



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES**

**TEMA: “CONTRUCCIÓN DE UN BRAZO DE TRANSMISIÓN
HIDRÁULICA PARA EL MOTOR 250 - C30 ROLLS - ROYCE
DEL HELICÓPTERO MD 530FF”**

AUTOR: MENA POZO FABIAN SANTIAGO

DIRECTOR: ING. ESPINEL PABLO

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 A/C Sr. FABIAN SANTIAGO MENA POZO como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION MOTORES.**

Ing. Pablo Espinel

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 18 de mayo del 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo Fabián Santiago Mena Pozo declaro que el proyecto de grado **“CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA PARA EL MOTOR 250 - C30 ROLLS - ROYCE DEL HELICÓPTERO MD 530FF”** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas páginas se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, 18 de mayo del 2015

Fabián Santiago Mena Pozo

172133515-4

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTORIZACIÓN

Yo, Fabián Santiago Mena Pozo

Autorizo a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE a la publicación en la biblioteca virtual la tesis de investigación: **“CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA PARA EL MOTOR 250 - C30 ROLLS - ROYCE DEL HELICÓPTERO MD 530FF”**; cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Fabián Santiago Mena Pozo

172133515-4

DEDICATORIA

Este proyecto dedico a mis Padres ya que gracias a los valores que me supieron inculcar, estoy preparado para ejercer mis funciones ante la sociedad.

También muchas congratulaciones a la gran familia del Centro de Mantenimiento de Aeropolicial, ya que gracias a su apoyo y aprobación se logró realizar este trabajo tan anhelado, enseñándome con sus vastos conocimientos que he adquirido para mi buen desempeño.

Fabián Santiago Mena Pozo

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a mis padres por su ayuda, consejos y sobre todo proporcionarme con todo lo necesario para culminar mi periodo lectivo.

También a mis maestros(a) quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien y llegar al objetivo de ser tecnólogo.

También a mis familiares y amigos por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora, sobre todo comprensión que me ha enseñado hacer una persona firme y decidida en la vida.

Fabián Santiago Mena Pozo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMARYxiii
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Alcance	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Hidráulica.....	5
2.2 Concepto del gato hidráulico.....	11
2.3 Historia de la hidráulica.....	14
2.4 Equipos hidráulicos utilizados en Aeropolicial.....	15

2.4.1 El pistón de botella.....	15
2.4.2 Gatos hidráulicos trípode	16
2.5 Allison modelo 250.....	19
2.5.1 Características del Motor Roll - Royce 250 - C30	21
CAPÍTULO III.....	25
DESARROLLO DEL TEMA	25
3.1 Introducción	26
3.2 Diseño y Gráficas.....	27
3.2.1 Diseño de la Estructura.....	27
3.3 Análisis de alternativas de construcción	29
3.4 Materiales utilizados	38
3.4.1 Tubo estructural rectangular	38
3.4.2 Acero inoxidable 1145E	39
3.4.3 Garrucha de rueda.....	39
3.4.4 Base de garruchas.....	42
3.4.5 Pistón de botella de 8 toneladas.....	42
3.4.6 Pernos.....	43
3.4.7 Pasadores.....	44
3.4.8 Soportes regulables	44
3.4.9 Base de gato hidráulico	45
3.5 Construcción del Brazo Hidráulico	46
3.6 Elaboración de un instructivo	52
3.7 Presupuesto.....	57
CAPÍTULO IV.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1 Conclusiones	59

4.2 Recomendaciones	59
GLOSARIO	61
BIBLIOGRAFÍA.....	63
NETGRAFÍA	64
ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema hidráulico	5
Figura 2. Brazo hidráulico	7
Figura 3. Esquema de presión hidráulico.....	10
Figura 4. Tapa de pistón forma una plataforma de elevación	12
Figura 5. Esquema de Richard Dudgeon.....	14
Figura 6. Pistón de botella	15
Figura 7. Gatos trípode	16
Figura 8. Grúa hidráulica	18
Figura 9. MTU -construido Allison 250-C20B.....	20
Figura 10. Motor Roll – Royce 250 – C30.....	21
Figura 11. Helicóptero MD 530FF.....	23
Figura 12. Brazo Hidráulico graficado en inventor.	28
Figura 13. Brazo Hidráulico graficado en inventor 2	28
Figura 14. Esquema del brazo en 3D INVENTOR N.-1	32
Figura 15. Esquema del brazo en 3D INVENTOR N.-2	33
Figura 16. Figura en desplazamiento en X	35
Figura 17. Figura en desplazamiento en Y	36
Figura 18. Figura en desplazamiento en Z	37
Figura 19. Resistencia del tubo estructural.....	38
Figura 20. Acero 1045E	39
Figura 21. Garrucha de rueda.....	40
Figura 22. Elección de la rueda	40
Figura 23. Capacidad de temperatura de la garrucha.....	41
Figura 24. Variación de capacidad de acuerdo a la velocidad.....	41
Figura 25. Base de Garruchas	42
Figura 26. Pistón de Botella.....	42
Figura 27. Pernos	43
Figura 28. Pasador	44
Figura 29. Soporte nivelador.....	44
Figura 30. Base del Gato Hidráulico	45

Figura 30. Soldado de la base de garruchas	46
Figura 31. Rueda industrial	46
Figura 32. Soporte principal	47
Figura 33. Ángulo Superior	47
Figura 34. Nivel inferior	48
Figura 35. Ángulo de extensión	48
Figura 36. Base del brazo hidráulico fase 1	49
Figura 37. Base del brazo hidráulico fase 2	50
Figura 38. Base del brazo hidráulico terminado	50
Figura 39. Base del brazo hidráulico con el mesón	51
Figura 40. Pistón Hidráulico de Botella	51
Figura 41. Brazo Hidráulico	52
Figura 42. Motor Roll - Royce 250 – C30	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de motores Roll - Royce Series.....	22
Tabla 2. Análisis de esfuerzos	30
Tabla 3. Peso físico del Brazo Hidraulico	30
Tabla 4. Objetivo general y ajustes.....	31
Tabla 5. Malla ajustes	31
Tabla 6. Materiales	31
Tabla 7. Fuerza 1	32
Tabla 8. Fuerza de reaccion y momento de restricciones.....	33
Tabla 9. Resumen resultado	34
Tabla 10. Especificaciones SAE para pernos, tornillería y espárragos.....	43
Tabla 11. Materiales industriales y especificaciones	45
Tabla 11. Materiales del proyecto.....	57
Tabla 12. Investigación y material de oficina	57
Tabla 13. Total gastos del proyecto	58

RESUMEN

El diseño y la construcción del Brazo de Transmisión Hidráulica del motor ROLL – ROYCE 250 - C30 del helicóptero MD 530FF fue elaborado para la INSTITUCIÓN DE AEROPOLICIAL, este proyecto tiene como objetivo ser una herramienta especial para los helicópteros MD 530FF, ya que este diseño novedoso consta es parte esencial para el desmontaje de motores ya antes mencionados.

Para el desarrollo del presente trabajo se incluye la debida justificación que permite visualizar la importancia y aporte del proyecto para la Institución, determinar los Objetivos Generales y Específicos que permitan enmarcar el camino a seguir y evaluar si al final se lograron los resultados determinados.

El marco teórico presenta todo lo correspondiente a la elaboración del proyecto, la historia hidráulica como fue sus inicios y avances tanto del gato y las grúas hidráulicas y sus diversos componentes que se indican en el brazo hidráulico.

El Brazo de Transmisión Hidráulico comprende el análisis técnico de capacidad para lo cual va hacer aplicado, este soporta un rango de 250lb. a 1 Ton., consta con un pistón de botella que tiene 8 toneladas, su altura máxima es de 1.80 cm y la distancia horizontal es de 1.50 cm por lo cual habrá mayor facilidad para que los trabajos a realizarse en el hangar de los helicópteros sea más rápido y conciso, tiene a su vez pernos, sujetadores, pasadores y garruchas que tienen la capacidad de soportar el peso del motor ROLL – ROYCE 250 - C30 pasando por una serie de pruebas y el material adecuado por su dureza y tenacidad que ayudara en la seguridad del Brazo hidráulico.

