



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: INSPECCIÓN Y SERVICIO DE FLUIDO HIDRÁULICO
AL AMORTIGUADOR DEL TREN DE ATERRIZAJE SEGÚN
CARTA DE TRABAJO 32-10-00-20, EN UN INTERVALO DE 500
HORAS PARA EL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS 332B
PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE
AVIACIÓN DEL EJÉRCITO**

AUTOR: INCA BASANTES HENRY ALBERTO

DIRECTOR: TLGO. PAÚL ARCOS

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“INSPECCIÓN Y SERVICIO DE FLUIDO HIDRÁULICO AL AMORTIGUADOR DEL TREN DE ATERRIZAJE SEGÚN CARTA DE TRABAJO 32-10-00-20, EN UN INTERVALO DE 500 HORAS PARA EL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS 332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”** realizado por el señor **INCA BASANTES HENRY ALBERTO** ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **INCA BASANTES HENRY ALBERTO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Febrero del 2019

Tlgo. Paúl Arcos

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **INCA BASANTES HENRY ALBERTO** con cédula de identidad N° 060357437-7 declaro que este trabajo de titulación **“INSPECCIÓN Y SERVICIO DE FLUIDO HIDRÁULICO AL AMORTIGUADOR DEL TREN DE ATERRIZAJE SEGÚN CARTA DE TRABAJO 32-10-00-20, EN UN INTERVALO DE 500 HORAS PARA EL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS 332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, Febrero del 2019

INCA BASANTES HENRY ALBERTO

ID: L00246006



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, INCA BASANTES HENRY ALBERTO autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “INSPECCIÓN Y SERVICIO DE FLUIDO HIDRÁULICO AL AMORTIGUADOR DEL TREN DE ATERRIZAJE SEGÚN CARTA DE TRABAJO 32-10-00-20, EN UN INTERVALO DE 500 HORAS PARA EL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS 332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Febrero del 2019

INCA BASANTES HENRY ALBERTO
C.I.: 060357437-7

DEDICATORIA

El presente proyecto de graduación está dedicado primeramente a Dios que me ha llenado de bendiciones durante el transcurso de mis estudios y ha guiado mis pasos en cada día de mi permanencia en la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

A mi familia y en especial a mi esposa que ha sido un pilar fundamental para culminar mis estudios con éxitos, ya que gracias a su incondicional apoyo este no es únicamente un triunfo personal sino que lo comparto con mucha alegría con toda mi familia y no podría olvidarme de mi madre que ha cumplido el rol de padre y madre a la vez por lo que me siento muy orgulloso de tener a la mejor mamá del mundo.

Finalmente quiero decir que todas las personas a las que dedico este proyecto de graduación han sido, son y serán, mi fuerza y mi inspiración para cumplir con todos mis propósitos propuestos en la vida.

HENRY ALBERTO INCA BASANTES

AGRADECIMIENTO

En el cumplimiento de una meta también son importantes las personas que ayudan a que el objetivo se cumpla con éxito, por esta razón quiero agradecer en primera instancia a Dios por la salud y las bendiciones derramadas para haber alcanzado mi meta de graduarme en esta hermosa carrera.

Quiero agradecerle a mi madre por haberme educado como el hombre de bien que soy, por todos sus consejos y apoyo que me ha brindado durante toda mi vida, demostrándome así que con perseverancia y trabajo se puede cumplir cualquier objetivo que se plantee en la vida por más difícil que este sea.

También quiero agradecerle a mi querida esposa que pese a la distancia me ha demostrado ser mi fiel compañera y que no importan las dificultades que se nos presente ella siempre estará con sus consejos y su apoyo incondicional para que yo cumpla con mis metas propuestas

Un agradecimiento especial a todos mis profesores que fueron quienes mediante sus conocimientos impartidos en el aula de clase me ayudaron a fortalecer y adquirir nuevos conocimientos, tengan la certeza que serán bien recibidos y los aplicare en mi vida laboral.

Finalmente quiero agradecer a mi tutor de proyecto Tglo Paul Arcos que ha sido un apoyo para el desarrollo de este proyecto de titulación y a la Fuerza Terrestre que confió en mis conocimientos y me dio la oportunidad de estudiar en la universidad de la Fuerzas Armadas ESPE.

HENRY ALBERTO INCA BASANTES

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 Antecedentes	1
1.3 Justificación e Importancia.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Helicoptero Super Puma AS-332B	5
2.2 Generalidades	6
2.2.1 Variantes del Helicoptero Super Puma AS-332B	6
2.2.2 Especificaciones del Helicóptero Super Puma AS 332B.....	7
2.3 Descripción general del Helicoptero Super Puma AS-332B	8
2.3.1 Sistema de Transmisión Mecánica Principal.....	10
2.3.1.1 Caja de Transmisión Principal (CTP)	10
2.3.2 Rotor Principal	11
2.3.3 Transmisión Mecánica Trasera.....	12

2.3.3.1 Transmisión Horizontal	13
2.3.3.2 Caja de Transmisión Intermedia (CTI).....	13
2.3.3.3 Transmisión Oblicua.....	13
2.3.4 Rotor de Cola	14
2.3.4.1 Caja de Transmisión Trasera (CTT).....	15
2.3.4.2 Cabeza Rotor de Cola (CRC).....	15
2.3.4.3 Palas del Rotor de Cola	15
2.3.4.3.1 Especificaciones	15
2.3.5 Generación Eléctrica	16
2.3.5.1 Requerimientos de la Energía Eléctrica del Helicóptero Super Puma AS 332B.....	16
2.3.5.2 Medida de Seguridad	16
2.3.6 Sistema de Combustible	17
2.3.6.2 Componentes de los Depósitos Básicos.....	18
2.3.6.2.1 Conocimientos Generales de los Depósitos	18
2.3.7 Mandos de Vuelo	22
2.3.7.1 Generalidades	22
2.3.7.2 Definiciones Básicas	22
2.3.7.3 Funcionamiento del Paso Cíclico	23
2.3.7.4 Funcionamiento del Mando de Paso Colectivo	24
2.3.7.5 Funcionamiento del Mando del Rotor de Cola	25
2.3.8 Servomandos	26
2.3.8.1 Principio de Operación.....	26
2.3.8.2 Partes de los Servomandos	27
2.3.9 Motor Makila 1A	27
2.3.9.1 Generalidades y Observaciones.....	27
2.3.9.2 Principales características	28
2.3.10 Protección Contra el Fuego	29
2.3.11 Calefacción Ventilación.....	30
2.3.12 Circuito Anemobarométrico.....	31
2.3.13 Protección contra el hielo y lluvia	32
2.3.13.1 Los cristales térmicos	32
2.3.13.2 Los Limpiaparabrisas	33
2.3.14 Iluminación	34

2.3.14.1 Las zonas iluminadas y sus mandos	34
2.3.15 Piloto Automático	35
2.3.15.1 Principio de acción del piloto automático	35
2.4 Sistema hidráulico del helicóptero Super Puma AS 332B	36
2.4.1 Sistema hidráulico derecho	36
2.4.2 Sistema hidráulico izquierdo Izquierdo	37
2.4.3 Generación de emergencia y auxiliar	38
2.5 Tipos de tren de aterrizaje en helicópteros	39
2.5.1 Trenes fijos.....	39
2.5.1 Trenes retractiles	40
2.6 Tren de aterrizaje del Helicóptero Super Puma AS 332B	41
2.6.1 Descripción del tren de aterrizaje.....	41
2.6.1.1 Características del tren de aterrizaje.....	42
2.6.2 Tren de aterrizaje principal del helicóptero Super Puma AS 332B....	44
2.6.2.1 Componentes del tren principal	44
2.6.2.2 Conjunto Amortiguador-actuador	45
2.6.2.2.1 Función del amortiguador	45
2.6.2.2.2 Componentes del amortiguador	47
2.7 Elevadores hidráulicos.....	49
2.7.1 Partes del elevador hidráulico	49
2.7.2 Tipos de elevadores hidráulicos	50
2.7.2.1 Gato hidráulico de botella	50
2.7.2.2 Gato hidráulico de piso (TIPO CAIMÁN)	50

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares	51
3.2 Implementación de la herramienta especial tipo gato hidráulico de 3 toneladas y su pistón.	51
3.3 Medidas de seguridad	52
3.3.1 Medidas de seguridad para el uso del gato hidráulico de 3 toneladas	52

3.4 Herramientas y equipos utilizados para la aplicación de la carta de trabajo 32-10-00-201	53
3.5 Manuales de referencia a consultar antes de aplicar la carta de trabajo 32-10-00-201	53
3.5.1 Manual de mantenimiento (MET CAP 32-00-00-301) “ANEXO A”	53
3.5.1.1 Consignas generales de la sección “tren de aterrizaje”	53
3.5.2 Manual de mantenimiento (MET CAP 32-30-00-501) “ANEXO B”	54
3.5.2.1 Pruebas del tren de aterrizaje	54
3.6.1 Tren de aterrizaje principal	55
3.6.2 Verificación de la presión-inflado “ANEXO C-Figura 206”	58
3.6.3 Verificación de la presión “ANEXO C” (Figura 201 DETALLE A y Figura 202 DETALLE B).....	59
3.7 Carga del amortiguador de baja presión (BP) (DETALLE C) “ANEXO C- Figura 202,203”	61
3.8 Llenado e inflado del amortiguador de baja presión (BP).....	68
3.9 Operaciones finales	81
3.10 Simbología en diagramas de flujo de análisis.....	79
3.11 Diagrama de flujo de análisis de tema	80
3.12 Presupuesto	81
3.12.1 Análisis de costos	81
3.12.1.1 Costos primarios	81
3.12.1.2 Costos secundarios.....	82
3.12.2 Costo total del proyecto de grado	82

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones	83
4.2 Recomendaciones	83
GLOSARIO.....	84
ABREVIATURA.....	85
BIBLIOGRAFÍA	86
Internet.....	86
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Total de costos primarios	81
Tabla 2 Total de costos secundarios	82
Tabla 3 Total costo del proyecto	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Helicóptero Super Puma AS332B	6
Figura 2 Dimensiones estructurales	8
Figura 3 Dimensiones del rotor de cola	8
Figura 4 Descripción del Helicóptero Super Puma AS 332B	9
Figura 5 Estructuras Principales	9
Figura 6 Transmisión Mecánica Principal.....	10
Figura 7 Caja de transmisión Principal (CTP)	11
Figura 8 Rotor Principal	12
Figura 9 Transmisión Mecánica Trasera.....	13
Figura 10 Rotor de Cola	14
Figura 11 Tanques de Combustible	17
Figura 12 Capacidad de los Tanques de Combustible	18
Figura 13 Placa de Fijación	19
Figura 14 Transmisor de Cantidad	20
Figura 15 Bomba de Transferencia	21
Figura 16 Respiraderos	21
Figura 17 Mandos de Vuelo.....	22
Figura 18 Ejes de Basculación “Mandos de Vuelo”	23
Figura 19 Descripción del Paso Cíclico	24
Figura 20 Descripción del Paso Colectivo.....	25
Figura 21 Descripción del control del yaw	26
Figura 22 Servomandos (Principal, Rotor de Cola)	27
Figura 23 Motor Makila 1 A “Etapas”	28
Figura 24 Detector de Incendio.....	30
Figura 25 Sistema de Calefacción y Ventilación	31
Figura 26 Sistema Anemobarométrico	31
Figura 27 Cristales Térmicos	32
Figura 28 Limpia Parabrisas	33
Figura 29 Principio de Iluminación.....	34
Figura 30 Zonas Iluminadas.....	35
Figura 31 Piloto Automático	36

Figura 32 Sistema Hidráulico derecho	36
Figura 33 Sistema Hidráulico	38
Figura 34 Sistema Hidráulico Auxiliar	39
Figura 35 Helicóptero MI 171	40
Figura 36 Helicóptero Gazelle SA 342	40
Figura 37 Helicóptero MK 1	41
Figura 38 Tren de Aterrizaje del Helicóptero Super Puma AS 332B	41
Figura 39 Descripción del Tren Delantero	43
Figura 40 Descripción del Tren Principal	43
Figura 41 Componentes del Tren Principal	44
Figura 42 Amortiguador del Tren Principal	46
Figura 43 Componentes del Amortiguador	47
Figura 44 Gato Hidráulico “Tipo Botella”	50
Figura 45 Gato Hidráulico de Piso	50
Figura 46 Elaboración del Acople del Gato	51
Figura 47 Implementación del Gato Hidráulico	52
Figura 48 Maleta Hidráulica	55
Figura 49 Gato Hidráulico de 3 Toneladas	56
Figura 50 Adaptador del Gato Hidráulico	56
Figura 51 Rotula de Elevación	56
Figura 52 Hidráulico Roico 782	57
Figura 53 Botella de Nitrógeno	57
Figura 54 Helicóptero en Gatos	58
Figura 55 Disminución de la Presión	59
Figura 56 Dispositivo de Llenado	59
Figura 57 Instalación del Equipo de Control de	60
Figura 58 Afloje de Tuerca de la Llave de	60
Figura 59 Apriete del Obús del Dispositivo	60
Figura 60 Lectura en el Manómetro	61
Figura 61 Tapón de Alta Presión	61
Figura 62 Conexión del Dispositivo de Presión	62
Figura 63 Control de las Válvulas	62
Figura 64 Afloje de la Llave de Válvula	63
Figura 65 Apriete del Obús del Equipo de Presión	63

Figura 66 Lectura en el Manómetro de AP.....	64
Figura 67 Purga de Aire.....	64
Figura 68 Comprobación de la Presión	64
Figura 69 Proceso de Llenado de Presión.....	65
Figura 70 Medición de la Presión	65
Figura 71 Tapón Estriado.....	65
Figura 72 Ajuste de la Válvula	66
Figura 73 Llave de Botella de Nitrógeno.....	66
Figura 74 Manipulación de las llaves de llenado de Nitrógeno	66
Figura 75 Llaves de Apertura y Cierre	67
Figura 76 Maniobra de la Botella de Nitrógeno	67
Figura 77 Tapón de la válvula	68
Figura 78 Colocación de la Rótula	68
Figura 79 Uso del Gato Hidráulico de 3 Toneladas.....	69
Figura 80 Purga del Fluido Hidráulico	69
Figura 81 Tapón de la válvula	70
Figura 82 Extracción del Recipiente de Hidráulico.....	70
Figura 83 Instalación del Equipo De Llenado de Presión	71
Figura 84 Maniobra del Equipo.....	71
Figura 85 Cierre de la válvula	72
Figura 86 Control de la Presión Para su Llenado	72
Figura 87 Llenado del Amortiguador Controlando la	73
Figura 88 Cierre de la valvula	73
Figura 89 Válvula de Ventilación	74
Figura 90 Uso del Gato Hidráulico para Comprimir el Amortiguador	74
Figura 91 Cierre de la válvula	75
Figura 92 Purga de Aire al.....	75
Figura 93 Medida de acuerdo al manual L=17,5 mm.....	75
Figura 94 Compresión del Vástago Hasta la Medida de L= 17.5mm	76
Figura 95 Dispositivo de llenado	76
Figura 96 Obús de la válvula.....	77
Figura 97 Tapón de válvula.....	77
Figura 98 Retiro del Gato	77
Figura 99 Retiro de la Rótula de elevacion	78

Figura 100 Símbolos en diagramas de flujo79

RESUMEN

El presente proyecto de graduación detalla el proceso de inspección y serviceo de fluido Hidráulico al amortiguador del tren de aterrizaje principal del Helicóptero Super Puma AS-332B, aplicando la carta de trabajo 32-10-00-201 acorde al manual de mantenimiento de la aeronave e implementando la herramienta especial tipo gato hidráulico.

Primeramente los objetivos planteados pretenden alcanzar los resultados deseados.

En el marco teórico se explica brevemente la historia de la aeronave y la descripción de sus sistemas, hablando también de los gatos hidráulicos sus componentes y funcionamiento ya q esta herramienta ayudara a la aplicación de la inspección y al cumplimiento del objetivo planteado.

Y en el desarrollo ya en si del tema del proyecto se detalla el procedimiento de inspección y serviceo de hidráulico en el amortiguador del helicóptero Super Puma basado en el manual del mantenimiento de la aeronave y cumpliendo la carta de trabajo 32-10-00-201.

Por ultimo con la implementación de la herramienta especial tipo gato hidráulico, servirá para reducir los esfuerzos empleados por los técnicos de la aeronave y minimizar el tiempo de la inspección.

PALABRAS CLAVES

- HELICÓPTERO SUPER PUMA
- INSPECCIÓN
- SERVICEO
- GATO HIDRÁULICO
- MANUAL DE MANTENIMIENTO

ABSTRACT

The present study details the process of inspection and servicing of hydraulic fluid to the shock absorber of the main landing gear of the Super Puma AS-332B helicopter, applying the working letter 32-10-00-201 according to the maintenance manual of the aircraft and implementing the special hydraulic jack type tool.

Firstly, the proposed objectives aim to achieve the desired results.

In the theoretical framework the history of the aircraft and the description of its systems are briefly explained, also speaking of the hydraulic jacks their components and operation, since this tool will help the application of the inspection and the fulfillment of the proposed objective.

In addition, in the development of this project, the inspection procedure and the hydraulics service in the shock absorber of the Super Puma helicopter based on the maintenance manual of the aircraft and complying with the working letter 32-10-00-201 are detailed. .

Finally, with the implementation of the special hydraulic jack type tool, it will serve to reduce the efforts employed by the aircraft technicians and minimize the time of inspection.

PALABRAS CLAVES

- SUPER PUMA HELICOPTER
- INSPECTION
- SERVICING
- HYDRAULIC JACK
- MAINTENANCE MANUAL

CHECKED BY:
Lcda. MARIA COQUE
ENGLISH TEACHER UGT

CAPÍTULO I

TEMA

“INSPECCIÓN Y SERVICIO DE FLUIDO HIDRÁULICO AL AMORTIGUADOR DEL TREN DE ATERRIZAJE SEGÚN CARTA DE TRABAJO 32-10-00-20, EN UN INTERVALO DE 500 HORAS PARA EL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS 332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”

1.1 Antecedentes

El helicóptero Súper Puma perteneciente a la línea Francesa de fabricación AIRBUS MILITARY, es una aeronave multipropósito de tamaño medio, bimotor, con un rotor principal de cuatro palas, equipado con un tren de aterrizaje tipo triciclo (una unidad de tren de nariz y dos unidades del tren principal) que pueden ser retraídos en vuelo, diseñado a partir del SA 330 Puma. Esta aeronave llegó a Ecuador en 1985, posee tecnología altamente avanzada, sus fabricantes la diseñaron para el transporte de pasajeros.

La aeronave como parte del Ejército Ecuatoriano desde su llegada al país ha venido brindando apoyo a la frontera norte y sur con el transporte de personal, abastecimientos a los destacamentos, ayuda humanitaria a las comunidades de nuestra región amazónica, a combatir el fuego en las llanuras mediante el BANBI BAKET y como no mencionar su participación en el conflicto del Cenepa en el año de 1995, que fue parte fundamental para mantener la soberanía de nuestro país.

El presente proyecto se propone inspeccionar y servir de fluido hidráulico el amortiguador del tren principal mediante la implementación de un elevador hidráulico y su acople, que servirán para poder ejecutar una inspección de 500 horas, según carta de trabajo emitida por el fabricante de la aeronave, misma que la realiza el CEMAE-15 (Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército).

