ingles Técnico
Sto. Atencio Herbert	Operaciones en Tierra
Msc Vlastimil Zak	Biósfera

Muestra: Docente encargado de la asignatura de rotores: Sto. Ochoa.

3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1 Técnicas

3.6.1.1 Bibliográfica

La investigación bibliográfica, nos permitió establecer de manera clara el correcto funcionamiento de la maqueta Bell 206. Obteniendo información de diferentes fuentes, como folletos y manuales, ayudándonos a establecer las necesidades prioritarias que tiene la maqueta anteriormente mencionado.

La información que se obtuvo por medio de esta técnica de investigación fue de tipo secundaria, debido a que se la obtuvo de trabajos ya existente, como el proyecto de grado previo a la obtención del título en Mecánica Aeronáutica: "CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO DEL HELICÓPTERO BELL 206" elaborada por el Tecnólogo Conlago Sánchez. (ANEXO C).

Mediante esta investigación también se dio a conocer que el 83% de aeronaves del parque aeronáutico del Ecuador pertenecen a helicópteros y avionetas, de los cuales un 70% le corresponde a las avionetas y un 13% a helicópteros, situación q indica el alto porcentaje de aviación menor existente en nuestro

país y consecuentemente la importancia de contar con material didáctico adecuado, que ayude en la formación de los profesionales aeronáuticos. (ANEXO B)

3.6.1.2 De Campo

➤ Observación:

Mediante esta técnica investigativa, llevada a cabo a través del uso de una ficha, se pudo observar y determinar de manera clara la situación actual de la maqueta del helicóptero Bell 206, ubicada en el bloque 42 en el ITSA.

En esta ficha de observación se describen las más importantes características de esta maqueta, pudiendo establecer principalmente, las falencias de la misma, siendo una de las más importantes la ausencia de un sistema hidráulico. (ANEXO D)

➤ Cuestionarios:

- Entrevista Personal: Esta entrevista fue realizada al Sgto. Ochoa, quien es el docente encargado de dictar la asignatura de Hélices y Rotores impartida en Sexto Nivel, de la carrera Mecánica Aeronáutica, mención Motores.

Con la ayuda de esta entrevista se pudo verificar la gran importancia y necesidad que se tiene de una maqueta didáctica totalmente funcional, que ayude al óptimo desarrollo de la asignatura Hélices y Rotores; siendo uno de los temas más importantes impartidos en clase el sistema hidráulico y controles de vuelo.

Determinando además la importancia que tiene la correcta asimilación de la asignatura impartida por el Sgto. Ochoa, en la vida laboral de un Tecnólogo Aeronáutico, para que le permita desenvolverse profesionalmente en equipos que posean sistemas de hélices y rotores, debido al gran número de empresas que utilizan aeronaves empleadoras de este tipo de sistemas. (ANEXO D, ANEXO B)

3.7 . Procesamiento de la Información

Una vez obtenida la información requerida a través de los diferentes tipos, niveles y técnicas de investigación anteriormente citados se recopilaron los datos obtenidos, revisándolos de manera crítica, mediante la limpieza de la información errónea, permitiendo la obtención de información útil para la investigación mediante un correcto análisis.

Entrevista:

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA: Mecánica Aeronáutica, mención Motores.

ENTREVISTA PARA DOCENTE DE PLANTA

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar: ITSA.

Fecha: 28/SEP/2009.

Entrevistador: Ximena Parra.

Entrevistado: Sgto. Ochoa.

Tipo de entrevista: Entrevista Personal.

OBJETIVOS:

- Establecer la necesidad e importancia que se tiene de trabajar con material didáctico de calidad en la asignatura Rotores.
- Determinar la situación actual del material didáctico existente para la asignatura Rotores.

Lugar de Trabajo del docente: EPAE.

Cargo que ocupa el docente: Docente encargado de la asignatura Rotores en el ITSA.

PREGUNTAS:

1. ¿Qué asignatura imparte Ud. en la carrera Mecánica Aeronáutica?

Imparto la asignatura Rotores.

2. ¿En qué semestre se imparte su asignatura?

En sexto semestre.

3. ¿De qué se trata su asignatura?

Tiene por objetivo determinar y dar a conocer a los alumnos los principios básicos y funcionamiento de los sistemas de Hélices y Rotores así como los principios aerodinámicos y las posibles fallas y soluciones en mencionados sistemas.

4. ¿Qué tan importante considera Ud. que es su asignatura en la formación de un profesional aeronáutico?

Debido a que en el mercado laboral existen gran número de empresas de fumigación aérea, transporte de personal y sistema de ambulancias aéreas que operan principalmente con aviones pequeños, avionetas y helicópteros que utilizan los sistemas de hélices y rotores constituye de gran importancia para que un alumno del Instituto pueda desenvolverse profesionalmente en estos equipos.

5. Enumere los principales temas dictados en clase

- Aerodinámica de hélices y rotores.
- Controles de vuelo.
- Sistema Hidráulico.

6. ¿Considera Ud. que es importante la implementación de material didáctico en su asignatura? ¿Por qué?

Sí; porque permite al estudiante desarrollar habilidades y destrezas, que complementados con el conocimiento apoyan a ser un individuo competente.

7. ¿Cuenta Ud. con material didáctico para impartir sus clases?

Sí; diapositivas, manual de nociones básicas del helicóptero Bell 206 t una maqueta del helicóptero Bell 206.

¿Dónde se encuentra ubicada la maqueta?

Se encuentra ubicada en el bloque 42.

8. ¿En qué condiciones se encuentra dicha maqueta?

En condiciones aceptables.

¿Por qué?

La maqueta didáctica está conformada por componentes principales del helicóptero Bell 206 que ha permitido impartir una instrucción eficiente en los estudiantes, sin embargo es necesario de componentes adicionales que simulen a la operación y funcionamiento de los diferentes sistemas.

9. ¿Considera Ud. necesaria la habilitación de la maqueta del helicóptero Bell 206?

Sí, es muy importante el disponer de una maqueta funcionando perfectamente que permita al estudiante aprovechar de mejor manera el aprendizaje.