Palabras Claves:

- Brazo Hidráulico
- Helicópteros McDonnell Douglas (MD)
- Aeropolicial
- Tenacidad
- Hidráulica

ABSTRACT

The design and construction of ROLL - ROYCE 250 - C30 motor hydraulic transmission arm for Helicopter MD 530FF was prepared for the Aeropolicial institution, this project aims to be a special tool for MD 530FF helicopters, as this design is essential for disassembly of above engine. This work includes the justification to visualize the importance and project contribution to the institution, determining general and specific objectives to outline the path to follow and assess if at end the results were achieved. The theoretical framework shows all related to the project designing, hydraulic history how was the beginning and progress of both the jack and hydraulic cranes and the components listed on the hydraulic arm. Hydraulic Transmission Arm includes the capacity technical analysis which is to be applied to, it supports a range of 250lb. 1 Ton., comprises a piston cylinder having 8 tons, its maximum height is 1.80 cm and the horizontal length is 1.50 cm which will be easier for the work to be performed at helicopters hangar be faster and accurate, it has bolts, fasteners, pins and pulleys that are capable of supporting the weight of ROLL - ROYCE 250 - C30 engine through a testing series and the correct material for its toughness and tenacity that will help in hydraulic arm safety.

KEYWORDS:

- ARM HYDRAULIC
- HELICOPTER MCDONNELL DOUGLAS (MD)
- AEROPOLICIAL
- TOUGHNESS
- HYDRAULIC

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnologías, es una Institución de Educación Superior en Aviación, creada en beneficio de la sociedad, en donde se forman los futuros aerotécnicos y personal civil especializado y capacitado en mantenimiento de aeronaves civiles.

Para efectuar esta máquina de apoyo en tierra se realiza el estudio de los motores Roll – Royce 250-C30 del MD 530FF, lo cual se debe proveer la ayuda de mecánicos, personal de mantenimiento, material didáctico y el manual de operaciones del equipo para el Montaje y Desmontaje del motor R.R. 250 – C30 MD 530FF tomando en cuenta la seguridad de la misma.

Dadas las circunstancias de estudio de motores del helicóptero versión Allison Modelo 250 en la parte específica, sus técnicos ofrecen conocimientos que en su mayoría son técnicas de estudio, con el fin de aportar con ideas innovadoras y que sean factibles, para superar una posible falencia detectada en los talleres de mantenimiento.

Por lo cual existe la necesidad de determinar un método de instrucción actualizado para satisfacer las necesidades de los mecánicos y personal técnico del Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Servicio **Aeropolicial** con el fin de que el proceso de la práctica sea constante y más efectivo.

1.2 Planteamiento del problema

El presente trabajo pretende responder y aportar información a las inquietudes las cuales van a ser partícipes al momento de realizar pasantías en el Centro de Mantenimiento del Servicio **Aeropolicial**, mediante diálogos sostenidos con los técnicos graduados de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE y personal de la misma, se ha llegado a la conclusión de que existe una deficiencia de parte de la compañía, al momento del uso de máquinas de apoyo en tierra utilizados en mantenimiento para el desmontaje y montaje de motores.

Existe una falta de interés con respecto a la ubicación adecuada al momento de realizar trabajos en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Servicio **Aeropolicial**, por tal razón se considera factible hacer una visión más profunda en el hangar para cumplir con el propósito mencionado y a su vez dar un mantenimiento en un ámbito laboral organizado.

Con esta máquina, se quiere evitar posibles daños estructurales en el fuselaje del helicóptero, dado por golpes, caídas involuntarias, posibles daños ya sea interna o externa entre otros perjuicios, garantizando seguridad, operatividad y aeronavegabilidad.

1.3 Justificación

Se realizó una investigación visual en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Servicio **Aeropolicial**, ya que se observó la necesidad de implementar una máquina de apoyo en tierra para el bienestar del personal de mantenimiento, lo cual realizará prácticas en base al desmontaje y aplicar sus conocimientos teóricos en una forma directa.

Al establecer dicha máquina que se utilizará frecuentemente en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Servicio **Aeropolicial**, el cual servirá para

trabajos de mantenimiento que sean rápidas y precisas elevando así el nivel de destreza, capacitación y habilidades que poseen el personal de mantenimiento con respecto al uso de la máquina de apoyo en tierra y sus respectivas seguridades del taller de mantenimiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Construir un Brazo de Transmisión Hidráulica para el motor Rolls – Royce 250 - C30 del helicóptero MD 530FF.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Indagar la información técnica de los manuales de mantenimiento para realizar un mejor estudio en el tema.
- Analizar cada una de las situaciones al momento de construir dicho proyecto.
- Estudiar el tipo de motor que va hacer aplicado con el Brazo Hidráulico en el grupo de MD HELICOPTERS.
- Diseñar el Brazo Hidráulico a un modelo a escala en un programa de diseño, para un mejor entendimiento de su funcionamiento.
- Realizar pruebas operacionales para saber el peso del motor para el correcto funcionamiento del Brazo Hidráulico.

1.5 Alcance

Esta idea novedosa servirá de beneficio al personal y técnicos del Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Servicio **Aeropolicial**, la innovación tecnológica permite mejorar la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos y un mejor aprendizaje significativo, esto servirá también como máquina de apoyo en tierra para todo el personal técnico que se encuentre involucrado en el ámbito laboral.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Hidráulica¹

La hidráulica es la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionen con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas. Las dos aplicaciones más importantes de la hidráulica se centran en el diseño de activadores y prensas (gatos o herramientas hidráulicas) que mediante el fundamento del principio de Pascal consiguen grandes rendimientos

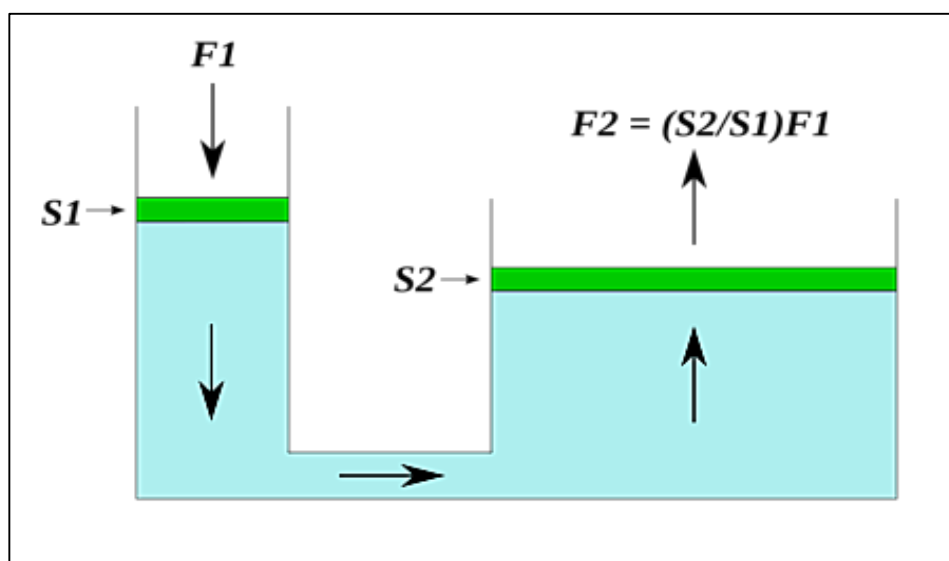


Figura 1. Esquema hidráulico

Fuente: IKKARO.com

El funcionamiento de un Gato Hidráulico se basa en una característica de los fluidos, los cuales mantienen la misma presión a lo largo de una misma

¹ <http://www.comohacer.eu/como-funciona-un-gato-hidraulico>

distancia horizontal, es decir, los fluidos sin importar el punto horizontal en donde se encuentren, mantendrán la misma presión.