1.2 Planteamiento del problema

La sección Súper Puma como parte de una unidad operativa como lo es el CEMAE-15 dedicada al mantenimiento de las aeronaves de ala rotatoria que posee el Ejército Ecuatoriano manifiesta la necesidad de realizar una inspección y serviceo del amortiguador del tren principal con la ayuda del elevador hidráulico y su acople, los cuales permitirán cumplir con los ítems de inspección que emite el manual de mantenimiento dado por el fabricante.

Esta tarea a realizarse debe tener la demanda de todo el personal técnico que forman parte del CEMAE-15, ya que las maneras de elevar el tren principal al momento de su inspección y Servicio de fluido hidráulico en su amortiguador no son las adecuadas al no tener la herramienta especial dado por el fabricante en su manual de mantenimiento, motivo por lo cual ocasiona que se utilicen distintas herramientas no apropiadas, ocasionando lesiones en el personal técnico y daños materiales en la aeronave, por esta necesidad se planteó la idea de implementar un elevador hidráulico con un acople, los mismos que se reflejan en el manual de mantenimiento de la aeronave Súper Puma AS-332B

Al encontrar la necesidad de implementar una herramienta especial para la sección de conjuntos mecánicos, se realiza el presente proyecto de graduación en la Unidad de Gestión de Tecnologías como ayuda para fortalecer las debilidades que tiene la sección y así pueda cumplir con la carta de trabajo 32-10-00-201 en la inspección de 500 horas emitida por su fabricante para mantener la operatividad del helicóptero Súper Puma.

1.3 Justificación e Importancia

El Ejército Ecuatoriano al adquirir la aeronave, pasó a formar parte del CEMAE-15 (Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército), encargada de realizar las distintas inspecciones y mantener la operatividad del Helicóptero Súper Puma. En la actualidad la sección de conjuntos mecánicos carece de herramientas especiales para la ejecución de las diferentes tareas escritas en el manual de mantenimiento de la aeronave,

por esta razón se ha visto la necesidad de implementar un elevador y un acople para cumplir con los ítems de inspección al momento del serviceo de fluido hidráulico en el amortiguador del tren de aterrizaje principal.

El presente proyecto brindara al personal técnico mayor seguridad, la disminución de recursos humanos y materiales, lo que permite crear un ambiente de trabajo ergonómico que beneficia al CEMAE-15 como operador de la aeronave y así cumplir con las exigencias del Ejército Ecuatoriano de mantener sus helicópteros en óptimas condiciones de aeronavegabilidad garantizando sus altos estándares de calidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Inspeccionar y servicear al amortiguador del tren de aterrizaje principal del helicóptero Súper Puma AS-332B en el Centro de Mantenimiento N° 15 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército mediante la implementación de una herramienta especial y la utilización de información técnica.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recolectar información técnica de manuales de mantenimiento para realizar la inspección y serviceo al amortiguador del tren de aterrizaje principal del helicóptero Súper Puma.
- Analizar las herramientas para realizar el proceso de inspección y serviceo e investigar información de las mismas
- Realizar la inspección y serviceo al amortiguador del tren de aterrizaje principal empleando los manuales de mantenimiento y la herramienta especial.

1.5 Alcance

El presente proyecto pretende ayudar a los técnicos de la sección Súper Puma a ejecutar una inspección de 500 horas en la cual utilicen las herramientas adecuadas según emite el fabricante por medio del manual de mantenimiento para realizar un trabajo técnico y poder observar la disminución de tiempo de ejecución (hora-hombre) en antiguas inspecciones por no poseer la herramienta adecuada.

Este proyecto se realizó con la finalidad de brindar ayuda mediante la implementación de una herramienta habilitada por el departamento de control de la calidad del CEMAE-15,(Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército), con la cual se pueda elevar la aeronave sin ocasionar daños materiales o provocar lesiones en los técnicos, es por ello que este proyecto está encaminado a garantizar el cumplimiento de la carta de trabajo 32-10-00-201 en una inspección de 500 horas, en los helicópteros Súper Puma AS-332B que opera el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército que dispone en la actualidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Helicoptero Super Puma AS-332B

El Aérospatiale AS 332 Super Puma es un desarrollo del SA Puma, con turbobojas turbomeca Makila más poderoso, tomas de aire multiuso, cabeza de rotor starflex ligera con transmisión elevada, descongelamiento térmico de las palas del rotor principal, y tren de aterrizaje más ancho con ruedas únicas. La mayor parte de estas características ya habían sido probadas en los SA Puma modificados; el primer prototipo plenamente representativo del SA 332 Super Puma voló el 13 de septiembre de 1978. La producción de esta nueva versión comenzó en agosto de 1978, y el primer ejemplar civil SA 332C fue integrado en 1981 (a Petroleum Helicopters).

En su forma comercial inicial, el SA 332 Super Puma tiene la misma capacidad que el SA 330 (2 tripulantes y 19 pasajeros), pero sus prestaciones son marcadamente superiores. La versión alargada SA 332L Super Puma, cuyo prototipo voló por primera vez el 10 de octubre de 1980, ofrece ya mayor capacidad. En comparación con el SA 332 Super Puma básico, el SA 332L tiene el fuselaje alargado en 0,76m y una ventana extra en cada lado de la parte anterior del fuselaje.

El alargamiento proporciona capacidad para acomodar hasta 24 pasajeros, y la mayor carga útil con la misma capacidad de combustible reduce las prestaciones carga/autonomía. Sin embargo, la Aérospatiale ha desarrollado puntas aerodinámicas para las palas del rotor, que permiten un aumento inicial del peso máximo en despegue de unos 200kg, más otro aumento de 200kg que se certificó más tarde. La consecuencia de este aumento de peso es elevar la autonomía del SA 332L a una cifra casi comparable a la del SA 332. (ENCICLOPEDIA ILUSTRADA DE AVIACION , 1982)



Figura 1 Helicóptero Super Puma AS332B

Fuente: (ENCICLOPEDIA ILUSTRADA DE AVIACION , 1982)

2.2 Generalidades

2.2.1 Variantes del Helicóptero Super Puma AS-332B

- **AS 331** - prototipo.
- **SA 332 Super Puma:** aeronave derivado por desarrollo del SA 330 Puma.
- **AS 332A** - versión civil preproducción.
- **AS 332B** - versión militar corta
- **AS 332B1** - versión militar corta con motores Makila 1A1 más potentes y otras modificaciones menores.
- **SA 332C** - versión inicial de producción civil.
- **AS 332C1** -versión civil corta con motores Makila 1A1 y otras modificaciones menores.
- **AS 332F** - versión militar antisubmarino y anti buque.
- **AS 332F1** - versión naval.
- **AS 332L** - versión civil con fuselaje estándar (largo), con más espacio de cabina y mayor capacidad de combustible.
- **AS 332L1** - versión "L" con motores Makila 1A1.

- **AS 332L2 Super Puma Mk 2** - versión civil de transporte, equipada con un rotor Spheriflex, EFIS y sistema de control digital de motores DECU. Está dotada de dos motores Makila 1A2, aún más potentes que los Makila 1A1.
- **SA 332M** - versión inicial de producción militar, capaz de transportar una carga colgada de 4000kg en su papel de transporte, o dos Exocet ASM en su papel anti buque.
- **AS332 L1e/C1e** - versiones idénticas a las L1/C1 con AHCAS (Advanced Helicopter Cockpit & Avionics System, similar al que equipa al EC225 y que incluye dos pantallas LCD por piloto y pantallas LCD para instrumentos de motor y sistemas VMD).
- **NAS 332** - versión construida bajo licencia por IPTN, ahora Indonesian aerospace (PT. Dirgantara Indonesia).

2.2.2 Especificaciones del Helicóptero Super Puma AS 332B

- **Fabricante:** Aérospatiale/ Eurocopter
- **Modelo:** AS 332B
- **Año de construcción:** 1978
- **Tipo de aeronave:** Multi-motor de ala rotatoria
- **Número de motores:** 2
- **Tipo de motor:** Turboejes Turbomèca Makila 1A de 1775 hp
- **Rendimiento:** velocidad máxima de crucero 288km/h; velocidad normal de crucero con depósitos exteriores 245km/h; techo en vuelo estacionario sin efecto de suelo 2250 m; autonomía con 22 pasajeros 407km; alcance en vuelo de traslado 1480 km
- **Peso:** vacío 4096 kg; máximo en despegue 8000kg
- **Dimensiones:** diámetro del rotor principal 15,08 m; longitud con los rotores en giro 14,48 m; altura 4,92m: superficie discal del rotor principal 178,60 m

- **Capacidad:** Tripulación de vuelo de 2 personas. La configuración de la aeronave permite la capacidad de 19 pasajeros, en nuestro país los 19 pasajeros o soldados ingresan armados y equipados.

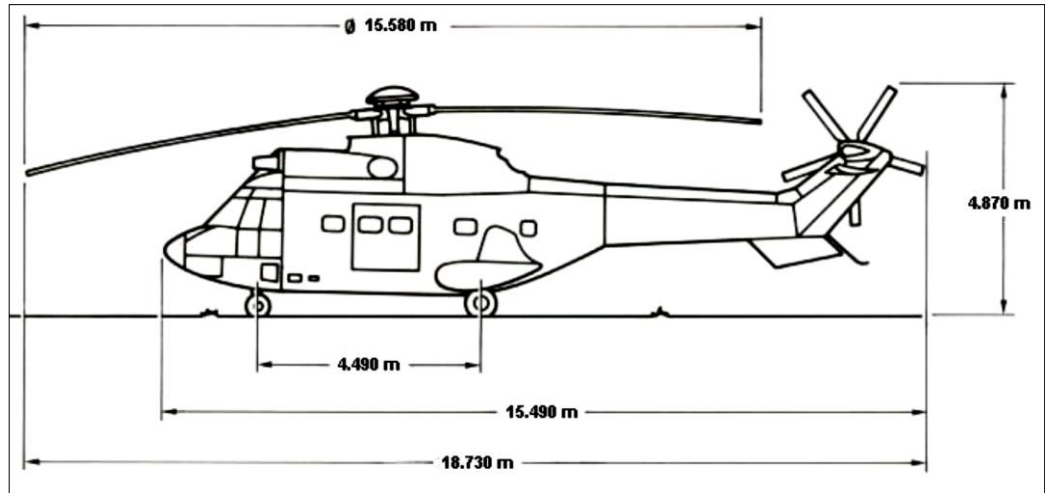


Figura 2 Dimensiones estructurales

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

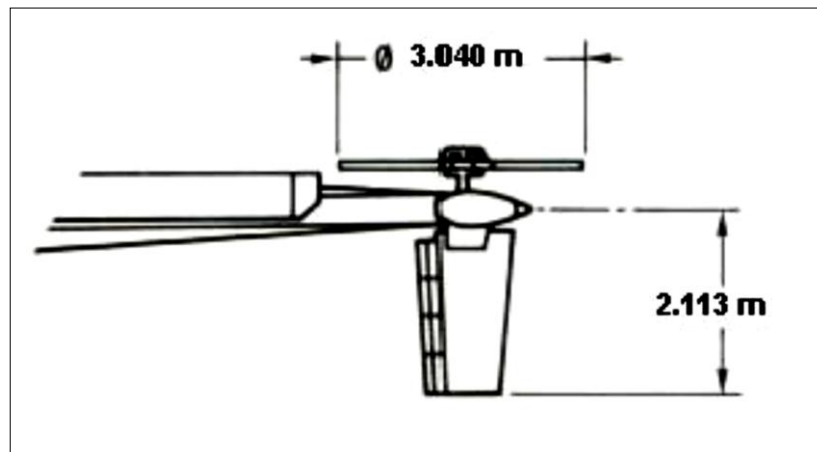


Figura 3 Dimensiones del rotor de cola

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3 Descripción general del Helicóptero Super Puma AS-332B

El AS 332 "Super Puma" es un helicóptero tecnológicamente avanzado de doble motor, el cual fue diseñado para transporte de pasajero, servicio de transporte en el mar, carga externa. (EUROCOPTER, 1992).

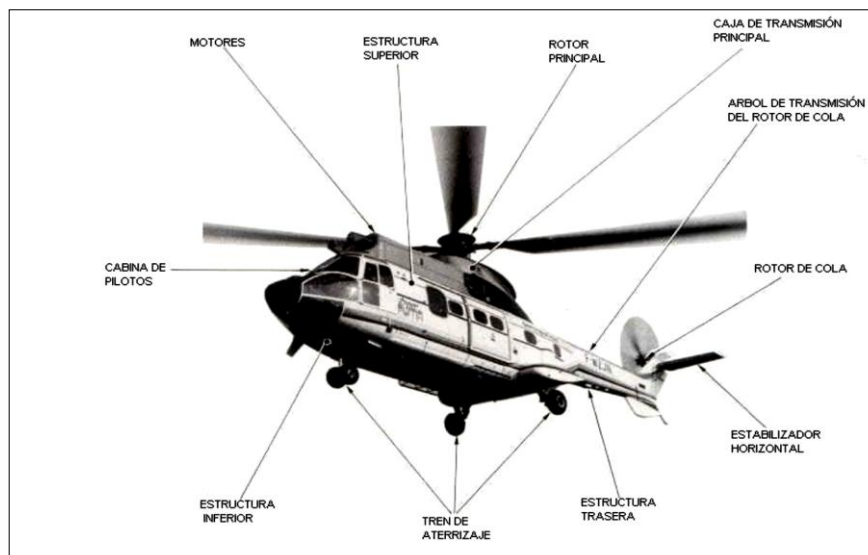


Figura 4 Descripción del Helicóptero Super Puma AS 332B
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

El fuselaje del AS 332 es de diseño monocoque, con marco y revestimiento a presión que va desde adelante hacia atrás:

- Cabina de pilotos
- Cabina de carga
- Estructura intermedia
- Estructura de cola

Los carenajes protectores de la parte superior de la aeronave, el fuselaje protector del tren de aterrizaje son de material tipo panal de abejas, recubierta de diversos tipos de aleaciones.

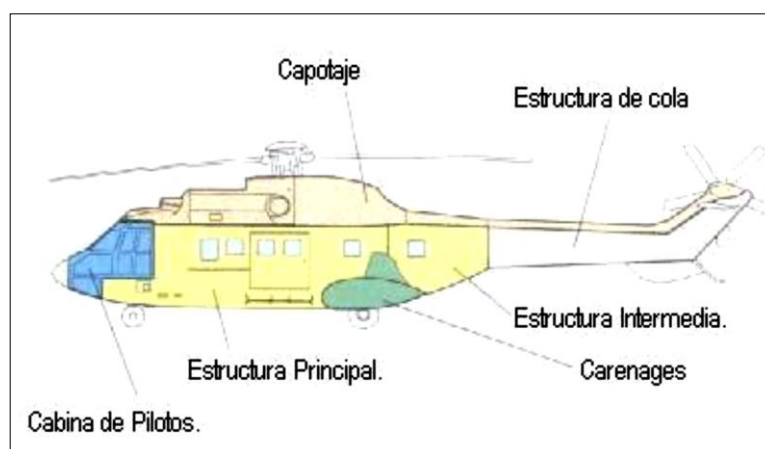


Figura 5 Estructuras Principales
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.1 Sistema de Transmisión Mecánica Principal

La transmisión mecánica principal acciona, desde los motores, el rotor principal y la transmisión mecánica trasera. Esto incluye:

- ✓ La unión motor-caja de transmisión principal (5)
- ✓ La caja de transmisión principal “CTP” (4)
- ✓ El grupo de refrigeración de aceite que lubrica la CTP (1)
- ✓ El freno rotor (2)
- ✓ Los soportes de fijación y suspensión de la CTP (3)

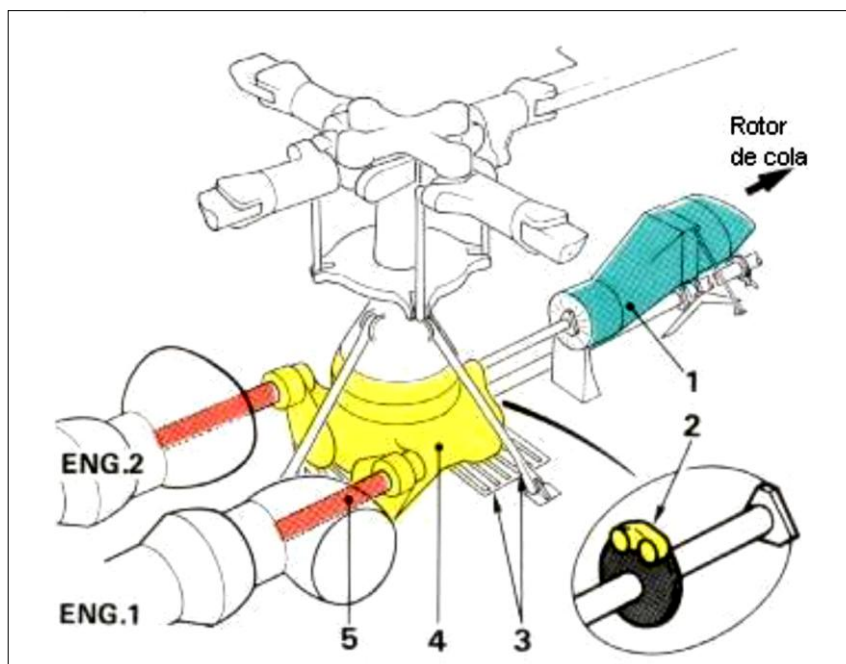


Figura 6 Transmisión Mecánica Principal

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.1.1 Caja de Transmisión Principal (CTP)

La CTP, trasmite el movimiento desde los motores hacia los rotores, mientras reduce la velocidad de rotación. Así mismo, acciona dos bombas que asegura la lubricación de esta y sus accesorios; dos alternadores, dos bombas hidráulicas, un ventilador que refrigera el aceite de lubricación. (EUROCOPTER, 1992)

1. Caja de reducción delantera izquierda y derecha
2. Reductor epicicoidal (2 etapas)
3. Reductor trasero
4. Reductor principal (par cónico principal)

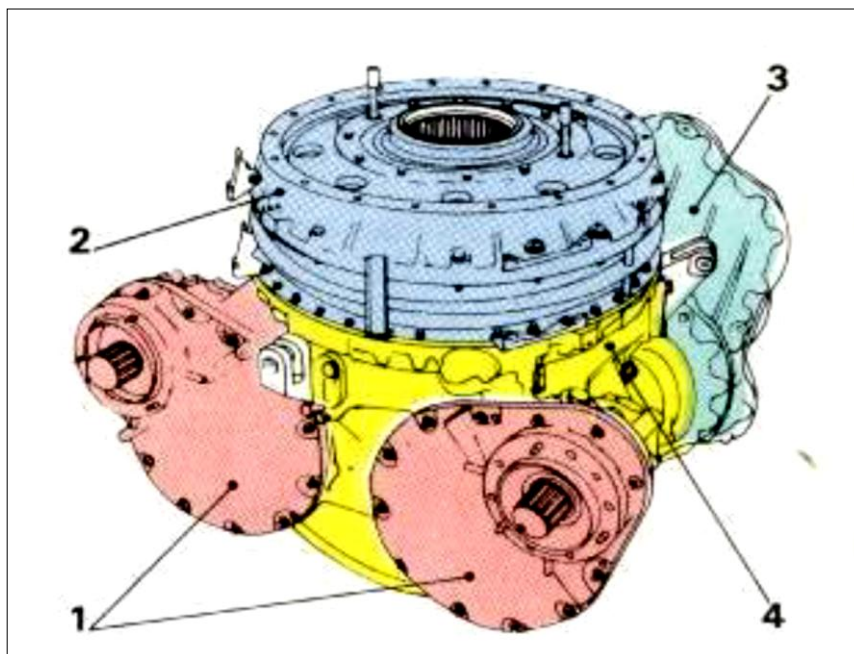


Figura 7 Caja de transmisión Principal (CTP)
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.2 Rotor Principal

“El rotor principal asegura la sustentación y traslación del helicóptero. Está constituido por el mástil rotor (3), la cabeza del rotor (1) y 4 palas (2)”

El mástil rotor, fijado a la caja de transmisión principal CTP, mueve la cabeza del rotor y transmite a la estructura la sustentación del rotor. La cabeza fijada sobre el árbol del mástil rotor, sostiene las palas. Esta es el asiento de la resultante de la sustentación de las palas y absorbe los esfuerzos inherentes a la rotación del rotor (fuerzas centrífugas, esfuerzos de batimiento y arrastre).

