



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA
Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Trabajo de Graduación para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES

TEMA: REHABILITACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL
HELICÓPTERO GAZELLE SA 342 – L PARA LA
CAPACITACIÓN PRÁCTICA DE LOS ALUMNOS DEL CURSO
DE AEROTÉCNICOS DE LA ESPECIALIDAD DE
HELICÓPTEROS EN LA ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN
DEL EJÉRCITO

AUTOR: VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO

DIRECTOR: TLGO. VALENCIA JOHNATAN

LATACUNGA

2015

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

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.

TLGO. JOHNATAN VALENCIA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Mayo de 2015

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

Yo, VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO

DECLARO:

El proyecto denominado “REHABILITACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342 – L PARA LA CAPACITACIÓN PRÁCTICA DE LOS ALUMNOS DEL CURSO DE AEROTÉCNICOS DE LA ESPECIALIDAD DE HELICÓPTEROS EN LA ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO” respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO

C.C 171834868-1

Latacunga, Mayo 2015

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

Yo, VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “REHABILITACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342 – L PARA LA CAPACITACIÓN PRÁCTICA DE LOS ALUMNOS DEL CURSO DE AEROTÉCNICOS DE LA ESPECIALIDAD DE HELICÓPTEROS EN LA ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO

C.C 171834868-1

Latacunga, Mayo 2015

DEDICATORIA

A mi familia por todo su apoyo, comprensión, amor y consejos brindados en cada momento de mi vida.

VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y permitirme estar de pie, también por guiar mi camino y darme las oportunidades necesarias para surgir preparándome.

A mis padres por todo su apoyo incondicional, sin lugar a duda sin su apoyo, no hubiese sido posible llegar hasta esto.

Hay tantas personas a quien agradecer, familiares, amigos, conocidos, que portando un grano de arena, supieron brindar grandes enseñanzas, que ahora llevo conmigo.

Agradecimiento especial a mi hermana que en todo momento fue una amiga incondicional.

A toda la Unidad de Gestión de Tecnologías, por brindarme todos los conocimientos adquiridos, y facilitarme todo proceso necesario para lograr culminar la carrera

VELÁSQUEZ VALDIVIESO JHONY EDUARDO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Generales	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Alcance.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Introducción	5
2.1.1 Gazelle en la Aviación del Ejército Ecuatoriano	7
2.2 Presentación de la aeronave	8

2.2.1 Características generales	9
2.3 Estructuras	11
2.3.1 Fuselaje	11
2.4 Sistema Hidráulico	12
2.4.1 Introducción	12
2.4.1.1 Fuerza	12
2.4.1.2 Presión	13
2.4.1.3 Generalidades	14
2.4.1.4 Características	14
2.4.1.5 Precauciones	15
2.4.2 Materiales usados en el Sistema.....	15
2.4.3 Finalidad del Sistema Hidráulico	15
2.4.4 Finalidad de las Electro Válvulas de los Servos	15
2.4.5 Finalidad de la Electro Válvula Principal.....	16
2.4.6 Finalidad de los Acumuladores	16
2.4.7 Presentación del Sistema Hidráulico	16
2.4.8 Servo Mandos.....	17
2.4.8.1 Generalidades	17
2.4.8.2 Servo Mandos Principales	18
2.4.8.2.1 Características	18
2.4.8.2.2 Partes del Servo Mando.....	19
2.4.8.2.2.1 Elementos Interiores Del Servo Mando Principal	20
2.4.8.2.3 Comando Piloto Inmóvil	21
2.4.8.3 Servo Mando Trasero	21
2.4.8.3.1 Características	22
2.4.8.3.2 Componentes	22

2.4.8.3.3 Funcionamiento Normal del Servo Mando Trasero	23
2.4.8.3.4 Pérdida de Presión Hidráulica.....	24
2.4.9 Principio del Funcionamiento de la Generación Hidráulica	25
2.4.9.1 Block Hidráulico "Compacto".....	25
2.4.9.2 Características.....	26
2.4.9.3 Descripción del Bloque Hidráulico.....	26
2.4.10 Funcionamiento del Circuito Hidráulico	27
2.4.10.1 Funcionamiento Normal	27
2.4.10.2 Función del Dispositivo de Seguridad de los Servo-Mandos Principales	27
2.4.10.3 Funcionamiento del Dispositivo de Seguridad.....	27
2.4.11 Test Hidráulico	28
CAPÍTULO III.....	29
DESARROLLO DEL TEMA	29
3.1 Preliminares.....	29
3.1.1 Estudio de alternativas.....	30
3.1.2 Estudio de Factibilidad.....	30
3.1.2.1 Factor Operativo	30
3.1.2.2 Factor Técnico	31
3.1.2.3 Factor Económico	31
3.2 Diseño	31
3.2.1 Aspecto Mecánico.....	31
3.2.1.1 Rehabilitación	31
3.2.1.2 Facilidad de Operación y Control	31
3.2.1.3 Mantenimiento	32
3.2.1.4 Elementos.....	32

3.2.2 Aspecto Económico	32
3.2.2.1 Costo de Rehabilitación	32
3.3 Rehabilitación del sistema hidráulico	32
3.3.1 Descripción del sistema hidráulico	32
3.3.2 Orden a Seguir para la Rehabilitación del sistema.....	32
3.3.2.1 Funcionamiento básico del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle	33
3.3.2.1.1 El reservorio de hidráulico.....	34
3.3.2.1.2 Las Tuberías	35
3.3.2.1.3 El Filtro	36
3.3.2.1.4 Los Acumuladores	37
3.3.2.1.5 Los sellos.....	38
3.3.2.1.6 Los Reguladores.....	38
3.3.2.1.7 Los Receptores.....	38
3.3.2.1.8 Múltiples.....	39
3.3.2.2 Uso del equipo de protección personal	39
3.3.2.3 Verificación del estado y condición de los elementos que se encontraban instalados en el Helicóptero Gazelle.	40
3.3.2.4 Verificación del estado y condición de los elementos a ser instalados	41
3.3.2.5 Verificación del estado de tuberías rígidas y flexibles	42
3.3.2.6 Verificación del estado de los servo mandos a ser remplazados y ajustados	43
3.3.2.7 Herramientas, máquinas y materiales utilizadas en la rehabilitación del sistema de controles de vuelo.....	44
3.3.2.8 Instalación de las tuberías rígidas y flexibles	46
3.3.2.8.1 Línea de presión y retorno	46

3.3.2.9 Instalación y Ajuste de servo mandos	49
3.3.2.10 Acople de motor eléctrico hacia el block hidráulico.	50
3.4 Instalación de la señalética de los principales elementos del sistema....	55
3.5 Diagramas de procesos	56
3.5.1 Diagrama de procesos - Instalación de las tuberías rígidas y flexibles	57
3.5.2 Diagrama de procesos - Instalación de servo mando principal 1	58
3.5.3 Diagrama de procesos – Ajuste de servo mando principal 2.....	59
3.5.4 Diagrama de procesos – Ajuste de servo mando principal 3.....	60
3.5.5 Diagrama de procesos – Ajuste de servo mando trasero.....	61
3.5.6 Diagrama de procesos – Acople de motor eléctrico hacia el block hidráulico	62
3.5.7 Diagrama de procesos – Rehabilitación del sistema hidráulico	63
3.6 Elaboración de Manuales	64
3.6.1 Manual de Operación.....	64
3.6.2 Manual de Mantenimiento.....	64
3.6.3 Manual de Seguridad.....	64
3.7 Documento de Aceptación del Usuario	75
3.7.1 Tema	75
3.8 Presupuesto	75
3.9 Análisis de costos	75
3.9.1 Costos Primarios	75
3.9.2 Costos Secundarios.....	76
3.9.3 Costo Total	77
CAPÍTULO IV	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
4.1 CONCLUSIONES	78

4.2 RECOMENDACIONES	78
ABREVIATURAS	80
GLOSARIO	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82
NETGRAFÍA	83
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Características principales	9
TABLA 2 Dimensiones Principales Y Pesos.....	9
TABLA 3 Lista de materiales fungibles.....	44
TABLA 4 Lista de máquinas.....	45
TABLA 5 Lista herramientas	45
TABLA 6 Simbología de los diagramas de procesos.....	56
TABLA 7 Costos Primarios	76
TABLA 8 Costos Secundarios.....	77
TABLA 9 Costo Total	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Helicóptero Gazelle SA 342 – L	5
Figura 2 Rotor Fenestron y Rotor tradicional.....	6
Figura 3 Gazelle en la Aviación del Ejército Ecuatoriano	7
Figura 4 Dimensiones	10
Figura 5 Dimensiones	10
Figura 6 Dimensiones	10
Figura 7 Fuselaje	12
Figura 8 Presentación de Sistema Hidráulico.....	16
Figura 9 Presentación de Sistema Hidráulico.....	17
Figura 10 Partes del servo mando	19
Figura 11 Elementos Interiores del Servo Mando.....	20
Figura 12 Comando Piloto Inmóvil	21
Figura 13 Componentes Servo Mando Trasero	22
Figura 14 Funcionamiento Servo Mando Trasero	23
Figura 15 Pérdida de Presión Hidráulica.....	24
Figura 16 Manija de Colectivo.....	25
Figura 17 Descripción del Block Hidráulico	26
Figura 18 Esquema sistema hidráulico	34
Figura 19 Block Hidráulico	35
Figura 20 Tuberías Rígidas y Flexibles	36
Figura 21 Acumulador.....	37
Figura 22 Servo Mando.....	38
Figura 23 Múltiples.....	39
Figura 24 Equipo de protección personal.....	39
Figura 25 Primera vista del Helicóptero antes de empezar el proyecto.	41
Figura 26 Elementos a ser instalados	42
Figura 27 Estado de tuberías Rígidas y Flexibles	43
Figura 28 Estado de tuberías Rígidas y Flexibles	43
Figura 29 Estado de Servomandos	44
Figura 30 Herramientas	46
Figura 31 Instalación Tubería Hidráulica 1	47

Figura 32 Instalación Tubería Hidráulica 2	47
Figura 33 Instalación Tubería Hidráulica 3	48
Figura 34 Instalación Tubería Hidráulica 4	48
Figura 35 Instalación Tubería Hidráulica 5	49
Figura 36 Instalación de Servo mando	49
Figura 37 Servo mandos Instalados	50
Figura 38 Asesoría Técnica	51
Figura 39 Especificaciones motor eléctrico	51
Figura 40 Compra del motor eléctrico	51
Figura 41 Zona donde se realizara el acople	52
Figura 42 Zona de acople desmontada	52
Figura 43 Desmontaje block hidráulico	53
Figura 44 Cara frontal block hidráulico	53
Figura 45 Copia cara frontal block hidráulico	54
Figura 46 Base para motor y block hidráulico	54
Figura 47 Base Terminada	54
Figura 48 Acople de motor eléctrico y block hidráulico	55
Figura 49 Adhesivos Sistema Hidráulico	55

RESUMEN

Este proyecto fue realizado con el fin de ofrecer a los alumnos de la Escuela Técnica de Aviación del Ejército la facilidad de comprensión y estudio del sistema hidráulico, al mostrar físicamente todos sus componentes de forma funcional. Toda la información ofrecida en este trabajo es específicamente del Manual de Mantenimiento Capítulo 29, del Helicóptero Gazelle SA 342-L, en el cual se muestra generalidades y características de cada componente del sistema hidráulico. Permitiendo a los alumnos obtener mejores resultados en su aprendizaje, gracias a una buena formación académica, tanto teórica como práctica. La rehabilitación del sistema hidráulico otorgará una simulación en tierra igual a la que se presenta en vuelo, así los alumnos estarán preparados para cualquier trabajo de mantenimiento en el sistema hidráulico, dentro de sus vidas profesionales. Para tal objetivo se requiere realizar el ajuste de todos los componentes del sistema, así también el acople de un motor eléctrico para accionar el block hidráulico. También se incluye manuales instructivos de operación, mantenimiento y seguridad que serán de mucha ayuda para las personas que harán uso del proyecto. Finalmente se muestra las conclusiones y recomendaciones del proyecto, también los anexos que facilitaran el entendimiento del proceso que se llevó a cabo para lograr el objetivo principal del proyecto de grado.

PALABRAS CLAVES:

- **HELICÓPTERO**
- **HIDRÁULICO**
- **MANTENIMIENTO**
- **REHABILITACIÓN**
- **SISTEMA**

SUMMARY

This project was performed in order to provide to the students of the Aviation Army School, the ease of understanding and study of the hydraulic system, showing physically, all functional components. All information provided in this paper is specifically of Maintenance Manual Chapter 29, the SA 342 L Gazelle helicopter, where shown, generalities and characteristics of each component of the hydraulic system. Allowing the students to obtain better results in their learning, thanks to a good education, both practical and theoretical. The rehabilitation of the hydraulic system, granted a simulation, on land equal to that which occurs in flight, so the students are prepared for any maintenance work on the hydraulic system, in their professional lives. For this purpose it is required, the adjustment of all components of the system, also the coupling of an electric motor to actuate the hydraulic block. Also included, instructional manuals, of operation, maintenance and security, which will be very helpful for people who will use the project. Finally shown, the conclusions and recommendations of the project, also the Annexes that will facilitate the understanding of the process that was undertaken to achieve the main objective of the project grade.

KEYWORDS:

- **HELICOPTER**
- **HYDRAULIC**
- **MAINTENANCE**
- **REHABILITATION**
- **SYSTEM**

CAPÍTULO I

EL TEMA

Rehabilitación del Sistema Hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L para la Capacitación Práctica de los Alumnos del Curso de Aerotécnicos de la Especialidad de Helicópteros en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.

1.1 Antecedentes

La aviación del Ejército nace en 1954, con tres avionetas monomotor para cumplir con el programa Alas para la Frontera y se unifica con la primera unidad militar de soldados del aire conocida como Servicio Aéreo del Ejército (S.A.E).

El Servicio Aéreo del Ejército dio un paso gigantesco en 1978 como Unidad Operativa, se transformó en la Aviación del Ejército Ecuatoriano. Este cambio produjo una nueva concepción en la organización.

Con la creación del SAE y la Aviación del Ejército, paralelamente, nació el mantenimiento de aeronaves. Progresivamente, se incrementó el personal y los medios en esta área técnica, para lo cual la Aviación del Ejército formó un centro de capacitación llamada Escuela técnica de Aviación del Ejército ETAE – 15.

En la Escuela técnica de Aviación del Ejército ETAE – 15, se capacita al personal para resolver problemas técnicos de mantenimiento, tanto de aviones como de helicópteros, entre los cuales se encuentra el helicóptero Gazelle SA 342-L.

Mediante la constante evolución de la Escuela técnica de Aviación del Ejército, se han creado programas de estudios, maquetas y demás herramientas para la capacitación del personal, pero estos no son suficientes para la formación necesaria y requerida. Pero lo cual se ha visto la necesidad de implementar el proyecto.

Los alumnos para estudiar el sistema hidráulico del helicóptero Gazelle SA 342-L, reciben clases teóricas en aulas y con instructores capacitados, los cuales como herramientas de apoyo para el aprendizaje, tienen a su disposición manuales y presentaciones Power Point.

Los estudiantes carecen de una herramienta práctica para el estudio del sistema hidráulico, en la cual puedan observar todas sus funciones, y aclarar todas sus dudas, que con clases teóricas se pueda llegar a tener, al tener rehabilitado el sistema hidráulico, podrán recibir clases prácticas de este sistema, entendiendo así la función de cada componente del sistema y reconociendo ciertos componentes del sistema que en los manuales son difíciles de idealizar.

1.2 Planteamiento del Problema

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, está ubicada en La Provincia de Pichincha en el Cantón Rumiñahui, en esta Brigada se brinda servicios de mantenimiento de aeronaves y transporte aéreo.

Dentro de los principales campos técnicos de mantenimiento que se desarrollan, se encuentran:

- Inspecciones mayores de Helicóptero Súper Puma, Puma, Gazelle y Lama.
- Mantenimiento profundo de motores Makila, Turmo, Artouste, Astazou 14, Ariel 1B.