Ahora, tomando en cuenta que la presión es el producto de la fuerza ejercida sobre una unidad de área ($P = F \times A$), se aprovecha el principio de Pascal para obtener una fuerza mayor en un extremo de un compartimiento, en donde tenemos almacenado un líquido, con tan sólo aumentar el área del recipiente que lo contiene.

Podemos decir entonces, que si adicionamos aire mediante una palanca a una sección de área pequeña (A_1), el líquido almacenado en el gato es empujado hacia el lado de área mayor (A_2) levantando un émbolo que multiplicará la fuerza ejercida por el aire adicionado en relación al área mayor (A_2).

Los sistemas de transmisión de energía oleohidráulicos son una garantía de seguridad, calidad y fiabilidad a la vez que reducen costos. La flexibilidad extrema de los elementos de potencia fluida presenta un número de problemas a tener en cuenta. Puesto que los fluidos no tienen ninguna forma propia, éstos deben ser confinados seguramente a lo largo de todo el sistema.

Consideraciones especiales se deben dar a la integridad estructural de las partes de un sistema de potencia fluido. El sistema deberá estar compuesto por cañerías y envases resistentes. Las pérdidas deberán ser evitadas. Esto es un problema grave con la alta presión obtenida en muchas instalaciones de potencia fluida.

La operación del sistema implica el movimiento constante del líquido dentro de las líneas y de los componentes. Este movimiento causa fricción dentro del líquido mismo y contra las superficies que lo contienen que, si son excesivas, pueden llevar a las pérdidas serias en eficiencia.

No se debe permitir que materiales extraños se acumulen en el sistema, donde éstos pueden taponar los pequeños pasos o trabar piezas con ensamble muy preciso. La acción química puede causar la corrosión.

Cualquier persona que trabaje con sistemas de potencia fluida debe saber cómo funciona dichos sistema y sus componentes, tanto en términos de principios generales comunes a todos los mecanismos físicos, así como las particularidades del dispositivo actual en uso.

La seguridad es de vital importancia en la navegación aérea y espacial, en la producción y funcionamiento, la fabricación de productos frágiles. Por ejemplo, los sistemas oleo hidráulicos y neumáticos se utilizan para asistir la dirección y el frenado de coches. Los sistemas de control oleohidráulico y el tren de aterrizaje son los responsables de la seguridad en el despegue, aterrizaje y vuelo de helicópteros.

Los sistemas neumáticos juegan un papel clave en aquellos procesos en los que la higiene y la precisión son de suma importancia, como es el caso de las instalaciones de la industria farmacéutica y alimenticia, entre otras.



Figura 2. Brazo hidráulico

Fuente: MD HELICOPTERS - Canadá

La tecnología moderna debe ser rentable y la respuesta se encuentra en los sistemas oleo hidráulicos y neumáticos. Entre otros ejemplos, cabe citar el uso generalizado de estos sistemas en la industria de carretillas elevadoras controladas hidráulicamente, las máquinas herramientas de alta tecnología, así como los equipos de fabricación para procesos de producción automatizada, los modernos gatos hidráulicos.

Es una máquina empleada para la elevación de cargas mediante el accionamiento manual de una manivela o una palanca. Se diferencian dos tipos, según su principio de funcionamiento: gatos mecánicos y gatos hidráulicos.

Los gatos mecánicos disponen de un engranaje de piñón y cremallera o de un husillo, mientras que los gatos hidráulicos disponen de una prensa hidráulica para obtener la ventaja mecánica necesaria.

Se utilizan ampliamente en todo el mundo. Ellos tienen una gran relevancia en la época actual, como lo han hecho una contribución increíble para hacernos una vida mucho más cómodo de lo que era antes. Estas tomas han pesado más que los crics hidráulicos convencionales que estaban en uso en algún momento del tiempo. Se componen de dos cilindros unidos entre sí. Funciona en el principio de la ley de Pascal, que sugiere que cuando hay un aumento de la presión en cualquier punto en un recipiente de líquido, hay un aumento igual en la presión en cualquier otro punto en el recipiente.

Se apreció que la persona que realiza la operación de levantamiento o desmontaje con la ayuda de un gato hidráulico obtendrá un trabajo más cómodo y sin esfuerzos, la cual ayudará para un mejor trabajo en el taller mecánico.

Estas máquinas son elementales porque ayudarán al mantenimiento del avión, realizando en una forma más rápida y concisa con lo que se obtendrá mejoras en la inspección realizada y tener un trabajo de calidad.

La flexibilidad extrema de los elementos de potencia fluida presenta un número de problemas a tener en cuenta. Puesto que los fluidos no tienen ninguna forma propia, éstos deben ser confinados seguramente a lo largo de todo el sistema. Consideraciones especiales se deben dar a la integridad estructural de las partes de un sistema de potencia fluido. El sistema deberá estar compuesto por cañerías y envases resistentes. Las pérdidas deberán ser evitadas. Esto es un problema grave con la alta presión obtenida en muchas instalaciones de potencia fluida.

La operación del sistema implica el movimiento constante del líquido dentro de las líneas y de los componentes. Este movimiento causa fricción dentro del líquido mismo y contra las superficies que lo contienen que, si son excesivas, pueden llevar a las pérdidas serias en eficiencia. No se debe permitir que materiales extraños se acumulen en el sistema, donde éstos pueden taponar los pequeños pasos o trabar piezas con ensamble muy preciso. La acción química puede causar la corrosión. Cualquier persona que trabaje con sistemas de potencia fluida debe saber cómo funciona dichos sistema y sus componentes, tanto en términos de principios generales comunes a todos los mecanismos físicos, así como las particularidades del dispositivo actual en uso.

La seguridad es de vital importancia en la navegación aérea y espacial, en la producción y funcionamiento de vehículos, en la minería y en la fabricación de productos frágiles. Por ejemplo, los sistemas oleohidráulicos y neumáticos se utilizan para asistir la dirección y el frenado de coches, camiones y autobuses. Los sistemas de control oleohidráulico y el tren de aterrizaje son los responsables de la seguridad en el despegue, aterrizaje y vuelo de aviones y naves espaciales. Los rápidos avances realizados por la minería y

construcción de túneles son el resultado de la aplicación de modernos sistemas oleohidráulicos y neumáticos.

La Fiabilidad y la Precisión son necesarias en una amplia gama de aplicaciones industriales en las que los usuarios exigen cada vez más una mayor calidad. Los sistemas oleohidráulicos y neumáticos utilizados en la manipulación, sistemas de fijación y robots de soldadura aseguran un rendimiento y una productividad elevados, por ejemplo, en la fabricación de automóviles.

En relación con la industria del plástico, la combinación de la oleohidráulica, la neumática y la electrónica hacen posible que la producción esté completamente automatizada, ofreciendo un nivel de calidad constante con un elevado grado de precisión.

Los sistemas neumáticos juegan un papel clave en aquellos procesos en los que la higiene y la precisión son de suma importancia, como es el caso de las instalaciones de la industria farmacéutica y alimenticia, entre otras.²

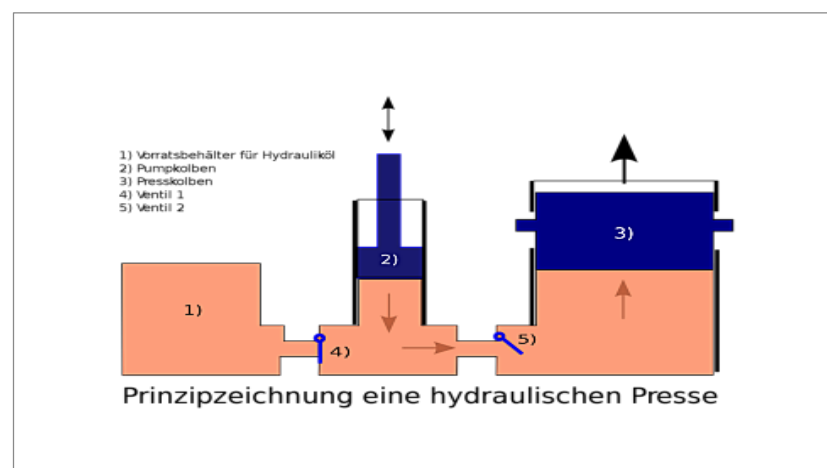


Figura 3. Esquema de presión hidráulico

Fuente: IKKARO.com

² <http://www.comohacer.eu/como-funciona-un-gato-hidraulico>

La tecnología moderna debe ser rentable y la respuesta se encuentra en los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Entre otros ejemplos, cabe citar el uso generalizado de estos sistemas en la industria de carretillas elevadoras controladas hidráulicamente, las máquinas herramientas de alta tecnología, así como los equipos de fabricación para procesos de producción automatizada, las modernas excavadoras, las máquinas de construcción y obras públicas y la maquinaria agrícola.