10. En un rango porcentual cómo califica Ud. la necesidad e importancia de trabajar con material didáctico para sus clases

- | | |
|------------------------|-------|
| Poco Importante | () |
| Importante | () |
| Muy Importante | () |
| Importante y Necesario | (X) |

3.8 Análisis e Interpretación de Resultados

Partiendo del análisis de cada pregunta establecida en la entrevista realizada al Sgto. Ochoa, como docente de la asignatura Hélices y Rotores, además de la investigación bibliográfica documental realizada y la investigación de campo por medio de la observación se determinaron las condiciones actuales en las que se encuentra la maqueta del helicóptero Bell 206, además de la importancia que tiene el correcto funcionamiento de esta maqueta dentro de la asignatura de Rotores. Después de llevar a cabo esta investigación se trata de solucionar el problema de que la maqueta del helicóptero Bell 206, no cuente con un sistema hidráulico apropiado.

A continuación se muestra el análisis de cada una de las preguntas realizadas en la encuesta.

Pregunta N 1:

¿Qué asignatura imparte Ud. en la carrera Mecánica Aeronáutica, mención Motores?

Interpretación: la asignatura impartida por el Sgto. Ochoa en la carrera Mecánica Aeronáutica, mención Motores es Rotores.

Análisis: esta pregunta permite establecer el área que se está investigando.

Pregunta N 2:

¿En qué nivel se imparte su asignatura?

Interpretación: se pudo establecer que el nivel en el que se imparte la asignatura de rotores es 6to.

Análisis: de esta manera se pudo determinar a qué nivel o niveles les concierne este problema.

Pregunta N 3:

¿De qué trata la asignatura de Rotores?

Interpretación: con la entrevista realizada se determinó que: “la asignatura de Rotores tiene como objetivo determinar y dar a conocer a los alumnos los principios básicos y funcionamiento de los sistemas de hélices y rotores, así como los principios aerodinámicos y las posibles fallas y soluciones en mencionados sistemas”.

Análisis: mediante esta pregunta se obtuvo una idea general del concepto básico de lo que significa la asignatura Rotores.

Pregunta N 4:

¿Qué tan importante considera Ud. que es su asignatura en la formación de un profesional Aeronáutico?

Interpretación: de la entrevista realizada se pudo determinar que la asignatura de Rotores es de gran importancia en la formación de un profesional aeronáutico debido al gran número de empresas de aviación existentes en el mercado laboral, que operan con aviones pequeños los mismos que emplean sistemas de hélices y rotores.

Análisis: con el resultado de esta pregunta se hace énfasis en la importancia de un correcto adiestramiento en la asignatura Rotores, que permita un desarrollo laboral efectivo y práctico apoyado en sólidos conocimientos de la materia.

Pregunta N 5:

Enumere los principales temas dictados en clase

Interpretación: de la encuesta realizada se obtuvo que los temas principales dictados en clase de Rotores son: aerodinámica de hélices y rotores, controles de vuelo, sistema de lubricación y sistema hidráulico.

Análisis: de los temas anteriormente mencionados se puede determinar claramente que constan entre los temas más importantes el sistema hidráulico y controles de vuelo, temas que no cuentan con una maqueta correctamente habilitada.

Pregunta N 6:

¿Considera Ud. qué es importante la implementación de material didáctico en su asignatura? ¿Por qué?

Interpretación: para la asignatura de rotores es muy importante la implementación de material didáctico.

Análisis: los resultados determinan que: “el material didáctico permite al estudiante desarrollar habilidades y destrezas que complementados con el conocimiento lo apoyan a ser un individuo competente.”

Pregunta N 7:

¿Cuenta Ud. con material didáctico para impartir sus clases? ¿Dónde está ubicado?

Interpretación: para la asignatura de rotores se cuenta con una maqueta del helicóptero Bell 206, ubicado en el bloque 42.

Análisis: esta pregunta permitió determinar la existencia de material didáctico para la asignatura de rotores, y establecer también que el docente tiene conocimiento de la existencia de dicho material.

Pregunta N 8:

¿En qué condiciones se encuentra dicho material?

Interpretación: esta maqueta se encuentra en condiciones aceptables.

Análisis: se puede observar que las condiciones de funcionamiento de la maqueta del helicóptero Bell 206, no son óptimas.

¿Por qué?

“La maqueta didáctica está conformada por componentes principales del helicóptero Bell 206 que ha permitido impartir una instrucción eficiente en los estudiantes, sin embargo es necesario implementar de componentes adicionales que simulen a la operación y funcionamiento de los diferentes sistemas”.

Interpretación:

La maqueta del helicóptero Bell 206, cuenta con una estructura que le permite ser utilizada como material didáctico en la asignatura.

Análisis:

Esta maqueta requiere de que se le implementen componentes que le permitan optimizar la enseñanza, logrando así una educación de calidad.

Pregunta N 9:

¿Considera Ud. necesaria la habilitación de la maqueta del helicóptero Bell 206?

Interpretación: es muy importante la habilitación de la maqueta del helicóptero Bell 206, para “que permita al estudiante aprovechar de mejor manera el aprendizaje”.

Análisis: el resultado de esta pregunta permitió ver que es importante para una instrucción de calidad en la asignatura de Rotores una maqueta totalmente habilitada.

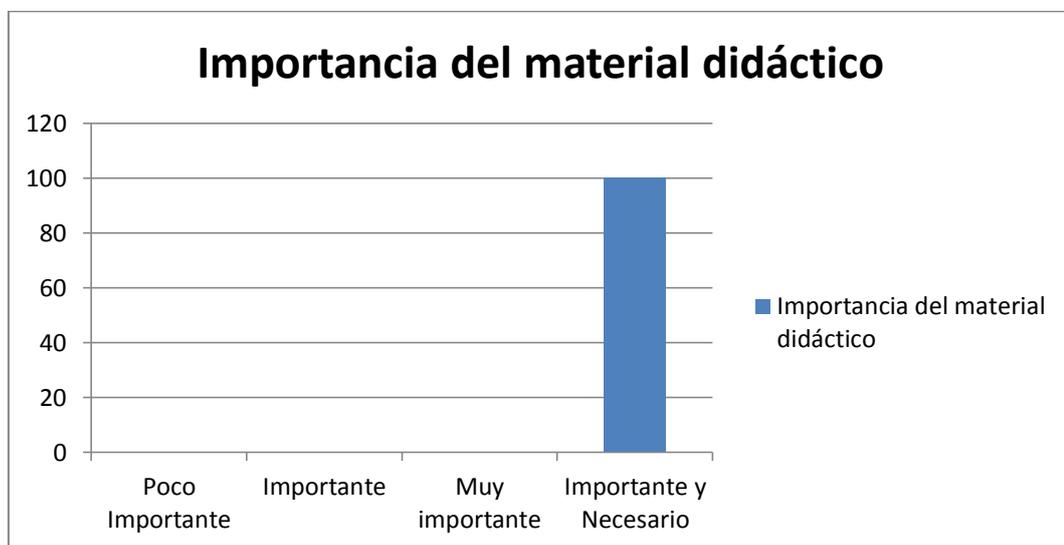
Pregunta N 10:

¿En un rango porcentual cómo calificaría Ud. la necesidad e importancia de trabajar con material didáctico para sus clases?