“Las palas transforman la energía mecánica de los motores a fuerzas aerodinámicas (sustentación)” (EUROCOPTER, 1992).

- Diámetro del rotor: 15,580 m
- Velocidad de rotación (régimen nominal): 265 rpm

- Dirección de rotación: horario (visto desde arriba)

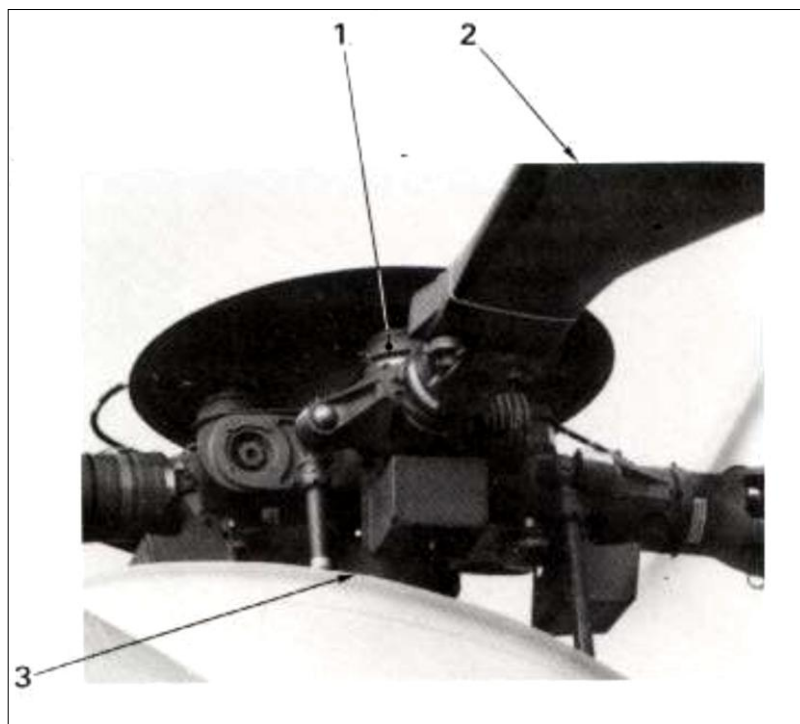


Figura 8 Rotor Principal
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

La cabeza del rotor sirve de fijación para las cuatro palas, es movida a través del mástil rotor, por la segunda etapa del reductor epicicoidal de la CTP (Caja de transmisión principal)

2.3.3 Transmisión Mecánica Trasera

Desde la caja CTP (Caja de Transmisión Principal), al rotor de cola (3) son movidos los siguientes conjuntos mecánicos.

- ✓ La transmisión horizontal (1)
- ✓ la caja de transmisión intermedia (CTI) (2)
- ✓ al rotor de cola (3)
- ✓ la transmisión oblicua (5)
- ✓ la caja de transmisión trasera (4)

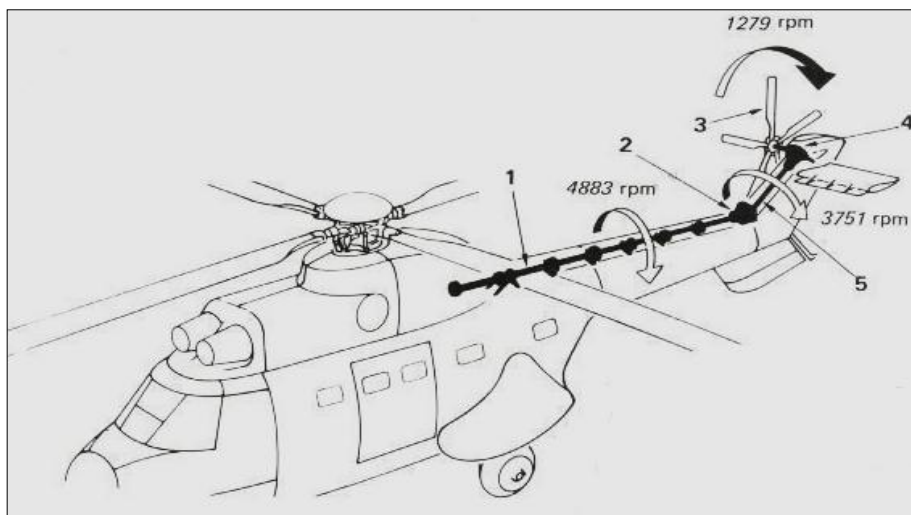


Figura 9 Transmisión Mecánica Trasera
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.3.1 Transmisión Horizontal

“La transmisión horizontal mueve los elementos desde la CTP a la CTI, los elementos están conectados por acoplamientos flexibles (flectores) y soportados por cojinetes y soportes estructurales” (EUROCOPTER, 1992).

Los arboles están equilibrados en fábrica.

2.3.3.2 Caja de Transmisión Intermedia (CTI)

“La caja de transmisión intermedia recibe el movimiento desde la transmisión horizontal, reduce la velocidad de rotación y transmite en un ángulo de 140° al árbol inclinado” (EUROCOPTER, 1992).

La lubricación de la CTI es por barboteo o salpicadura

- velocidad de entrada de la CTI: 4888 rpm
- velocidad de salida de la CTI: 3751 rpm

2.3.3.3 Transmisión Oblicua

“El árbol inclinado asegura el movimiento desde la CTI a la CTT (caja de transmisión trasera). Este árbol está unido al extremo de la CTI y CTT, por medio de los flectores” (EUROCOPTER, 1992).

- Velocidad de rotación del árbol: 3751 rpm

2.3.4 Rotor de Cola

El rotor de cola compensa el par de reacción causado por el rotor principal y que permite el control de la aeronave en su eje de guiñada, situado en el costado derecho, al final del botalón de cola, es movido en rotación por la caja de transmisión trasera. (CTT) (5) (EUROCOPTER, 1992).

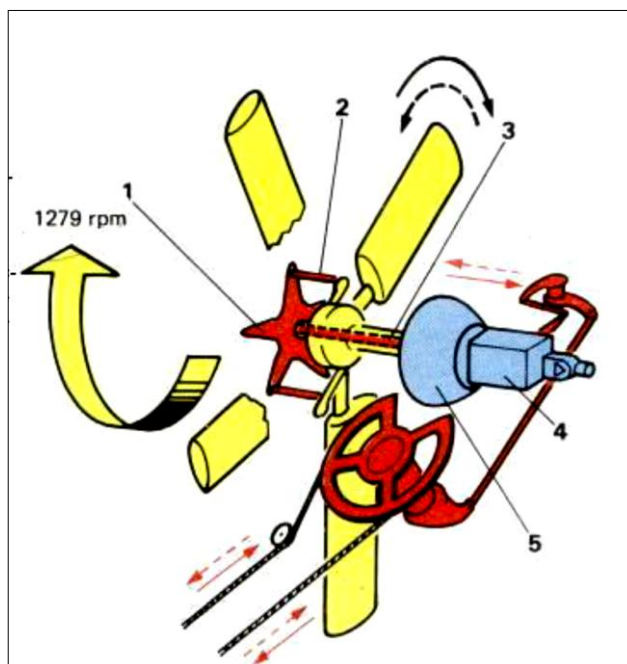


Figura 10 Rotor de Cola
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

La variación de incidencia de las palas del rotor de cola son mandadas desde un servomando (4), asegurado a la CTT (Caja de Transmisión Trasera). Funciona por medio de una varilla de mando (3), hacia la estrella de mando (1) que está unida a los muñones de las palas por las bieletas (2). (EUROCOPTER, 1992)

- Numero de palas.....5
- Dirección de rotación (visto de frente).....sentido antihorario
- Diámetro.....3,040 m
- Velocidad de rotación.....1279 rpm

2.3.4.1 Caja de Transmisión Trasera (CTT)

“La caja de transmisión trasera cambia la dirección de movimiento a 90°, esta recibe el movimiento de la transmisión oblicua y mueve el árbol rotor trasero” (EUROCOPTER, 1992).

- Velocidad de entrada de la CTT.....3751 rpm
- Velocidad de accionamiento del árbol rotor.....1279 rpm

2.3.4.2 Cabeza Rotor de Cola (CRC)

“La cabeza del rotor de cola se compone de un cuerpo de buje y cinco conjuntos mangueta-muñón que permite:

- La articulación de batimiento de las palas
- La variación de paso por medio de una estrella de mando y bieletas de unión palanca de paso.

2.3.4.3 Palas del Rotor de Cola

El rotor de cola está conformado por 5 palas que giran en sentido anti horario para compensar el anti par que produce el rotor principal.

2.3.4.3.1 Especificaciones

- Cantidad.....5
- Longitud.....1,263 m
- Constante de 225 a 915-5.....NACA 23012
- Evolutivo variable de 915,5 a 1219,5.....HAS.A.1010
- Torsión.....15°
- Eje de torsión.....a 60mm del borde de ataque
- Cuerda (valor teórico).....20mm
- Peso.....3,240 kg

2.3.5 Generación Eléctrica

2.3.5.1 Requerimientos de la Energía Eléctrica del Helicóptero Super Puma AS 332B

La aeronave requiere:

- Corriente alterna trifásica 200V-400Hz
- Corriente alterna monofásica de 115V-400Hz
- Corriente alterna monofásica de 26V-400Hz
- Corriente continua de 28V

“El tipo de corriente requerida depende, por supuesto, del diseño particular del equipo a ser alimentado. Dicha concepción toma en consideración las especificaciones y requerimientos y otros parámetros tales como el peso y el costo” (EUROCOPTER, 1992). Así:

- La corriente trifásica de 200 V, alimenta la calefacción de los cristales térmicos (y el sistema antihielo de los rotores).
- La corriente continua monofásica de 26 V, alimenta en particular al piloto automático.
- La corriente alterna monofásica de 26 V, alimenta en particular los equipos de navegación (RMI,VOR).
- La corriente continua de 28V, alimenta todos los circuitos de mando y control, y los receptores que funcionen con corriente continua. (arrancadores, electrobombas, electroválvulas).

2.3.5.2 Medida de Seguridad

- todos los generadores están duplicados, cada generador alimenta una red. Cada generador tiene una potencia suficiente para alimentar los equipos de las dos redes. Así en caso de fallo de un generador, la red se acopla automáticamente al segundo generado: las dos redes permanecen alimentadas. (EUROCOPTER, 1992)
- Los equipos usuarios son, generalmente de doble alimentación (una desde cada red). Cuando los equipos son de alimentación simple, ellos mismos están duplicados. Así, en caso de pérdida de una red

(cortocircuito, por ejemplo) todas las funciones de los sistemas eléctricos permanecen aseguradas. (EUROCOPTER, 1992)

2.3.6 Sistema de Combustible

“Existen cinco o seis depósitos básicos según la versión (332 corto o largo) y tres depósitos opcionales. Los depósitos básicos están numerados 1,2,3,4,5 y 7. Los depósitos opcionales están numerados 6,8 y 9” (EUROCOPTER, 1992).

- Los depósitos 1 y 2 son los alimentadores izquierdo y derecho (o depósitos longitudinales izquierdo y derecho)
- Los depósitos 3 y 4 son los depósitos transversales trasero y delantero
- El depósito 5 es el depósito trasero.
- El depósito 6 es el depósito central
- El depósito 7 es el depósito delantero
- Los depósitos 8 y 9 son los depósitos suplementarios derecho o izquierdo. Están alojados en las aletas del tren de aterrizaje principal.

Tenga en cuenta que pueden instalarse el décimo tanque alojado en la cabina, unido al grupo derecho. Para vuelos de larga distancia, también es posible el uso de depósitos ferry acoplados en la cabina.

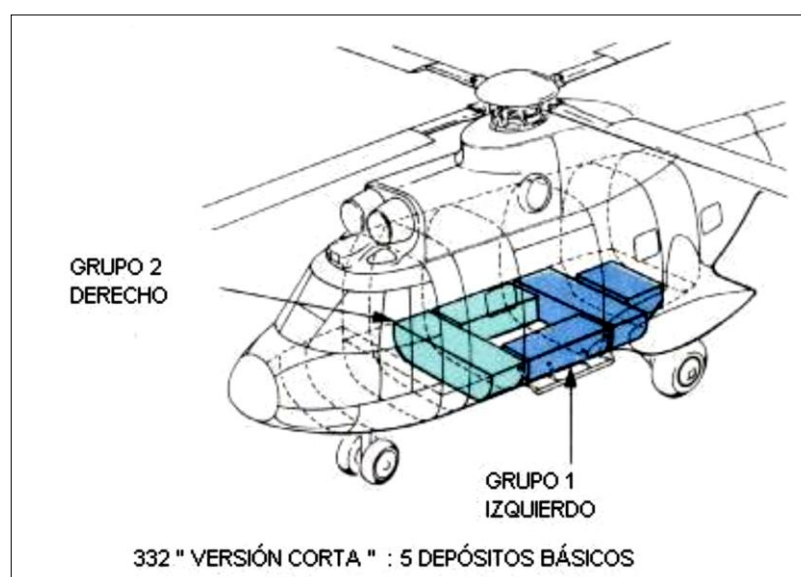


Figura 11 Tanques de Combustible
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.6.1 Capacidades de los Depósitos de Combustible (en libras)

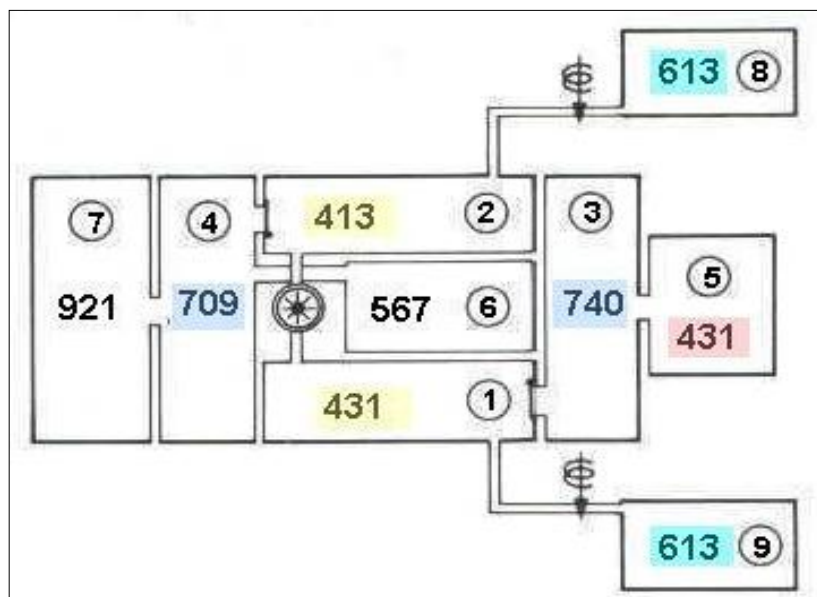


Figura 12 Capacidad de los Tanques de Combustible
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.6.2 Componentes de los Depósitos Básicos

2.3.6.2.1 Conocimientos Generales de los Depósitos

Los depósitos son de material flexible (soporte poliéster + mezcla de elastómero) están alojados en los compartimientos de la estructura inferior. Los compartimientos son completamente separados el uno del otro y con respecto a la cabina (piso de la cabina), drenados y ventilados, forrados con paneles de material estratificado que protegen el revestimiento de los depósitos contra las protuberancias estructurales. (EUROCOPTER, 1992)

“La fijación de los depósitos se efectúa por unos fiadores “MORCROS” y en la parte inferior por unas placas de fijación de los equipos” (EUROCOPTER, 1992).

Unas boquillas de elastómero, aseguran la intercomunicación de los depósitos, todas las tuberías, en el inferior de los depósitos, son flexibles (seguridad en caso de golpes). Tomando en cuenta que todos los depósitos pueden ser equipados de los sistemas opcionales como: vaciado rápido,

llenado a presión y también los tanques anticrash cuyo material flexible es más resistente. (EUROCOPTER, 1992)

- **PLACAS DE FIJACIÓN DE LOS EQUIPOS:**

Los equipos están fijados sobre unas placas. El revestimiento de los depósitos esta sostenido entre la placa y la estructura.

El depósito delantero de la versión alargada posee una placa que soporta el eyector y el aforador.

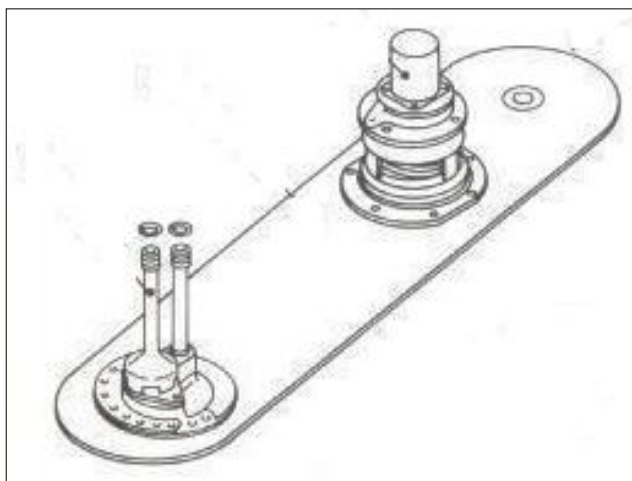


Figura 13 Placa de Fijación

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

- **BOMBA DE CEBADO Y EYECTOR**
 - Tipo: centrifuga (rotor de aletas)
 - A prueba de explosión con supresor de sonido
 - Caudal nomina: 1225 lb/h a a,6 bares de presión

La presión depende de los requerimientos del motor: este cae si se incrementa el consumo.

Con una sola bomba funcionando, el flujo inducido del eyector es superior al consumo del motor: el depósito alimentador permanece lleno.

El exceso de combustible se vierte en el depósito transversal por las intercomunicaciones superiores. La caída de presión entre la salida de la bomba y el motor es de $0,750 - 0,425 = 0,325$ bares con un filtro limpio.

- TRANSMISORES DE CANTIDAD
 - 1 transmisor por depósito
 - 1 válvula de purga por depósito (dos en el longitudinal)
 - 1 llave de vaciado en los longitudinales

“El principio de transmisión de cantidad consiste en dos tubos concéntricos, metalizados (A Y C) que forman las placas de un condensador, el dieléctrico (B) es el combustible en la parte sumergida y en el aire por arriba”

Entonces la constante dieléctrica del combustible es dos veces la del aire, por lo que se comprende que la capacidad del “condensador-aforador” depende del nivel. En efecto la metalización de los tubos A Y C es tal que la capacidad es proporcional al nivel.