- Mantenimiento estructural de helicópteros y aviones.
- Reparaciones de conjuntos mecánicos.
- Mantenimiento de sistemas hidráulicos.
- Mantenimiento especializado en electrónica y aviónica.

Para brindar el servicio de mantenimiento de aeronaves, existe la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, la cual capacita al personal con manuales y maquetas y CDs interactivos de distintos sistemas.

El sistema hidráulico de este helicóptero es estudiado mediante manuales, presentación Power Point y un CD interactivo del sistema. Pero para los estudiantes siempre es necesario completar su estudio con herramientas prácticas que permitan reforzar y conocer directamente lo que se está estudiando.

De no rehabilitar el sistema hidráulico, los alumnos se formaran con vacíos de aprendizaje, al no reconocer directamente todos los componentes del sistema hidráulico, en el momento de realizar trabajos en su vida profesional tendrán retrasos y no será eficiente su desempeño.

1.3 Justificación

Este proyecto tiene como propósito, mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, implementando una herramienta práctica y útil para complementar lo aprendido.

La aviación es un campo muy amplio y que siempre está en constante innovación, para su estudio no solo es necesaria la teoría, pues esta va de la mano, de la práctica, y con la implementación de este proyecto se dará solución a la deficiencia de aprendizaje que se genera al no tener una herramienta para la capacitación practica del sistema hidráulico del helicóptero Gazelle SA 342-L.

Con este proyecto, se beneficiaran los alumnos del Curso de Aerotécnicos de la Especialidad de Helicópteros en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército y también para las próximas generaciones de aerotécnicos de la ETAE – 15

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Generales

Rehabilitar el sistema hidráulico del helicóptero Gazelle SA 342-L para la capacitación práctica de los alumnos del curso de Aerotécnicos de la Especialidad de Helicópteros en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Reunir toda la información referente al sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L, existente en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.
- Verificar el estado y condición de los elementos que se encuentran instalados y los que se instalarán en el sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L.
- Ejecutar la rehabilitación del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L.
- Elaborar un manual de operación, mantenimiento y seguridad del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L.

1.5 Alcance

Este proyecto práctico está enfocado hacia los alumnos de la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, específicamente para el personal del curso de aerotécnicos de la especialidad de Helicópteros, así también se verá beneficiado todo el personal de la ETAE-15, tanto antiguas generaciones de aerotécnicos como sus nuevas generaciones, permitiendo potenciar su trabajo profesional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción



Figura 1 Helicóptero Gazelle SA 342 – L

Fuente: http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Galeria9.htm

El Gazelle de origen francés, ('gacela' en francés) es un helicóptero ligero polivalente de estructura metálica concebido en la segunda mitad de los años 1960 y producido en serie a principio de los años de 1970.

La mayor parte de su producción fue destinada a ejércitos nacionales (Francia, Ecuador, Marruecos, Reino Unido, Yugoslavia, Egipto, Kuwait, Irak, etc.), ya que esa era su misión principal. También gozó de cierto éxito en el ámbito civil. A pesar de su antigüedad, esta aeronave sigue constituyendo la principal fuerza de helicópteros de combate de muchos países.

Este aparato, integra muchos avances tecnológicos siendo el primero en utilizar un Fenestron en lugar del rotor antipar tradicional. Fue el primer helicóptero habilitado en vuelo mono-piloto.



Figura 2 Rotor Fenestron y Rotor tradicional

Fuente: http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Galeria9.htm

Por otra parte, la célula está construida con estructura en "sándwich" compuesta de carbono alveolado en forma de panal entre dos placas de aleación ligera. El rotor principal está equipado por tres palas principales "flexibles", proporcionando a los pasajeros comodidad frente a las vibraciones.

Además, el tren de aterrizaje no está equipado de amortiguadores, lo que suprime el riesgo de entrar en resonancia; este fenómeno volvía incontrolables ciertos helicópteros derribándolos.

Finalmente, el Gazelle aporta una gran ventaja en mantenimiento avanzado (operaciones simples de mantenimiento efectuadas por los mecánicos antes o después del vuelo), lo que permite grandes reducciones en el tiempo de inmovilización.

2.1.1 Gazelle en la Aviación del Ejército Ecuatoriano



Figura 3 Gazelle en la Aviación del Ejército Ecuatoriano

Fuente: http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Galeria9.htm

El Eurocopter/Aerospatiale SA 342-L Gazelle es de origen francés cuya función primordial es ataque, anti ataque, anti helicóptero, puesto de mando, depósitos logísticos, de reconocimiento, transporte y entrenamiento.

Estas máquinas voladoras arribaron al Ecuador a comienzo de 1985. Los 13 primeros helicópteros se complementarían con la llegada de una segunda compra de helicópteros llegando a un total de 34. Los SA 342-L Gazzelle en poder de la AEE volaron 500 horas en misiones tácticas de combate durante la confrontación con el Perú en el valle del Cenepa en 1995.

En 2001 los Gazelle fueron modernizados recibiendo sistemas H-MOSP (Carga Útil Óptica Electrónica Estabilizada de Uso Múltiple para Helicóptero). Estos helicópteros están equipados con contenedores artillados para apoyo a tropas de infantería en las de operaciones de combate.

Cada nave porta dos contenedores lanzacohetes, con capacidad para doce proyectiles de 70 mm de cada lado.

Abril, R. (2013). Gazelle en la AEE. Febrero, 22, 2015, de Fuerza Aérea Sitio web: http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Gazelle.htm

2.2 Presentación de la aeronave

El Helicóptero Gazelle SA 342 L. Es un aparato ligero polivalente de construcción Franco Británico, propulsado por un Turbo Motor TURBOMECA ASTAZOU XIV H de tipo Turbina Ligada la que arrastra un rotor principal compuesto por tres palas y un rotor anti-torque de 13 palas.

El helicóptero Gazelle SA 342 L, es ligero polivalente de construcción Franco Británico, propulsado por un Turbo Motor TURBOMECA AZTAZOU XIV de tipo Turbina

El primer vuelo de este tipo de aparatos fue en 1967, su velocidad de punto es de 168 Kt/h o 312 Km. /h, su velocidad de crucero es de 120 Kt/h o 255 Km. /h.

Sus principales misiones son:

- Reconocimiento
- Observación
- Soporte de Armamento Ligero
- Evacuación Sanitaria
- Transporte de Carga Ligera
- Entrenamiento de tripulaciones

Aerospatiale. (1978). Capítulo 1. En *Manual de vuelo helicóptero Gazelle SA 342 L* (pp.3-7). Paris: Publicaciones Eurocopter.

Tabla 1**Características principales**

Modelo	SA-342-L
Fabricación	Francesa
Peso máximo	1.900 kg
Peso al vacío	1.100 Kg
Velocidad máxima	168 KTS
Velocidad sin puertas	140 KTS
Altura máxima	20.000 Pies
Capacidad máxima	5 Personas
Velocidad regulada	43.000 + o – 200 rpm
Fácil pilotaje	Si
Gran maniobrabilidad	Si
Gran campo de visión	Si

Fuente: Manual SA 342-L página 3

2.2.1 Características generales**Tabla 2****Dimensiones Principales Y Pesos**

Diámetro del rotor	10.500 m
Longitud total	11.972 m
Altura total	3.19 m
Peso máximo autorizado	1.900 Kg
Peso en vacío	1.100 Kg
Carga útil	850 Kg

Fuente: Manual SA 342-L página 3

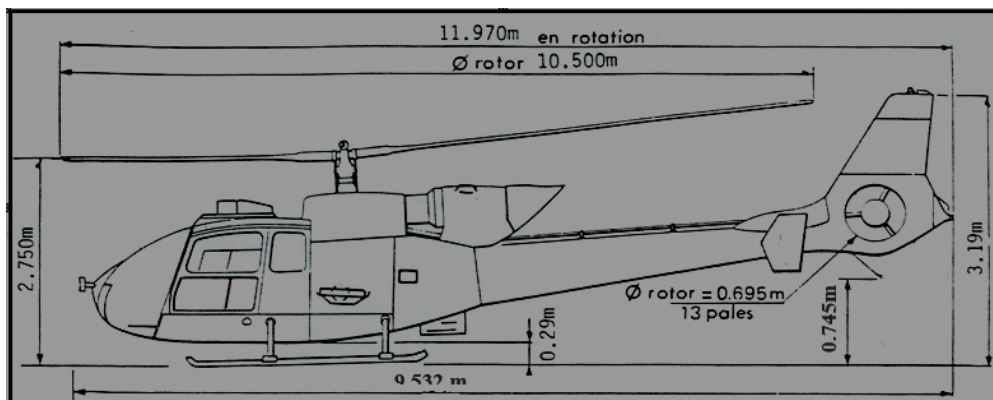


Figura 4 Dimensiones

Fuente: Manual SA 342-L página 5

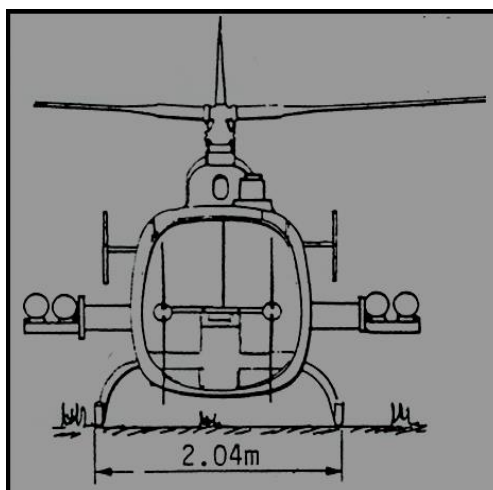


Figura 5 Dimensiones

Fuente: Manual SA 342-L página 5

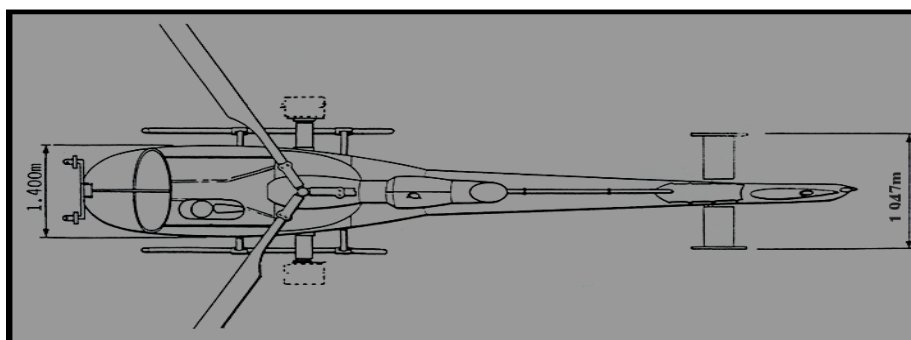


Figura 6 Dimensiones

Fuente: Manual SA 342-L página 5

2.3 Estructuras

Los SA 342-L son unos helicópteros carenados con la célula compuesta de una amplia composición de paneles tipo san duche metálico.

Estos paneles están constituidos de dos revestimientos externo e interno de tol de aleación ligera y un recubrimiento en nido de abejas metálico expansivo, todo pegado en caliente lo hace ligero y rígido.

La estructura se compone de las siguientes partes:

- El fuselaje
- El tren de aterrizaje
- Las puertas de acceso
- Los capotajes

2.3.1 Fuselaje

Es toda la aeronave a excepción del motor y conjuntos mecánicos

1. Cabina
2. Carenajes de la B.T.P.
3. Carenajes del G.T.M.
4. Botolón de cola
5. Empenaje
6. Estructura central
7. Tren de Aterrizaje
8. Estructura inferior
9. Puertas de acceso

Aerospatale. (1978). Estructuras. En *Manual de mantenimiento helicóptero Gazelle SA 342 L* (p.2). Paris: Publicaciones Eurocopter.

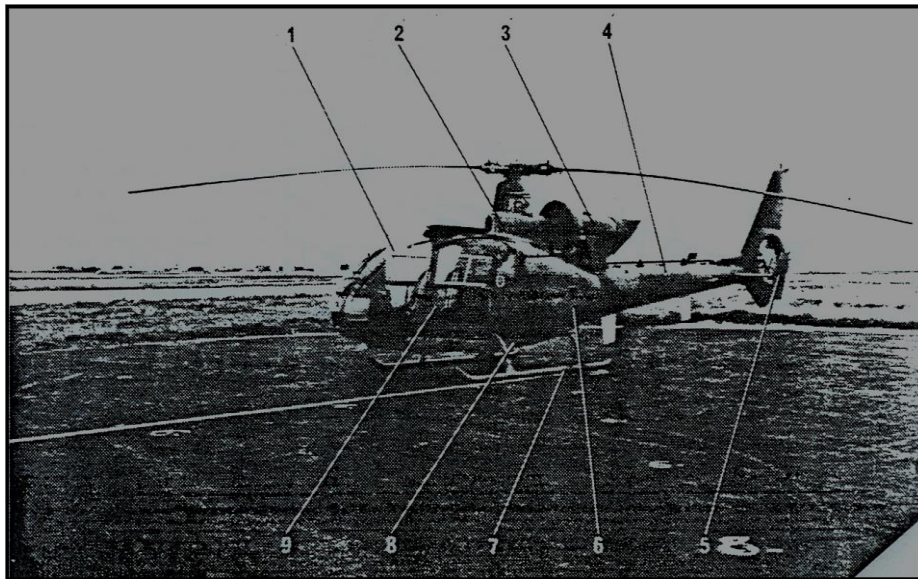


Figura 7 Fuselaje

Fuente: Manual SA 342-L página 7

2.4 Sistema Hidráulico

2.4.1 Introducción

Este sistema tiene su origen de funcionamiento basado principalmente en el fluido hidráulico, dicho fluido es un aceite altamente refinado, excepto de impurezas, tiene muy buenas características operacionales

2.4.1.1 Fuerza

Es la acción o movimiento que se ejerce sobre un cuerpo expresado en Kilogramos.

2.4.1.2 Presión

Es la fuerza por unidad de área y se lo expresa en Kg. /cm². La cual se basa la hidráulica moderna que dice: la presión de un fluido actúa en todas las direcciones y sentidos con la misma intensidad y en ángulo recto a las paredes que lo contiene.

La presión es inversamente proporcional al área. A mayor presión menor área, a mayor a menor presión. De acuerdo a esto en el circuito las cañerías de presión son delgadas y las cañerías de retorno son más gruesas.

El circuito hidráulico está destinado a alimentar los 3 servos mandos principales y el servo mando trasero.

La presión nominal de utilización es de 40 bares, el circuito esta alimentado por corriente continua que comprende dos partes que son:

Un interruptor situado en el paso general en el colectivo que permite el corte total del hidráulico de comando de las electroválvulas de los servos mandos y del block hidráulico completo.

Un interruptor (test) situado en el panel de abordo que permite verificar el funcionamiento de los acumuladores y comanda la electro válvula del block hidráulico completo, encendiéndose una luz de alarma que señala una baja de presión y una alarma en los audífonos.

2.4.1.3 Generalidades

- Está destinado a alimentar los tres servos mandos principales y servo del rotor de cola. En caso de corte de la presión hidráulica, los servo mandos actúan como simples varillas.
- Un interruptor situado en el paso colectivo del piloto permite el corte total del sistema por intermedio de la electro válvula del bloque compacto y de los servo mandos principales.
- Un interruptor situado en el tablero de abordó, permite verificar el comportamiento de los acumuladores, pues este energiza la electro válvula del bloque compacto.
- Una luz de alarma señala la caída de presión 40 bares.
- Una alarma sonora se escucha a los 32 bares y cuando el interruptor del paso general se encuentre en off.

2.4.1.4 Características

- Especificación MIL H 5606 (roico 587).
- Color rojo
- Adoptan la forma del recipiente que lo contenga.
- No comprensible (no cambia su densidad).
- Densidad o viscosidad es la fricción que existe en sus partículas internas (partículas más unidas).
- Temperatura (bastante utilizable por que mantiene sus características en T° de 54 a 71°C en sistemas abiertos y de 13 a 50°C en sistemas cerrados).
- Capacidad del depósito

Max	2.8 lts.
Útil	2.0 lts.
- Filtro:

100 u.