Tabla 3.7.1

Resultados Obtenidos			
Análisis Cuantitativo		Análisis Porcentual	
Poco Importante	0	Poco Importante	0 %
Importante	0	Muy Importante	0%
Muy Importante	0	Importante y	0%
Importante y Necesario	1	Necesario	100%
TOTAL	1	TOTAL	100%

Análisis Gráfico Porcentual 3.7.1.1



Fuente: Entrevista realizada al Sto. Ochoa.

Elaboración: Ximena Parra.

Interpretación: mediante este análisis se pudo determinar que es 100% necesaria e importante la utilización de material didáctico para trabajar en la asignatura de rotores.

Análisis: el análisis porcentual del resultado de la entrevista determinó la clara necesidad que se tiene de utilizar material didáctico para la asignatura de Rotores.

3.9 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- Mediante la investigación realizada con la ayuda de una ficha de observación, se pudo determinar que la maqueta del helicóptero Bell 206 no se encuentra en condiciones totalmente operacionales, debido a la ausencia de sus principales sistemas.
- La investigación de campo, con la ayuda de la entrevista, dio como resultado que, una maqueta funcional es de esencial importancia para la formación de técnicos aeronáuticos.
- Se pudo deducir además que de los dos proyectos de grado previos a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica relacionadas con este tema, ninguno cuenta con un sistema hidráulico incorporado para el correcto funcionamiento de los controles de vuelo, ya que en el proyecto de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica elaborado por el Tecnólogo Conlago Sánchez, se cuenta con la estructura de los controles de vuelo y el proyecto de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica elaborado por el Tecnólogo Franklin Jácome, se cuenta con el sistema hidráulico, pero esta última tesis no fue elaborada para el Instituto, determinando entonces que no se cuenta en el Instituto con un material didáctico completo que permita desarrollar de manera correcta la interacción entre, controles de vuelo y sistema hidráulico.
(ANEXO C)
- La ausencia de un sistema hidráulico imposibilita un óptimo aprovechamiento de la maqueta implementada en el taller de hidráulica básica ubicado en el bloque 42.

Recomendaciones:

- Es necesario implementar los principales sistemas del helicóptero Bell 206.
- Entre los sistemas más necesarios e importantes se recomienda implementar el sistema hidráulico.
- Es recomendable también implementar una maqueta didáctica que permita un claro entendimiento del sistema hidráulico, en caso de no poder implementar el sistema hidráulico propio del helicóptero Bell 206.

4. Denuncia del Tema

“Implementación de un sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206 del ITSA”.

5. Factibilidad del Tema

5.1 Técnica

En el presente trabajo investigativo, se pudo determinar ciertos parámetros funcionales de la maqueta del helicóptero Bell 206 como son:

- Presión emitida por la bomba: 600 psi.
 - Tipo de Bomba: Bomba hidráulica de tipo Engranaje.
 - Caudal: 4.2 gal/min
 - Presión para que funcione el servo actuador hidráulico: 600psi.
 - Válvula selenoide.
 - Líquido hidráulico: MIL H 56-06
 - Cantidad Requerida de líquido hidráulico: 2.3 pintas (1.196 lt)
 - El sistema trabaja con 2.3 pintas y 1 pinta se queda en el reservorio.
- (ANEXO B)

Para la implementación del sistema hidráulico en la maqueta del helicóptero Bell 206 se utilizarán, entre los más importantes, los siguientes elementos:

- Bomba hidráulica tipo engranaje, con el reservorio incorporado.
- Presión de la Bomba hidráulica: 600 psi.
- Servo Actuador.
- Válvula Selenoide.
- Líquido hidráulico: MIL H 56-06. (ANEXO E)

5.2 Legal

Para este proyecto se investigo en la RDGAC 147, Apéndice “A” y Apéndice “B”, literal K, que corresponden a los Requerimientos del Plan de Estudios y Materias del Plan de Estudios de Motores, respectivamente, en donde se pudo verificar que la Dirección General de Aviación Civil, exige una educación teórica y práctica en la materia de Hélices y Rotores. (ANEXO B)

5.3 Operacional

Actualmente se imparte en la carrera Mecánica Aeronáutica, mención Motores, la asignatura Hélices y Rotores, la misma que cuenta para su correcto desarrollo, con maquetas didácticas, teniendo entre ellas la maqueta del helicóptero Bell 206, la misma que es operada con fines didácticos, por el Sgto. Ochoa, quién conoce el correcto funcionamiento de la misma. Esta maqueta también es operada por los alumnos, quienes a través de la manipulación de la maqueta buscan aclarar sus dudas y entender de mejor manera los conceptos teóricos aprendidos en clase.

5.4 Económico Financiero, Análisis Costo – Beneficio (tangibles e intangibles)

Tabla 5.4.1. Gastos Directos: Costo de los Principales elementos del Tema Propuesto

DETALLE	UNIDADES	COSTO/UNID	TOTAL
Bomba Hidráulica Tipo Engranaje	1	0	0
Servo Actuador hidáulico	1	0	0
Cañerías Hidráulicas	6	9	54.00
Reservorio Hidráulico	1	0	0.00
Líquido Hidráulico MIL H56-60	0	1	0.00
Válvula Selenoide	1	0	0.00
Válvula Reguladora de Presión	1	0	0
Otros gastos	_____	170.00	160.00
TOTAL DE GASTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			224.00

Tabla 5.4.2: Gastos Indirectos: Costo de material

didáctico y de oficina del proyecto.