2.2 Concepto del Gato hidráulico³

Es una máquina empleada para la elevación de cargas mediante el accionamiento manual de una manivela o una palanca. Se diferencian dos tipos, según su principio de funcionamiento: gatos mecánicos y gatos hidráulicos.

Los gatos mecánicos disponen de un engranaje de piñón y cremallera o de un husillo, mientras que los gatos hidráulicos disponen de una prensa hidráulica para obtener la ventaja mecánica necesaria.

Los gatos hidráulicos de patín, de transmisión y de defensa son de uso común en el taller automotriz. EL gato de patín se utiliza para levantar vehículos por el frente, por atrás o por los lados. Se debe colocar adecuadamente de modo que las partes inferiores del vehículo no se dañen. El gato de patín también se puede utilizar para mover los autos en lugares estrechos.

Esto se debe a que el gato hidráulico requiere una atención y utilización más especializada, ya que es necesario seleccionar las condiciones del suelo, el punto exacto donde levantar el objeto y asegurarse de la estabilidad del mismo cuando el gato hidráulico sea extendido. Un gato hidráulico usa un fluido, el cual es incomprensible, que es impulsado a un cilindro mediante el

³ <http://jackpowerporta.com/historia-de-gatos-hidráulicos>

émbolo de una bomba. El aceite es usado debido a su capacidad de auto-lubricarse y a su estabilidad. Cuando el émbolo va hacia atrás, arrastra aceite fuera de la reserve a través de una válvula para ser introducido a la cámara de la bomba.

Cuando el émbolo va hacia adelante, empuja el aceite mediante una descarga de la válvula hacia el cilindro. La válvula de succión se encuentra al lado de cámara de la bomba y se abre con cada movimiento del émbolo. La válvula de descarga está fuera de la cámara y se abre cuando el aceite es enviado al cilindro. En este punto, la válvula de succión es impulsada y la presión del aceite crece en el cilindro.

El gato hidráulico es quizás una de las formas más simples de un sistema de potencia fluida. Moviendo la manivela de un pequeño dispositivo, un individuo puede levantar una carga que pesa varias toneladas. Una pequeña fuerza inicial ejercida en la manija es transmitida por un líquido a un área mucho más grande. Para entender esto mejor, vea la figura a continuación. El pequeño pistón de la entrada tiene un área de 5 pulgadas cuadradas y está conectado directamente con un cilindro grande con un pistón en la salida que tiene un área de 250 pulgadas cuadradas.

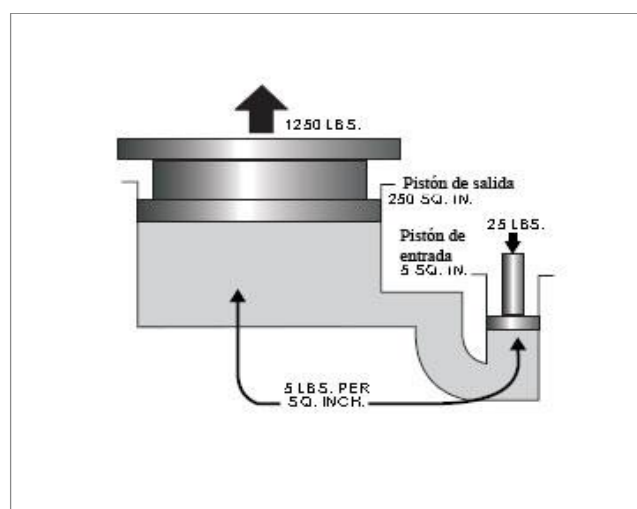


Figura 4. Tapa de pistón forma una plataforma de elevación.

Fuente: Historia de Gatos hidráulicos RICHARD DUDGEON

Si una fuerza de 25 libras se aplica al pistón de la entrada, ésta produce una presión de 5 psi en el líquido, es decir, por supuesto, si una suficiente cantidad de fuerza resistente está actuando contra la tapa del pistón de salida. Despreciando las pérdidas por fricción, esta presión que actúa en el área de 250 pulgadas cuadradas del pistón de salida soportará una fuerza resistente de 1.250 libras. Es decir, esta presión podría vencer una fuerza ligeramente inferior a 1.250 libras.

Una fuerza de la entrada de 25 libras se ha transformado en una fuerza de funcionamiento de más de media tonelada; sin embargo, para que esto sea verdad, la distancia recorrida por el pistón de entrada debe ser 50 veces mayor que la distancia que se desplazó el pistón de la salida. Así, para cada pulgada que el pistón de la entrada se mueva, el pistón de salida se moverá solamente 1/50 de pulgada.

Esto sería ideal si el pistón de la salida necesitara moverse solamente una distancia corta. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el pistón de salida tendría que ser capaz de moverse una distancia mayor para servir para una aplicación práctica. El dispositivo mostrado en la figura arriba no es capaz de mover el pistón de salida más lejos que lo mostrado; por lo tanto, algún otro medio se debe utilizar para levantar el pistón de salida a una mayor altura.

El pistón de la salida se puede levantar más arriba y mantenerse en esta altura si componentes adicionales son instalados según puede verse en la figura a continuación. En esta ilustración se diseña el gato para poder ser levantado, ser bajado, o sostenerse en una altura constante. Estos resultados son logrados introduciendo un número de válvulas y también una fuente de la reserva de líquido que se utilizará en el sistema.

Note que este sistema contiene los cinco componentes básicos: el depósito; cilindro 1, que sirve como bomba; válvula 3, que sirve como válvula de control direccional; cilindro 2, que sirve como el dispositivo de impulsión; y

las líneas para transmitir el líquido a y desde los diversos componentes. Además, este sistema contiene dos válvulas, 1 y 2, cuyas funciones se explican seguidamente.

En este sistema, en la vista de figura anterior, un reservorio y un sistema de válvulas ha sido agregado a la palanca hidráulica de Pascal para accionar un pequeño cilindro o bomba continuamente, y elevar un gran pistón o un actuador un poco por cada accionamiento o carrera. El diagrama A muestra una carrera de entrada. Una válvula de retención de salida cierra por presión una carga, y una válvula de retención de entrada se abre de manera que el líquido del tanque de reserva llene la cámara de bombeo. El diagrama B muestra la bomba accionando hacia abajo. Una válvula de retención de entrada cierra por presión y una válvula de retención de salida se abre. Más líquido es bombeado bajo un gran pistón para elevarlo.

2.3 Historia de la Hidráulica⁴

Richard Dudgeon, Inc. fue fundada en la ciudad de Nueva York como una tienda de máquinas.