- Velocidad rotación bomba hidráulica:

3627 RPM

- Caudal bomba hidráulica:

6 lts/min a 37.5 bar

- Presión del sistema: 40 bar + - 2,5
- Filtro metálico: 10 u.

2.4.1.5 Precauciones

- No mezclar 2 líquidos hidráulicos de origen diferente.
- En ningún caso utilizar en un circuito un líquido no apropiado.
- No utilizar un líquido de procedencia dudosa.
- Asegurarse en el momento de llenado del reservorio que el líquido se encuentre libre de impurezas.
- Cuando exista cambio de sello, aditamento o de algún elemento asegúrese que tengan las mismas características de la anterior.

2.4.2 Materiales usados en el Sistema

Los conductos hidráulicos usualmente usados en las aeronaves son cañerías rígidas y flexibles.

Las cañerías rígidas son de revestimiento de acero para resistir la corrosión y la presión, estas han sustituidos a las cañerías de cobre los cuales tiene baja resistencia a la fatiga y su fragilidad a las vibraciones que producían su rotura.

2.4.3 Finalidad del Sistema Hidráulico

Reducen los esfuerzos de pilotaje y de los mandos cíclicos colectivos y pedales por medio de los servos mandos hidráulicos, cuando existe una falla actúan como simples varillas.

2.4.4 Finalidad de las Electro Válvulas de los Servos

Sirve para comprobar si los acumuladores funcionan o no actuando sobre un swich en el panel de la cabina de pilotaje y corta la presión hidráulica mandando al retorno el fluido.

2.4.5 Finalidad de la Electro Válvula Principal

Sirven para actuar en caso de emergencia vaciando toda la presión del .circuito para que se utilice la presión de los acumuladores y se puede controlar, manualmente el helicóptero.

2.4.6 Finalidad de los Acumuladores

Son dispositivos de seguridad que acumulan presión para actuar en caso de emergencia dando una presión de 15 bares 20" a 90" teóricamente.

2.4.7 Presentación del Sistema Hidráulico

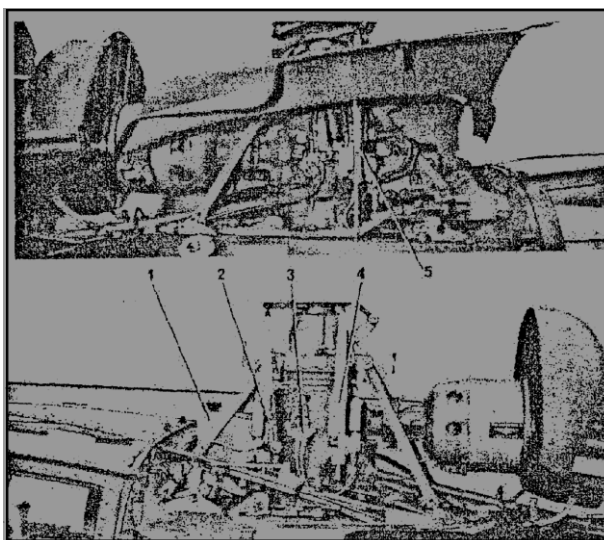


Figura 8 Presentación de Sistema Hidráulico

Fuente: Manual SA 342-L página 30

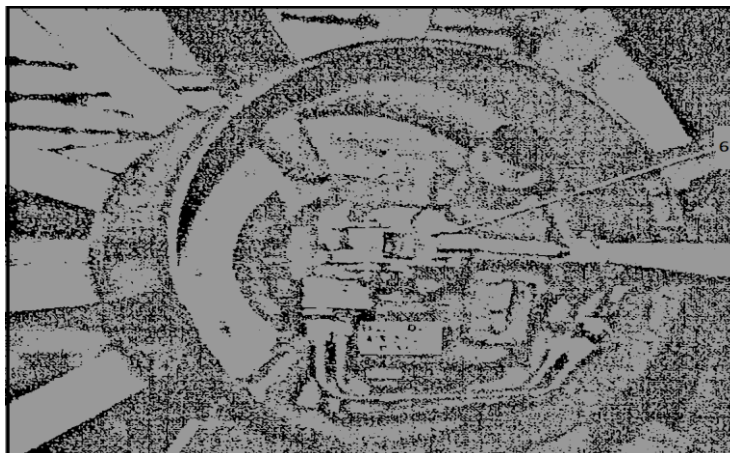


Figura 9 Presentación de Sistema Hidráulico

Fuente: Manual SA 342-L página 30

La energía hidráulica sirve esencialmente para alimentar los servo mandos que instalados sobre las cadenas de mando de los rotores permiten un pilotaje precise y sin esfuerzo. El conjunto del sistema hidráulico comprende una generación hidráulica, conjunto compacto (1) fijado sobre la B.T.P. que acciona la bomba hidráulica, 3 servo-mandos principales (2- 4-5) y el servo-mando trasero (6) y cañerías rígidas y flexibles.

Aerospatiale. (1978). Sistema Hidráulico. En *Manual de mantenimiento helicóptero Gazelle SA 342 L* (pp.26-31). Paris: Publicaciones Eurocopter.

2.4.8 Servo Mandos

2.4.8.1 Generalidades

Los servos mandos son de dos tipos:

- Los servo mandos principales
- El servo mando trasero

Los servos mandos principales están montados en serie en la cinemática de los mandos de vuelo y son alimentados hidráulicamente por la generación del aparato.

Estos permiten anular los esfuerzos de pilotaje evitar el accionamiento de los mandos y las vibraciones de los mandos de vuelo gracias a la irreversibilidad del sistema.

Estos pueden estar puestos en corto circuito por la abertura de la electroválvula de la generación hidráulica (mando sobre la palanca de paso general). Estos se comportan entonces como simple bielas de mando.

2.4.8.2 Servo Mandos Principales

Los tres servo mandos principales son de tipo de simple cuerpo deslizante.

- El vástago del pistón está anclado sobre la B.T.P.
- El cuerpo está fijado a un plato cíclico no rotatorio.

Las secciones de dos cámaras de potencia son iguales. Los servo mandos principales controla las cadenas longitudinales y laterales del paso cíclico y del paso general.

2.4.8.2.1 Características

- Presión nominal de utilización 40 bares
- Fuerza desarrollada bajo presión nominal 165 daN
- Curso total (topes interiores) 135 mm.
- Curso útil máximo 133 mm.
- Esfuerzo de entrada <0,3 daN
- Esfuerzo de maniobra sin presión <15 daN
- Consumo permanente <200 cm³/min
- Cierre del by-pass por presión > 6 bares

2.4.8.2.2 Partes del Servo Mando

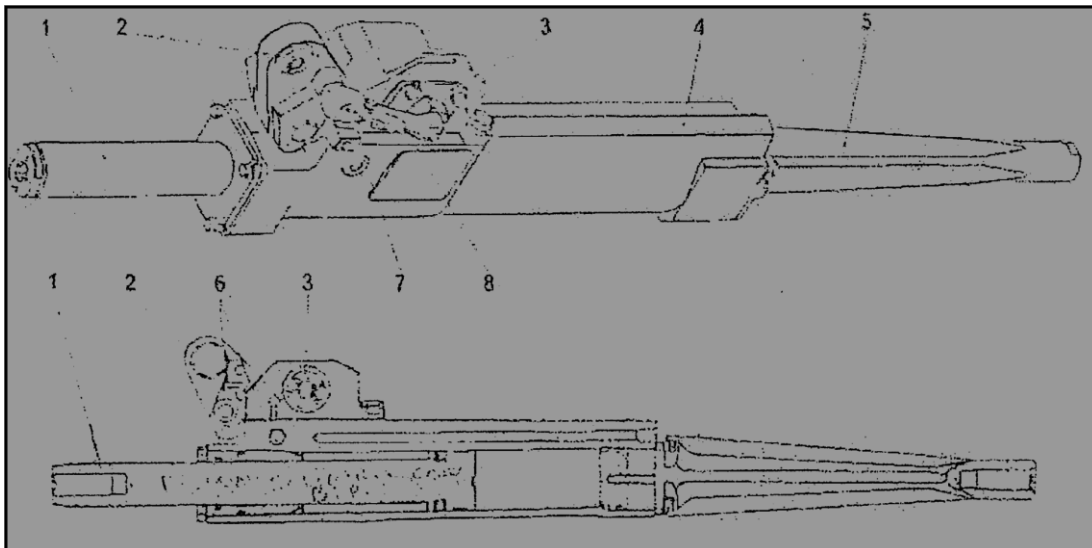


Figura 10 Partes del servo mando

Fuente: Manual SA 342-L página 32

1. Vástago del pistón (Punto fijo)
2. Palanca de entrada (Mando actuador)
3. Distribuidor rotatorio
4. Cuerpo del servo mando
5. Tubo de adaptación
6. Topes de la palanca de entrada
7. Filtro de entrada de micras
8. Bieleta de mando de distribuidor

2.4.8.2.2.1 Elementos Interiores Del Servo Mando Principal

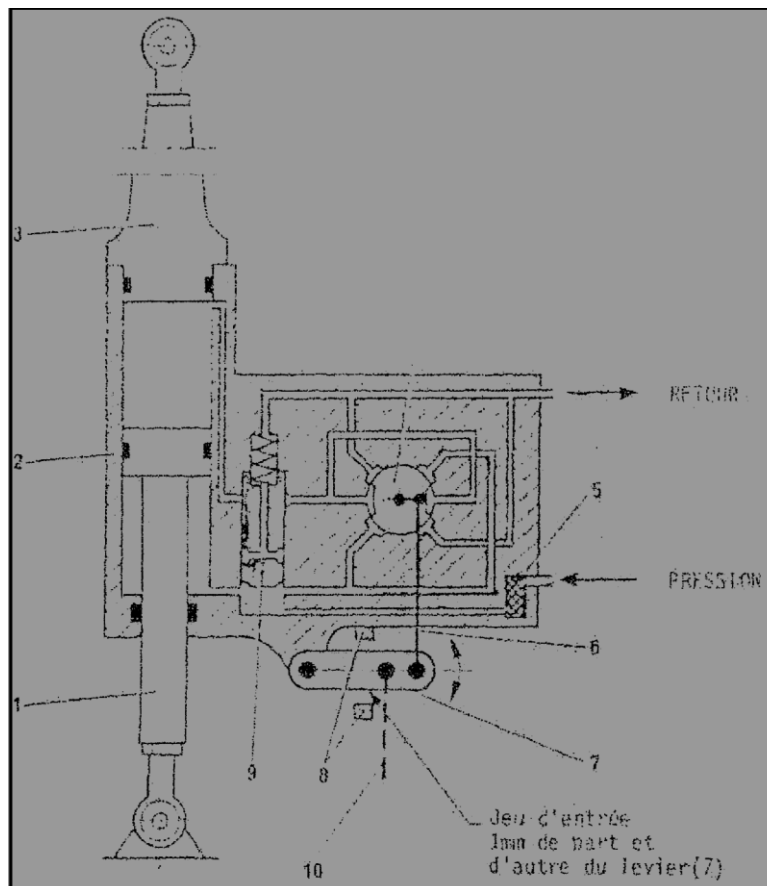


Figura 11 Elementos Interiores del Servo Mando

Fuente: Manual SA 342-L página 33

1. Vástago del pistón
2. Cuerpo de servo mando
3. Tubo de adaptación
4. Distribuidor rotativo
5. Filtro
6. Bieleta de mando distribuidor
7. Palanca de entrada
8. Tope de la palanca de entrada
9. Bypass
10. Mando actuador biela de ataque

2.4.8.2.3 Comando Piloto Inmóvil

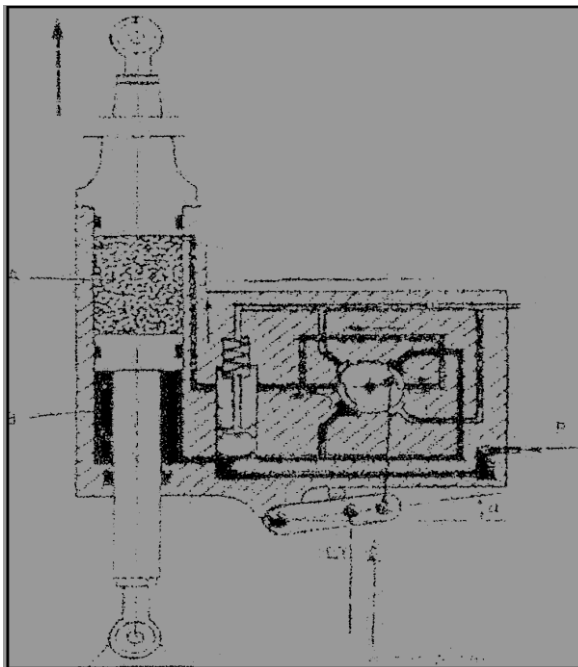


Figura 12 Comando Piloto Inmóvil

Fuente: Manual SA 342-L página 34

La palanca de entrada está centrada con relación a sus topes.

- El distribuidor está en neutro
- El servo comando está en equilibrio (inmóvil)

Aerospatiale. (1978). Sistema Hidráulico. En *Manual de mantenimiento helicóptero Gazelle SA 342 L* (pp.32-35). Paris: Publicaciones Eurocopter.

2.4.8.3 Servo Mando Trasero

Este es un servo mando de tipo de simple cuerpo fijo. Este es anclado por una brida sobre la B.T.A.

El servo mando trasero controla la cadena de mando de dirección.

2.4.8.3.1 Características

- Presión de utilización 40 bares \pm 2,5
- Curso máximo útil 30 mm
- Presión de abertura del by-pass 6 bares
- Presión de cierre del by-pass 12 bares
- Esfuerzo de maniobra sin presión < 15 daN
- Poder filtrante en la tubería de presión 100micras