El sistema esta alimentado con corriente continua. La señal del nivel (función de la capacidad) es amplificada y después se aplica al indicador. Además tenga en cuenta que los transmisores tienen un detector de alto nivel, los de los depósitos longitudinales están también acoplados con un sensor de bajo nivel. (EUROCOPTER, 1992)

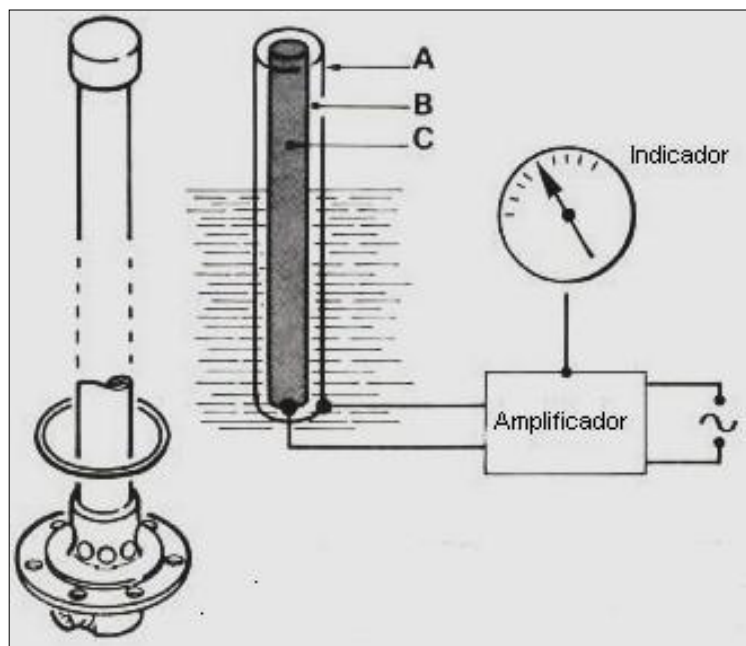


Figura 14 Transmisor de Cantidad
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

- BOMBA DE TRANSFERENCIA
 - Bomba de paletas
 - Motor de doble vía con supresor de ruido
 - Caudal mínimo: 613 libras/hr con 80 bares de presión de carga

NOTA: el caudal de combustible de la bomba de transferencia corresponde, en crucero, al consumo de un motor.

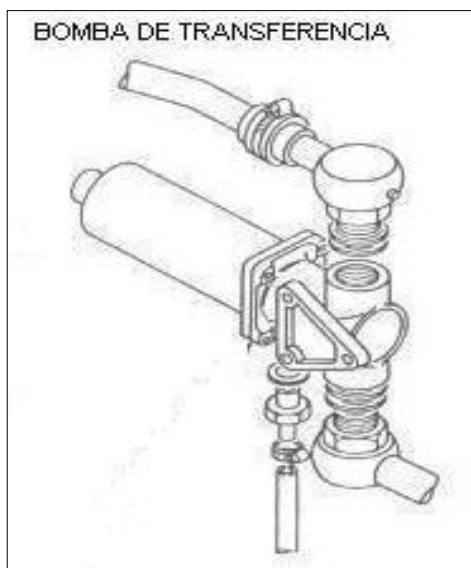


Figura 15 Bomba de Transferencia
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

- RESPIRADEROS

Cada depósito de combustible está acoplado con uno o más respiraderos (tuberías en los costados del fuselaje al aire libre)

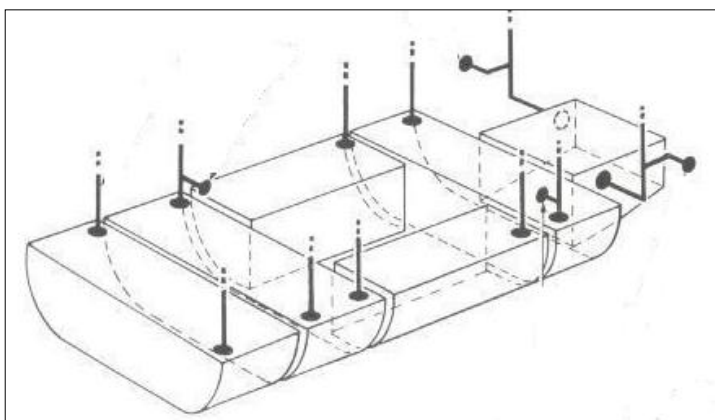


Figura 16 Respiraderos
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.7 Mandos de Vuelo

2.3.7.1 Generalidades

“Los mandos de vuelo modifican los ángulos de paso de las palas del rotor principal y del rotor de cola, permitiendo al piloto controlar el helicóptero en vuelo: modificando su altitud, velocidad y rumbo”

La palanca de paso colectivo (1) controla la sustentación (F_N) del rotor principal simultáneamente cambiando el paso de todas las palas. Recuerde que la F_N incluye dos componentes: un vector de sustentación vertical (S) y un vector de velocidad horizontal (V), la dirección y magnitud de las cuales es controlada por la palanca cíclica (2) el cual manda la inclinación del disco rotor por medio de variaciones cíclicas en el paso de las palas. El bloque de pedales (3) controla el empuje (T_Y) del rotor de cola y así la dirección del helicóptero. (EUROCOPTER, 1992)

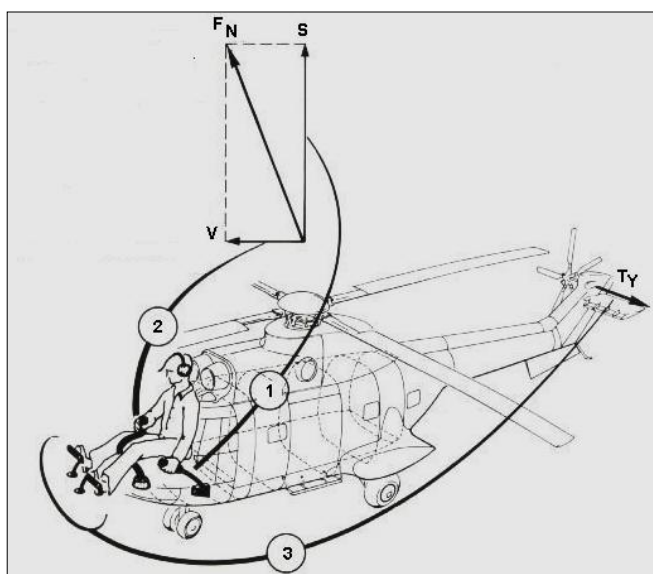


Figura 17 Mandos de Vuelo
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.7.2 Definiciones Básicas

- **PLANO DE AJUSTE**

Plano perpendicular al mástil del rotor. Cuando el plato cíclico se encuentra en el plano de ajuste, no hay variación de paso cíclico.

- **EJES DE BASCULACIÓN DEL PLATO CÍCLICO**

Los ejes virtuales $X X'$ y $Y Y'$ alrededor de los cuales bascula el plato cíclico cuando es aplicada una acción lateral o en longitudinal.

- Moviendo el bastón cíclico en el sentido longitudinal (hacia adelante y atrás) el plato cíclico bascula alrededor de los ejes $X X'$, que permanece en el plano de ajuste (acción pura en longitudinal)
- Moviendo el bastón cíclico en el sentido lateral (derecha e izquierda), el plato cíclico se inclina alrededor de los ejes $Y Y'$ que permanece en el plato de ajuste (acción pura lateral)

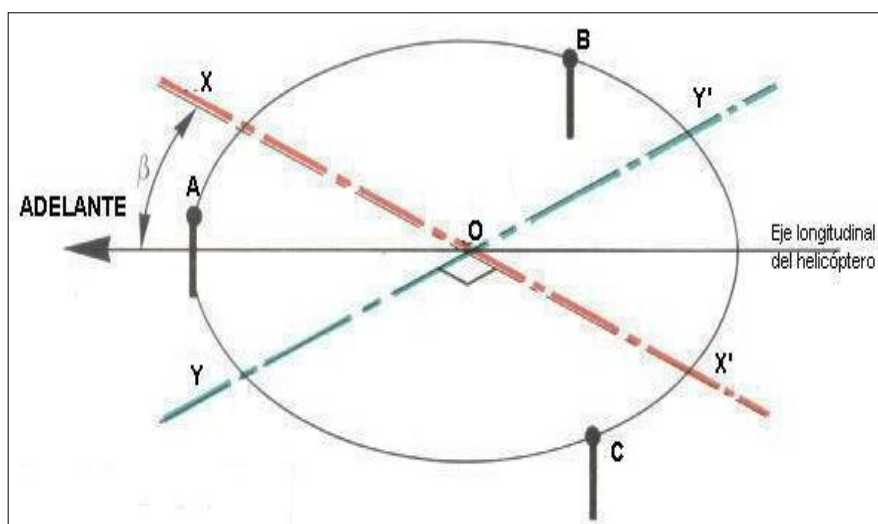


Figura 18 Ejes de Basculación “Mandos de Vuelo”

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.7.3 Funcionamiento del Paso Cíclico

“Desde las palancas cíclicas (8-13) dos cadenas de mando (longitudinal y lateral) actúan sobre el desfasador (16) a través del bloque hidráulico del piloto automático (15), que desde el punto de vista cinemático, puede ser considerado como un simple balancín desmultiplicador” (EUROCOPTER, 1992).

Los movimientos del plato cíclico (3) (variaciones de incidencia de las palas) son sensiblemente proporcionales a los desplazamientos de las palancas cíclicas. El desplazamiento del bastón cíclico en longitudinal (hacia

adelante y atrás) producirá una inclinación en el desfasador y el plato cíclico a lo largo del longitudinal XX' de los mismos. (EUROCOPTER, 1992)

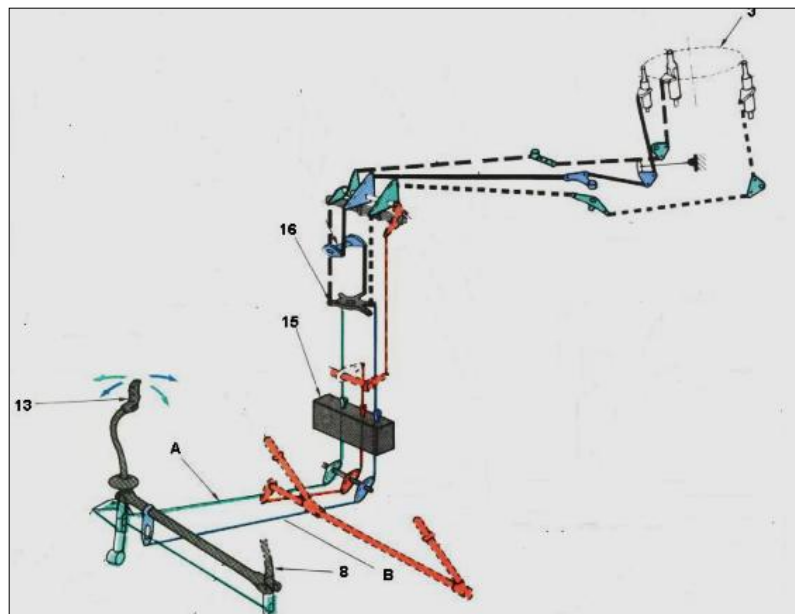


Figura 19 Descripción del Paso Cíclico
Función: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.7.4 Funcionamiento del Mando de Paso Colectivo

Desde la palanca de paso colectivo (8-11) un canal de mando (A) actúa a través del bloque hidráulico del P.A. (12) sobre la palanca (5) del árbol del combinador, el movimiento es transmitido por los balancines (14), que giran en la misma magnitud angular, accionando las tres cadenas de mando (B-C-D) del plato cíclico. (EUROCOPTER, 1992)

El plato cíclico se mueve hacia arriba o abajo paralelamente de su posición inicial: el ángulo de incidencia de las palas varía un mismo valor independiente de su posición azimutal.

- A – Cadena de paso colectivo
- B – Cadena de servomando izquierdo
- C – Cadena de servomando delantero
- D – Cadena de servomando derecho

Un transmisor eléctrico situado bajo el paso cíclico no giratorio y asociado a un indicador de paso colectivo, que está en el panel de instrumentos de la cabina. En el caso de una falla eléctrica en el sistema un indicador de paso mecánico provee una lectura directa del paso colectivo.

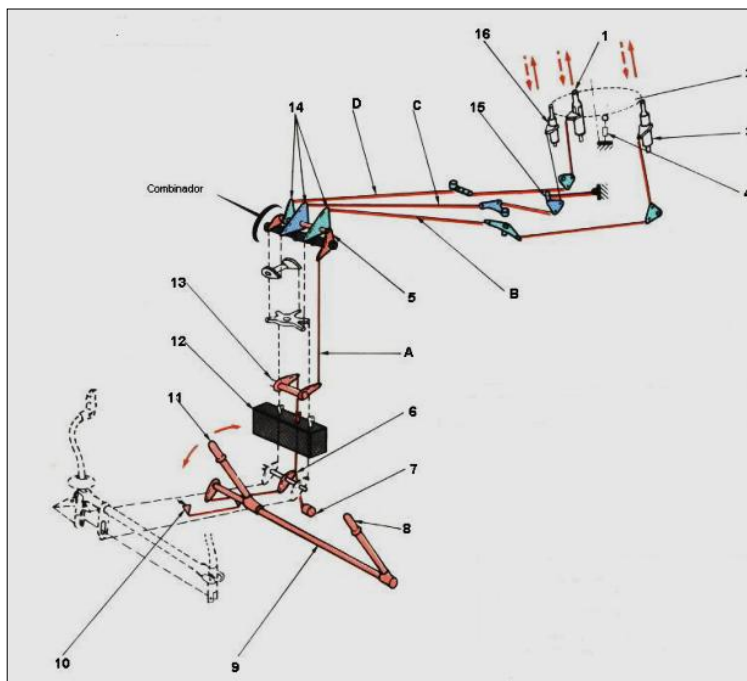


Figura 20 Descripción del Paso Colectivo
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.7.5 Funcionamiento del Mando del Rotor de Cola

El mando del rotor de cola, modifica el ángulo de incidencia de las palas del rotor de cola para asegurar dos funciones básicas:

- Una función automática “anti torque” que cancela el torque debido al rotor principal, el mismo que varía de acuerdo a la posición del paso colectivo.
- Una función de mando que da la dirección del helicóptero en el eje de guiñada (yaw)

Para una posición dada de los pedales, el balancín de acoplamiento (3) asegura una variación lineal de la incidencia de las palas del rotor de cola cuando varía el paso colectivo. Cuando el paso colectivo aumenta, la incidencia de las palas del rotor de cola aumenta y viceversa. (EUROCOPTER, 1992)

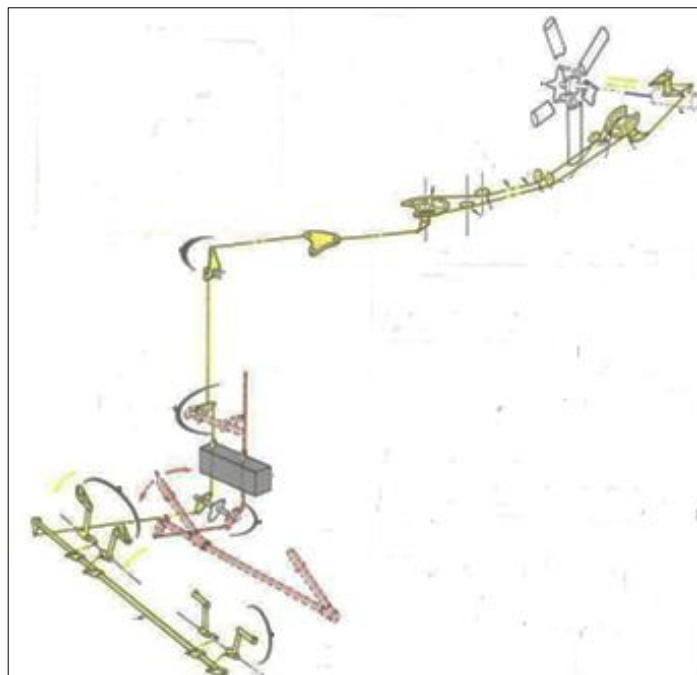


Figura 21 Descripción del control del yaw

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.8 Servomandos

2.3.8.1 Principio de Operación

Para accionar el plato cíclico, hacen falta esfuerzos del orden del millar de daN. Sobre la estrella (plato) de mando del rotor de cola, hacen falta varias centenas de daN. Por lo tanto es indispensable insertar, en las cadenas de mando unos servomandos que produzcan la energía de mando necesaria: SIN SERVOMANDOS EL HELICÓPTERO NO PUEDE SER CONTROLADO. Los servomandos están localizados al extremo de la cadena, justo delante del plato cíclico y la estrella de mando del rotor de cola. Esto permite tener unas cadenas de mando “ligeras” pues el esfuerzo de maniobra de los distribuidores hidráulicos de los servomandos es pequeño. (EUROCOPTER, 1992)

Tenga en cuenta que los servomandos son irreversibles: los esfuerzos no pasan en el sentido “plato de mando → hacia la cadena de mando”. Los servomandos son de doble cuerpo, un cuerpo esta alimentado por la generación hidráulica derecha, y el otro por la generación hidráulica izquierda.

Así en caso de una pérdida de una generación hidráulica, el helicóptero es controlable, pues un solo cuerpo basta para asegurar el control en todo el dominio del vuelo. (EUROCOPTER, 1992)

2.3.8.2 Partes de los Servomandos

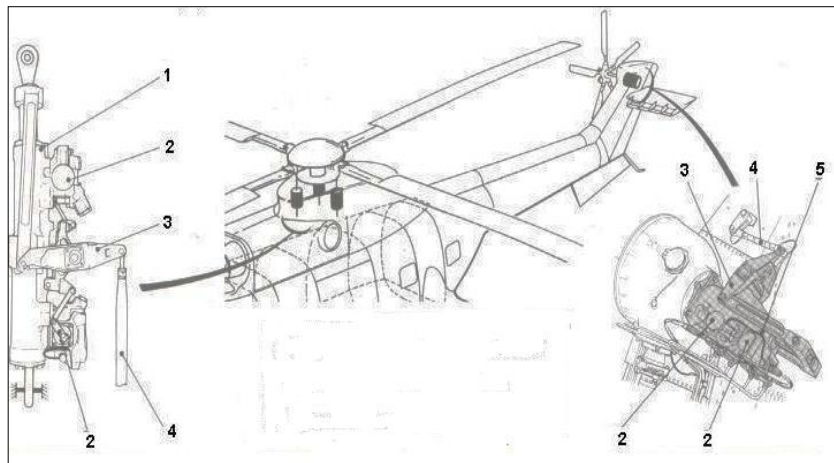


Figura 22 Servomandos (Principal, Rotor de Cola)
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

- 1- Servomando principal
- 2- Distribuidores relativos dobles (seguridad en caso de agarrotamiento)
- 3- Palanca de mando de los distribuidores
- 4- Bielas de mando
- 5- Servomando de cola

2.3.9 Motor Makila 1A

2.3.9.1 Generalidades y Observaciones

“Los motores (grupo turbomotor con turbina libre) están instalados, delante de la CTP, separados por una pared de fuego, con compartimientos ventilados y drenados” (EUROCOPTER, 1992).