DETALLE	UNIDADES	COSTO/UNID	VALOR TOTOAL
Hojas	_____	3.00	9.00
Cartuchos de impresora	1 unid.	22.00	22.00
Alquiler de Internet	10 hrs.	0.60	6.00
Anillados	1	1.00	1.00
Movilización	-----	-----	25.00
Otros gastos	-----	-----	40.00
TOTAL DE GASTOS MATERIAL DIDÁCTICO Y OFICINA			96.00

CRONOGRAMA

TIEMPO	2009															
	Enero				Febrero				Marzo				Abril			
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Predefensa del proyecto		X														
Entrega de ejemplares					X											
Designación tribunal							X									
Entrega de original calificado x tribunal									X							
Declaración de acto para la defensa											X					
Defensa oral del proyecto													X			
Entrega de ejemplares empastados															X	

GLOSARIO

- Taller: Lugar en el que se realizan obras y trabajos manuales. Lugar en el que se hacen reparaciones. (8).
- Ángulo de Ataque: Se llama ángulo de ataque, al formado entre la cuerda y la dirección de la corriente libre del aire (resultante del viento relativo). Muchas son las formas en que se puede variar el ángulo de ataque, algunas por acción del piloto y otras automáticamente por el diseño del rotor. (9)
- Sustentación: La sustentación es la fuerza generada sobre un cuerpo que se desplaza a través un fluido, de dirección perpendicular a la de la velocidad de la corriente que incidente.

En aeronáutica es la principal fuerza que permite que una aeronave con alas se mantenga en vuelo. Ésta, al ser mayor que el peso total de la aeronave, le permite despegar. (10)

- Pedagogía: La pedagogía es la ciencia que tiene como objeto de estudio a la Formación y estudia a la educación como fenómeno socio-cultural y específicamente humano. Brindándole a la educación un conjunto de bases y parámetros para analizar y estructurar la educación dándole un sentido globalizado de modelos para el proceso de enseñanza-aprendizaje. (11)
- Estática: La Estática es la parte de la mecánica que estudia el equilibrio de fuerzas, sobre un cuerpo en reposo.(12)

BIBLIOGRAFÍA

- (1) file:///D:/TESIS/DefinicionDeSistema.htm.
- (2) http://es.wikipedia.org/wiki/Material_did%C3%A1ctico
- (3) <http://clave.librosvivos.net/>
- (4) <http://www.proyectosfindecarrera.com/definicion/rotor-estator.htm>
- (5) file:///D:/TESIS/Helic%C3%B3ptero.htm
- (6,9) Manual de Nociones Generales del Helicóptero Bell 206. Sto. Ochoa.
- (7) file:///D:/TESIS/hidr%C3%A1ulica.htm#La_rueda_hidr.C3.A1ulica
- (11) <http://es.wikipedia.org/wiki/Pedagog%C3%ADa>
- (12) [Http://es.wikipedia.org/wiki/Est%C3%A1tica_\(mec%C3%A1nica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Est%C3%A1tica_(mec%C3%A1nica))
- Tesis “CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO DEL HELICÓPTERO BELL 206”, elaborado por el Tecnólogo Gonzalo Sánchez Edison Iván.
- Tesis “CONSTRUCCIÓN DE UNA MAUQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICOPTERO BELL 206 PARA DEMEOSTRAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVOS HIDRÁULICOS”, elaborado por el CBOS-M-C-AV Jácome Vásquez Franklin Javier, en el año 2007
- Manual de Mantenimiento del Helicóptero Bell 206.
- RDGAC
- http://www.dgac.gov.ec/Espa%C3%B1ol/Html/REGISTRO_AERO.htm

ANEXOS

ANEXO A

Investigación de Campo Participante

Al cursar el sexto semestre de la carrera Mecánica Aeronáutica, menciono Motores, recibí la asignatura Hélices y Rotores, la cuál es impartida en tres parciales, siendo el último de estos parciales totalmente dedicado a Rotores impartido por el Sgto. Ochoa, las clases las recibimos los días martes en el horario de 15h00 a 18h00.

Durante las clases se estudiaron algunos temas entre los más importantes tenemos:

- Aerodinámica.
- Generalidades del helicóptero Bell 206.
- Sistema de Lubricación.
- Controles de Vuelo.
- Sistema Hidráulico.

Las clases dictadas por el Sgto. Ochoa, buscaban siempre desarrollarse dentro del campo teórico práctico por lo que después de haber recibido las bases de la teoría, de los temas anteriormente citados, el Sgto. Ochoa hacía uso de la maqueta del helicóptero Bell 206, para explicar de mejor manera los conceptos impartidos de forma teórica, logrando de esta manera un mejor entendimiento de algunos de los temas citados.

Mientras me encontraba recibiendo estas clases, tenía algunas inquietudes acerca de diferentes temas como, la ubicación y funcionamiento del sistema hidráulico y al igual que mis compañeros, hacíamos diferentes preguntas al docente sobre estos temas, y buscábamos manipular la maqueta del helicóptero Bell 206, siendo en esos momentos cuando el docente nos explico que la maqueta no poseía un sistema hidráulico por lo que no era posible manipular la maqueta y observar ciertos funcionamientos.

Como parte integrante de la clase, me di cuenta que una maqueta habilitada me permitiría entender de mejor manera los diferentes temas impartidos en

clase, por lo que al observar las limitaciones que tiene la maqueta empecé a investigar que tan factible sería habilitar la misma.

ANEXO B

Folleto: NOCIONES GENERALES DEL HELICÓPTERO BELL 206 BIII (TH-57A)

COMPILACIÓN: Eco. Ochoa Villamarín Kléver Sgop. Téc. Avc.

CONTROLES DE VUELO

Concepto.- el sistema de los controles de vuelo son los componentes o partes pertenecientes al helicóptero todo tipo de movimiento en indicaciones de vuelo.

Generalidades.- El sistema de controles de vuelo constan en tubos de control y palancas angulares accionadas por los controles convencionales ciclo, colectivo y direccional estos controles están instalados debajo del asiento 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 estructura principal de la cabina. Las puertas del acceso están en el lado trasero de la columna de control y hay paneles del asiento de la tripulación que son removibles para dar acceso para inspeccionar y dar mantenimiento. Los controles cíclicos y colectivos están dirigidos hacia las palas del rotor principal a través del plato universal o shuasplay.

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

Los actuadores servo hidráulicos en el sistema del control cíclico y en el colectivo tienen válvulas de secuencia y de retención incorporadas para hacerlos irreversibles y evitar el retroceso de los mismos.