2.4.8.3.2 Componentes

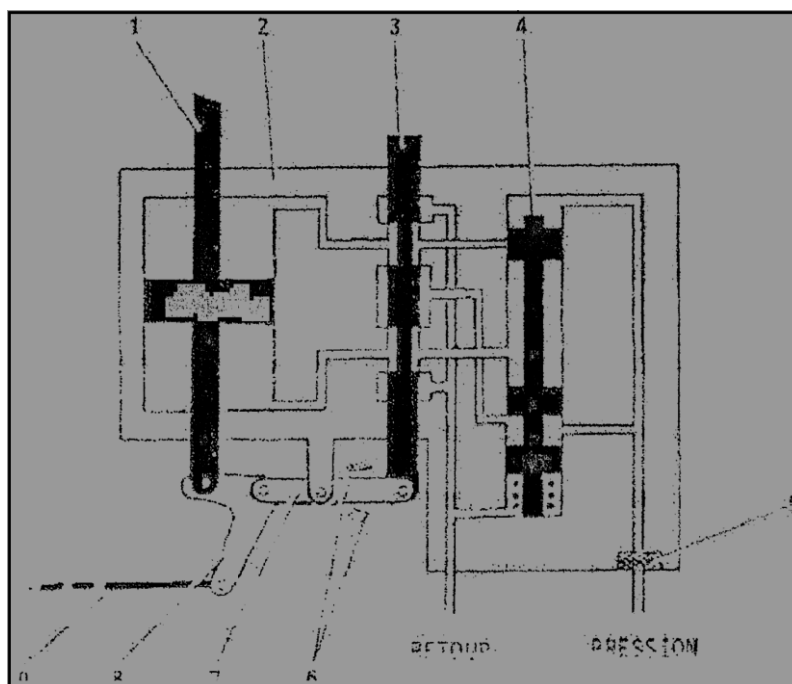


Figura 13 Componentes Servo Mando Trasero

Fuente: Manual SA 342-L página 35

1. Pistón
2. Cuerpo del servo mando
3. Caja de distribución
4. By-pass
5. Filtro 100 micras

6. Topes
7. Palanca de topes
8. Palanca de entrada
9. Mando actuador

2.4.8.3.3 Funcionamiento Normal del Servo Mando Trasero

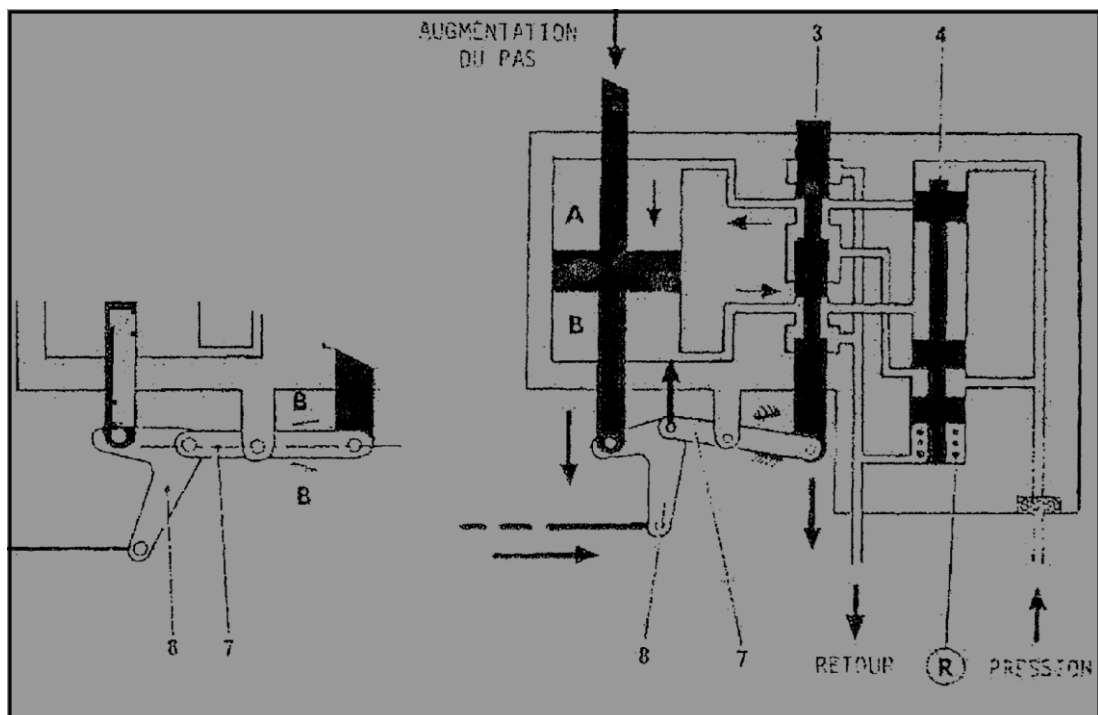


Figura 14 Funcionamiento Servo Mando Trasero

Fuente: Manual SA 342-L página 36

La figura a continuación ilustra el servo en movimiento en el sentido de aumento de paso del rotor trasero. La acción actuadora sobre la palanca de entrada (8) acciona un desplazamiento de la válvula de distribución (3) que van:

- La cámara A en presión.
- La cámara 8 en retorno.

El pistón del servo mando salido. El movimiento del pistón tiende a llevar la palanca tope (7) en posición neutra (cero distribución de hidráulico) entonces la orden del piloto sobre la palanca de entrada tiende a alargar durante la orden del piloto, la palanca de entrada es inmovilizada y el pistón lleva la palanca tope en neutro y el servo-mando se detiene.

NOTA: En funcionamiento normal, el bypass (4) está cerrado (efecto de la presión contra la acción del resorte)

2.4.8.3.4 Pérdida de Presión Hidráulica

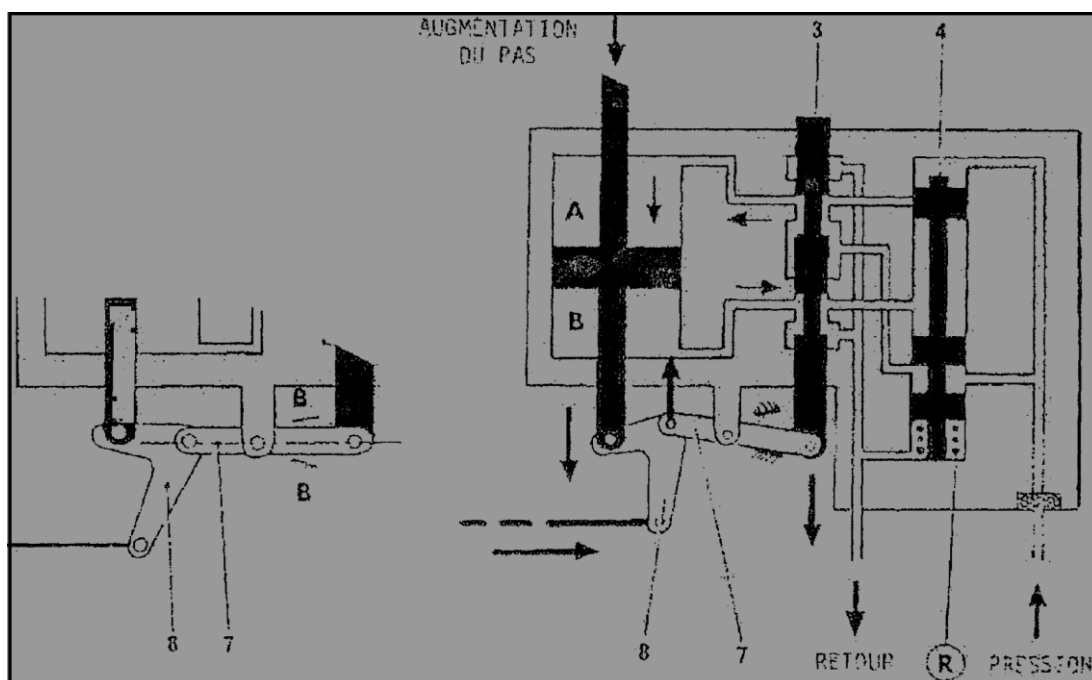


Figura 15 Pérdida de Presión Hidráulica

Fuente: Manual SA 342-L página 42

Si la presión hidráulica cae abajo de 6 bares, el resorte (empuja el bypass y pone en comunicación directa las cámaras A y B). El funcionamiento es totalmente mecánico.

El esfuerzo del piloto sobre la palanca, que gira alrededor del punto es transmitido directamente al pistón después recupera el juego de entrada de la palanca.

Si, en modo hidráulico el piloto siente sus pedales endurecidos, (indica probablemente la fricción excesiva a nivel del distribuidor) se debe cortar la presión hidráulica a los servos mandos con el interrupter "SERVO" situado sobre la manija del colectivo. La presión baja y el by-pass se abren y pasa a un pilotaje mecánico. El piloto después bascula en el interrupter "SERVO", sobre la marcha debe sentir una disminución de los esfuerzos del mando.

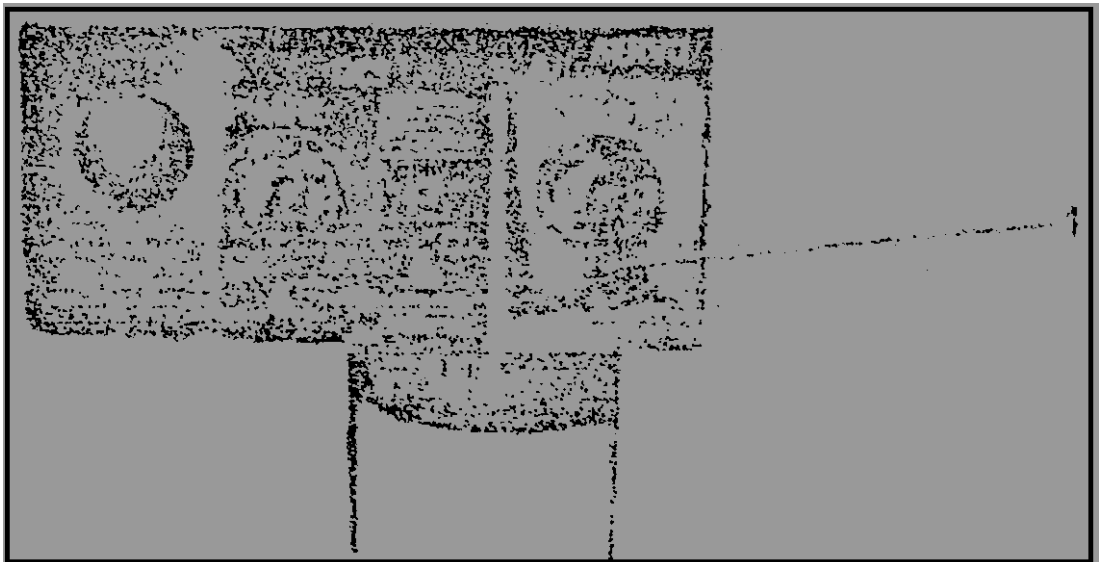


Figura 16 Manija de Colectivo

Fuente: Manual SA 342-L página 47

2.4.9 Principio del Funcionamiento de la Generación Hidráulica

2.4.9.1 Block Hidráulico "Compacto"

La generación hidráulica es asegurada por un bloque miniatura compacto constituido por un deposito (reservorio hermético) de aleación ligera fijado sobre el cárter de la B.T.P en su parte delantera.

2.4.9.2 Características

- Capacidad del depósito máximo 2,2 litros, útil 2 litros.
- Poder filtrante del filtro 100 micras
- Válvula de puesta al aire libre en delta P 1 bar
- Velocidad de rotación de la bomba hidráulica 3.627 R.P.M.
- Flujo de la bomba hidráulica de 6 litros/min a 35,5 bares.
- Calibrado de la válvula de regulación 40 bares
- Filtro metálico 10 micras
- Tensión de la electro-válvula 24 ± 6 V.C.C.
- Tensión del transmisor taquimétrico 21 ± 2 V.

Aerospatiale. (1978). Sistema Hidráulico. En *Manual de mantenimiento helicóptero Gazelle SA 342 L* (pp.35-42). Paris: Publicaciones Eurocopter.

2.4.9.3 Descripción del Bloque Hidráulico

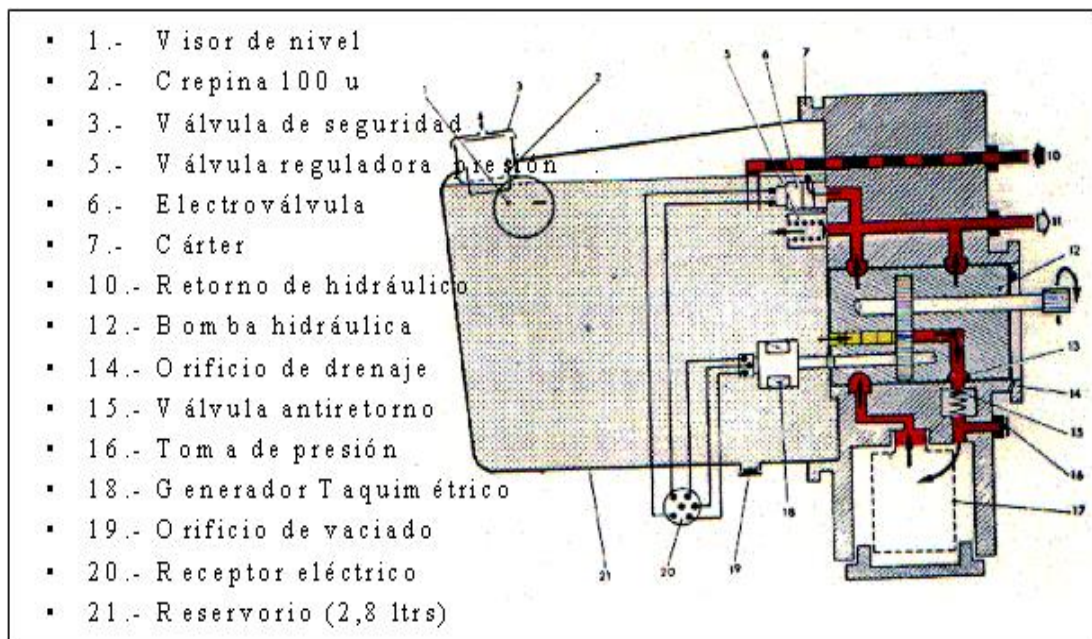


Figura 17 Descripción del Block Hidráulico

Fuente: Manual de mantenimiento Helicóptero Gazelle página 40

2.4.10 Funcionamiento del Circuito Hidráulico

2.4.10.1 Funcionamiento Normal

- Los interruptores están en parada
- Las electro-válvula no excitadas están desconectadas
- La bomba hidráulica entra en funcionamiento con el rotor girando
- La válvula de regulación mantiene la presión en 40 bares
- La luz BP HY está apagada
- Los servo-mandos están normalmente alimentados
- El hidrógeno de los acumuladores estas comprimidos por el líquido hidráulico

2.4.10.2 Función del Dispositivo de Seguridad de los Servo-Mandos Principales

Los esfuerzos del mando del rotor principal están en función de la velocidad del helicóptero. Este aumenta cuando la velocidad aumenta, a partir de una cierta velocidad. Así en caso de pérdida de la presión, el piloto debe reducir la velocidad (reduciendo el paso colectivo) a manera de obtener los esfuerzos de mando aceptables en pilotaje manual.

2.4.10.3 Funcionamiento del Dispositivo de Seguridad

Al momento que la presión baja en el circuito, los acumuladores restituyen (distensión del nitrógeno) la energía que esta almacenada.

Las válvulas anti-retorno son cerradas y los servo mandos continúan alimentados hasta que los acumuladores se descarguen.

El piloto debe aprovechar el lapso de tiempo durante el cual los acumuladores trabajan para reducir el paso colectivo.

Velocidad de protección del piloto, este pilotaje es manual (los acumuladores son descargados). Este mando cierra las electro válvulas y por el interruptor del servo, anulando así la presión residual y contra presión por parte de los pistones de los servo-mandos (disminución de los esfuerzos necesarios para desplazar los servo-mandos).

2.4.11 Test Hidráulico

La electro-válvula permite (en suelo rotor girando) provocar una baja de presión voluntaria a fin de verificar el buen funcionamiento de la señalización y los acumuladores de seguridad.

El piloto acciona el interruptor TEST HYD situado en el pupitre de abordo: las electro válvulas se excitan y se cierran permitiendo el retorno del fluido al depósito.

La presión baja a cero simultáneamente la luz BP. HY se ilumina, a partir de este instante, el piloto debe poder maniobrar sin esfuerzo el mando cíclico antes de que aparezca la sensación de esfuerzo que indica que los acumuladores están descargados.

Aerospatiale. (1978). Sistema Hidráulico. En *Manual de mantenimiento helicóptero Gazelle SA 342 L* (pp.43-45). Paris: Publicaciones Eurocopter.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

La rehabilitación del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342 L se efectúa, de acuerdo a un problema encontrado en el área de formación educativa, especialmente afectando a los alumnos del curso de aerotécnicos de la especialidad de helicópteros en la ETAE-15.

Los alumnos de la ETAE-15 cuentan con un entrenamiento adecuado pero siempre esto puede mejorar, como en el caso de este proyecto, realizando la rehabilitación del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342 L, los alumnos tendrán la facilidad de aprender directamente del helicóptero con su sistema hidráulico completamente habilitado y funcionando.

Así también los estudiantes podrán realizar prácticas de mantenimiento específicamente de este sistema con la seguridad de que, al momento de ya encontrarse un problema de estos en su vida profesional, tendrán la plena confianza en poder resolverlo gracias a un entrenamiento eficaz con la ayuda de nuestro proyecto.

Con todo esto se pretende que con las siguientes generaciones de futuros aerotécnicos de la ETAE-15 de la especialidad de helicópteros, sean profesionales con un alto grado de práctica y estudios.

3.1.1 Estudio de alternativas

En la rehabilitación del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle, como situación actual se tiene un sistema hidráulico con ciertos componentes montados pero no operativos, de igual manera se encuentra componentes que faltan en el sistema, pero dichos componentes se encuentran en la sección de mantenimiento de dicha aeronave, también es importante mencionar que la BTP (Caja de Transmisión Principal) sobre la cual está montado y es accionado el block hidráulico, se encuentran ambos inoperativos.