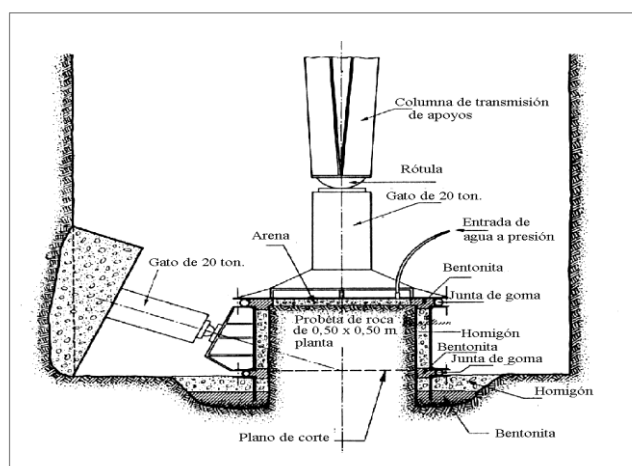


Figura 5. Esquema de Richard Dudgeon

Fuente: Historia Gatos Hidráulicos JIMÉNEZ SALAS J. Y DE JUSTO ALPAÑES J.

⁴ <http://jackpowerporta.com/historia-de-gatos-hidráulicos>

En 1851, al fundador e inventor Richard Dudgeon se le concedió una patente para una prensa portable hidráulica, ahora conocida como gato hidráulico, una herramienta que probó ser vastamente superior a los gatos de tornillos usados en ese entonces. In 1855, Richard Dudgeon sorprendió a los neoyorkinos al manejar desde su casa a su lugar de trabajo en un innovador transporte de vapor.

2.4 Equipos hidráulicos utilizados en Aeropolicial

2.4.1 El Pistón de botella

En el que el émbolo se encuentra en posición vertical y ofrece soporte directo a la plataforma que tiene contacto directo con el objeto a levantar. Con una sola acción del émbolo, la carga a levantar es considerablemente menor en doble proporción al colapso del gato hidráulico, convirtiéndolo en una herramienta especial para los tecles con peso promedio. Para levantar estructuras como casas, la interconexión hidráulica de múltiples pistones de botella a través de sus válvulas deshabilita la distribución de fuerzas mientras deshabilita el peso neto de la carga.⁵



Figura 6. Pistón de botella

Fuente: Gatos de Botella M ARIAS –PAZ

⁵ <http://www.gato-de-botella-elevacion>

2.4.3 Gatos hidráulicos trípode

La familia de gatos de Langa Industrial S.A. incluye modelos aplicables tanto a aviones como a helicópteros. La capacidad de carga va desde 3 Tm hasta los 150 Tm. Los materiales y componentes utilizados son de tipo estándar, con una contrastada fiabilidad y prestaciones en cualquier condición de uso.

Dentro de los Gatos, existen modelos de trípode, de cocodrilo y de eje. Existen kits de Gatos específicos para cada modelo de aeronave.



Figura 7. Gatos trípode

Fuente: INTERNATIONAL AIRCRAFTS & HELICOPTERS

Esto se debe a que el gato hidráulico requiere una atención y utilización más especializada, ya que es necesario seleccionar las condiciones del suelo, el punto exacto donde levantar el objeto y asegurarse de la estabilidad del mismo cuando el gato hidráulico sea extendido. Un gato hidráulico usa un fluido, el cual es incomprensible, que es impulsado a un cilindro mediante el émbolo de una bomba.

El gato hidráulico es quizás una de las formas más simples de un sistema de potencia fluida. Moviendo la manivela de un pequeño dispositivo, un individuo puede levantar una carga que pesa varias toneladas.

Una fuerza de la entrada de 25 libras se ha transformado en una fuerza de funcionamiento de más de media tonelada; sin embargo, para que esto sea verdad, la distancia recorrida por el pistón de entrada debe ser 50 veces mayor que la distancia que se desplazó el pistón de la salida. Así, para cada pulgada que el pistón de la entrada se mueva, el pistón de salida se moverá solamente 1/50 de pulgada.

Esto sería ideal si el pistón de la salida necesitara moverse solamente una distancia corta. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el pistón de salida tendría que ser capaz de moverse una distancia mayor para servir para una aplicación práctica, estos resultados son logrados introduciendo un número de válvulas y también una fuente de la reserva de líquido que se utilizará en el sistema.

Note que este sistema contiene los cinco componentes básicos: el depósito; cilindro, que sirve como bomba; válvula, que sirve como válvula de control direccional; cilindro, que sirve como el dispositivo de impulsión; y las líneas para transmitir el líquido a y desde los diversos componentes.

Además, este sistema contiene dos válvulas, 1 y 2, un reservorio y un sistema de válvulas ha sido agregado a la palanca hidráulica de Pascal para accionar un pequeño cilindro o bomba continuamente, y elevar un gran pistón o un actuador un poco por cada accionamiento o carrera.⁶

⁶ <http://airplanes.glo-con.com/gatosparaaviones>

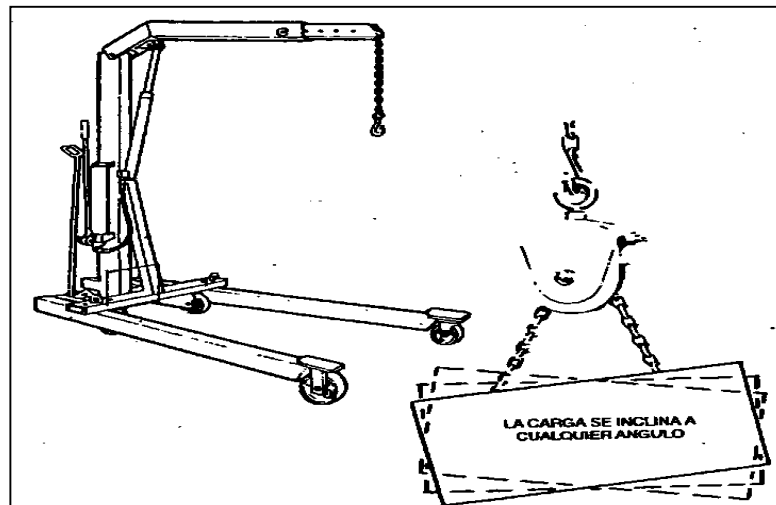


Figura 8. Grúa hidráulica

Fuente: Gatos de elevación. FRANK J. THIESSEN Y DAVIS N. DALES

Una válvula de retención de entrada cierra por presión y una válvula de retención de salida se abre. Más líquido es bombeado bajo un gran pistón para elevarlo. Para bajar la carga, una tercera válvula (válvula aguja) se abre, la que abre un área debajo del pistón grande hacia el tanque de reserva

Las grúas se utilizan para levantar y transportar componentes pesados, la grúa no deberá ajustarse más allá de sus límites de ajuste diseñados para transportar un componente con una grúa, la carga deberá de bajarse para evitar que se incline.

Los sistemas neumáticos juegan un papel clave en aquellos procesos en los que la higiene y la precisión son de suma importancia, como es el caso de las instalaciones de la industria farmacéutica y alimenticia, entre otras.

Esto se debe a que el gato hidráulico requiere una atención y utilización más especializada, ya que es necesario seleccionar las condiciones del suelo, el punto exacto donde levantar el objeto y asegurarse de la estabilidad del mismo cuando el gato hidráulico sea extendido. Un gato hidráulico usa un

fluido, el cual es incomprensible, que es impulsado a un cilindro mediante el émbolo de una bomba.

2.5 Allison modelo 250

El Allison Modelo 250, que ahora se conoce como el Rolls-Royce M250, (EE.UU. militares designaciones T63 y T703) es un gran éxito turbo eje familia de motores, originalmente desarrollado por la compañía de motores Allison a principios de 1960. El modelo 250 ha sido producido por Rolls-Royce desde que adquirió Allison en 1995.

Una fuerza de la entrada de 25 libras se ha transformado en una fuerza de funcionamiento de más de media tonelada; sin embargo, para que esto sea verdad, la distancia recorrida por el pistón de entrada debe ser 50 veces mayor que la distancia que se desplazó el pistón de la salida. Así, para cada pulgada que el pistón de la entrada se mueva, el pistón de salida se moverá solamente 1/50 de pulgada.

Esto sería ideal si el pistón de la salida necesitara moverse solamente una distancia corta. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el pistón de salida tendría que ser capaz de moverse una distancia mayor para servir para una aplicación práctica, estos resultados son logrados introduciendo un número de válvulas y también una fuente de la reserva de líquido que se utilizará en el sistema.