- El motor izquierdo es el motor No. 1
- El motor derecho es el motor No. 2

Los dos motores son idénticos e intercambiables después de invertir algunos cables eléctricos y la tobera de escape. Las tuberías de combustible

y aceite, los mandos del motor, los circuitos eléctricos son a prueba de fuego o están protegidos contra el fuego. Todos los elementos corta fuego (plataforma de transmisión, pared de fuego, carenajes, etc.) son hechos de titanio o cubiertos con titanio. Bajo la zona caliente de los motores (turbina, tobera) una protección térmica complementaria (material aislante entre dos chapas de acero inoxidable) protegen la plataforma de transmisión de la radiación térmica elevada. (EUROCOPTER, 1992)

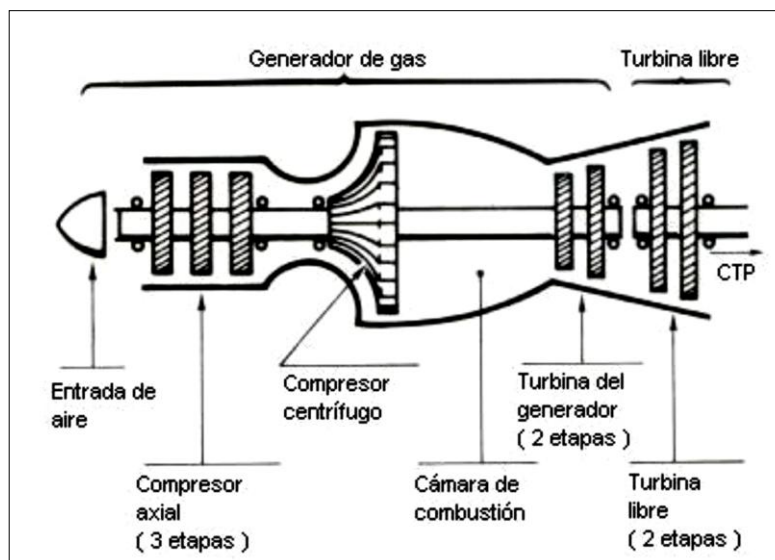


Figura 23 Motor Makila 1 A "Etapas"

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.9.2 Principales características

- Grupo turbomotor con turbina libre: los ejes del generador de gas y la turbina libre son completamente independientes
- Un sistema de regulación electrónica de gasto de combustible, mantiene la velocidad constante de la turbina libre (cualquiera que sea la potencia requerida para el vuelo) por acción sobre el régimen del generador de gas, por lo tanto sobre la potencia desarrollada por el motor. Se puede realizar regulación manual en caso de falla en el arranque automático
- Dispositivo de arranque automático con posibilidad de arranque manual en caso de fallo del "arranque automático".
- Circuito de lubricación autónomo.

- Diseño modular: se puede por substitución de un módulo, evitar la vuelta del motor a fabrica.
- Peso del motor:
Sin equipar o vacío: 176kg
Peso total: 243kg
- Potencia : 1310kw

2.3.10 Protección Contra el Fuego

La zonas vigiladas son los compartimientos del motor y el compartimiento de la CTP (Caja de Transmisión Principal), zonas donde el riesgo de incendio es bastante alto, pues en ellos se encuentran los agentes potenciales de incendio:

- Temperatura muy elevada.
- Presencia de tuberías de líquidos inflamables (aceite, combustible líquido hidráulico).

“Existe un circuito de detección de incendio por cada motor (circuito motor 1 y motor 2) y dos circuitos paralelos independientes para el compartimiento de la CTP (circuito CTP 1 y circuito CTP 2)” (EUROCOPTER, 1992).

El elemento sensible de la detección es un detector térmico bimetálico el cual abre sus contactos cuando la temperatura un umbral anormalmente elevado:

- 200° para el compartimiento de la CTP.
- 300° para la zona fría del motor.
- 400° para la zona caliente del motor.

“El circuito de alarma de “FUEGO2 es activado cuando los contactos de uno de los detectores se abren (señal visual y acústica)” (EUROCOPTER, 1992).

Los detectores de incendio, los cuales están colocados en puntos de las zonas vigiladas (racores de tuberías de combustible, salida de aire de ventilación) están conectados en serie (la apertura de un detector es

suficiente para operar el sistema de alarma de FUEGO) constituyendo una línea de detección. (EUROCOPTER, 1992)

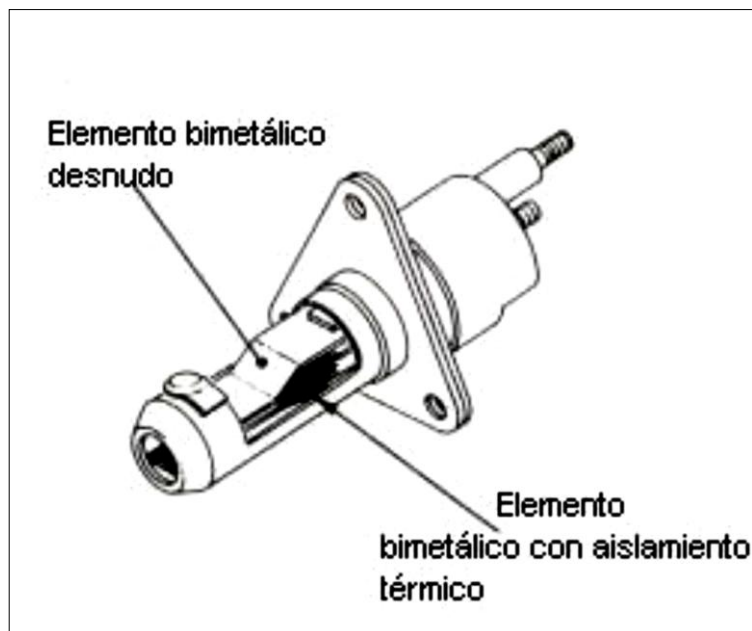


Figura 24 Detector de Incendio
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.11 Calefacción Ventilación

“Una mezcla de aire P2 descargado desde los motores (T1 – T2) a la salida del compresor y aire ambiente tomado desde el exterior por un ventilador (calefacción) o simplemente aire frío tomado desde el exterior por un ventilador (ventilación) es esparcido” (EUROCOPTER, 1992):

- Cabina de pilotos.
- Sobre el bloque hidráulico del piloto automático.
- Cabina de pasajeros.

El caudal de aire P2 destinado para la calefacción es regulado automáticamente por una válvula (válvula de regulación) y esta es controlada por:

- La llave de regulación.
- El termostato.
- La electroválvula 47H

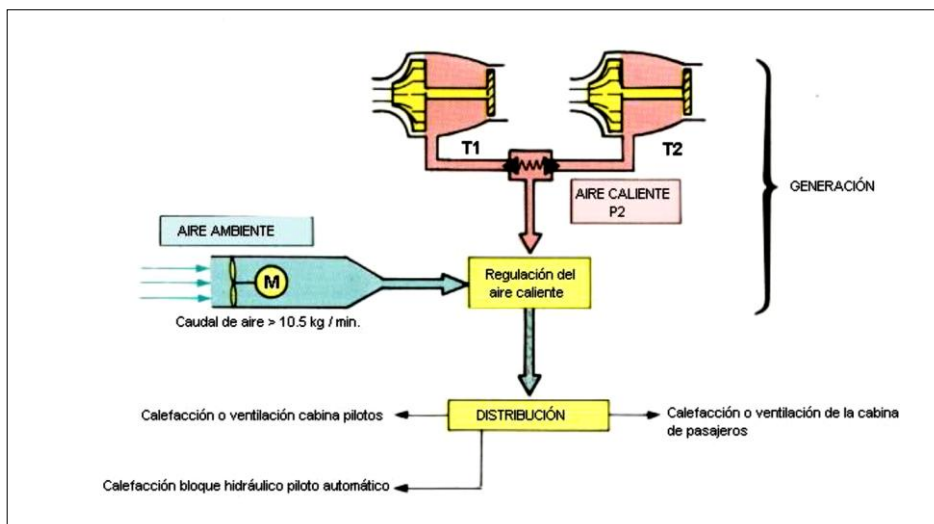


Figura 25 Sistema de Calefacción y Ventilación

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.12 Circuito Anemobarométrico

Los instrumentos del circuito anemobarométrico indican:

- La altitud del helicóptero: ALTÍMETRO
- Velocidad del helicóptero: ANEMÓMETRO
- Velocidad vertical del helicóptero: VARIOMETRO

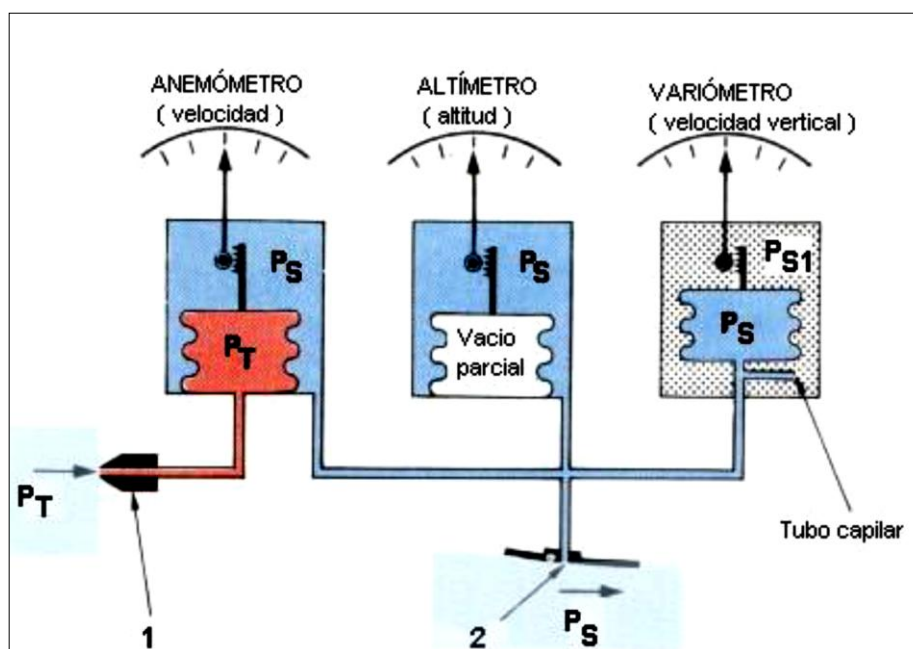


Figura 26 Sistema Anemobarométrico

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

1. Cabeza anemobarométrica
2. Puga estática

P_T. Presión total

P_s. Presión estática.

P_{s1}. Presión estática retardada por el tubo capilar.

2.3.13 Protección contra el hielo y lluvia

2.3.13.1 Los cristales térmicos

Los cristales del lado del piloto (33H2) y del copiloto (33H1) están equipados con una rejilla calentada eléctricamente y que previene la formación de hielo y la condensación de vapor. Cada panel térmico comprende dos cristales superpuestos (2 y 4) tratados para resistir un choque y pegados por una capa de material plástico transparente (3). Entre los dos vidrios se encuentran empotradas la rejilla calefactora (1) y dos sondas de temperatura (S1 Y S2). Solamente una sonda está en servicio. (EUROCOPTER, 1992)

La segunda sonda esta desconectada pero disponible para una rápida conexión en caso de falla del primer sensor.

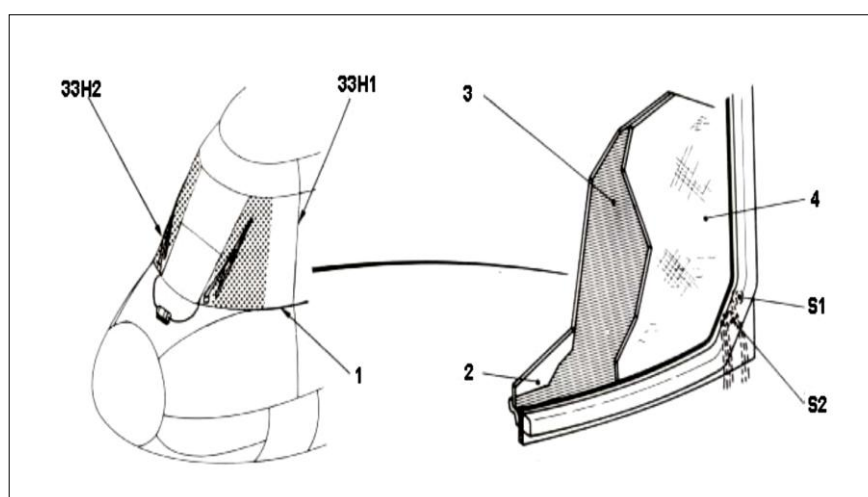


Figura 27 Cristales Térmicos

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

“Cada rejilla calefactora está conectada a una tarjeta electrónica de regulación y transferencia que controla el cierre y la apertura de los relés de acuerdo a la temperatura detectada por la sonda del parabrisas” (EUROCOPTER, 1992). En caso de falla del sensor, la rejilla es alimentada y regulada por la tarjeta electrónica de la otra rejilla (función de transferencia).

2.3.13.2 Los Limpiaparabrisas

Los limpiaparabrisas limpian los dos cristales delanteros para mejorar la visibilidad en la lluvia. Los brazos de los limpiaparabrisas (4), son accionados por un motor eléctrico (45M), a través de dos convertidores (5), que transforman el movimiento de rotación del motor en oscilaciones usando el sistema manivela. (EUROCOPTER, 1992)

- Velocidad de limpiado BAJA: 140 ciclos por minuto
ALTA: 175 ciclos por minuto

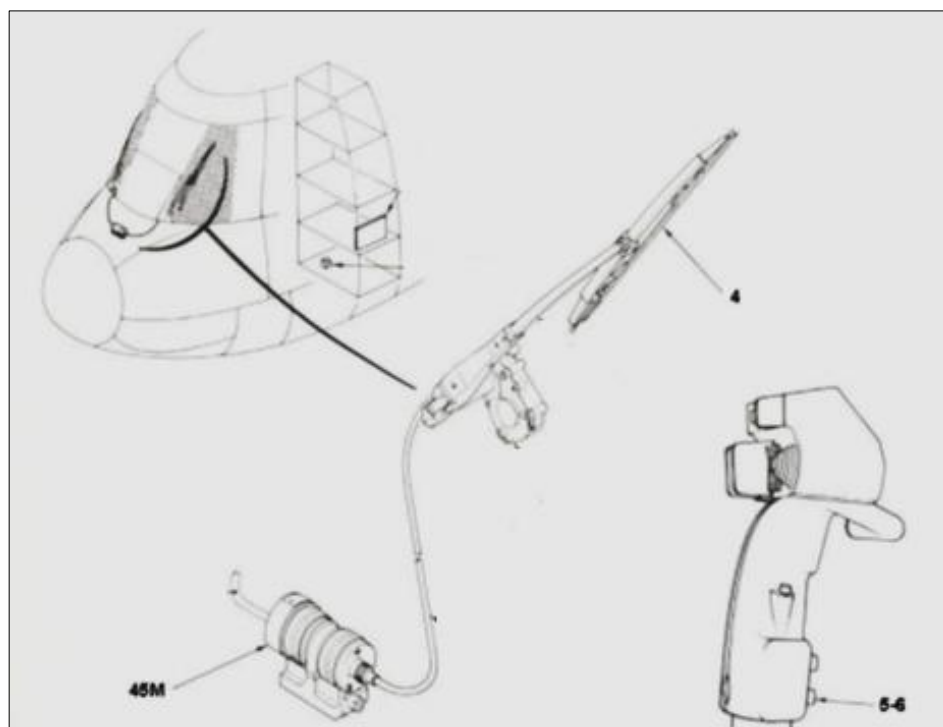


Figura 28 Limpia Parabrisas
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.14 Iluminación

Están iluminados todos los cuadrantes de los indicadores y todas las inscripciones de las cajas o paneles de mando y de control.

Los cuadrantes de los indicadores están iluminados por dos lámparas integradas en los instrumentos. Las caras delanteras de plexiglás de las cajas y de los paneles están iluminadas por dos series de lámparas incorporadas en el grosor de plexiglás, como el plexiglás está pintado de negro menos las inscripciones, las mismas que están iluminadas por transparencia. (EUROCOPTER, 1992)

“Cada lámpara de los indicadores y cada set de lámparas de las cajas esta alimentado por separado. El circuito de alimentación “normal” esta alimentado por la barra secundaria 2PP6 (el mismo que funciona si al menos está trabajando un alternador)” (EUROCOPTER, 1992).

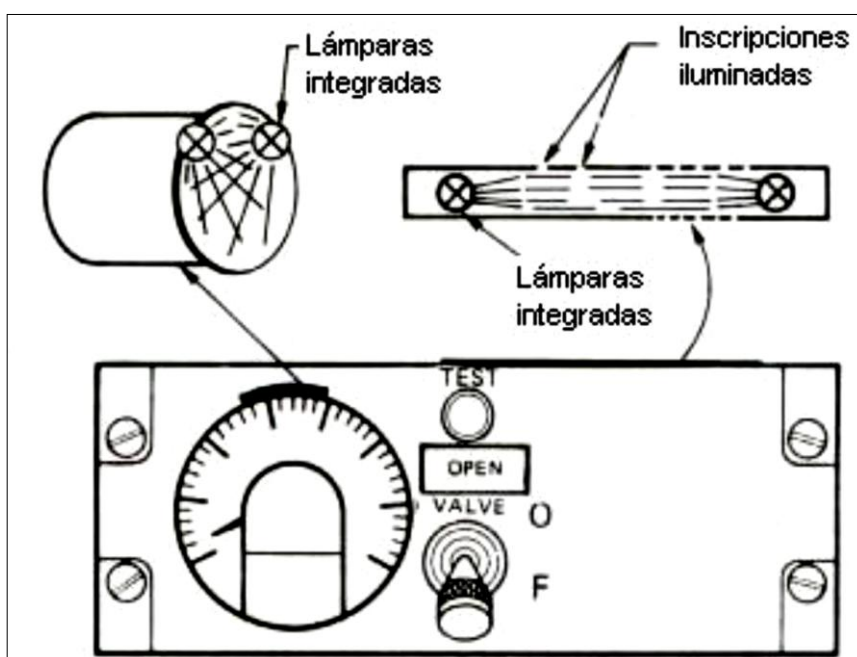


Figura 29 Principio de Iluminación
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.14.1 Las zonas iluminadas y sus mandos

“Hay cuatro zonas distintas de iluminación, cada una es controlada por un interruptor y un potenciómetro de ajuste de la intensidad de luz, las cajas de mando están situadas en el panel superior” (EUROCOPTER, 1992).

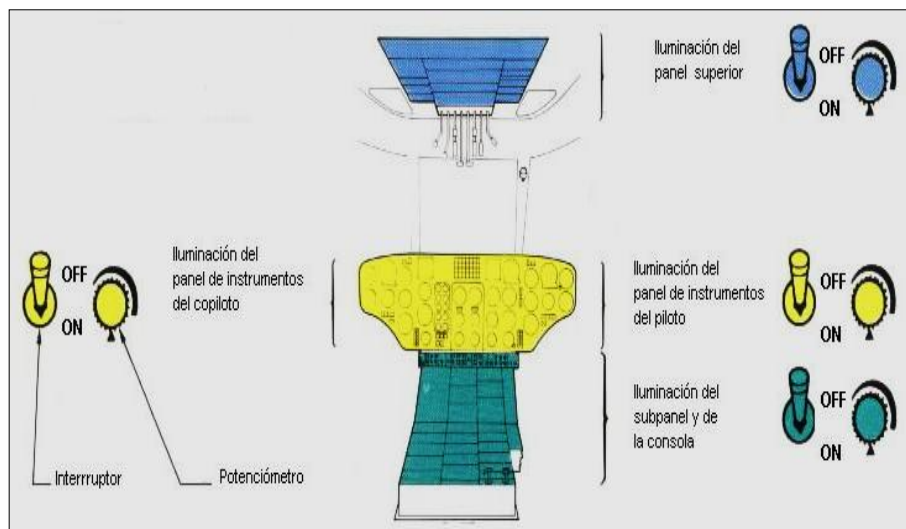


Figura 30 Zonas Iluminadas
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.3.15 Piloto Automático

El piloto automático es una ayuda de los mandos de vuelo que reemplaza al piloto para el control del helicóptero en sus tres ejes de vuelo (cabeceo, alabeo y guiñada), asegurando las siguientes funciones principales con valores de referencia seleccionados por el piloto. (EUROCOPTER, 1992)

- Conservación de la posición y del rumbo.
- Conservación de la altitud.
- Conservación de la velocidad.
- Ejecución de virajes coordinados (bola centrada).