Dadas las circunstancias en la rehabilitación del sistema hidráulico no se aplica estudio de alternativas ya que se procede la rehabilitación desde el estado inicial en el que se encuentra el sistema, más los avances que se van dando en el desarrollo de dicha rehabilitación.

3.1.2 Estudio de Factibilidad

Para el estudio de factibilidad se apoyó en tres aspectos básicos:

- Factor Operativo
- Factor Técnico
- Factor Económico

3.1.2.1 Factor Operativo

Se refiere a todas las actividades que se llevará a cabo para la rehabilitación del sistema, los recursos que se utilizará para llegar a nuestro objetivo, actividades y recursos que se irán presentando conforme el avance de la rehabilitación del sistema hidráulico.

3.1.2.2 Factor Técnico

Se tomó en cuenta recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades y experiencia para efectuar actividades o procesos que requieren el proyecto.

3.1.2.3 Factor Económico

La factibilidad económica es el elemento por el cual se solventara nuestro proyecto tomando en cuenta que para la rehabilitación del sistema hidráulico se optará por la compra de un motor eléctrico para su funcionamiento.

3.2 Diseño

Para esto se tomó en cuenta dos aspectos importantes:

- Aspecto Mecánico.
- Aspecto Económico.

3.2.1 Aspecto Mecánico

3.2.1.1 Rehabilitación

La rehabilitación del sistema hidráulico, es la fase del proceso final con la cual el sistema estará en óptimas condiciones de funcionamiento para aprovechar todos los beneficios que puede brindar en la educación de los alumnos.

3.2.1.2 Facilidad de Operación y Control

Tanto los instructores como los alumnos tendrán la facilidad de operación y control del sistema hidráulico ya que está realizado específicamente para un uso eficiente.

3.2.1.3 Mantenimiento

Para el cuidado del sistema hidráulico es importante tener en cuenta todas las especificaciones que nos brinda el manual de sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342 L, así también el manual de mantenimiento del motor eléctrico que será incorporado.

3.2.1.4 Elementos

Consta de todas las herramientas y equipos utilizados para la rehabilitación del sistema.

3.2.2 Aspecto Económico

3.2.2.1 Costo de Rehabilitación

Del costo de la rehabilitación depende el poder realizar con éxito la rehabilitación del sistema, puesto que se realizará la compra de ciertos equipos que permitirán alcanzar nuestro objetivo.

3.3 Rehabilitación del sistema hidráulico

3.3.1 Descripción del sistema hidráulico

El sistema hidráulico está compuesto por las siguientes parte, block hidráulico compacto, tuberías, filtro, acumuladores, sellos, reguladores, receptores y múltiples.

Su función principal es permitir el manejo de la aeronave de una manera cómoda, sin esfuerzos y con seguridad

3.3.2 Orden a Seguir para la Rehabilitación del sistema

De acuerdo al manual de mantenimiento N° 29 del Helicóptero Gazelle SA 342 L, y a la planificación dada, la rehabilitación del sistema hidráulico se da por las siguientes actividades.

- Funcionamiento básico del sistema hidráulico del helicóptero Gazelle.
- Uso del equipo de protección personal.
- Verificación de estado y condición de los elementos que se encontraban ya instalados en el helicóptero.
- Verificación del estado y condición de los elementos a ser instalados.
- Limpieza del Helicóptero.
- Instalación de tuberías rígidas y flexibles.
- Instalación de servo mandos principales y trasero.
- Acople de motor eléctrico al block hidráulico.
- Instalación de la señalética de los principales elementos del sistema.

3.3.2.1 Funcionamiento básico del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle

El sistema hidráulico está destinado a alimentar los tres servos mandos principales y servo del rotor de cola. En caso de corte de la presión hidráulica, los servo mandos actúan como simples varillas.

El sistema hidráulico está compuesto por:

- El Reservorio (Block Hidráulico Compacto)
- Tuberías (Rígidas y Flexibles)
- Filtro
- Acumuladores
- Sellos
- Reguladores
- Receptores
- Múltiples

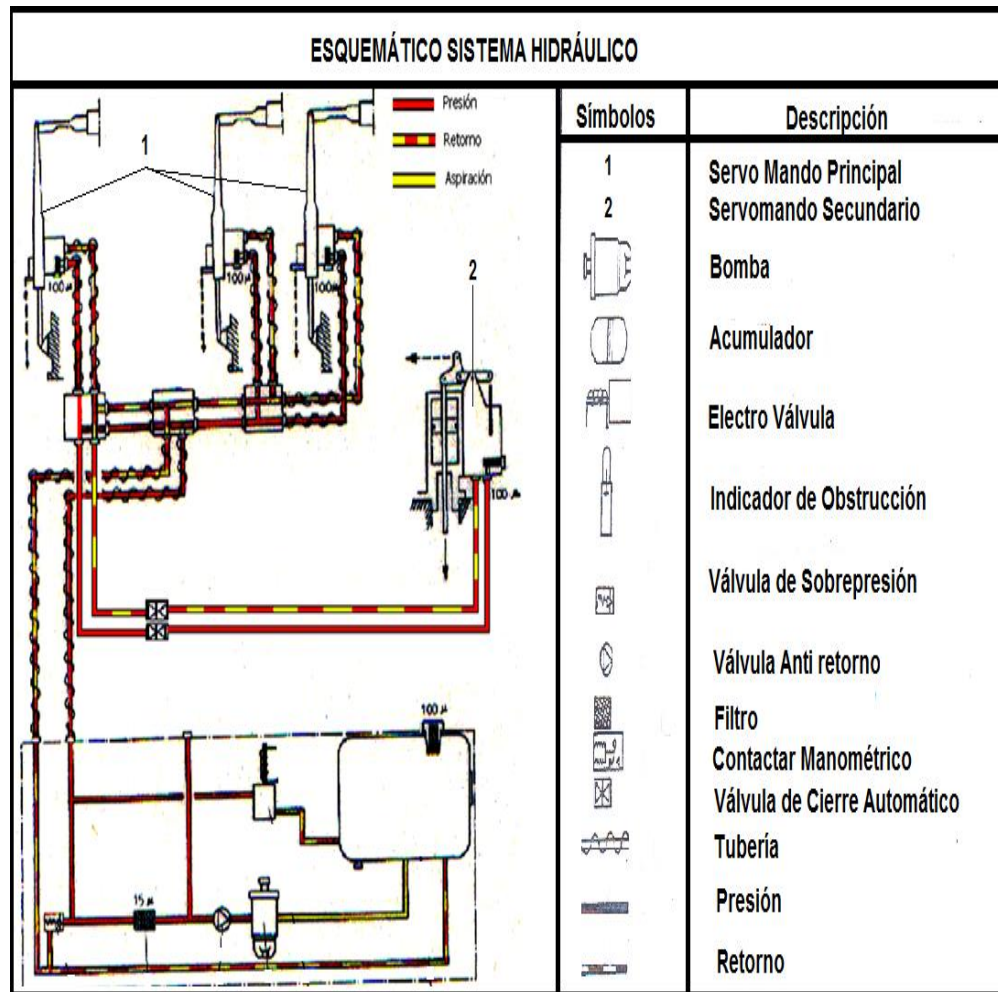


Figura 18 Esquema sistema hidráulico

Fuente: Manual de mantenimiento Helicóptero Gazelle página 41

3.3.2.1.1 El reservorio de hidráulico

La función principal del reservorio es de contener el líquido necesario para el funcionamiento del circuito, corresponde al punto de salida y punto de retorno del líquido circulante en el circuito.

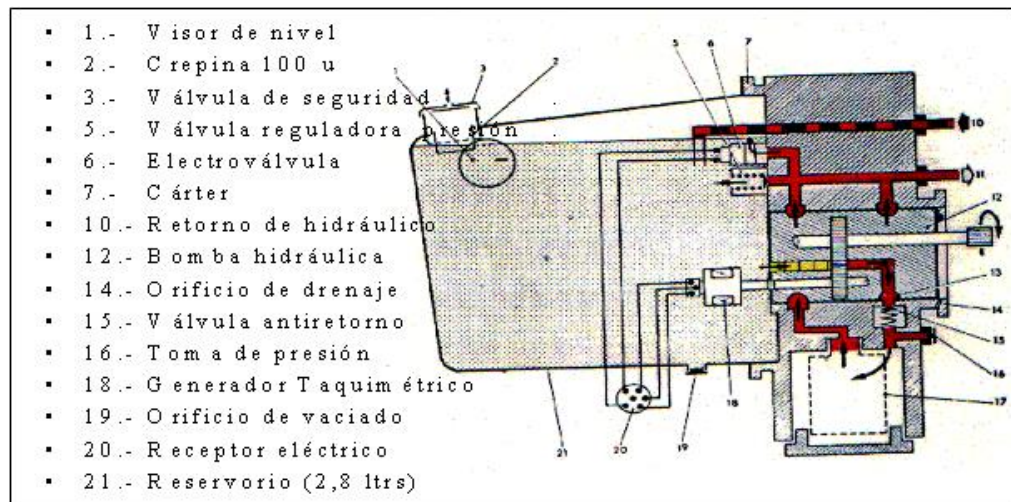


Figura 19 Block Hidráulico

Fuente: Manual SA 342-L página 48

Por su función el reservorio tiene las siguientes características especiales para poder cumplir con su misión como:

- Capacidad del depósito máximo 2,2 litros, útil 2 litros.
- Poder filtrante del filtro 100 micras
- Válvula de puesta al aire libre en delta P 1 bar
- Velocidad de rotación de la bomba hidráulica 3.627 R.P.M.
- Flujo de la bomba hidráulica de 6 litros/min a 35,5 bares.
- Calibrado de la válvula de regulación 40 bares
- Filtro metálico 10 micras
- Tensión de la electro-válvula 24 ± 6 V.C.C.
- Tensión del transmisor taquimétrico 21 ± 2 V.

3.3.2.1.2 Las Tuberías

El líquido hidráulico no es consumible ni volátil, se encontrará siempre en dos tuberías una de alimentación y otra de retorno.

Su función es de unir entre sí los elementos de un circuito hidráulico asegurando:

- Una impermeabilidad perfecta
- Un mínimo de pérdida de carga

Los movimientos relativos de los órganos, los unos con relación a otros.

En el Gazelle hay dos tipos de tuberías:

- Tuberías rígidas
- Tuberías flexibles



Figura 20 Tuberías Rígidas y Flexibles

3.3.2.1.3 El Filtro

Para obtener un funcionamiento correcto y prolongado de una transmisión hidráulica, es necesario de mantener el aceite en condiciones perfectas de pureza, sometiendo a una filtración constante para eliminar posibles impurezas y materias producidas por el frotamiento de órganos constitutivos.

La capacidad para un filtro va determinada en el tamaño del paso del elemento filtrante, tomando en cuenta el caudal de paso del líquido y las presiones.

3.3.2.1.4 Los Acumuladores

Los acumuladores hidráulicos son órganos que permiten almacenar y restituir la energía en forma de fluido bajo presión. Compuesto por dos cámaras separadas, sea por una membrana en caucho, sea por un pistón metálico, ellos almacenan el líquido en una parte y gas bajo presión en la otra parte del acumulador.



Figura 21 Acumulador

En el Gazelle la presión del gas es de 15 bares a una temperatura media de 20 grados centígrados.

La duración de la reserva de hidráulico tiene un promedio de 60 segundos sin actuar sobre los mandos de vuelo y de 15 segundos cuando actúa sobre los mandos.

3.3.2.1.5 Los sellos

El problema de estanqueidad es capital en un circuito hidráulico, es así que se utilizó sellos de aderezo destinados a suprimir las fugas de líquido, que sería una pérdida de rendimiento, un consumo excesivo de líquido y eventualmente un riesgo de incendio.

3.3.2.1.6 Los Reguladores

Aunque las bombas son a presión constante, esta es controlada por un regulador que lleva el nombre de Válvula de sobre presión, este tiene por objeto mantener la presión dada por la bomba a un valor determinado por el constructor o a la presión de utilización.

3.3.2.1.7 Los Receptores



Figura 22 Servo Mando

También llamado servo mando es un órgano que permite realizar un movimiento de salida con una producción de trabajo que demanda un poco o casi nada de trabajo, los movimientos del rotor se realizan por los movimientos de los comandos, porque los rotores siguen los comandos sin error perceptible.

3.3.2.1.8 Múltiples

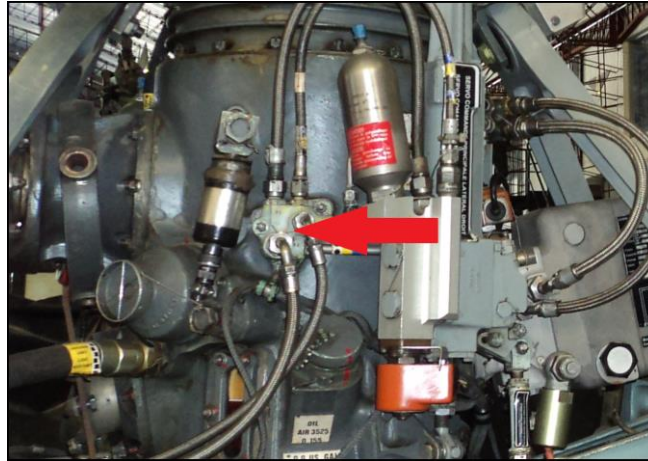


Figura 23 Múltiples

Los múltiplos son órganos que están montados sobre las paredes exteriores de la BTP y constituyen los medios de enlace de la cadena de transmisión del fluido entre los diferentes receptores (Servo mandos), es un múltiple el que permite que el líquido hidráulico se distribuya al Servo comando trasero.

3.3.2.2 Uso del equipo de protección personal



Figura 24 Equipo de protección personal

Fuente: http://www.equiposyequipos.com/equipos_cordoba/noticias.php?idnoti=29

➤ **Protección de ojos**

Para casos de desprendimiento de partículas como el polvo es importante el uso de gafas de protección.

➤ **Protección de los oídos**

Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario utilizar protección auditiva como tapone u orejeras.

➤ **Protección de manos**

Es muy importante el uso de guantes de protección adecuados para el trabajo que se esté realizando.

➤ **Protección de pies**

El calzado de seguridad debe proteger el pie contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

➤ **Ropa de trabajo**

Es la ropa especial que debe utilizarse para evitar riesgos en el trabajo.

3.3.2.3 Verificación del estado y condición de los elementos que se encontraban instalados en el Helicóptero Gazelle.

En este proceso de verificación del estado y condición de los elementos instalados en el helicóptero se pudo notar que los componentes del sistema estaban instalados como es el caso del block hidráulico y los servo mandos, pero solo se encontraban asegurados más no operables.

También se encontró mucha cantidad de polvo y ciertos componentes del helicóptero obstruyendo el área de trabajo.



Figura 25 Primera vista del Helicóptero antes de empezar el proyecto.

3.3.2.4 Verificación del estado y condición de los elementos a ser instalados

Los elementos a ser instalados también fueron revisados en estado y condición todos estos componentes a ser instalados en el sistema hidráulico estaban disponibles en la bodega de la sección del Helicóptero Gazelle SA 342 L.



Figura 26 Elementos a ser instalados

3.3.2.5 Verificación del estado de tuberías rígidas y flexibles

Estas tuberías se encontraban en buen estado y sin ningún inconveniente para ser instaladas.



Figura 27 Estado de tuberías Rígidas y Flexibles

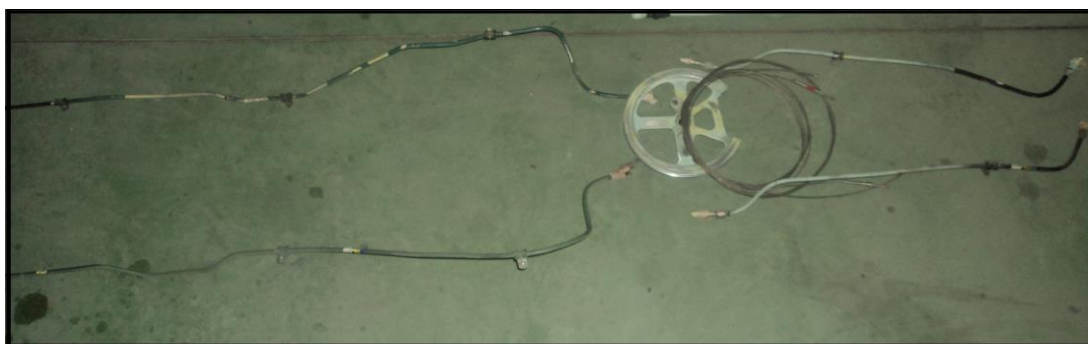


Figura 28 Estado de tuberías Rígidas y Flexibles

3.3.2.6 Verificación del estado de los servo mandos a ser reemplazados y ajustados

También se revisó el estado en el que se encontraban los servo mandos ya instalados pero no todos estaban en buenas condiciones y solo estaban aparentemente ajustados por ende se procedió uno a cambiarlo en totalidad y al resto reajustarlos.