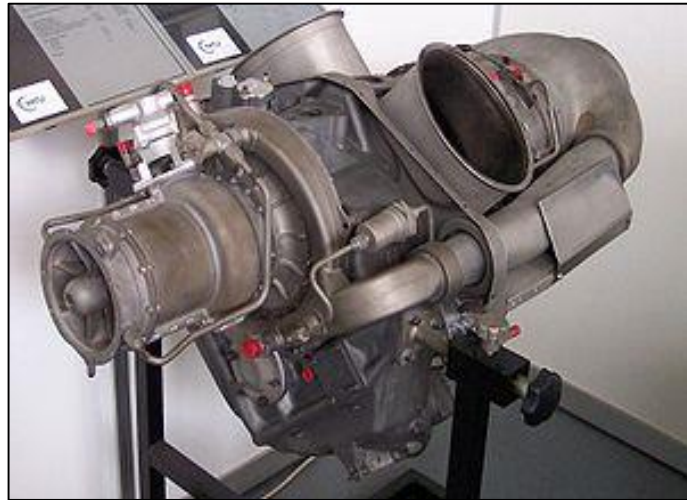


Figura 9. MTU -construido Allison 250-C20B

Fuente: Wikipedia.com

Allison ha adoptado una configuración de motor de flujo de aire inverso para el Modelo 250: aunque el aire entra en el sistema de admisión / compresión en el convencional de la manera , el aire comprimido dejando el difusor compresor centrífugo es conducido hacia atrás en todo el sistema de la turbina, antes de ser convertido a través de 180 grados en la entrada a la cámara de combustión, los productos de la combustión se expanden a través de la etapa dos HP turbina, que está conectado, a través del eje HP, para el sistema de compresión, antes de expandirse a través de la turbina de energía de la etapa dos, los gases de escape a continuación, se vuelven a través de 90 grados para salir del motor en una dirección radial; un eje de mangueta conecta la potencia de la turbina a una caja de cambios de reducción compacta, situada en el interior, entre el compresor centrífugo y el sistema de la turbina de escape / potencia.



Figura 10. Motor ROLL-ROYCE 250 – C30

2.5.1 Características del Motor ROLL-ROYCE 250 - C30

- Peso de turbina 253,75lb 115,1 kg
- Dimensión largo 43,198 pg. 1097 mm
- Altura 25,480 pg. 638 mm
- Ancho máximo 21,496 pg. 559 mm

Una de las versiones más recientes del Modelo 250 es el-C40, que tiene un compresor centrífugo que tira de una relación de presión de 9.2:1, a un flujo de aire de 6,1 libras / s (2,8 kg / s), y en desarrollo, en el eje, 715 hp (533 kW).

Algunas de las versiones anteriores tienen etapas de compresión axiales montados en el eje de HP para impulsar el potencial de un compresor centrífugo relación de presión relativamente baja. Algunos de estos motores son casi similares por lo cual se diferencia en algunos aspectos y a continuación una lista de lo que hace referencia a este tipo de motores

Tabla 1.

Dimensiones de motores Roll - Royce Series:

Length	43.198 in. (1097 mm)
Engine	Height
250--C30, --C30S, --C30G	25.480 in. (638 mm)
250--C30P	24.855 in. (631 mm)
250--C30M, --C30G/2	25.715 in. (653 mm)
Width	21.996 in. (559 mm)
Engine	Engine weight (dry)
C30	253.75 lb. (115.1 kg)
C30S	252.75 lb. (114.6 kg)
C30P	247.75 lb. (112.3 kg)
C30M	251.75 lb. (114.1 kg)
C30G	254.75 lb. (115.6 kg)
C30G/2	261.75 lb. (117.9 kg)

La potencia del Modelo 250 se encuentra en un gran número de helicópteros, aviones pequeños e incluso una motocicleta (MTT Turbine Superbike) Como resultado, casi 30.000 Modelo 250 motores se han producido, de los cuales aproximadamente 16.000 permanecen en servicio, haciendo que el Modelo 250 uno de los motores de mayor venta realizadas por Rolls-Royce.⁷

El MD 530 introdujo un avance revolucionario en el diseño del helicóptero que cuenta con un sistema anti-torque llamado NOTAR que consiste en un el escape de un ventilador dirigido a través de ranuras en el tubo de cola, con el efecto Coandă para contrarrestar el par del rotor principal, y un timón regulable en el extremo del tubo de cola se utiliza para el control de guiñada. McDonnell Douglas originalmente destinados a desarrollar el MD 520N estándar junto con el MD 530N más potente y caliente de alta optimizado

⁷ http://docsetools.com/articulos-utiles/article_109801.html

(ambos se pusieron en marcha en enero de 1989 y se basaron en el MD convencionales 500E).



Figura 11. Helicóptero MD 530FF PN -116

El MD 530N fue el primero en volar, el 29 de diciembre de 1989, el MD 520N voló por primera vez el 1 de mayo de 1990. El desarrollo de las MD 530N fue suspendido cuando McDonnell Douglas decidió que el MD 520N se reunió la mayoría de los requerimientos del cliente para el 530N. La certificación para el MD 520N fue concedida el 13 de septiembre de 1991, y el primer aparato fue entregado el 31 de diciembre de ese año. En 2000, MD helicopters anunció mejoras en el MD 520N incluyendo un motor RR 250-C20R+ mejorado con una potencia 3.5% más para un mejor rendimiento en los días cálidos, y un mayor alcance con cambios en el difusor y la manipulación del ventilador.

MD 530 FF

Los datos del Directorio Internacional de Aviación Civil

- Tripulación: 1-2
- Capacidad: 5 en total
- Longitud: 32 pies 7 pulgadas (9,94 m)
- Diámetro del rotor: 27 pies 4 pulgadas (8.33 m)
- Altura: 8 pies 9 pulgadas (2.48 m)

- Área del disco: 587,5 metros cuadrados (54,6 metros cuadrados)
- Peso en vacío: 1.700 libras (722 kg)
- Peso bruto: 3100 libras (1.409 kg)
- Peso máximo al despegue: 3.550 libras (1.610 kg)
- Planta motriz: 1 x Allison 250-C30 turbo eje, 375 CV (280 kW)

Rendimiento

- Velocidad máxima: 152 nudos (175 mph, 282 km / h)
- Velocidad de crucero: 135 nudos (155 mph, 250 km / h)
- Rango: 232 nmi (267 millas, 430 km)
- Techo de servicio: 18.700 pies (5.700 m)
- Velocidad de subida: 2.070 ft / min (10,5 m / s)

En sí el Brazo Hidráulico es aplicable solo para los motores Roll - Royce 250 – C30 y tiene como propósito en realizar un mantenimiento adecuado, remover el motor con el fin de realizar el chequeo técnico que se da al cumplir sus 2000 horas de vuelo.⁸

⁸ <http://mdhelicopters.com>

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En el siguiente argumento se redacta de una manera específica el desarrollo, avance del tema, como fue construido para realizar el proyecto que servirá para personal y estudiantes practicantes en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Servicio **Aeropolicial**.

CAMPO: Mecánica Aeronáutica

ÁREA: Motores

ASPECTO: Construcción de un brazo de transmisión hidráulica para mantenimiento del motor MD 530.

TEMA: Construcción de un brazo de transmisión hidráulica para el motor M250-C30 Rolls - Royce del helicóptero MD 530.

BENEFICIARIOS: Estudiantes, Personal de Mantenimiento **Aeropolicial**.

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Unidad de Gestión de Tecnologías

UBICACIÓN: Aeropolicial Quito (Parque Bicentenario)

COSTO: \$ 1595

3.1 Introducción

En este capítulo se basa en el estudio del proyecto, el cual de una forma detallada y concreta, redacto de forma técnica paso a paso la construcción de un Brazo de Transmisión Hidráulica para el desmontaje de motor 250-C30 Rolls - Royce del Helicóptero MD 530FF que se encuentra en las instalaciones de Aeropolicial.