El piloto automático sustituye un completo mando manual por el piloto todo el tiempo.

2.3.15.1 Principio de acción del piloto automático

El PA (piloto automático) manda ordenes eléctricas a los servomandos hidráulicos auxiliares insertados en las cadenas de mando de mando de vuelo. Los 4 servomandos auxiliares constituyen el bloque hidráulico del PA y esta alimentado por el circuito hidráulico izquierdo, por una central hidráulica que proporciona las presiones reducidas necesarias. (EUROCOPTER, 1992)

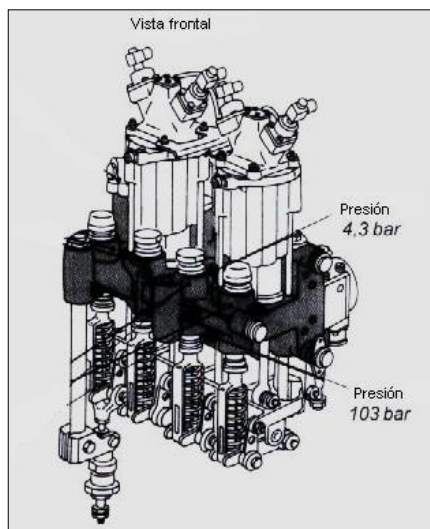


Figura 31 Piloto Automático
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.4 Sistema hidráulico del helicóptero Super Puma AS 332B

2.4.1 Sistema hidráulico derecho

Alimenta los cuerpos inferiores de los servomandos principales y el cuerpo derecho del servomando trasero, la bomba (2) esta accionada por la CTP, la electroválvula (3) permite, en caso de fuga en el “largo circuito” de el servomando trasero, aislar este con el fin de conservar el líquido para los servos principales. El cierre de la electroválvula se manda por el descenso de nivel en el depósito. (EUROCOPTER, 1992)

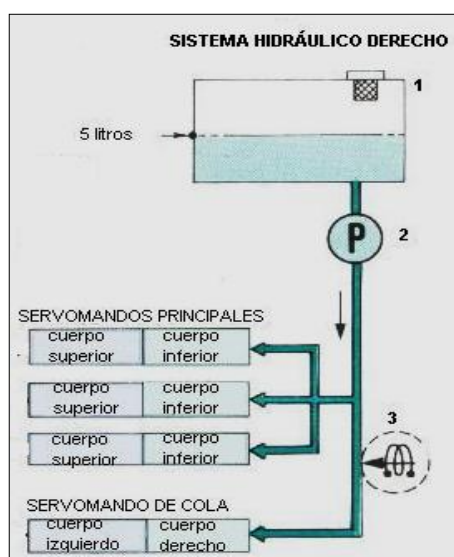


Figura 32 Sistema Hidráulico Derecho

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.4.2 Sistema hidráulico izquierdo

“Alimenta el segundo cuerpo de los servomandos y todos los demás conjuntos hidráulicos del helicóptero. La presión la proporcionan dos bombas: una bomba principal (5) accionada por la CTP (Caja de Transmisión Principal), y una electrobomba auxiliar (6)”. La bomba principal proporciona la energía “básica”, la electrobomba auxiliar de puesta en funcionamiento automático (en función de la necesidad de los circuitos).

- Sustituye a la bomba principal en caso d fallo de esta.
- Añade su caudal al de la bomba principal si la demanda es demasiado importante (caso de una maniobra del tren)
- Puede proporcionar (en ausencia del grupo hidráulico de tierra) la energía de asistencia “en tierra”, con el rotor parado (para ajustes de mandos de vuelo, el chequeo del desplazamiento de los mandos).

En caso de descenso de nivel en el deposito (4), la electroválvula (9) aísla automáticamente todos los circuitos por detrás de los servos principales. Se busca aislar el escape y conservar el líquido que queda para los servos principales. Al ser el tren de aterrizaje un gran consumidor, cuando se acciona un diafragma (11) limita el caudal hacia los elementos del tren, con el fin de mantener la alimentación normal de los servomandos”

La filosofía del sistema es evidente: Todo para conservar la alimentación de los servomandos cuya función es vital para la seguridad del vuelo.(sin los servomandos principales es imposible el pilotaje). El circuito hidráulico izquierdo está formado por dos circuitos en paralelo que alimenta el piloto automático, el freno de rotor y el tren de aterrizaje. Cuando el caudal de la bomba se hace insuficiente (por ejemplo durante el accionamiento del tren), o en caso de fallo de la bomba principal, la bomba principal aspira desde un nivel de 2 litros del depósito, mientras que la electrobomba aspira desde el fondo del depósito, en caso de fuga en el circuito principal se asegura de esta forma 2 litros de fluido hidráulico. (EUROCOPTER, 1992)

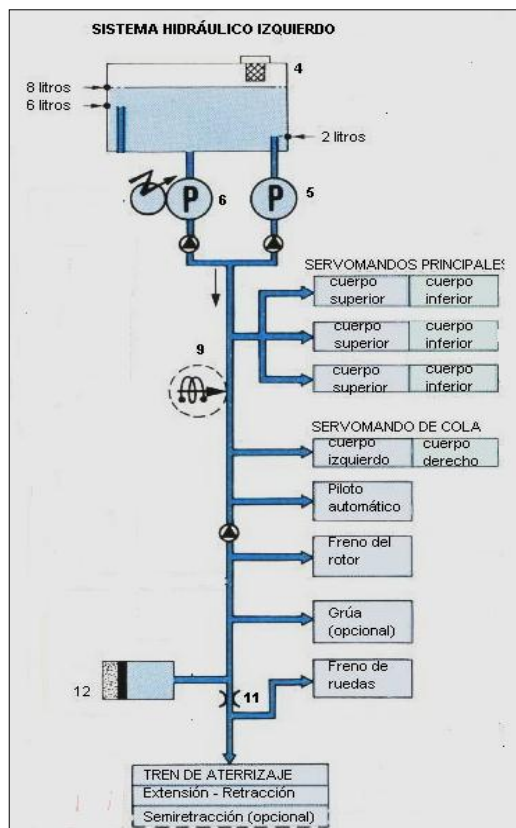


Figura 33 Sistema Hidráulico Izquierdo

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.4.3 Generación de emergencia y auxiliar

Comprende una bomba manual (8) que permite sacar el tren en caso de pérdida de la generación izquierda. Un reservorio de emergencia (7), alimentado por el depósito principal al nivel de 6 litros hace independiente el circuito de emergencia, la bomba manual sirve igualmente, después de abrir la llave (10) de mando manual, para mantener la presión en un acumulador auxiliar (12), con el fin de conservar, aparcamiento, las funciones de “freno del rotor” y “freno de ruedas”. El sistema de auxiliar o de emergencia permite extender el tren de aterrizaje hasta la posición semiretraído o berraque. (EUROCOPTER, 1992)

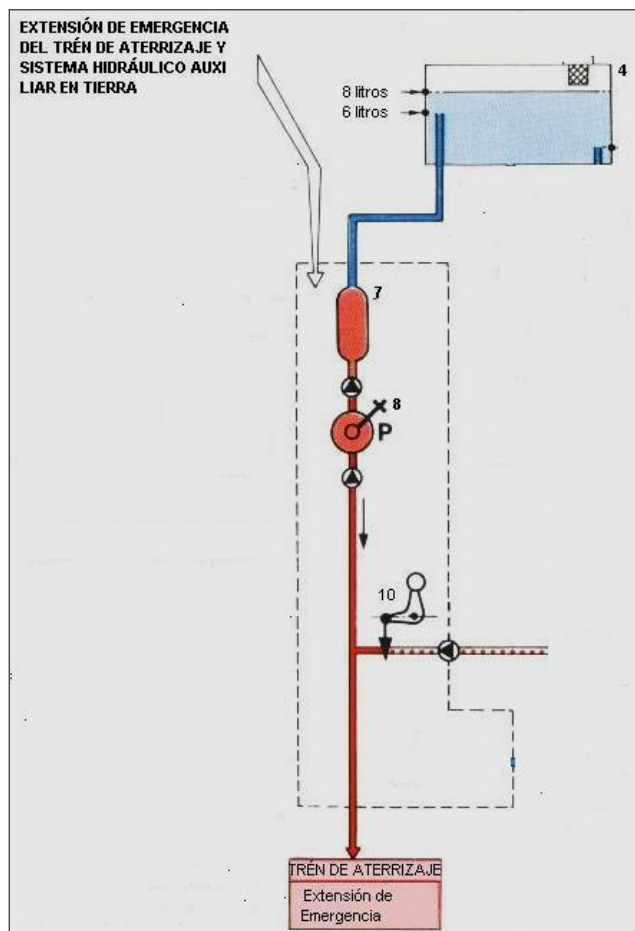


Figura 34 Sistema Hidráulico Auxiliar
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.5 Tipos de tren de aterrizaje en helicópteros

Los helicópteros por su operabilidad y lugares donde realiza sus vuelos (decolajes y aterrizajes) pueden tener dos tipos de tren de aterrizaje:

- Trenes fijos
- Trenes retractiles

2.5.1 Trenes fijos

Los trenes fijos son los que, durante el vuelo se encuentran permanentemente expuestos a la corriente de aire. Se usan solamente en helicópteros donde el aumento de peso por agregado de un sistema de retracción influiría desfavorablemente sobre el peso total y la ganancia de velocidad no mejoraría mucho las performances. (EcuRed, 1998)

Los helicópteros poseen dos tipos de trenes fijos:

- Tren fijo de ruedas.



Figura 35 Helicóptero MI 171

Fuente: (AVIA.PRO, 2015)

- Tren fijo tipo patín



Figura 36 Helicóptero Gazelle SA 342

Fuente: (SOLDADOS DEL MUNDO, 2010)

2.5.1 Trenes retráctiles

Los helicópteros poseen un tipo de tren retráctil oleo neumático constituido por dos montantes principales y un montante de nariz o de cola. El montante de nariz posee un dispositivo de dirección. Este tipo de tren proporciona un mejor aterrizaje. (EcuRed, 1998)



Figura 37 Helicóptero MK 1
Fuente: (AVIA.PRO, 2015)

2.6 Tren de aterrizaje del Helicóptero Super Puma AS 332B

2.6.1 Descripción del tren de aterrizaje

El helicóptero está equipado con un tren de aterrizaje tipo triciclo (una unidad del tren de nariz y dos unidades del tren principal) el mismo que puede ser retractado en vuelo.



Figura 38 Tren de Aterrizaje del Helicóptero Super Puma AS 332B
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.6.1.1 Características del tren de aterrizaje

1.- La energía de impacto es absorbida sin rotura, hasta:

- 3,66 m/s en el tren delantero.
- 5 m/s en el tren principal.

2.- Los frenos paran el helicóptero para velocidades horizontales de hasta 19 m/s con una desaceleración superior a 1,83 m/s. en estático, los frenos inmovilizan sobre una pendiente de 10°.

3.- Duración de maniobras:

- Subida del tren de aterrizaje: 10 segundos
- Bajada del tren de aterrizaje: 9 segundos

4.- Valores de presión de inflado:

- Neumáticos:
 - Tren de nariz.....7 bares
 - Tren principal.....7,2 bares
- Amortiguadores:
 - Tren de nariz (extendido).....19 bares
 - Tren principal:
 - Cámara baja de presión.....14 bares
 - Cámara alta de presión.....210 bares

- Tren delantero

- Pata elástica con amortiguador oleo neumático
- Dos ruedas independientes con neumáticos sin cámara.
- Actuador hidráulico de retracción.
- Sistema de centrado en el eje y mando de bloqueo en posición central.
- Dispositivo anti- oscilación, anti- vibración.

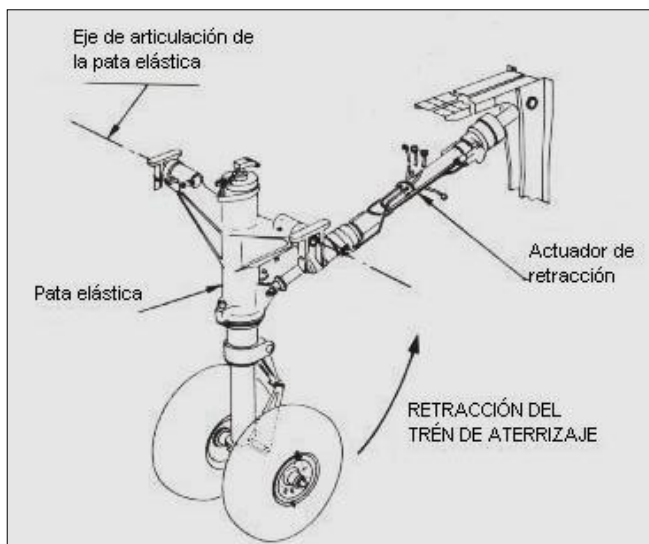


Figura 39 Descripción del Tren Delantero
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

- Tren principal
 - Pata oscilante (montaje en balancín)
 - Tornapunta que comprende un actuador oleo neumático y un actuador hidráulico de retracción.
 - Freno mono disco con mando hidráulico.
 - Neumático sin cámara.

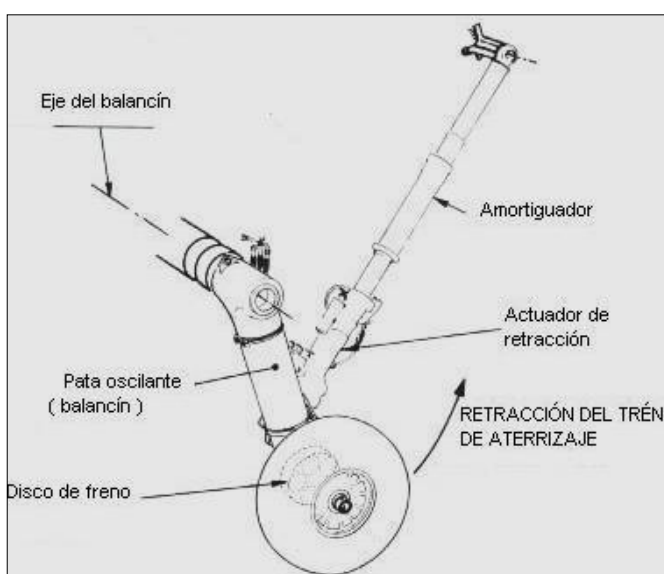


Figura 40 Descripción del Tren Principal
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

2.6.2 Tren de aterrizaje principal del helicóptero Super Puma AS 332B

2.6.2.1 Componentes del tren principal

“Las ruedas están acopladas en un balancín (5) el cual está unido a una tornapunta elástica (1), oscila alrededor del eje de mangueta (6)” (EUROCOPTER, 1992). El tornapunta desempeña a la vez del papel del amortiguador y del actuador de retracción.

Desempeña el papel de amortiguador durante el contacto y rodaje.

Se desempeña como actuador durante la subida y bajada del tren. La retracción se obtiene por el acortamiento del tornapunta: el actuador (18) entra en el cuerpo del amortiguador (15) y el amortiguador se comprime (el vástago (14) penetra en el interior del amortiguador). (EUROCOPTER, 1992)

“Dos detectores (16-17) señalan las posiciones de subida y bajada del actuador. Una caja de detección (7), fijada sobre la mangueta estructural, indica todas las posiciones características del tren en vuelo” (EUROCOPTER, 1992).

Recorrido del amortiguador (14): 319,5 mm

Recorrido del actuador (18): 175 mm

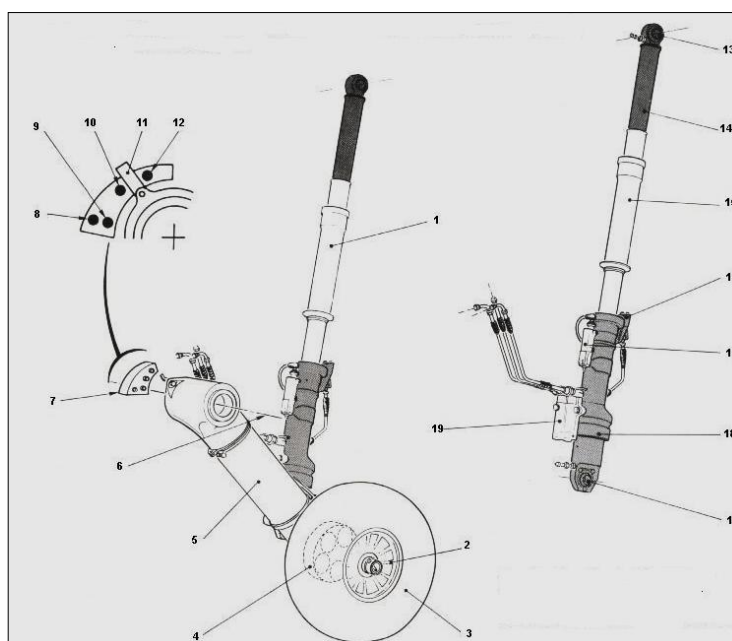


Figura 41 Componentes del Tren Principal
Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

- 1.- Tornapunta (conjunto amortiguador-actuador)
- 2.- Rueda
- 3.- Neumático
- 4.- Bloque de freno mono disco
- 5.- Balancín
- 6.- Eje de la mangueta estructural
- 7.- Caja de los detectores de posición
- 8.- Micro interruptor “tren delantero” L/GR
- 9.- Detector de proximidad “actuador dentro- amortiguador comprimido” ARSAC
- 10.- Detector de proximidad “actuador dentro-amortiguador extendido” ARSAE
- 11.- Índice detector de posición (gira junto al balancín)
- 12.- detector de proximidad “actuador extendido-amortiguador extendido” AESAE
- 13.- Terminal de fijación de rotula
- 14.- vástago del amortiguador de baja presión
- 15.- cuerpo del amortiguador
- 16.- Detector “actuador dentro” AR
- 17.- Detector “actuador extendido” AE
- 18.- Cuerpo del actuador y amortiguador de alta presión (anti-crash)
- 19.- Bloque de distribución hidráulica.

2.6.2.2 Conjunto Amortiguador-actuador

2.6.2.2.1 Función del amortiguador

La energía de impacto es absorbida por la compresión de un gas (nitrógeno) que se comporta como un muelle, y el fluido hidráulico de la misma manera ayuda a soportar el esfuerzo producido por el helicóptero al momento de encontrarse en tierra. (EUROCOPTER, 1992)

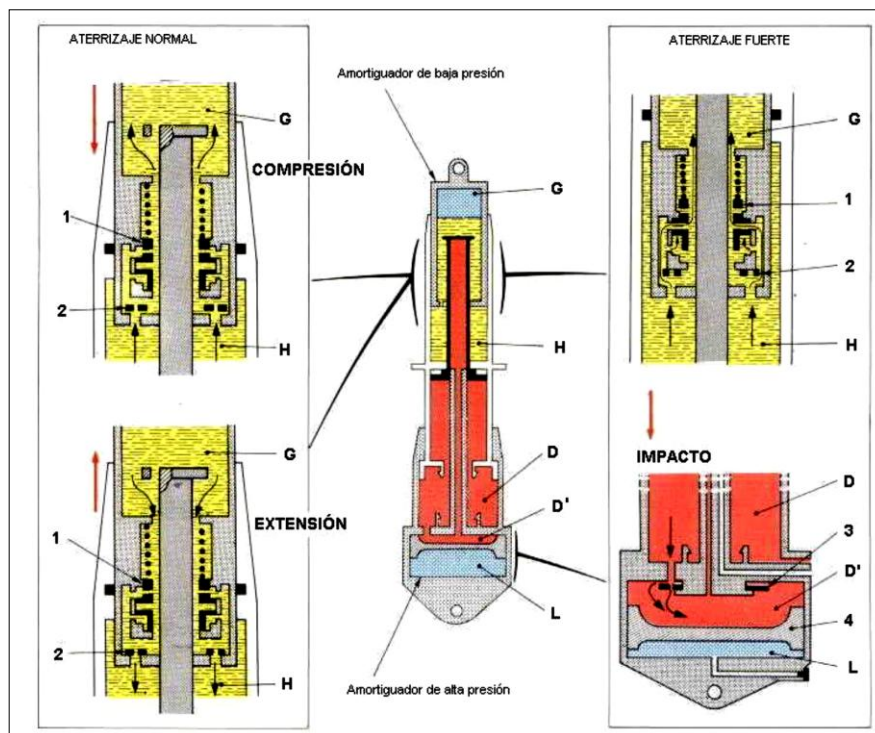


Figura 42 Amortiguador del Tren Principal

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

El amortiguador de baja presión (cámara G y H) funciona durante los aterrizajes efectuados en condiciones normales y durante el rodaje.