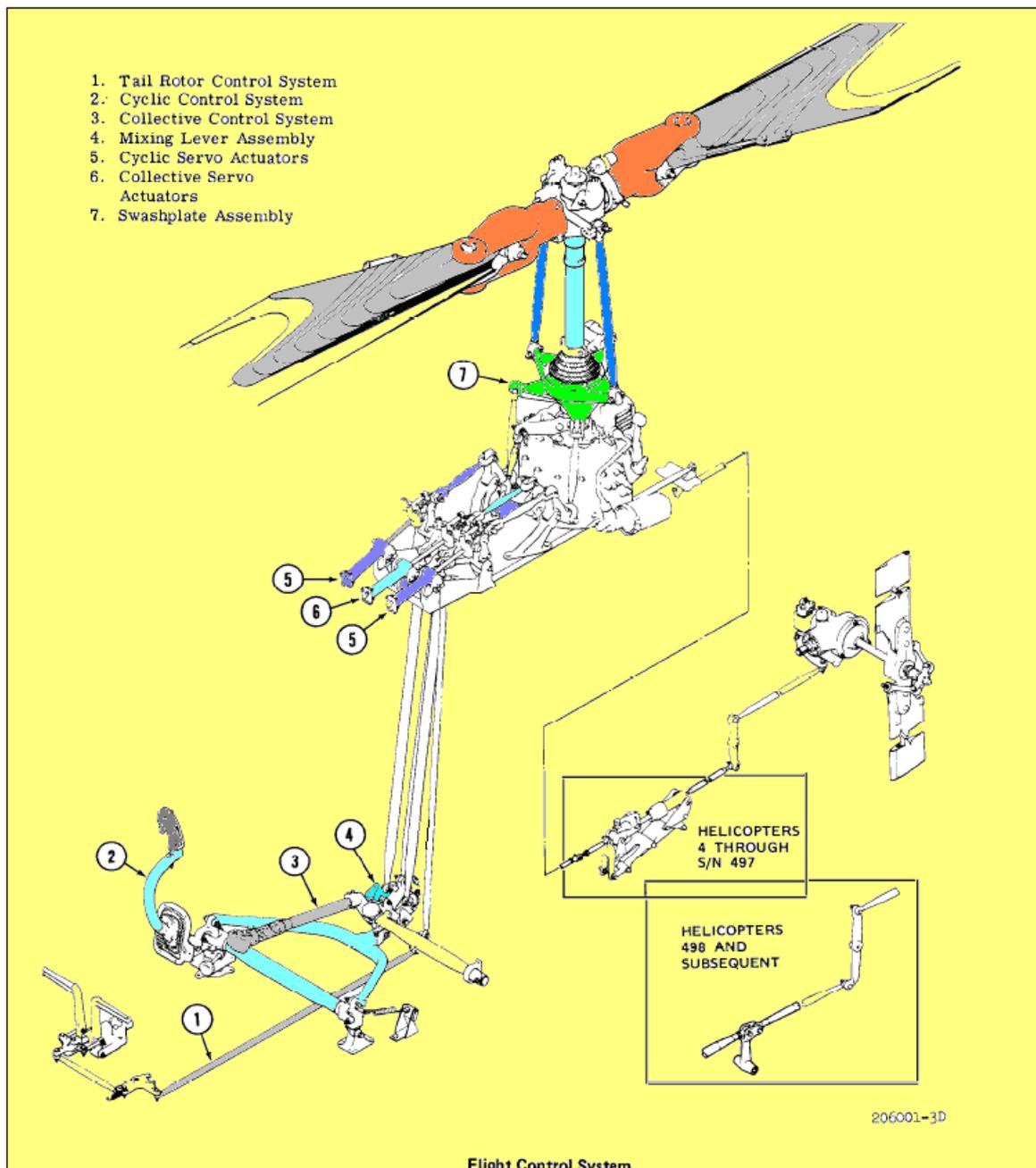
Se usan tubos de control de aleación de aluminio tanto en el ciclo colectivo y direccional.

El largo de algunos tubos de control es fijado por adaptadores fijos mientras que otros son regulables que son fácilmente reemplazables.

Los tubos de control fijo y ajustables simplifican el reglaje, las palancas angulares, soportes y balancines también se utilizan en tres controles estas partes transmiten o controlan los cambios de movimientos particularmente al sistema que están conectados.

El sistema de control del rotor de cola no es accionado hidráulicamente. (En los TH si) con la instalación de arandelas de contrapeso en las cuerdas de cambio de paso permite que las fuerzas de los pedales se balance

El helicóptero tiene un movimiento universal en seis direcciones es decir que esta aeronave se desplaza en todos los sentidos por medio de un dispositivo que es el plato universal adicional sobre el eje vertical tiene un movimiento de 360° en cualquier direcci



DIMENSIONES PRINCIPALES

Largo total desde la punta de la pala principal hasta la punta del skid de la aleta vertical tiene	39` 1”
Largo desde la nariz de la cabina al skid de la aleta vertical	31` 2”
Largo del tren de skids	8` 2.6”
Ancho del tren de skids	6` 3.5”
Estabilizador Horizontal	5.2”

MOTOR

Modelo.....	250- C20 R
Fabricante.....	Allison Div. General Motors
Potencia.....	370 HP.
RPM Normal(100%) N2.....	6016

PESO HELICOPTERO

Estándar.....	3200 libras
Máximo con carga externa.....	3350 libras

SISTEMA HIDRAULICO

Capacidad Total.....	2.3 pintas
Reservorio.....	1.0 pintas
Tipo.....	MIL- H- 5606

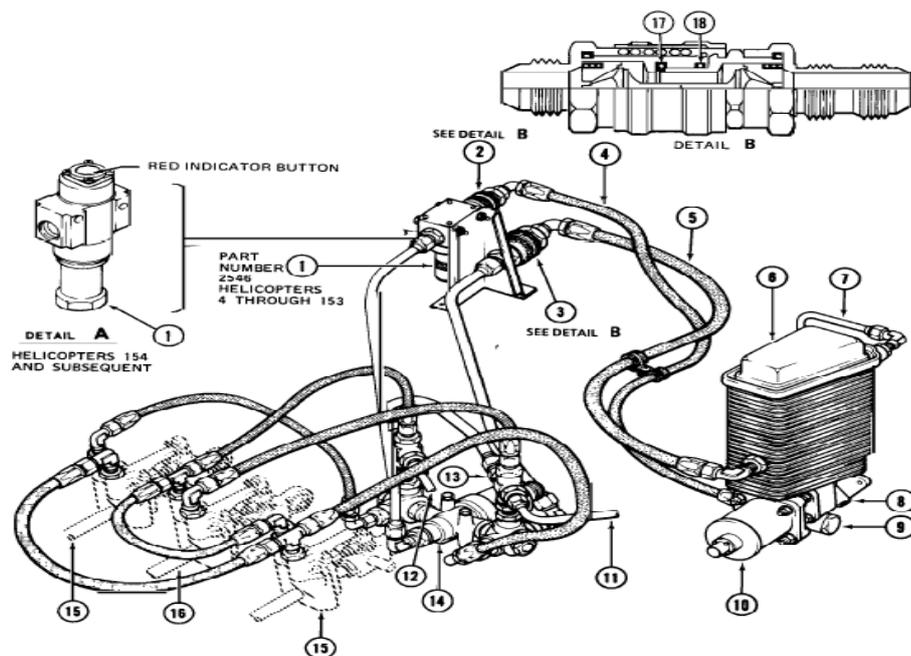
MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO BELL 206