Se utilizan ampliamente en todo el mundo, tienen una gran relevancia en la época actual, como lo han hecho una contribución increíble para hacernos una vida mucho más cómodo de lo que era antes. Estas tomas han pesado más que los crics hidráulicos convencionales que estaban en uso en algún momento del tiempo. Se componen de dos cilindros unidos entre sí. Funciona con el principio de la ley de Pascal, que sugiere que cuando hay un aumento de la presión en cualquier punto en un recipiente de líquido, hay un aumento igual en la presión en cualquier otro punto en el recipiente.

Se apreció que la persona que realiza la operación de levantamiento o desmontaje con la ayuda de un gato hidráulico obtendrá un trabajo más cómodo y sin esfuerzos la cual ayudara para un mejor trabajo en el taller mecánico.

Estas herramientas elementales ayudaran para el mantenimiento del avión realizando en una forma más rápida y como con lo que se obtendrá mejoras en el trabajo realizado y tener un trabajo de calidad.

La flexibilidad extrema de los elementos de potencia fluida presenta un número de problemas a tener en cuenta. Puesto que los fluidos no tienen ninguna forma propia, éstos deben ser confinados seguramente a lo largo de todo el sistema. Consideraciones especiales se deben dar a la integridad estructural de las partes de un sistema de potencia fluido. El sistema deberá estar compuesto por cañerías y envases resistentes. Las pérdidas deberán

ser evitadas. Esto es un problema grave con la alta presión obtenida en muchas instalaciones de potencia fluida.

La operación del sistema implica el movimiento constante del líquido dentro de las líneas y de los componentes. Este movimiento causa fricción dentro del líquido mismo y contra las superficies que lo contienen que, si son excesivas, pueden llevar a las pérdidas serias en eficiencia. No se debe permitir que materiales extraños se acumulen en el sistema, donde éstos pueden taponar los pequeños pasos o trabar el embolo hidráulico. La acción química puede causar la corrosión. Cualquier persona que trabaje con sistemas de potencia fluida debe saber cómo funciona dichos sistema y sus componentes, tanto en términos de principios generales comunes a todos los mecanismos físicos, así como las particularidades del dispositivo actual en uso.

3.2 Diseño y Gráficas

3.2.1 Diseño de la Estructura

El brazo hidráulico tuvo que pasar una serie de parámetros para fabricar en si su estructura la cual con la ayuda de la tecnología informática tomamos en cuenta su capacidad y medidas como se muestra en la siguiente Figura 13. y Figura 14. se realizó un diseño digital de la maqueta en el software especializado Inventor.

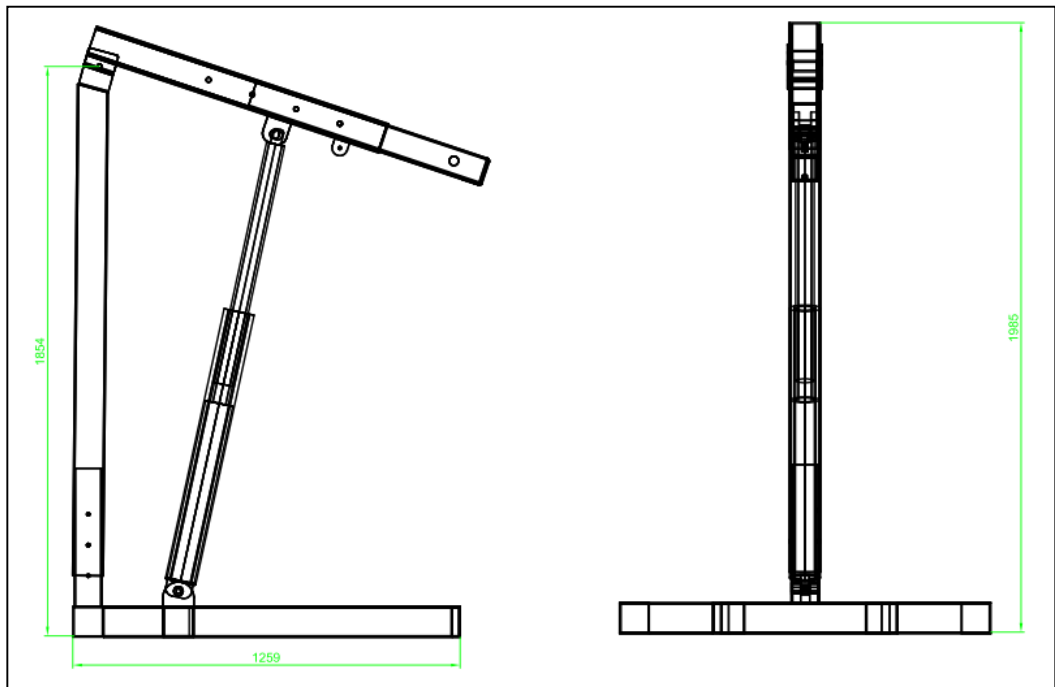


Figura 12. Brazo Hidráulico graficado en inventor

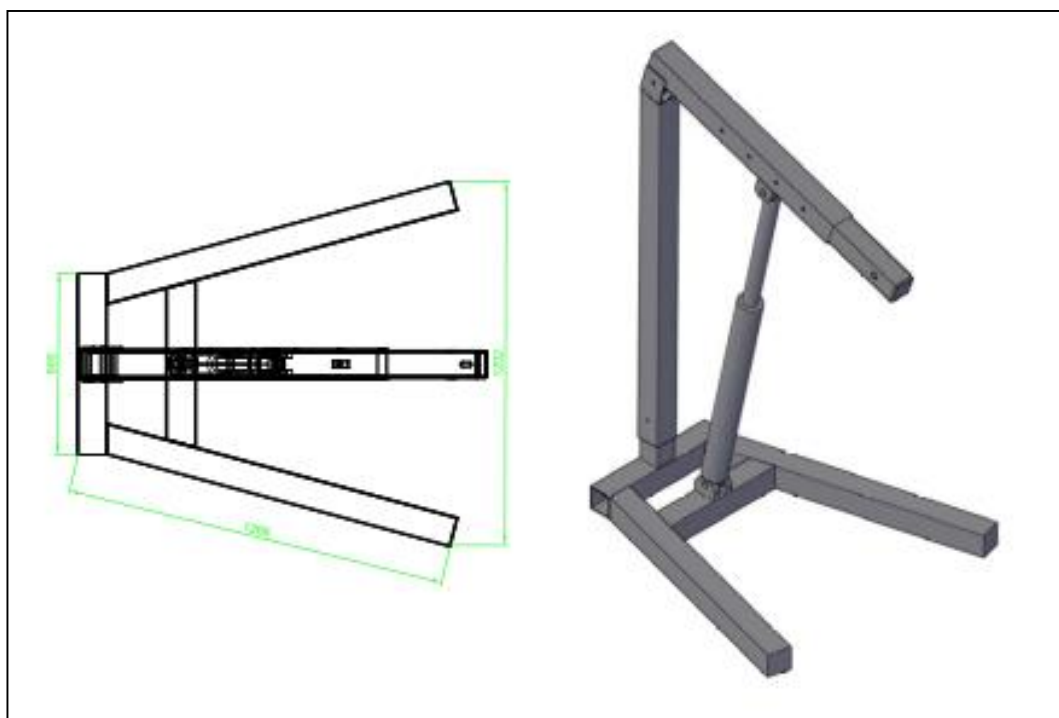


Figura 13. Brazo Hidráulico graficado en inventor

3.3 Análisis de alternativas de construcción.

Para que se desarrolle de buena manera un proyecto es necesario tomar en cuenta los factores que influyeron en el diseño. Los factores de diseño son las consideraciones o características que se tomarán en cuenta para la elaboración de determinado diseño.

La dimensión física se compone de oficinas y una plataforma donde aterrizan los helicópteros el área total de **Aeropolicia** es de 1200 m² y el hangar de los helicópteros es de 250m².