En caso de un aterrizaje fuerte, el amortiguador de alta presión (cámara D' y L) entran en operación.

- **Velocidad de contacto pequeñas**

Compresión: la energía de impacto es absorbida por el amortiguador de baja presión. El líquido es descargado de la cámara H a la cámara G. la válvula reductora (2) es levantada de su asiento. La válvula corrediza (1) frena el flujo por lo tanto la velocidad de hundimiento del vástago del amortiguador. La presión crece en la cámara o hasta equilibrar la fuerza de impacto.

Extensión: el líquido empujado por la presión del nitrógeno pasa de G a H. la válvula reductora (2), pegada sobre su asiento, frena la expansión.

- **Velocidades de contacto altas (aterrizajes fuertes)**

La energía de impacto es absorbida por los amortiguadores de baja y de alta presión. Por el golpe de impacto, el líquido pasa de la cámara D a D'; el pistón separador (4) es empujado y la presión del nitrógeno crece en la cámara L.

Al mismo tiempo, la válvula corrediza (1) del amortiguador de baja presión es empujada, aumentando el flujo de líquido desplazando de la cámara H a la G. Esto evita contrapresiones demasiado elevadas en la cámara H. Después del contacto, el pistón (4) recupera su posición inicial, el líquido vuelve a pasar a la cámara D, frenado por la válvula reductora (3) que esta entonces pegada sobre su asiento.

Tenga en cuenta que el amortiguador absorbe la energía de impacto hasta 5m/segundo, por encima de los 5m/s la energía es absorbida por la deformación de la estructura inferior. Por encima de los 8m/s, hay peligro de rotura de la aeronave. (EUROCOPTER, 1992)

2.6.2.2.2 Componentes del amortiguador

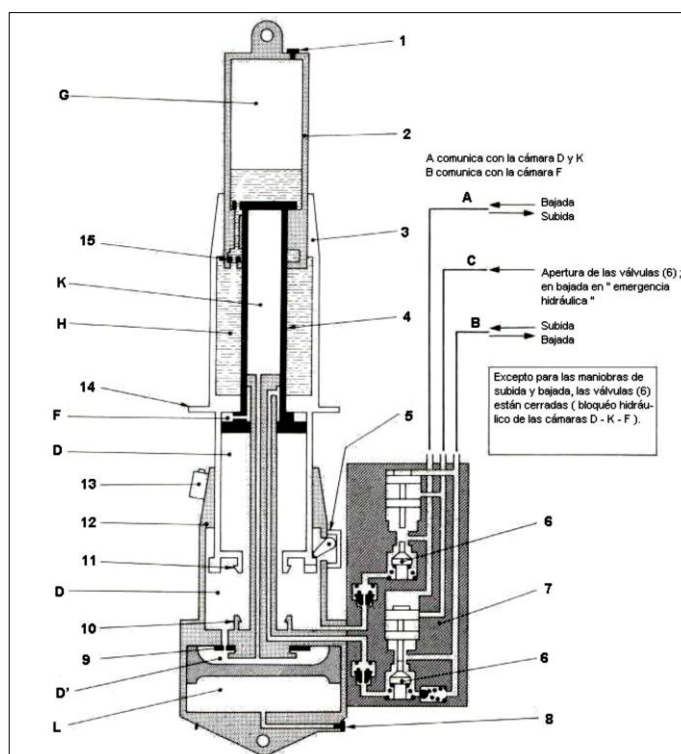


Figura 43 Componentes del Amortiguador

Fuente: (EUROCOPTER, 1992)

- 1.- Válvula de carga del amortiguador de baja presión
- 2.- Vástago del amortiguador (asegurado a la estructura)
- 3.- Cuerpo del amortiguador
- 4.- Embolo
- 5.- Basculador de señalización actuador extendido AE
- 6.- Válvulas de distribución del líquido hidráulico
- 7.- Bloque hidráulico
- 8.- Válvula de carga del amortiguador de alta presión
- 9.- Válvula reductora
- 10.- Garras flexibles de bloqueo
- 11.- Anillo de bloqueo
- 12.- Actuador de retracción
- 13.- Detector del actuador retractado AR
- 14.- Tope del detector de proximidad (13)
- 15.- Válvula reductora
- D.- Cámara de expansión
- D'.- Cámara de líquido del amortiguador de alta presión
- F.- Cámara de retracción
- G.- Cámara de nitrógeno/ líquido del amortiguador de baja presión
- H.- Cámara de líquido del amortiguador de baja presión
- K.- Cámara de extensión
- L.- Cámara de nitrógeno del amortiguador de alta presión

2.7 Elevadores hidráulicos

“El funcionamiento del gato hidráulico responde al principio de pascal, que establece que la presión en un contenedor cerrado es siempre la misma en todos sus puntos” (Quiminet, 2011).

Se le da el nombre de gato “hidráulico” por la utilización de un líquido, generalmente un aceite, para ejercer presión sobre un cilindro que empujara a otro de diferente tamaño para lograr la elevación del brazo, cuando el fluido, que en este caso es un aceite, es impulsado hacia un cilindro por acción de una bomba, se somete a una fuerza como la presión. (Quiminet, 2011)

Para ejercer la presión se “inyecta” aire al aceite para desplazarlo y el cilindro de menor tamaño empujara ala de mayor tamaño. Así, la presión ejercida sobre el primero será igual en el segundo, con la diferencia de que el mayor tamaño de este lograra un incremento de la fuerza para que el brazo lleve a cabo la elevación. (Quiminet, 2011)

“Los gatos hidráulicos cuentan con un seguro que impedirá la entrada del aire si no está utilizando el gato o que la facilitaran para invertir el proceso y hacer que descienda el brazo” (Quiminet, 2011).

2.7.1 Partes del elevador hidráulico

En general los gatos hidráulicos constan de las siguientes partes:

- Deposito.- es el lugar donde se contiene el aceite o fluido
- Bomba.- crea la presión para mover el aceite.
- Válvula de retención.- permite que el líquido llegue al cilindro principal.
- Cilindro principal: recibe la presión del fluido y empuja al cilindro secundario.
- Cilindro secundario: acciona el brazo de elevación.
- Brazo de elevación: como su nombre lo indica, eleva el cuerpo que se coloca encima.
- Válvula de liberación: libera el aire para liberar la presión y revertir el proceso de elevación.

2.7.2 Tipos de elevadores hidráulicos

Se tiene dos tipos de gatos hidráulicos: los de botella y los de piso (tipo caimán)

2.7.2.1 Gato hidráulico de botella

Se diseña en posición vertical y hace contacto directo entre la plataforma y el material que se va a levantar.



**Figura 44 Gato Hidráulico
"Tipo Botella"**

Fuente: (Quiminet, 2011)

2.7.2.2 Gato hidráulico de piso (TIPO CAIMÁN)

Este tipo de gato hidráulico se diseña en posición horizontal. Su brazo largo permite hacer las elevaciones y aumentar la extensión de la elevación. (Quiminet, 2011)



Figura 45 Gato Hidráulico de Piso
Fuente: (Quiminet, 2011)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

En el presente capítulo se detallan los procedimientos que se realizan para la inspección y servicio del amortiguador del tren principal del helicóptero Super Puma AS 332B acorde al manual de la aeronave, además tomando las respectivas normas de seguridad para evitar daños y aplicando el conocimiento adquirido en la Unidad de Gestión de Tecnologías con la tutoría del Tlgo Paul Arcos encargado del presente proyecto para su correcto desenvolvimiento.

Este proyecto de graduación es con la finalidad de proporcionar la herramienta adecuada para realizar la inspección del amortiguador, y ayudar al personal de técnicos pertenecientes a la Brigada de aviación del Ejército a optimizar recursos humanos y materiales.

3.2 Implementación de la herramienta especial tipo gato hidráulico de 3 toneladas y su pistón. “ANEXO G”

Se elaboró el acople tipo pistón, siendo su material de acero, con sus cálculos respectivos de resistencia y gracias a la asesoría del Tecnólogo Aeronáutico Franklin Guerra que colaboro en el desarrollo de este proyecto.



Figura 46 Elaboración del Acople del Gato Hidráulico

El pistón se lo soldó a la base del gato hidráulico de 3 toneladas con el fin de alargar su brazo de elevación y conseguir el objetivo de este proyecto de graduación, el cual es comprimir el amortiguador del tren de aterrizaje principal para su inspección y serviceo de líquido hidráulico, reduciendo así los esfuerzos empleados en antiguas inspecciones por el personal de técnicos. Una vez supervisado y aprobado por el jefe de mantenimiento de la sección SUPER PUMA, se puede observar que la herramienta implementada funciona correctamente. "ANEXO H"



Figura 47 Implementación del Gato Hidráulico

3.3 Medidas de seguridad

- Utilizar EPP (equipo de protección personal)
- Señalética de precaución e identificación
- Uso de la herramientas especial adecuada

3.3.1 Medidas de seguridad para el uso del gato hidráulico de 3 toneladas

- No exceda la capacidad de soporte.
- Use solamente en superficies especificadas en la aeronave por el manual de mantenimiento.
- Solamente deberán usarse accesorios y/o adaptadores abastecidos por el fabricante.
- **Antes de usar**

Durante él envío o el manejo, es posible que se atrape aire en el sistema hidráulico del gato, causando el funcionamiento defectuoso del mismo.

Para liberar el aire del sistema hidráulico:

- 1.- Gire el maneral de la válvula de liberación en sentido contrario no más de dos giros completos.
- 2.- Extraiga el tapón de llenado de aceite.
- 3.- bombee rápidamente el maneral del gato con varios movimientos completos.
- 4.- Repita los pasos de arriba en la manera que sea necesario. Recuerde volver a instalar el tapón de aceite.

3.4 Herramientas y equipos utilizados para la aplicación de la carta de trabajo 32-10-00-201

- 1.- Equipo de protección personal (EPP)
- 2.- Maleta con equipo hidráulico
- 3.- Gatos hidráulicos
- 4.- Botella de Nitrógeno
- 5.- Escaleras de mantenimiento
- 6.- llaves 16mm
- 7.- llaves 17mm

3.5 Manuales de referencia a consultar antes de aplicar la carta de trabajo 32-10-00-201

3.5.1 Manual de mantenimiento (MET CAP 32-00-00-301) “ANEXO A”

3.5.1.1 Consignas generales de la sección “tren de aterrizaje”

- **Desmontaje-montaje de una pata del tren o de la parte deslizante**
 - Descargar imperativamente el amortiguador, antes del desmontaje.
 - Jamás descargar un amortiguador inmediatamente después del aterrizaje o de un rodaje. (líquido en emulsión en las cámaras de gas – destrucción del nivel del líquido).

- Esperar al menos 2 horas antes de realizar la operación de descarga.
- Si es necesario verificar el par de apriete de las bridas con tornillo sin fin.

- **Descarga – carga de un amortiguador**

Proceder imperativamente, en el orden siguiente:

Descarga:

- cámara BP (baja presión)
- cámara AP (alta presión)

Carga:

- cámara AP (alta presión)
- cámara BP (baja presión)

NOTA: Para la carga de los amortiguadores, utilizar exclusivamente nitrógeno seco

3.5.2 Manual de mantenimiento (MET CAP 32-30-00-501) “ANEXO B”

3.5.2.1 Pruebas del tren de aterrizaje

- **Preparación del trabajo**

Delimitar la zona de seguridad alrededor del helicóptero, asegurarse de que nadie esté en la zona durante la prueba con excepción del personal encargado de la prueba.

- Tener en cuenta las consignas generales (32-00-00-301)
- Poner la aeronave sobre gatos de elevación
- Conectar el grupo eléctrico y energizar la red de abordo.
- Conectar el grupo hidráulico en las tomas exteriores del fuselaje (generación izquierda).
- Alimentar la generación izquierda a 175 bares.

- **Pruebas del tren “normal” (detalle 1)**

Conmutador de mando del tren (13) en posición abajo (imperdible de seguridad (8) puesto), el interruptor de bajada en emergencia (9) bloqueado bajo su tapa protectora (10), el interruptor de semirretracción (12) en normal.

Comprobar que las luces verdes (4), (6), (7) están encendidas y que la luz amarilla de accionamiento (5), las dos luces de emergencia “EMERG” o “KN-DWN” (3) y la del pulsador “REARM” (11) estén apagadas.

3.6 Aplicación de la carta de trabajo 32-10-00-201 “ANEXO C”

3.6.1 Tren de aterrizaje principal

Actuador amortiguador: llenado – carga – verificación

1. Medios necesarios

Ver igualmente “medios necesarios” en la documentación citada en 1.4

1.1 Utillajes especiales

- Maleta de accesorios hidráulicos/ICO 91.50.00.02.020



Figura 48 Maleta Hidráulica

- Gato hidráulico de 3 toneladas/comercial

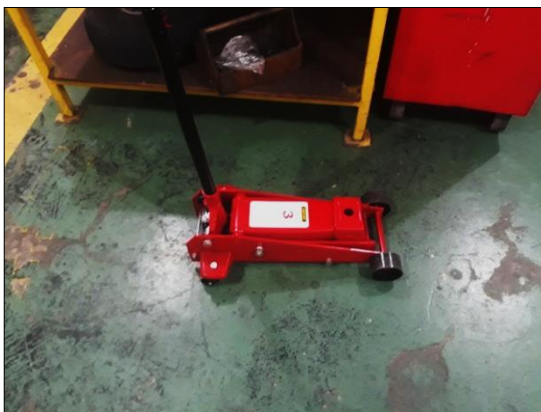


Figura 49 Gato Hidráulico de 3 Toneladas

- Adaptador del gato/comercial



Figura 50 Adaptador del Gato Hidráulico

- Rotula de elevación/lote de abord



Figura 51 Rotula de Elevación

1.2 Ingredientes

- Líquido hidráulico/Roico 782



**Figura 52 Hidráulico
Roico 782**

- Nitrógeno seco/botella cargada

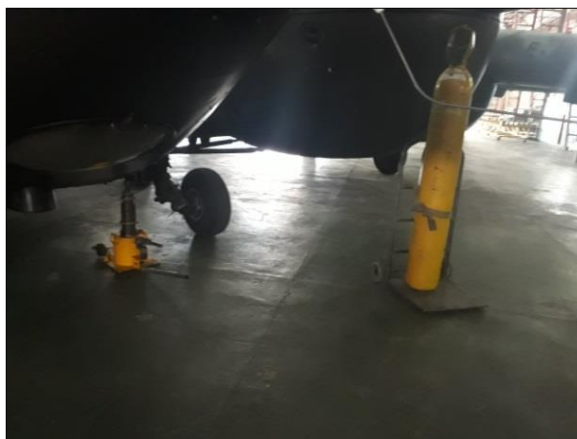


Figura 53 Botella de Nitrógeno

1.3 Repuestos sistemáticos

Ninguno

1.4 Documentos a consultar

- Manual de mantenimiento (MET):
FT 07.10.00.201- 32.00.00.301- 32.30.00.501
- Programa recomendado de mantenimiento (PRE)

2 Instrucciones previas

ATENCIÓN:

No desinflar nunca un amortiguador inmediatamente después de aterrizar o rodar.

- Los amortiguadores se entregan con la cámara llena con fluido hidráulico CM 151.
- Practicar esta operación solo ante pérdida accidental de fluido hidráulico CM 151
- Todas las maniobras de apertura y de cierre de los grifos o las válvulas deberán ejecutarse lentamente.
- Las operaciones de verificación y de inflado de las cámaras de un amortiguador son idénticas.
- Cerciorarse de la limpieza del vástago deslizante, si goteo de fluido hidráulico CM 151 referirse al 20-07-03-405 MTC "ANEXO E"

3.6.2 Verificación de la presión-inflado "ANEXO C-Figura 206"

NOTA: cerciorarse que la distancia sea suficiente para que el gato con ruedas de 3 toneladas pueda pasar entre la rueda del tren principal y el cilindro hidráulico. Prestar especial atención a la empuñadura

- Instalar el helicóptero sobre gatos (FT 07.10.00.201) "ANEXO D"



Figura 54 Helicóptero en Gatos

- Accionar el mando de bajada del tren en emergencia, y después la bomba manual hasta obtener el desbloqueo del circuito hidráulico (presión disminuida en la parte del actuador)



Figura 55 Disminución de la Presión

3.6.3 Verificación de la presión “ANEXO C” (Figura 201 DETALLE A y Figura 202 DETALLE B)

- 1.- Instalar el dispositivo de control (DETALLE A), después de quitar el tapón de la válvula



Figura 56 Dispositivo de Llenado

- Apretar el botón estriado sobre la válvula sin sobrepasar su par de apriete.



Figura 57 Instalación del Equipo de Control de Presión

- Aflojar la tuerca de la llave de válvula (de 1 vuelta a 1 vuelta y media máximo), utilizando la llave número 16mm mixta sin sobrepasar su afloje.



Figura 58 Afloje de Tuerca de la Llave de Válvula

- Apretar el botón estriado de percusión del obús de válvula, únicamente hasta donde llegue a presionar, se recomienda no efectuar demasiada presión.



Figura 59 Apriete del Obús del Dispositivo

2.- Leer la presión en el manómetro.

Si la presión es insuficiente, proceder con la carga del amortiguador de acuerdo al manual de mantenimiento y siguiendo los pasos del ANEXO 3 DETALLE C.



Figura 60 Lectura en el Manómetro

3.7 Carga del amortiguador de baja presión (BP) (DETALLE C) “ANEXO C- Figura 202,203”.

Presión de carga: consultar el grafico de presiones, (DETALLE E) “ANEXO C- Figura 205”, y utilizar:

- ESCALA I: si la temperatura ambiente de evolución puede descender por debajo de -40°C (-40°F)
- ESCALA II: si la temperatura ambiente de evolución está comprendida entre -40°C (-40°F) Y 50°C (122°F).
- ESCALA III: si la temperatura ambiente de evolución puede ascender por encima de $+50^{\circ}\text{C}$ (122°F).

1.- Retirar el tapón de la válvula, en la parte superior del amortiguador (baja presión) con ayuda de una escalera metálica,



Figura 61 Tapón de Alta Presión

1.- Instalar el dispositivo de inflado desde la botella de nitrógeno junto con el manómetro, hasta la válvula de baja presión en la parte superior del amortiguador del tren de aterrizaje principal y conectar el botón estriado a la válvula únicamente hasta donde llegue su par de apriete.



Figura 62 Conexión del Dispositivo de Presión

3.- Comprobar el cierre de las válvulas y de la llave, ubicadas en la llave de maniobras del dispositivo de medición de presión que está conectada desde la botella de nitrógeno hasta la válvula del amortiguador.