Sección V: HYDRAULIC SYSTEM

DESCRIPTION. The hydraulic system (figure 5-1, 5-2, 5-3, 5-4, and 5-5) consists of the pump and regulator assembly, filter, solenoid valve, tube assemblies, and hose assemblies. The reservoir is a component of the pump and regulator assembly. The reservoir is vented and incorporates a scupper with a drain line to carry vented hydraulic fluid overboard. The pump, regulator, and reservoir, mount on the forward side of the transmission oil pump as an assembly. Two seal drain ports are located adjacent to the mounting flange; their purpose is to allow any transmission lubricating oil or hydraulic fluid which may leak past seals to drain overboard. The pump and regulator assembly also

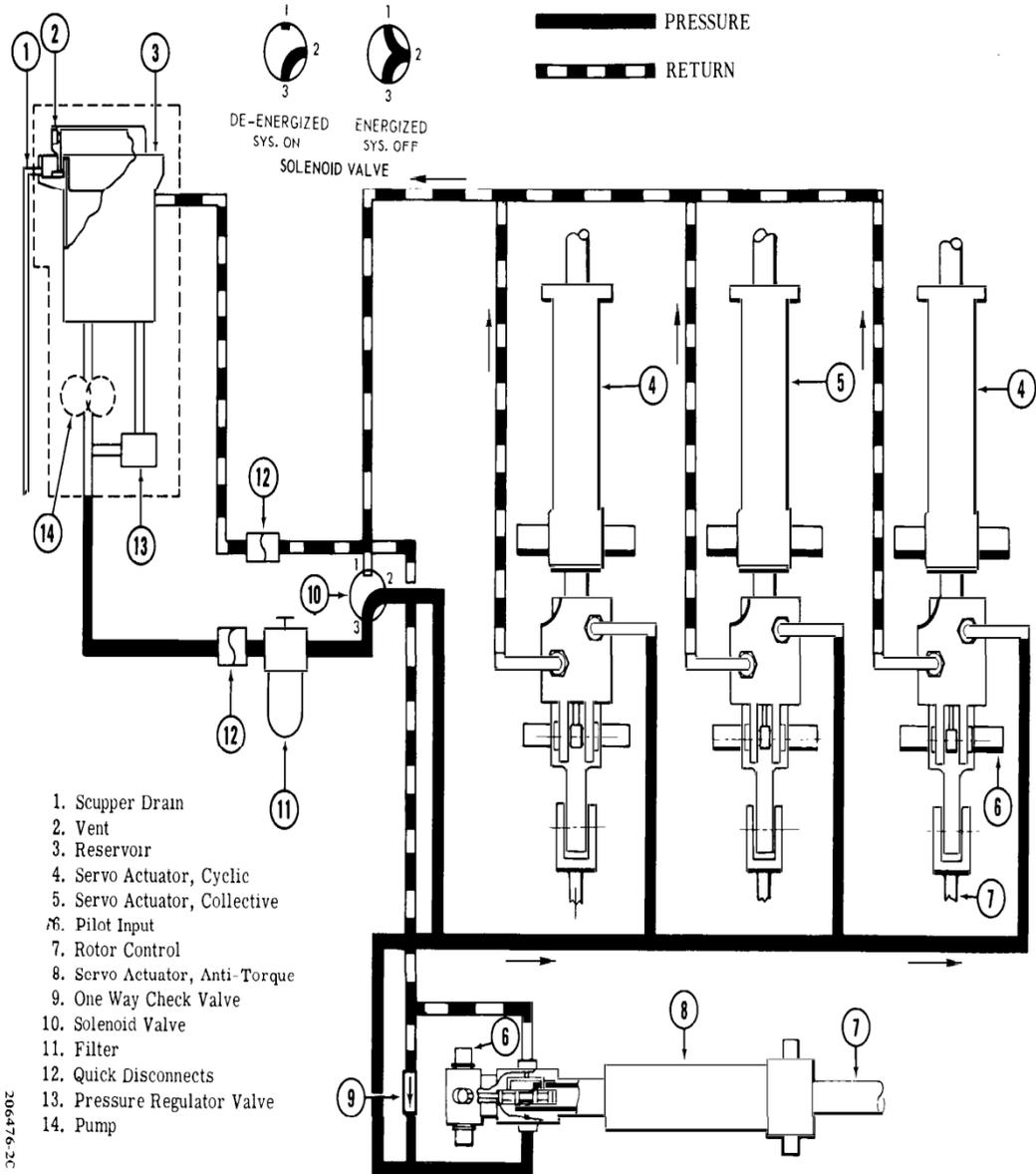
includes a mounting pad for the rotor tachometer generator. A one way check valve is incorporated in the anti-torque servo actuator hydraulic lines to prevent cavitation of the system during boost off operation. A hydraulic ON-OFF switch is mounted on the pedestal for pilot control of the solenoid valve. Provisions for installation of a rotor brake kit are incorporated. When the rotor brake kit is installed, connection to the main hydraulic system pressure and return lines is accomplished between the two quick-disconnects and the solenoid valve. Refer to the following Service Instructions (SI) for installation and maintenance instructions of single or dual rotor brake kit.