Figura 29 Estado de Servomandos

3.3.2.7 Herramientas, máquinas y materiales utilizadas en la rehabilitación del sistema de controles de vuelo

Tabla 3

Lista de materiales fungibles

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Desengrasante	1 l
Waype	2 lb
Brocha	1 u
Guantes	2 u
Alcohol isopropílico	1 l

Tabla 4

Lista de máquinas

DESCRIPCIÓN
Cizalla industrial
Taladro neumático
Rápida neumática
Fresadora

Tabla 5

Lista herramientas

DESCRIPCIÓN
Llave mixtas de varias medidas
Pinza
Llaves hidráulicas
Pie de rey
Destornillador estrella
Destornillador de impacto
Martillo de goma
Entorchador
Racha
Extensión de racha
Juego de copas de varias medidas
Llave francesa
Regla



Figura 30 Herramientas

3.3.2.8 Instalación de las tuberías rígidas y flexibles

Se inicia por la instalación de las tuberías rígidas y flexibles, para lo cual por razones de mejor optimización de tiempo y orden, se irán instalando conjuntamente la línea de presión con la línea de retorno ya que para su ajuste se utilizan las mismas herramientas y van paralelas entre sí.

3.3.2.8.1 Línea de presión y retorno

Para tener una ilustración más detallada de la instalación se presenta el ANEXO A.

En la instalación de este primer conjunto primero se encuentra una tubería hidráulica flexible que va desde el block hidráulico hacia la BTP en donde se utiliza una llave hidráulica número 17, consecuentemente la instalación de una tubería fija que va desde el herraje de la BTP hacia otro herraje de la BTP se utiliza una llave mixta número 12, para el tercer paso del herraje de la BTP al servo mando principal se instala la tubería flexible con una llave hidráulica número 14.



Figura 31 Instalación Tubería Hidráulica 1

Así de esta manera se procede con la instalación de las tuberías hacia el segundo y tercer servo mando principal.

Para el cuarto paso a seguir se instala una tubería flexible con llave hidráulica número 14 que va del servo mando al herraje de la plancha mecánica.



Figura 32 Instalación Tubería Hidráulica 2

En el quinto paso se instala una tubería rígida la cual se ajusta con una llave mixta número 12, esta tubería va del herraje de la plancha metálica hacia el siguiente herraje.



Figura 33 Instalación Tubería Hidráulica 3

El sexto paso a seguir en la instalación de una tubería fija se utiliza una llave mixta número 12, esta tubería más adelante en el séptimo paso tiene una unión con otra tubería rígida la cual también se fija con una llave mixta número 12.

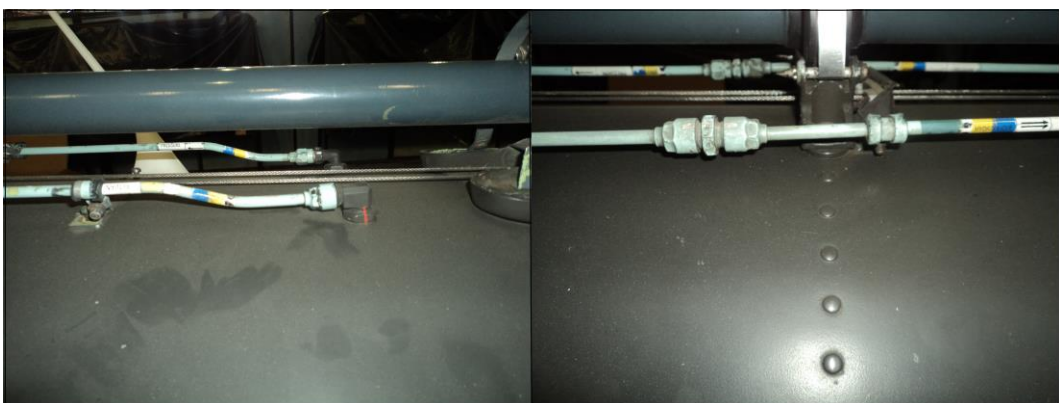


Figura 34 Instalación Tubería Hidráulica 4

En el último paso a seguir para la instalación de líneas de presión y líneas de retorno se tiene una tubería rígida desde la unión anterior al servo mando trasero.

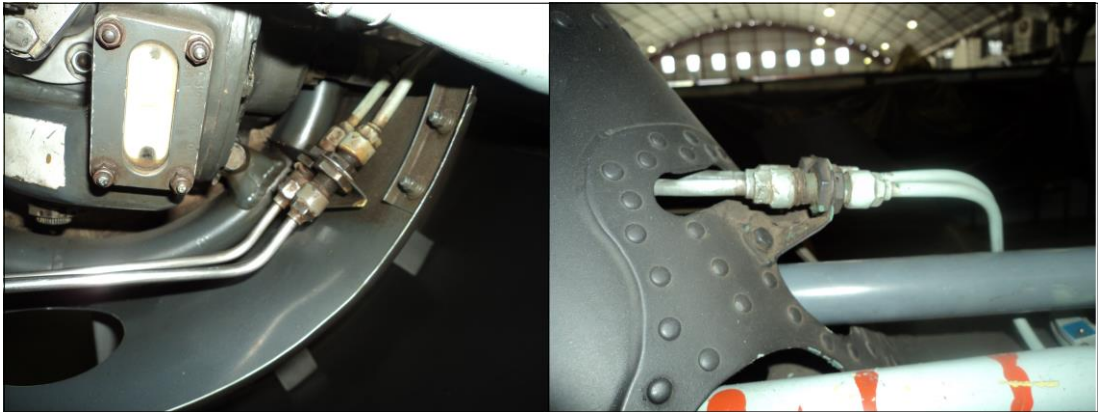


Figura 35 Instalación Tubería Hidráulica 5

3.3.2.9 Instalación y Ajuste de servo mandos

Como ya se menciona anteriormente ciertos servomandos estaban instalados aparentemente, por lo tanto se procedió al reemplazo de uno y al reajuste del resto.



Figura 36 Instalación de Servo mando

Para la instalación de este servo mando se encontraban dos tuercas, se utilizó una llave mixta número 10.

De esta manera también se realizó el ajuste de los 2 restantes servo mandos principales, así también para el ajuste del servo mando de cola se tiene 6 tuercas y se ajusta con una llave mixta número 10.

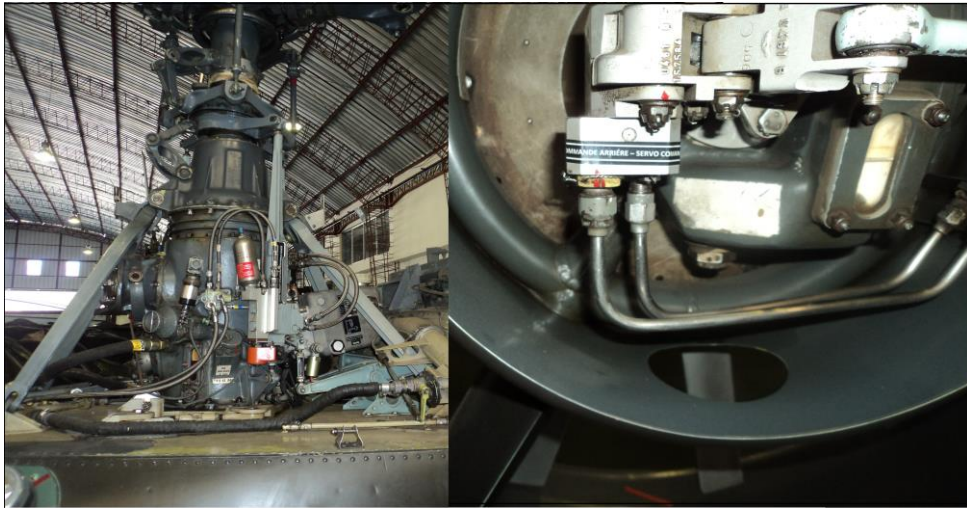


Figura 37 Servo mandos Instalados

3.3.2.10 Acople de motor eléctrico hacia el block hidráulico.

Para el acople del motor eléctrico se optó por pedir asesoría técnica con el Ing. David Suikowsky especialista en hidráulica, dada la asesoría se pudo determinar que motor eléctrico era útil para reactivar el bolck hidráulico compacto, puesto que de haber instalado cualquier otro motor se corría el riesgo de efectuar daños al sistema.



Figura 38 Asesoría Técnica

Continuando con el proceso a seguir se realiza la compra del motor eléctrico con las siguientes especificaciones.

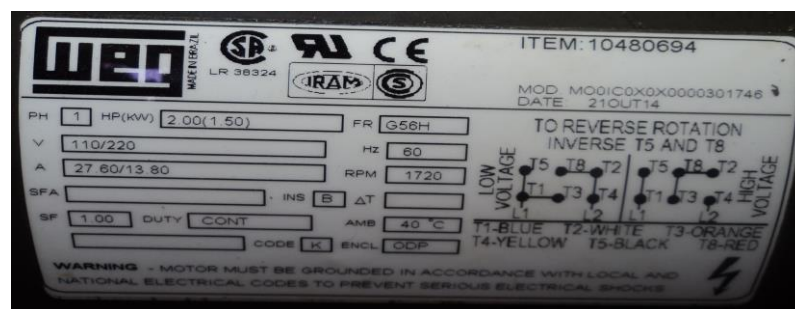


Figura 39 Especificaciones motor eléctrico



Figura 40 Compra del motor eléctrico

Posterior a la compra del motor se localizó la zona en el helicóptero en donde se haría el acople del motor eléctrico y el block hidráulico.



Figura 41 Zona donde se realizará el acople

Para el desmontaje de esta zona se la realizo usando un destornillador estrella, pinza de presión, llave mixta número 7y llave mixta número 10.



Figura 42 Zona de acople desmontada

Siguiendo con los pasos a seguir para el acople del motor eléctrico es necesario el desmontaje del block hidráulico para lo cual se usa el manual de mantenimiento ANEXO B, para el desmontaje del block hidráulico se tiene 6 tuercas, se utiliza una llave mixta número 10.



Figura 43 Desmontaje block hidráulico

El acople del block hidráulico y el motor eléctrico se lo hará con un acople flexible por lo tanto se realiza una copia exacta de la cara frontal del block hidráulico que se encontraba montado en la BTP, con la ayuda de la sección de estructuras se lo realizo sin ningún problema.

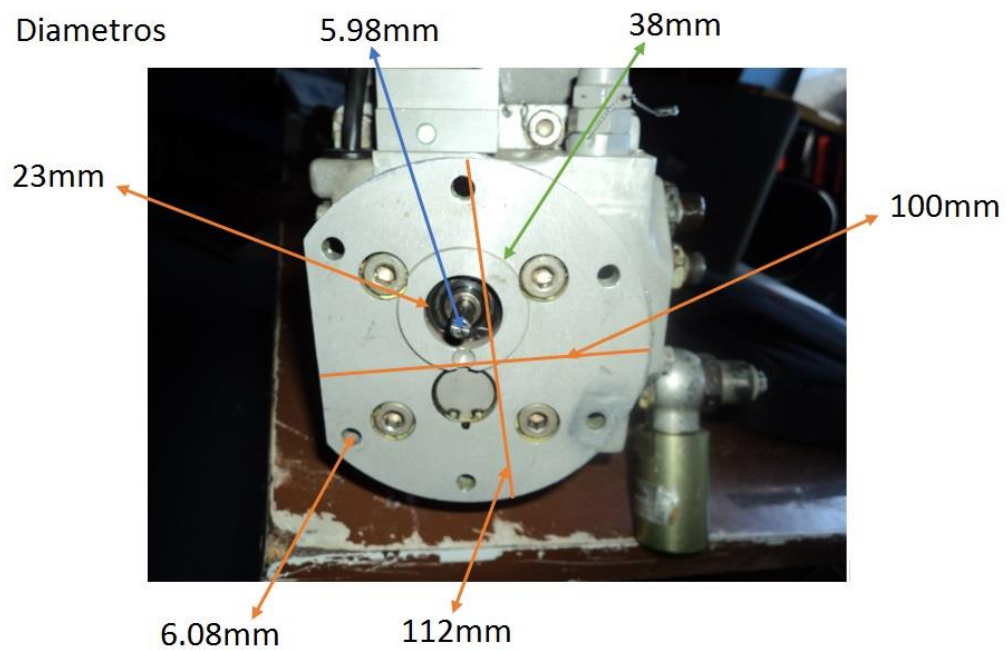


Figura 44 Cara frontal block hidráulico



Figura 45 Copia cara frontal block hidráulico

También será necesario hacer una base en la cual se ajustara el motor eléctrico y el block hidráulico ya acoplados.



Figura 46 Base para motor y block hidráulico



Figura 47 Base Terminada

Como último paso se acopla el motor y el block hidráulico se los coloca sobre la base y se ajustan las tuberías flexibles hacia el block hidráulico

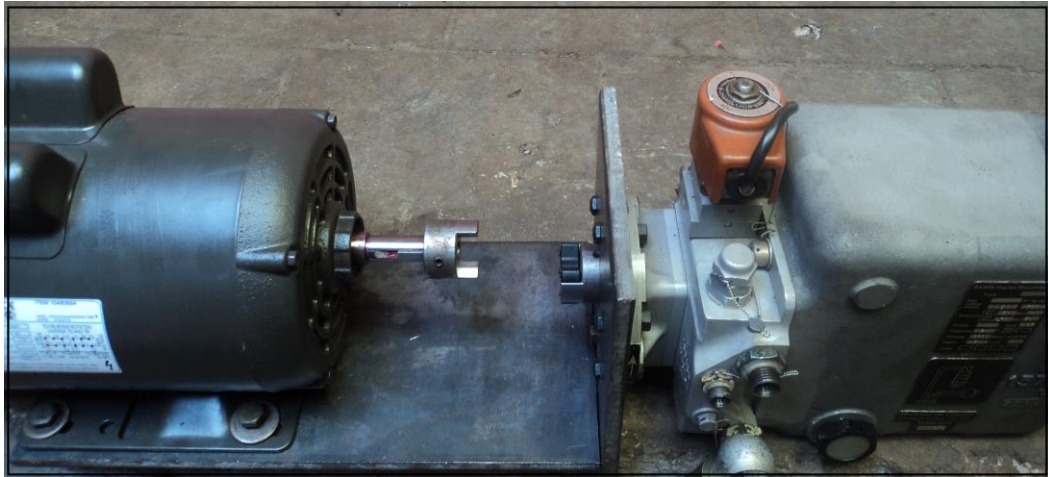


Figura 48 Acople de motor eléctrico y block hidráulico

3.4 Instalación de la señalética de los principales elementos del sistema

Para que los alumnos tengan una mayor facilidad de ubicar los principales componentes se pegara adhesivos de información, acordes al sistema hidráulico.