Figura 63 Control de las Válvulas

4.- Aflojar la tuerca de la llave de válvula (1 vuelta a 1 vuelta y media como máximo), utilizando la llave 16mm mixta sin sobrepasar su afloje para evitar que la presión salga del amortiguador.



Figura 64 Afloje de la Llave de Válvula

5.- Apretar el botón estriado de percusión del obús de la válvula, únicamente hasta donde de él par de apriete, se recomienda no forzar su ajuste.



Figura 65 Apriete del Obús del Equipo de Presión

6.- Leer en el manómetro la presión que existe en el amortiguador tomando en cuenta que la presión que debe existir en la cámara de baja presión es de 14 bares la cual va de acuerdo al manual de mantenimiento de la aeronave.



Figura 66 Lectura en el Manómetro

Si no hay ninguna indicación, o el prensa válvula (14) no ha presionado la válvula; o la tuerca de la válvula no ha sido desajustada suficientemente; o el amortiguador está vacío.

7.- Purgar la tubería abriendo y cerrando la válvula.



Figura 67 Purga de Aire

8.- Abrir la llave de la botella de nitrógeno y la válvula, comprobar la presión de la botella mediante el manómetro.



Figura 68 Comprobación de la Presión

9.- Apretar la llave del reductor de presión y seleccionar la presión deseada en el manómetro.



Figura 69 Proceso de Llenado de Presión

10.- Seleccionar la presión deseada en el manómetro actuando sobre la válvula que controla la presión que está siendo enviada desde la botella hasta el amortiguador.



Figura 70 Medición de la Presión

11.- Aflojar el tapón estriado para liberar la presión emanada por el dispositivo de llenado, únicamente hasta su par de apriete, tomar muy en cuenta en no forzarlo.



Figura 71 Tapón Estriado

12.- Apretar el par a la llave de válvula, con la llave 16 mm. Únicamente hasta que el par de apriete llegue a su límite sin sobrepasarlo porque podría causar un daño en la válvula de llenado del amortiguador del tren principal.



Figura 72 Ajuste de la Válvula

13.- Cerrar el grifo de la botella de nitrógeno.



Figura 73 Llave de Botella de Nitrógeno

14.- Abrir las válvulas y de la llave para permitir que la presión que se encuentra en el dispositivo de llenado y no haya pasado al amortiguador sea liberada.



Figura 74 Manipulación de las llaves de Llenado de Nitrógeno

15.- Apretar el grifo y aflojar el grifo para evitar que la presión de la botella de nitrógeno se escape y purgar la presión en el manómetro.



Figura 75 Llaves de Apertura y Cierre

16.- Retirar el dispositivo de inflado, desconectando las cañerías de los manómetros del equipo de hidráulico y retirando el manómetro de la botella de nitrógeno.



Figura 76 Maniobra de la Botella de Nitrógeno

17.- Colocar el tapón de válvula, con el fin de cubrir la entrada de la válvula y evitar que ingresen partículas del exterior.



Figura 77 Tapón de la válvula

3.8 Llenado e inflado del amortiguador de baja presión (BP)

Llenado del amortiguador BP (DETALLE C) “ANEXO C- Fig 203”

ATENCIÓN: cerciorarse de que el helicóptero no está izado y que permanece estable sobre los cilindros hidráulicos durante la operación.

- a) Instalar la rótula de elevación (lote de abordo) en la base del amortiguador atravesando en neumático del tren principal.



Figura 78 Colocación de la Rótula De Elevación

- b) Instalar el gato de ruedas 3 toneladas, previsto del adaptador de gato debajo del aterrizador, en contacto con la rótula de elevación tomando en cuenta en la ubicación de la empuñadura.



Figura 79 Uso del Gato Hidráulico de 3 Toneladas

NOTA: prestar especial atención al movimiento del gato, colocar la empuñadura hacia la parte trasera o delantera según su maniobrabilidad del helicóptero.

- c) Desinflar el amortiguador, utilizando el recipiente de hidráulico y con ayuda del gato hidráulico de 3 toneladas para purgar el fluido del amortiguador.



Figura 80 Purga del Fluido Hidráulico

- d) Retirar el tapón de válvula y el recipiente de hidráulico para proceder con el llenado nuevamente de hidráulico.



Figura 81 Tapón de la válvula

- e) retirar el obús de válvula con la ayuda de la herramienta que pertenece al lote de hidráulico para instalar el equipo de llenado y realizar la purga de aire y nuevamente completar el hidráulico según el manual de mantenimiento.



Figura 82 Extracción del Recipiente de Hidráulico

- f) Colocar el dispositivo de llenado según (DETALLE C), utilizando las cañerías y llaves de control de presión, junto con la botella de nitrógeno prestando atención que las llaves de maniobra estén cerradas para evitar fugas.



Figura 83 Instalación del Equipo De Llenado de Presión

- g) Conectar el botón estriado a la válvula,
- h) aflojar la turca de la válvula de una vuelta a una vuelta y media utilizando la llave 16mm para permitir el ingreso de fluido hidráulico enviado desde la makeabel



Figura 84 Maniobra del Equipo de Presión

- i) Comprobar el cierre de la válvula evitando que pase con fuerza la presión emanada por la botella de nitrógeno,



Figura 85 Cierre de la válvula

- j) Abrir la válvula para medir la presión en el sistema y controlar el llenado del amortiguador.



**Figura 86 Control de la Presión
Para su Llenado**

Con la bomba manual, rellenar el amortiguador de fluido hidráulico, a una presión de 50 bares (725 psi) leída en el manómetro hasta una estabilización del amortiguador.



Figura 87 Llenado del Amortiguador Controlando la Presión

- k) Cerrar la válvula ubicada en la parte derecha de la llaves del dispositivo de carga para mantener la presión en el amortiguador.



Figura 88 Cierre de la válvula

- l) Abrir la válvula de ventilación ubicada en la parte izquierda de la llaves del dispositivo de llenado para purgar la presión que esta desde la botella de nitrógeno hasta la llave.



Figura 89 Válvula de Ventilación

- m) Comprimir el amortiguador BP con el gato hasta el tope mecánico marcar éste.



Figura 90 Uso del Gato Hidráulico para Comprimir el Amortiguador

- n) Cerrar la válvula ubicada en la parte izquierda de la llave del dispositivo para evitar el paso de presión desde la botella de nitrógeno hasta el amortiguador y proceder a comprimir el mismo.



Figura 91 Cierre de la válvula

- o) repetir de dos a tres veces la operación de llenado y descompresión del amortiguador BP para purgar el aire que pudiese encontrarse en el amortiguador.



Figura 92 Purga de Aire al Comprimir el Amortiguador

- p) Antes de la última operación de compresión del amortiguador, trazar una marca en la longitud $L = 17,5 \text{ mm}$ (.6889 in) del tope mecánico.



Figura 93 Medida de acuerdo al manual $L = 17,5 \text{ mm}$

- q) Apretar al par la tuerca de la válvula.
- r) Comprimir el amortiguador hasta la marca.



Figura 94 Compresión del Vástago Hasta la Medida de L= 17.5mm

- s) Retirar el dispositivo de llenado según (DETALLE C), desconectándolo del amortiguador y retirando los manómetros y las cañerías.



Figura 95 Dispositivo de llenado

- t) Colocar el obús de la válvula con la llaves de obús de la maleta de hidráulico únicamente hasta donde el par de apriete llegue a su tope.



Figura 96 Obús de la válvula

- u) Colocar el tapón de válvula, para proteger al amortiguador del ingreso de impurezas.



Figura 97 Tapón de válvula

- v) Retirar el gato con ruedas de 3 toneladas y el adaptador de gato.



Figura 98 Retiro del Gato Hidráulico

- w) Retirar la rótula de elevación colocada en el neumático del tren principal, sosteniendo de ambos lados del neumático y girando su acople y no la rótula.



Figura 99 Retiro de la Rótula de Elevación

Inflado del amortiguador BP

- Referirse al Abaco según (DETALLE E) “ANEXO C” y utilizar:

ESCALA I: si la temperatura ambiente de evolución puede descender por debajo de -40°C (-40°F)

ESCALA II: si la temperatura ambiente de evolución está comprendida entre -40°C (-40°F) Y 50°C (122°F).

ESCALA III: si la temperatura ambiente de evolución puede ascender por encima de $+50^{\circ}\text{C}$ (122°F).

- Proceder a las operaciones del párrafo inflado del amortiguador según (DETALLE B)
- Inflar el amortiguador y dejar que se estabilice durante el inflado.

3.9 Operaciones finales

- Proceder a una prueba de “elevación-descenso” según 32-30-00-501.”ANEXO B”
- Instalar el helicóptero sobre sus ruedas según 07-10-00-201 “ANEXO D”

3.10 Simbología en diagramas de flujo de análisis

Los diagramas de flujo usan formas especiales para representar diferentes tipos de acciones o pasos en un proceso. Las líneas y flechas muestran la secuencia de los pasos y las relaciones entre ellos. Estos son conocidos como símbolos de diagrama de flujo. (SMARTDRAW, 2017)

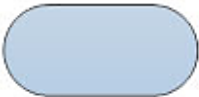

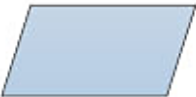

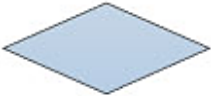
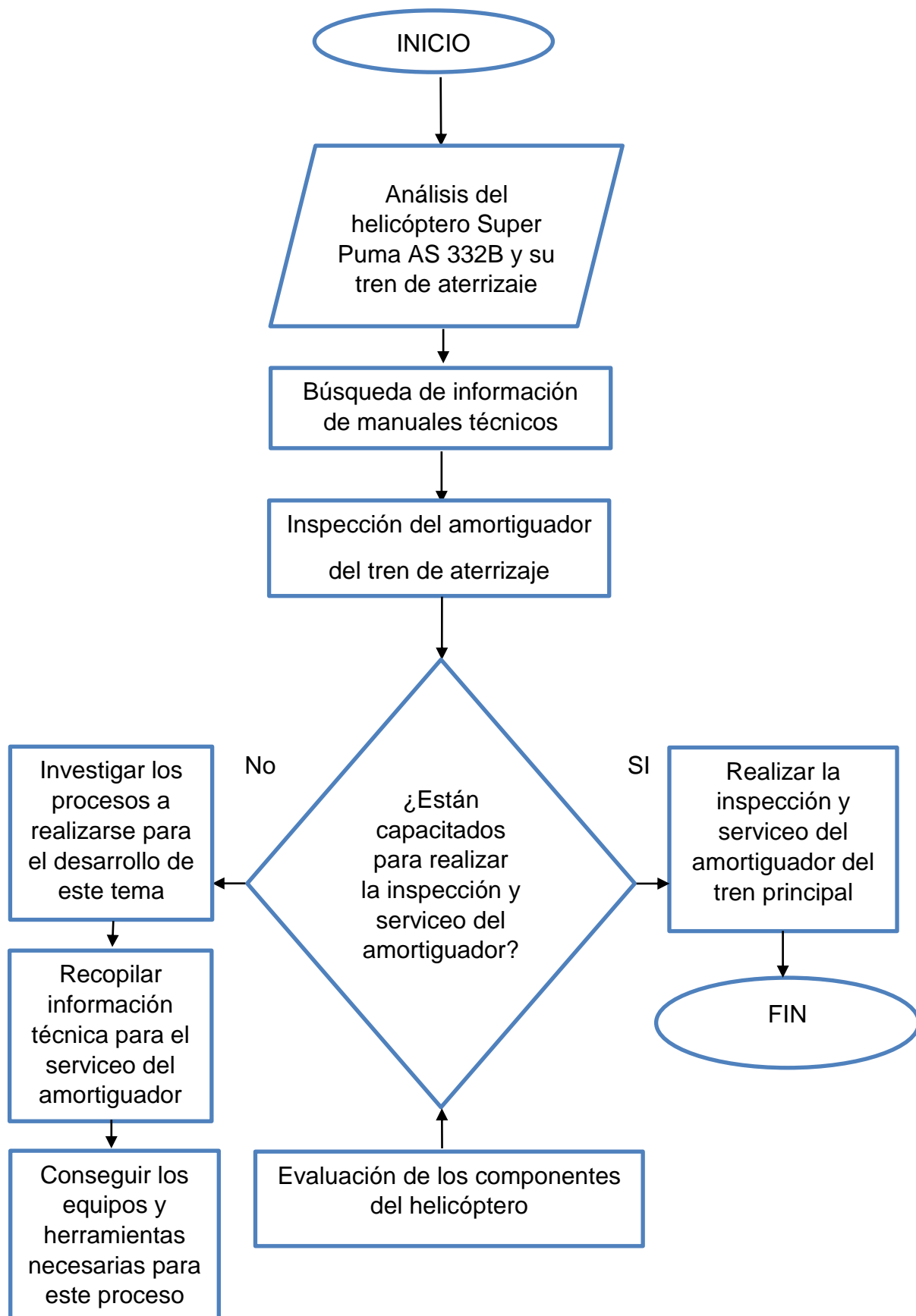
Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Figura 100 Símbolos en diagramas de flujo

Fuente: (SMARTDRAW, 2017)

3.11 Diagrama de flujo de análisis de tema



3.12 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto era un presupuesto con valores promedios que rodeaba 600 USD y no eran valores fijos, pero durante todo el tiempo en el que se desarrolló el proyecto se llegó al valor total.

3.12.1 Análisis de costos

Para la inspección y serviceo del amortiguador del tren principal del helicóptero Super Puma AS 332B, se detallan a continuación los costos primarios y secundarios.

Costos primarios

- Materiales y herramienta especial tipo gato hidráulico de 3 toneladas.

Costos secundarios

- Trámites de solicitudes de graduación
- Elaboración de textos
- Varios

3.12.1.1 Costos primarios

Tabla 1 Total de costos primarios

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Gata hidráulica de 3 toneladas	1	200	200
Acople de acero	1	80	80
Suelda del acople	1	10	10
Total			290

Elaborado por: Henry Alberto Inca Basantes

3.12.1.2 Costos secundarios

Tabla 2 Total de costos secundarios

N°	Detalle	Valor total (USD)
1	Trámites de solicitudes de graduación	15
2	Elaboración de textos	135
3	Varios (Transporte, alimentación)	70
	TOTAL	220

Elaborado por: Henry Alberto Inca Basantes

3.12.2 Costo total del proyecto de grado

Tabla 3 Total costo del proyecto

N°	Detalle	Valor total (USD)
1	Gastos primarios	290
2	Gastos secundarios	220
	TOTAL	510

Elaborado por: Henry Alberto Inca Basantes

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones

- Con la ayuda de los manuales de mantenimientos y el conocimiento práctico adquirido en la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE, se pudo inspeccionar y realizar el serviceo de fluido hidráulico al amortiguador del tren principal del helicóptero SUPER PUMA AS332B.
- La herramienta especial tipo gato hidráulico de 3 toneladas permitió realizar el serviceo de hidráulico al amortiguador optimizando esfuerzos humanos y minimizando el tiempo de la inspección.
- El cumplimiento de la carta de trabajo 32-10-00-201 en una inspección de 500 horas fue cumplida con éxito mediante los manuales y herramientas emitidas por el fabricante de la aeronave y empleando la mano de obra y conocimiento del personal de técnicos pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército.

4.2 Recomendaciones

- Antes de realizar cualquier tarea en la aeronave es necesario obtener la información técnica, para alcanzar el objetivo planteado con la mayor seguridad posible.
- No utilizar herramientas y equipos que no se encuentren especificados en el manual de mantenimiento, con esto reduciremos la posibilidad de daños, tanto humanos como materiales y así cumplir con el correcto desarrollo del proyecto.
- Cumplir con la normas de seguridad en los hangares del Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército, junto con la utilización del equipo de protección personal y la supervisión de los técnicos más antiguos de la Sección Super Puma.

GLOSARIO

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Helicóptero: Aeronave de ala giratoria que es sustentada e impulsada por uno o más rotores horizontales, cada uno formado por dos o más palas.

Rotor: Es la parte rotativa de un helicóptero que genera sustentación aerodinámica, el rotor principal proporciona tanto la fuerza de sustentación como la de empuje, mientras que el rotor de cola proporciona el empuje para compensar el par motor que genera el rotor principal.

Par motor: Es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia o, dicho de otro modo, la tendencia de una fuerza a girar un objeto alrededor de una eje, punto de apoyo o de pivote.

Mantenimiento: Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Sistema: Combinación de componentes y/o accesorios interrelacionados a distancias para desarrollar una función específica. Incluye los componentes básicos y todos los instrumentos, controles, unidades, piezas y partes mecánicas, eléctricas, y/o hidráulicas o equipos completos relacionados con el sistema.

ABREVIATURA

CEMAE-15: Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército.

CTP: Caja de transmisión principal

CTI: Caja de Transmisión Intermedia

CTT: Caja de Transmisión Trasera

CRC: Cabeza Rotor de Cola

RMI: Radio Magnetic indicator (indicador radio magnético)

VOR: Very high frequency omnidirectional range (radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia)

P.A: Piloto automático

AR: actuador dentro

AE: actuador extendido

ARSAC: actuador dentro- amortiguador comprimido

ARSAE: actuador dentro-amortiguador extendido

AESAE: actuador extendido-amortiguador extendido

EPP: equipo de protección personal

BP: baja presión

AP: alta presión

MET: manual de mantenimiento

BIBLIOGRAFÍA

Internet

- *ENCICLOPEDIA ILUSTRADA DE AVIACION* . (1982). BARCELONA: DELTA.
- *EcuRed*. (08 de agosto de 1998). Obtenido de EcuRed: <https://www.ecured.cu>
- *SOLDADOS DEL MUNDO*. (11 de JUNIO de 2010). Obtenido de SOLDADOS DEL MUNDO: <https://soldadosyuniformes.wordpress.com>
- *Quiminet*. (07 de diciembre de 2011). Recuperado el 16 de octubre de 2018, de Quiminet: <http://www.quiminet.com>
- *AVIA.PRO*. (18 de FEBRERO de 2015). Obtenido de AVIA.PRO: <http://avia-es.com>
- *SMARTDRAW*. (2017). *Símbolos de diagrama de flujo*. Recuperado el 23 de Julio de 2017, de <https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>

Manuales

- EUROCOPTER. (1992). *MANUAL DE INSTRUCCION*. MARSELLA: PRIMERA.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Henry Alberto Inca Basantes

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 08 de Agosto de 1994

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 060357437-7

TELÉFONOS: 0961127762

CORREO ELECTRÓNICO: henrybas111@hotmail.com

DIRECCIÓN: Rocafuerte 11-44 y 12 de Octubre



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Militar “Combatientes de Tapi” – Riobamba, Ecuador

SECUNDARIA: Colegio Experimental “CAPT Edmundo Chiriboga” –
Riobamba, Ecuador

SUPERIOR: Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachillerato en Físico Matemático

Tecnología en Ciencias Militares

Curso de mecánica de Helicópteros

Habilitación en Helicóptero Super Puma AS 332B

Tecnología en Mecánica Aeronáutica - Mención Aviones

Tecnología en idioma Ingles

EXPERIENCIA LABORAL O PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES

EMPRESA: Grupo de Aviación del Ejército N. 45 “PICHINCHA” (2010-2015)

EMPRESA: Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE (80 H)

EMPRESA: Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR

INCA BASANTES HENRY ALBERTO
C.C. 060357437-7

DIRECTOR DE CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. BAUTISTA ZURITA RODRIGO CRISTÓBAL

Latacunga, Febrero del 2019