DIAGRAMA DEL SISTEMA HIDRÁULICO

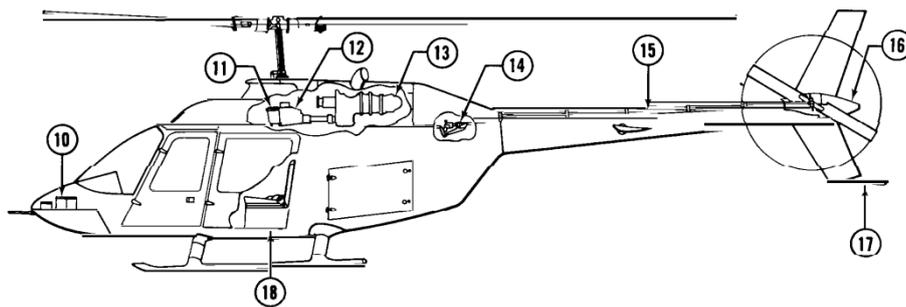


- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Filter | 10. Tachometer Generator |
| 2. Quick Disconnect Socket (Pressure) | 11. Anti-Torque Servo Actuator Tube (Return) |
| 2. Quick Disconnect Socket (Return) | 12. Anti-Torque Servo Actuator Tube (Pressure) |
| 4. Hose (Pressure) | 13. One Way Check Valve |
| 5. Hose (Return) | 14. Solenoid Valve |
| 6. Pump and Reservoir | 15. Servo Actuator (Cyclic) |
| 7. Scupper Drain Line | 16. Servo Actuator (Collective) |
| 8. Vent (Pump Seepage Drain) | 17. Body Seal |
| 9. Pressure Regulator Valve | 18. O-ring |

Figure 5-3. Hydraulic System Schematic (Helicopters 4 through 497)



UBICACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN EL HELICÓPTERO BELL 206



- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Vertical Fin | 9. Fuel Tank Filler |
| 2. Horizontal Stabilizer | 10. Battery |
| 3. Oil Tank and Filler | 11. Hydraulic Pump and Reservoir |
| 4. Swashplate | 12. Transmission Assembly |
| 5. Cyclic and Collective Servo Actuators | 13. Engine |
| 6. Pitot Tube | 14. Anti-Torque Servo Actuator |
| 7. Static Port | 15. Tail Rotor Driveshaft |
| 8. Pilot's Station | 16. Tail Rotor Gearbox Fairing |
| 17. Tail Skid | 18. Passenger Station |

LISTADO DE MATERIALES CONSUMIBLES

Table 1-1. Consumable Materials (Cont)

ITEM	NOMENCLATURE	ACCEPTABLE SOURCE
13	Cloth Abrasive — Ferric Oxide and Quartz P-C-458	Commercial
14	Deleted (See item 13)	
15	Paper, Abrasive-Aluminum Oxide No. 80, No. 180, No. 320, No. 400 and No. 600 Grit	Commercial
16	Lubricant, Solid Film (Tio Lube 460) (350°F, 177°C Cure)	Tiodize Co. Inc. 15701 Industry Lane Huntington Beach, CA. 92649
21	Grease, MIL-G-25537 or Grease MIL-G-81322	Commercial (Humble, Mobil or Shell Oil Co.)
22	Lubricant, 204-040-755-5	Bell Helicopter Textron Spares Department P.O. Box 482 Fort Worth, Texas 76101
23	Hydraulic Fluid, MIL-H-5606	Commercial
24	Corrosion Preventive Compound MIL-C-16173, Grade 1 MIL-C-16173, Grade 1	Commercial
24A	Corrosion Preventive Compound MIL-C-16173, Grade 2	Commercial

147.38a Calidad de instrucción

Toda Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico certificada, deberá proveer instrucción de tal calidad que, de sus graduados de un plan de estudios de cada habilitación que aplique para un certificado de mecánico o habilitación adicional, dentro de los 60 días después de su graduación, el porcentaje de aquellos que aprobaron los exámenes escritos de la D.G.A.C., durante

cualquier período de 24 meses calendario, es al menos el porcentaje que se detalla a continuación:

80% el primer intento;

85% el segundo; y,

90% el tercero.

APÉNDICE "A"

REQUERIMIENTOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Este Apéndice define los términos utilizados en los Apéndices B, C y D de esta Parte, y describe los niveles de proeficiencia al cual los ítems de cada materia en cada plan de estudios debe ser enseñado, como se indica en los Apéndices B, C y D.

a) Definiciones: Como se utiliza en los Apéndices B, C y D:

1. "Inspeccionar" significa examinar visualmente y al tacto;
2. "Comprobar" significa verificar la operación apropiada;
3. "Cazafalla" significa analizar e; identificar mal funcionamientos;
4. "Servicio" significa realizar funciones que aseguren la operación continua;
5. "Reparar" significa corregir una condición defectuosa. Reparación de un sistema de aeronave o de motor, incluye cambio del componente y ajuste, pero no reparación del componente; y,
6. "Revisión mayor" significa desarmar, inspeccionar, reparar como sea necesario y comprobar.

b) Niveles de enseñanza:

1. El nivel 1 requiere:

- (i) Conocimientos de principios generales, pero no aplicación práctica;
- (ii) No desarrollo de habilidad manual; y,

(iii) Instrucción por conferencias, demostración y discusión.

2. El nivel 2 requiere:

(i) Conocimiento de principios generales, y aplicación práctica limitada;

(ii) Desarrollo de habilidad manual suficiente para realizar operaciones básicas;

y,

(iii) Instrucción por conferencias, demostración, discusión y aplicación práctica limitada.

3. El nivel 3 requiere:

(i) Conocimiento de principios generales y ejecución de un alto grado de aplicación práctica;

(ii) Desarrollo de suficientes habilidades manuales para simular el retorno al servicio; y,

(iii) Instrucción por conferencias, demostración, discusión y un alto grado de aplicación práctica.

c) Materiales de enseñanza y equipo.

El plan de estudios puede ser presentado utilizando materiales y equipo educacional aceptados, incluyendo, pero no limitado a: calculadoras, computadoras y equipo audio - visual.

MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS DE GENERALIDADES

Este Apéndice, enumera las materias que se deben dictar en al menos 400 horas, en la parte de generalidades del plan de estudios. El número en paréntesis antes de cada ítem enumerado para cada materia, indica el nivel de proeficiencia al cual ese ítem debe ser enseñado.

APENDICE “D”

MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS DE MOTORES

K. HÉLICES

- (1) 33. Inspeccionar, comprobar, dar servicio y reparar sistemas de control de sincronización y hielos de hélices.
- (2) 34. Identificar y seleccionar los lubricantes para las hélices.
- (1) 35. Balancear hélices.
- (2) 36. Reparar componentes del sistema de control de las hélices.
- (3) 37. Inspeccionar, comprobar, dar servicio y reparar sistemas de paso fijo, de velocidad constante, de enbanderamiento y gobernadores para hélices.
- (3) 38. Instalación, cazafalla y remoción de hélices.
- (3) 39. Reparar las palas de las hélices de aleación de aluminio.

ANEXO C

Al revisar el proyecto de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica “CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROLES DE VUELO DEL HELICÓPTERO BELL 206”, elaborado por el Tecnólogo Conlago Sánchez Edison Iván, en el año 2005, se verifico que la maqueta implementada por el Tecnólogo Gonzalo Sánchez fue creada para el montaje del sistema de controles de vuelo, pero no fue implementada con su correspondiente sistema hidráulico.