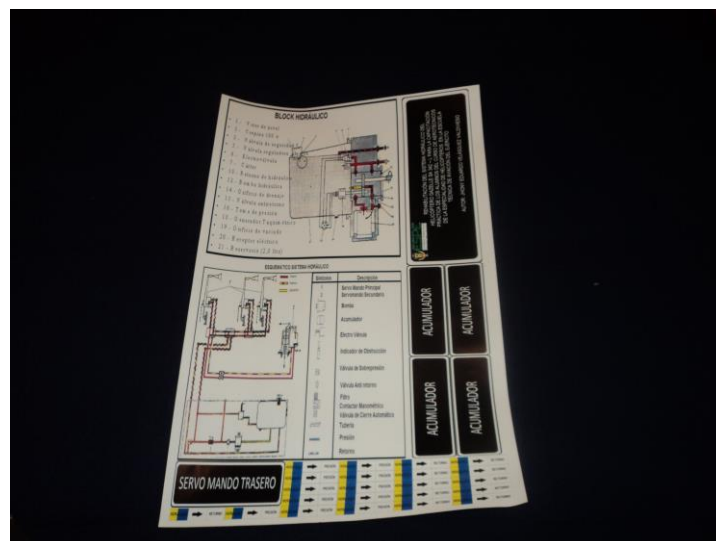


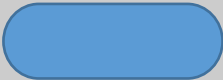




Figura 49 Adhesivos Sistema Hidráulico

3.5 Diagramas de procesos

Con los siguientes diagramas se muestran los procesos que se realizaron en la rehabilitación del sistema hidráulico, procesos que se muestran de una manera ordenada y secuencial.

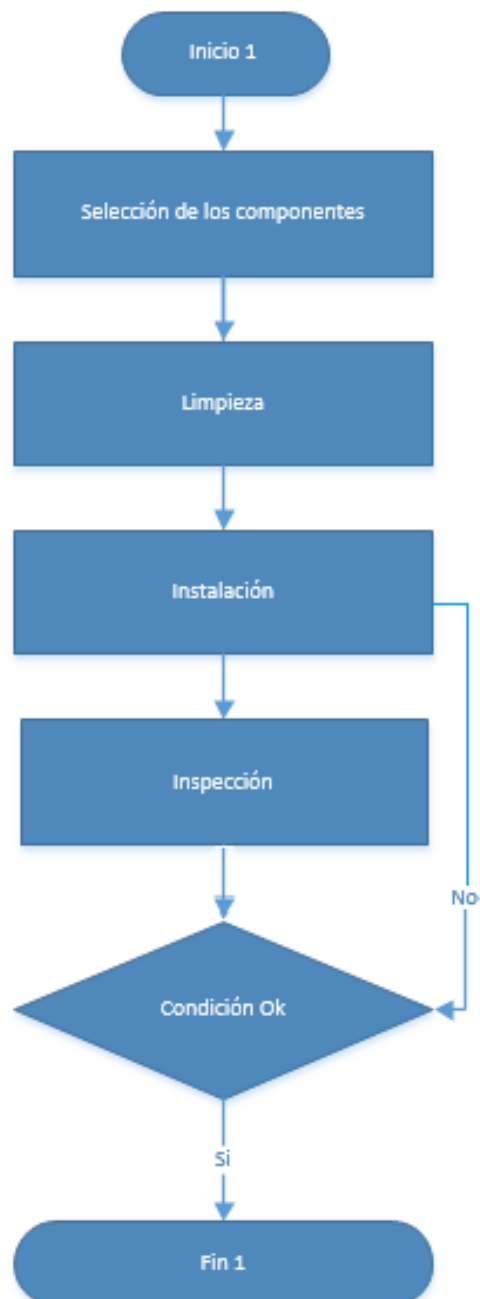
Tabla 6

Simbología de los diagramas de procesos

NÚMERO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO
1	Inicio	
2	Proceso	
3	Decisión	
4	Conector	
5	Fin	

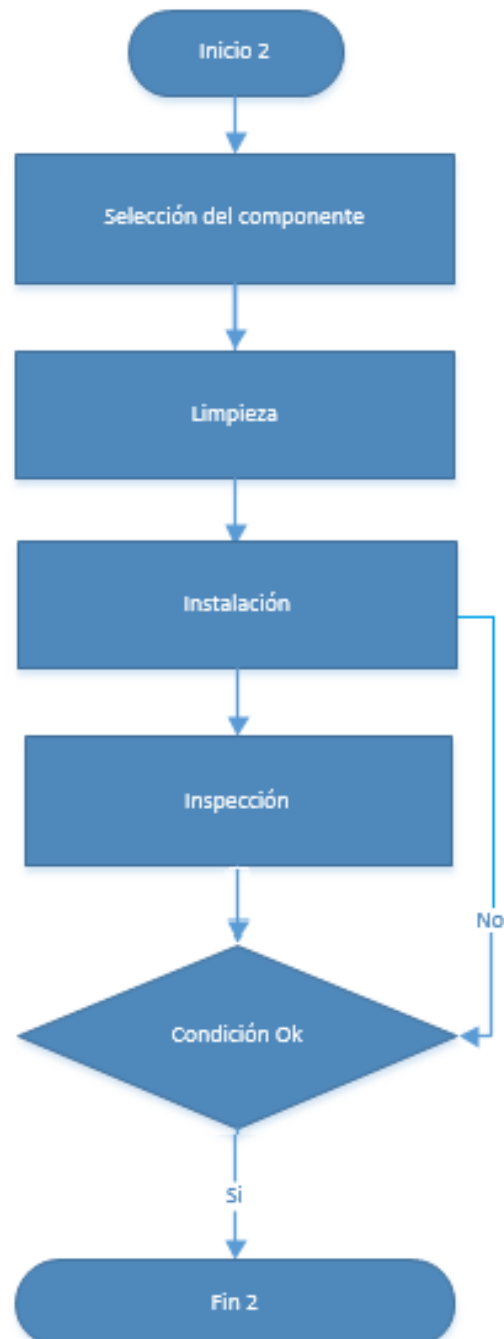
3.5.1 Diagrama de procesos - Instalación de las tuberías rígidas y flexibles

Material: Tuberías rígidas y flexibles



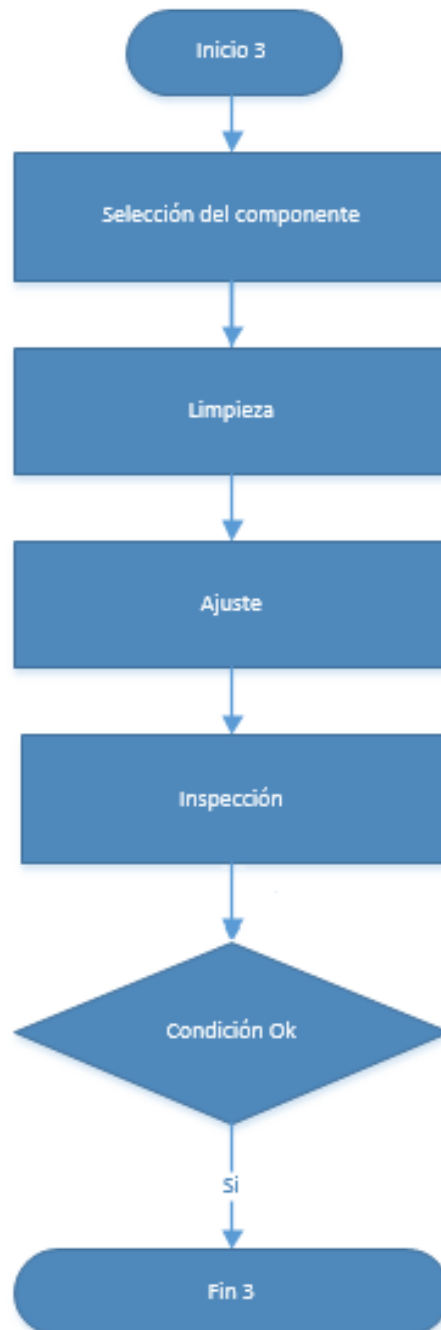
3.5.2 Diagrama de procesos - Instalación de servo mando principal 1

Material: Servo mando principal 1



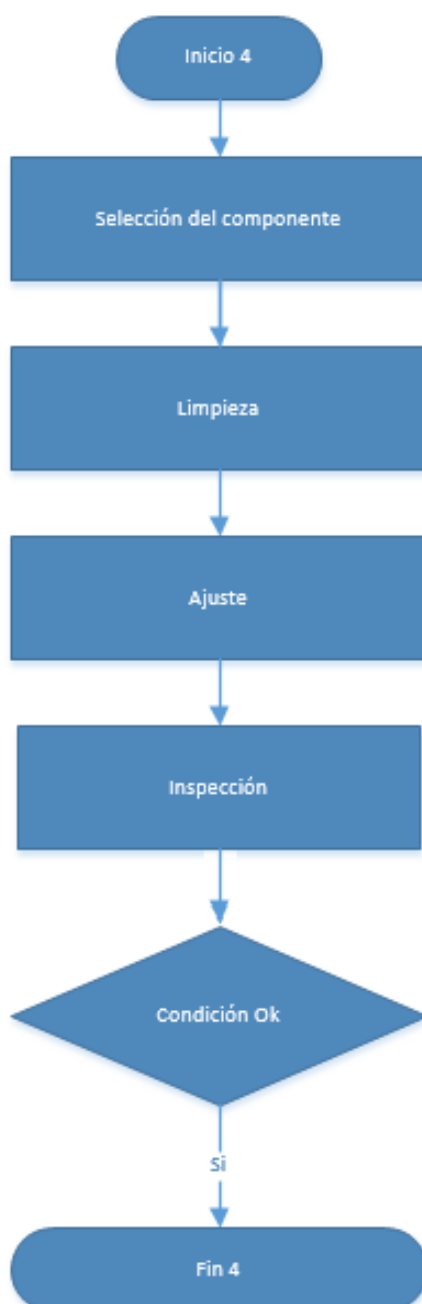
3.5.3 Diagrama de procesos – Ajuste de servo mando principal 2

Material: Servo mando principal 2



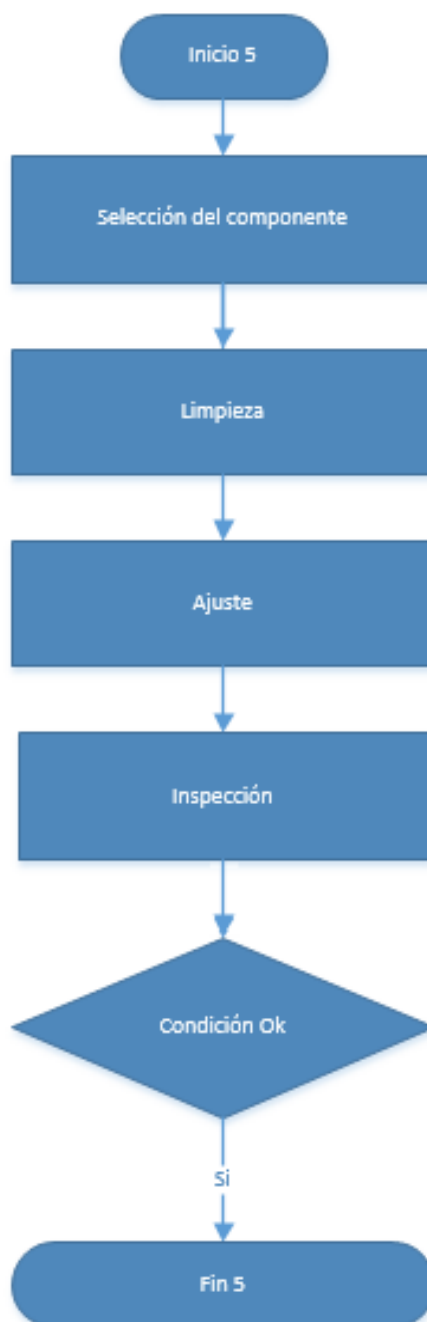
3.5.4 Diagrama de procesos – Ajuste de servo mando principal 3

Material: Servo mando principal 3



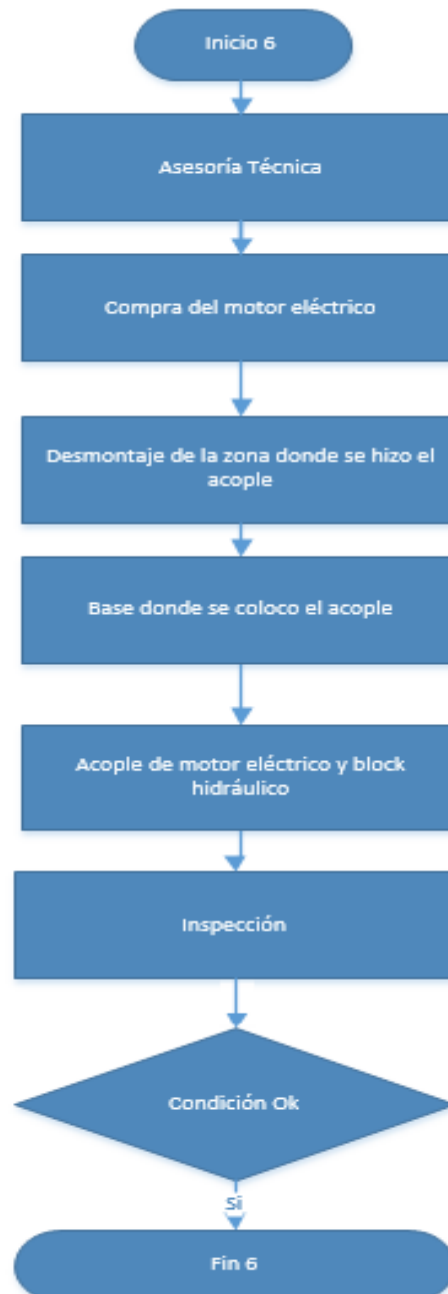
3.5.5 Diagrama de procesos – Ajuste de servo mando trasero

Material: Servo mando trasero

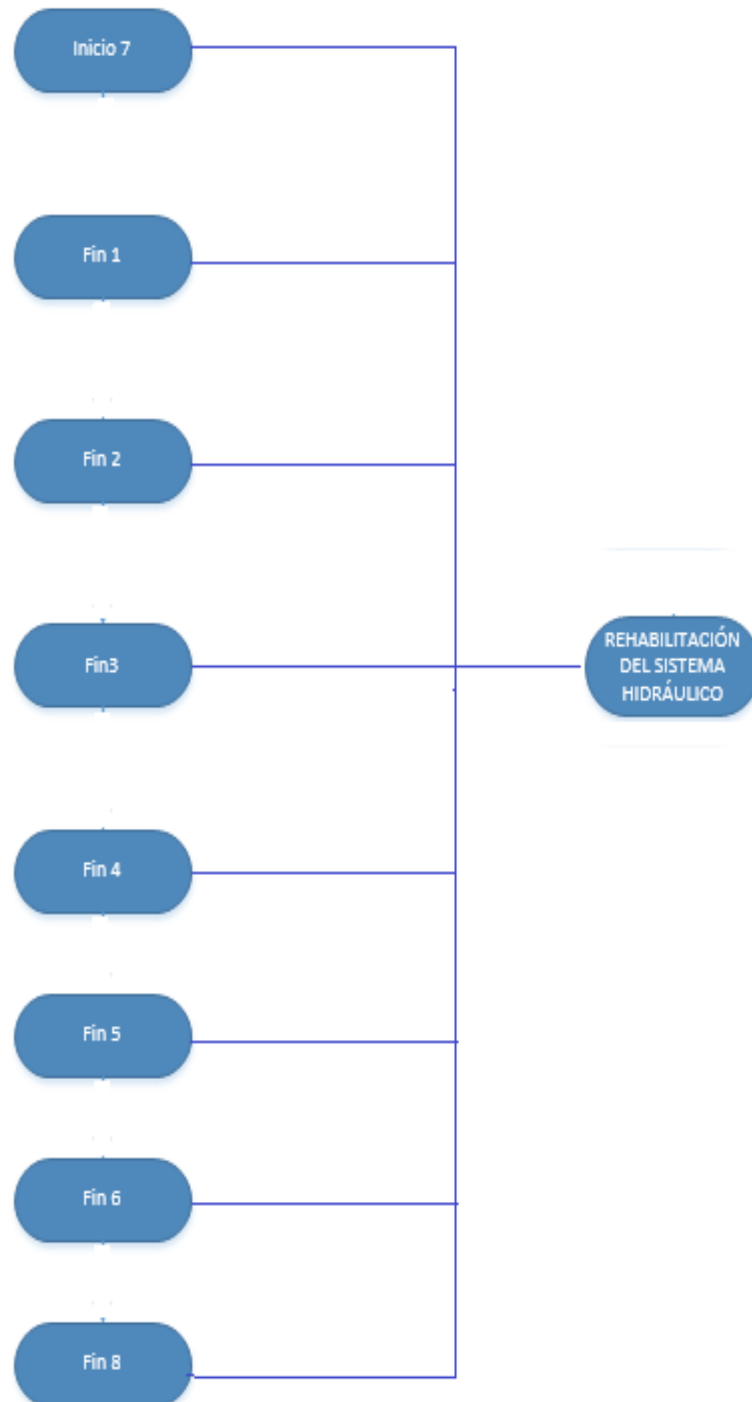


3.5.6 Diagrama de procesos – Acople de motor eléctrico hacia el block hidráulico

Material: Motor eléctrico y block hidráulico



3.5.7 Diagrama de procesos – Rehabilitación del sistema hidráulico



3.6 Elaboración de Manuales

En la elaboración de los siguientes manuales se expone los procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad de la rehabilitación del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342 L, con los cuales las personas que harán uso del proyecto tendrán una guía al utilizarlo.

3.6.1 Manual de Operación


Este manual brinda los procedimientos que se deben cumplir para el correcto funcionamiento del sistema hidráulico del helicóptero Gazelle SA 342 L.

3.6.2 Manual de Mantenimiento

El manual de mantenimiento otorga un programa a seguir para la preservación del sistema hidráulico.

3.6.3 Manual de Seguridad

Este manual, presenta información que sirve para evitar lesiones en las personas y daños en el sistema hidráulico

UGT	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág. 1 de 5
	<p align="center">SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L</p>	Código: M.O
		Revisión: Nº: 1
	Elaborado por: Jhony Velásquez	Fecha: Abril 2015
	Aprobado por: Tlgo. Johnatan Valencia	
<p>1. Objetivo:</p> <p>Documentar los procedimientos de operación de la rehabilitación del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L.</p> <p>2. Alcance:</p> <p>Proveer a profesores y alumnos de la ETAE – 15 los procedimientos que deben tomar en cuenta, al momento de utilizar el sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L.</p> <p>3. Nombre del equipo:</p> <p>Sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L.</p> <p>4. Normas de funcionamiento:</p> <p>Revisar condición de fuga en tuberías rígidas y flexibles antes de poner en funcionamiento el sistema de hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342 L.</p> <p align="right">MOP PG: 1 DE 5</p>		

5. Precauciones:

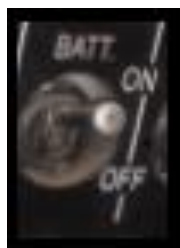
- Utilizar equipos de protección como guantes de protección, overol y gafas de protección. Antes de manipular el sistema.
- Al momento de accionar el block hidráulico no encontrarse cerca de los servo mandos.

6. Procedimiento a seguir para poner en funcionamiento el sistema:

1. Percatarse del estado y condición en el que se encuentran los componentes del sistema.
2. Energizar el sistema mediante una planta externa o el uso de la batería.



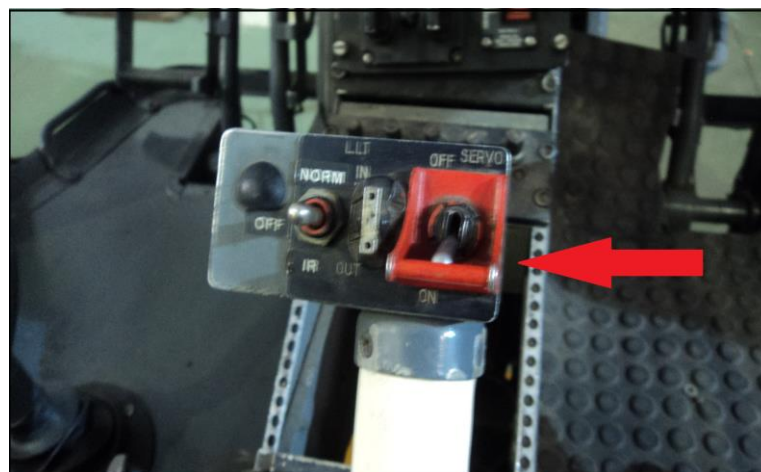
3. Colocar el switch de la batería en posición ON.



4. Conectar los cables de alimentación del motor eléctrico a la toma de corriente.



5. En la manija del bastón colectivo asegurarse que el interruptor SERVO este en posición ON.



7. Procedimiento a seguir para el Test del sistema:

1. Accionar el interruptor TEST HYD situado en el panel de abordo.

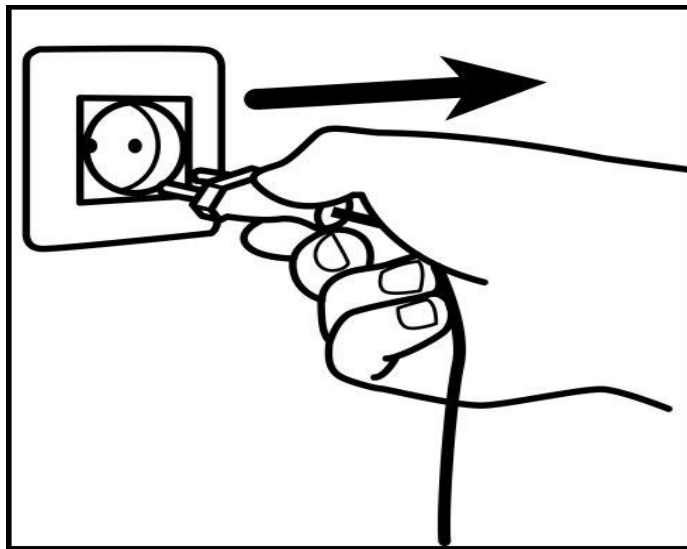


2. Verificar que la luz HY.PR. se encienda, indicando que el sistema hidráulico está funcionando correctamente.




8. Procedimiento a seguir para apagar el sistema:

1. Desconectar la alimentación del motor eléctrico.



2. Colocar el switch de la batería en posición OFF



UGT	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 2
	<p style="text-align: center;">SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L</p>	Código: M.M
		Revisión: Nº: 1
	Elaborado por: Jhony Velásquez	Fecha:
Aprobado por: Tlgo. Johnatan Valencia	Abril 2015	
<p>1. Objetivo:</p> <p>Documentar los procedimientos de mantenimiento del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA342-L.</p> <p>2. Alcance:</p> <p>Determinar diferentes trabajos de mantenimiento que deberán ser efectuados para mantener en estado operativo el sistema hidráulico.</p> <p>3. Precauciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Usar equipos de protección personal para realizar el mantenimiento. ➤ No realizar tareas de mantenimiento si se tiene cansancio físico o mental. <p>4. Procedimiento:</p> <p>Para realizar el mantenimiento del sistema hidráulico se ha dividido en 6 partes que se detallan a continuación.</p> <p style="text-align: right;">MM PG: 1 DE 2</p>		

4.1 Instrucciones Generales

Son tareas de mantenimiento que deben hacerse antes del uso del sistema.

ANEXO C

4.2 Instrucciones de limpieza de filtro y malla metálica.

Son tareas de mantenimiento que deben realizarse cada 200 horas.

ANEXO C

4.3 Instrucciones de mantenimiento del block hidráulico.

Son tareas de mantenimiento que deben realizarse cada 3 años. ANEXO C

4.4 Instrucciones para evitar el retorno en los errajes de los actuadores.

Son tareas de mantenimiento que deben realizarse cada 5 años. ANEXO C


4.5 Instrucciones para cuando se conecta el conjunto hidráulico.

Son tareas de mantenimiento que deben realizarse cada que se desmonta el block hidráulico. ANEXO C

4.6 Instrucciones Complementarias

Son tareas de mantenimiento que deben realizarse de ser necesarias.

ANEXO C

	MANUAL DE SEGURIDAD	ETAE-15
	SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L	FECHA: Abril 2015
	Elaborado: Jhony Velásquez	Actividades
	Aprobado: Tlgo. Johnatan Valencia	Página: 1 de 2
<p>1. Objetivo:</p> <p>Brindar al operario del sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L, normas que deben tomarse en cuenta al momento de utilizar el sistema.</p> <p>2. Alcance:</p> <p>Preservar la seguridad de todo el personal que fuese a ser uso del sistema.</p> <p>3. Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar un walk around por el sistema hidráulico con el fin de revisar el estado y condición de los componentes más visibles. ➤ Antes de realizar algún trabajo de mantenimiento en el sistema, verificar que el sistema se encuentre apagado, tanto batería del helicóptero como el motor eléctrico acoplado. <p style="text-align: right;">MS PG: 1 DE 2</p>		

- Utilizar los equipos de protección personal.
- No realizar trabajos de mantenimiento con cansancio físico o mental.
- Se debe tener previos conocimientos para manipular el sistema o a su vez estar acompañado de un docente.
- En caso de derrame de líquido hidráulico en el cuerpo acudir inmediatamente a las duchas.
- Tener en cuenta que en ciertas conexiones de tuberías se debe utilizar alambre de freno.
- Para cualquier tarea de mantenimiento en el sistema utilizar siempre el manual de mantenimiento capítulo N° 29 del Helicóptero Gazelle SA 342- L.
- Utilizar siempre herramientas apropiadas para evitar daños en el sistema.
- Al finalizar tareas de mantenimiento revisar que todas las herramientas utilizadas no se queden en el helicóptero.

3.7 Documento de Aceptación del Usuario

3.7.1 Tema

Rehabilitación del Sistema Hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L para la Capacitación Practica de los Alumnos del Curso de Aerotécnicos de la Especialidad de Helicópteros en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.

Tanto como para el desarrollo y la culminación de este trabajo de graduación, se presenta un oficio emitido por el Director de la “Escuela Técnica de Aviación del Ejército”. ANEXO D

3.8 Presupuesto

El presupuesto presentado en el ante proyecto no ha variado mucho a la conclusión de la rehabilitación, así mismo, pues este fue quien sustento todo el proyecto.

3.9 Análisis de costos

Para la rehabilitación del sistema hidráulico se determinó dos tipos de costos que se detallan a continuación.

3.9.1 Costos Primarios

Son los gastos que se dieron para realizar la parte técnica de la rehabilitación del sistema hidráulico

Tabla 7**Costos Primarios**

Ord	Descripción	Valor USD
1	Costos Material Fungible	
	Guantes	15,00
	Waípe	10,00
	Desengrasante	25,00
2	Costos Equipos de Protección	
	Guantes	12,00
	Protección de oídos	5,00
3	Costos Acople Motor	
	Motor	250,00
	Acoples	55,00
	Asesoramiento	75,00
4	Costos Señaléticas	
	Plancha de señalética	20,00
	TOTAL	467,00

3.9.2 Costos Secundarios

Son los gastos que se dieron para realizar la parte teórica del proyecto de grado.

Tabla 8**Costos Secundarios**

Ord	Descripción	Valor USD
1	Costos Útiles y Papelería	
	Impresiones	60,00
	Anillado	45,00
	Suministros de oficina	20,00
2	Costos Transporte	
	Gasolina	150,00
	Peajes	50,00
3	Costos Alimentación	
	Almuerzos	100,00
	Bebidas hidratantes	20,00
	Snacks	20,00
	TOTAL	465,00

3.9.3 Costo Total

El costo total es la suma de los costos primarios más los costos secundarios.

Tabla 9**Costo Total**

Ord	Descripción	Valor USD
1	Costos Primarios	467,00
2	Costos Secundarios	465,00
	TOTAL	932,00

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se efectuó el objetivo principal: Rehabilitación del Sistema Hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L para la Capacitación Práctica de los Alumnos del Curso de Aerotécnicos de la Especialidad de Helicópteros en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, en función del Manual de Mantenimiento capítulo N° 29 del Helicóptero Gazelle SA 342-L.
- Con la culminación de este proyecto todos los estudiantes, maestros y personas interesadas en el tema, podrán realizar prácticas de mantenimiento y funcionamiento del sistema, teniendo así grandes resultados al aplicarlo en su vida profesional, ya que se encuentra implementada la rehabilitación del sistema hidráulico.
- Al sistema hidráulico se implementaron señaléticas, así también se crearon manuales instructivos de operación, mantenimiento y seguridad que serán de mucha utilidad al momento de hacer uso del proyecto.

4.2 RECOMENDACIONES

- El uso de manuales de mantenimiento y de equipos de protección personal, deberán ser obligatorios para todos los estudiantes que deseen manipular, practicar u operar el sistema hidráulico del Helicóptero Gazelle SA 342-L.

- Realizar el mantenimiento preventivo que especifican los manuales, utilizando específicamente herramientas adecuadas con el fin de no efectuar daños y preservar la vida útil del sistema hidráulico.
- Todos los estudiantes y personas interesadas que hagan uso de este proyecto deberán tener conocimientos básicos del sistema hidráulico y también deberán ser acompañadas por personal técnico con experiencia en el sistema.
- Antes de hacer uso del proyecto se deberá revisar las señaléticas y manuales instructivos de operación, mantenimiento y seguridad que serán de mucha ayuda para hacer un buen uso del sistema hidráulico.

ABREVIATURAS

B.T.A: Caja de transmisión trasera.

B.T.P: Caja de transmisión principal.

CEMAE: Centro de mantenimiento de la Aviación del Ejército.

E.P.P: Equipo de Protección Personal.

ETAE: Escuela Técnica de la Aviación del Ejército.

G.T.M: Grupo Turbo Moto propulsor.

HD: Hidráulico.

H.R: Hoja de Registro.

HYD: Hidráulico.

I.P.C: Catálogo Ilustrado de Partes.

KTS: Knots.

M.M: Manual de Mantenimiento.

M.O: Manual de Operación.

M.S: Manual de Seguridad.

PR: Presión.

RPM: Revoluciones Por Minuto.

SAE: Servicio Aéreo del Ejército

SA: Sud-Aviation

U.G.T: Unidad de Gestión de Tecnologías.

GLOSARIO

Aeronave.- Es cualquier vehículo capaz de navegar por el aire, o en general, por la atmósfera de un planeta.

Block Hidráulico: Es una bloque miniatura compacto que transforma la energía.

Fuselaje.- Es uno de los elementos estructurales principales de un avión.

Helicóptero.- Es una aeronave que es sustentada y propulsada por uno o más rotores horizontales, cada uno formado por dos o más palas.

Hidráulica: Es una rama de la mecánica de fluidos y ampliamente presente en la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos.

Montaje: Colocación o ajuste de las piezas de un aparato, maquina o instalación en el lugar que les corresponde.

Rehabilitar.- Es el término para describir la acción de "habilitar de nuevo o restituir a alguien o algo a su antiguo estado.

Servo Mando.- Mecanismo que permite transmitir un desplazamiento, una fuerza o cualquier otra magnitud física conservando una proporcionalidad entre mando y sollicitación resultante.

Sistema: Es un objeto complejo cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente.

Walk Around: Dar una vuelta.

BIBLIOGRAFÍA

MANUALES:

Aerospatiale. (1978). *Catálogo Ilustrado de Partes helicóptero Gazelle SA 342 L* (1ra ed.). Paris: Publicaciones Eurocopter.

Aerospatiale. (1978). *Manual de mantenimiento helicóptero Gazelle SA 342 L* (1a ed.). Paris: Publicaciones Eurocopter.

Aerospatiale. (1978). *Manual de vuelo helicóptero Gazelle SA 342 L* (1ra ed.). Paris: Publicaciones Eurocopter.

NETGRAFÍA

Aviación Ecuatoriana. 2013

http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Gazelle.htm [Citado el 22-02-2015]

Aérospatiale SA-341 / SA-342 Gazelle. 11 de Junio del 2010

<https://soldadosyuniformes.wordpress.com/2010/06/11/aerospatiale-sa-341-sa-342-gazelle/> [Citado el 25-02-2015]

Ecuador Conflicto CENEPa. 2010

<http://www.geocities.ws/aeronavesfaeaeecenepa/aee-helicopteros.html>
[Citado el 04-03-2015]