Posteriormente fue realizado el proyecto de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica: “CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICOPTERO BELL 206 PARA DEMOSTRAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVOS HIDRÁULICOS”, elaborado por el CBOS-M-C-AV Jácome Vásquez Franklin Javier, en el año 2007, misma que consta únicamente del sistema hidráulico, pero que no fue creado para el ITSA, motivo por el cual no se encuentra como parte del material didáctico del Instituto.

Al revisar el estado actual de la maqueta del helicóptero Bell 206, se pudo reafirmar lo investigado en las tesis citadas con anterioridad, debido a que se cuenta con la estructura para el montaje del sistema de controles de vuelo, pero no con su sistema hidráulico, el mismo que fue implementado por separado en otra tesis, la misma que no fue elaborada para uso del Instituto. Es decir la maqueta que posee el Instituto no cuenta con un sistema hidráulico q permita una óptima utilización de esta maqueta con los fines didácticos adecuados.

Por último se puede destacar que como efecto de una posible habilitación de la maqueta del helicóptero Bell 206, se tendría una total y necesaria mejora en la enseñanza práctica de la asignatura Rotores, misma que contribuiría en la formación de Técnicos Aeronáuticos.

ANEXO D

FICHA DE OBSERVACIÓN

Nombre del Investigador: Ximena Parra Fecha: 17-AGO-2009	Carrera: Mecánica Aeronáutica Motores	Lugar de la Investigación: Laboratorio de Hidráulica, Bloque 42
---	--	--

Observaciones: El laboratorio cuento con diversas maquetas, entre ellas la Maqueta del helicóptero Bell 206.

Esta maqueta cuenta principalmente con los siguiente elementos:

- Controles de vuelo (Sist. Control cíclico y colectivo, entre otros)
- Rotor Principal, mástil, cubo, trunnion, etc.
- Rotor de cola.
- Dos paletas u hojas principales del Rotor Principal.

Pero carece de sistemas como:

Sist. Hidráulico.

Sist. De Combustible.

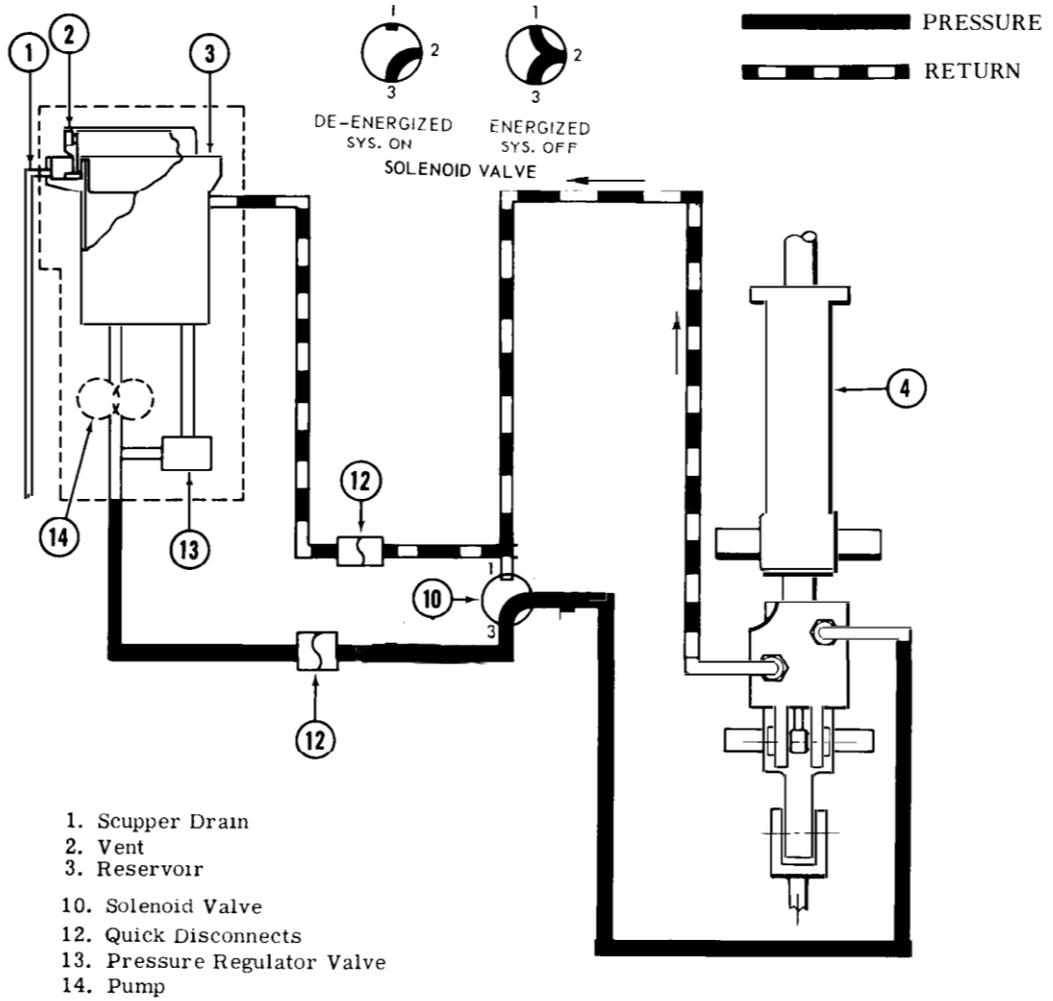
Sist. de Lubricación.

Esta maqueta posee una estructura adecuada para el sistema hidráulico, así como las varillas verticales y horizontales, que transmiten el movimiento desde los controles de vuelo hacia el swbaseplate; pero no cuenta con una bomba hidráulica, cañerías hidráulicas ni tampoco servos actuadores.

Las dificultades observadas en la maqueta no permiten, que el Sist. Hidráulico así como los controles de vuelo puedan ser utilizados adecuadamente para los fines instructivos que se requieren en la asignatura Rotores.

ANEXO E

Diagrama del Sistema Hidráulico a Implementarse



HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

Parra Romero Ximena Alexandra

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga 28 de septiembre del 2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, PARRA ROMERO XIMENA ALEXANDRA, Egresada de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año 2010, con cédula de ciudadanía N 060398371-9, autora del trabajo de Graduación "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HIDRÁULICO EN LA MAQUETA DEL HELICÓPTERO BELL 206 DEL ITSA", cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Parra Romero Ximena Alexandra

Latacunga 28 de septiembre del 2010