Entre los factores de diseño que se toman en cuenta tenemos:

- Resistencia
- Confiabilidad
- Condiciones térmicas
- Corrosión
- Desgaste
- Fricción o rozamiento
- Procesamiento
- Utilidad
- Costo
- Seguridad
- Peso
- Ruido
- Estilización
- Forma
- Tamaño
- Flexibilidad
- Control
- Rigidez
- Acabado de superficies

- Lubricación
- Mantenimiento
- Volumen
- Vida útil
- Funcionalidad

Una vez que se tiene claro cuáles son los factores que influyen en el desarrollo del diseño se procede a establecer los métodos que se usara para su elaboración. Los métodos usados para el desarrollo del proyecto pueden ser:

- **Industrial:** orientado a la forma (estética) del producto.
- **Axiomático:** utiliza métodos matriciales para analizar sistemáticamente la transformación de las necesidades del cliente en requisitos funcionales.
- **Analógico:** el basado en el desarrollo de soluciones similares a las ya existentes.

Tabla 2.

Análisis de Esfuerzos

Archivo analizados:	Tecl. iam
Autodesk Inventor Versión:	2015 (Build 190 159 000, 159)
Fecha de creación:	16/12/2014, 23:25
Simulación Autor:	Fabián Mena
Autor:	Virtual PC
Número de pieza:	Tecl
Diseñador:	Virtual PC
Costo:	\$ 1598.00
Fecha de creación:	29/09/2014
Diseño de estado:	Work In Progress

Tabla 3.

Peso Físico del Brazo Hidráulico

Masa	18,0966 kg
Zona	7308100 mm ²
Volumen	18096600 mm ³

Centro de gravedad	x = 458,531 mm y = 768,019 mm z = 500,424 mm
--------------------	--

Nota: Los valores físicos podrían ser diferentes de los valores físicos utilizados por FEA se informa a continuación.

Tabla 4.

Simulación: 1

Objetivo general y ajustes:

Diseño Objetivo	Single Point
Tipo de simulación	Análisis estático
Última fecha de modificación	16/12/2014, 23:22
Detectar y Eliminar rígidos modos de cuerpo	No
Destaca separados en distintas superficies de contacto	No
Análisis de cargas de movimiento	No

Tabla 5.

Malla ajustes:

Avg. Tamaño Element (fracción de modelo de diámetro)	0,1
Min. Tamaño Element (fracción de tamaño promedio.)	0,2
Factor de calificación	1,5
Max. Gire ángulo	60 deg
Crear CurvedMesh Elementos	No
Utilice medida basada parte de malla Asamblea	Sí

Tabla 6.

Materiales (s)

Nombre	Acero, de alta resistencia, baja aleación	
General	Densidad de Masa	7,85 g / cm ³
	Fuerza Rendimiento	275,8 MPa
	Último Resistencia a la tracción	448 MPa
Estrés	Módulo de Young	200 GPa
	Relación de Poisson	0287 ul
	Módulo de Cizalla	77,7001 GPa
Nombre (s) Parte	Base Base Base Base brazo porta	1 Columna Lados Lados despegable brazo

	brazo nervio Cilindro bastago cilindro	base	de
--	---	------	----

Tabla 7.

Condiciones de servicio

Fuerza: 1

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	2940.000 N
Vector X	-933,276 N
Vector Y	-2787.938 N
Vector Z	-0.000 N

Rostro registrado (s)



Figura 14. Esquema del brazo en 3D INVENTOR N.-1

Restricción de uso: 1

Tipo de restricción: Restricción Fija

Rostro registrado (s)

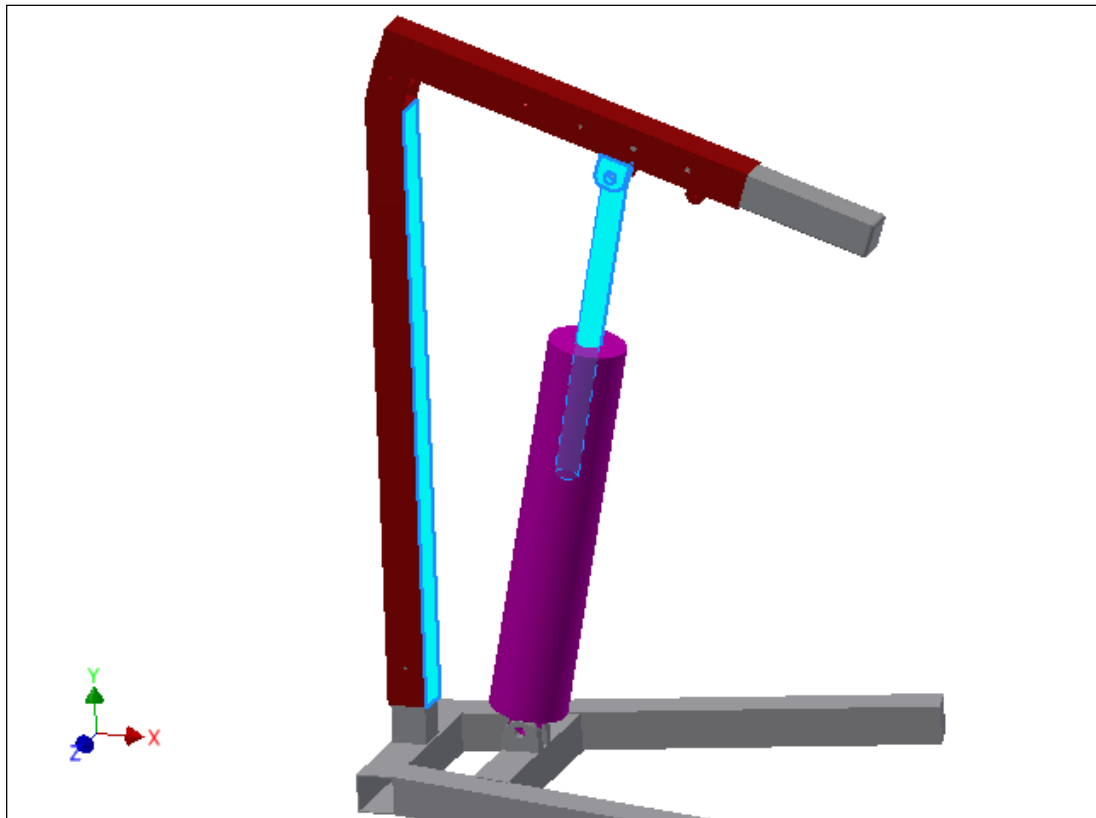


Figura 15. Esquema del brazo en 3D INVENTOR N.-2

Tabla 8.

Resultados

Fuerza de reacción y Momento de Restricciones

Nombre de Restricciones	Fuerza de Reacción		Momento Reacción	
	Magnitud	Componente (X, Y, Z)	Magnitud	Componente (X, Y, Z)
Restricción de uso: 1	2940 N	933276 N	511 109 N m	-84,1073 N m
		2787,94 N		23.506 N m
		0 N		503 593 N m

Tabla 9.**Resumen Resultado**

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	18096600 mm ^ 3	
Masa	142.058 kg	
Von Mises estrés	0 MPa	9,16595 MPa
Primero Estrés Principal	-2,04259 MPa	8,64691 MPa
Tercera tensión principal	-11,1916 MPa	1,65681 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0479109 mm
Factor de Seguridad	15 ul	15 ul
Estrés XX	-10,8929 MPa	6,46 MPa
XY Estrés	-3,90671 MPa	2,85531 MPa
Estrés XZ	-2,62323 MPa	2,0282 MPa
YY Estrés	-4,99467 MPa	5,72211 MPa
Estrés YZ	-2,80308 MPa	3,48347 MPa
ZZ Estrés	-5,53603 MPa	6,5262 MPa
X Desplazamiento	-0,0195339 Mm	0,000915467 mm
Y Desplazamiento	-0,0467177 Mm	0,000327164 mm
Desplazamiento Z	-0,00441117 Mm	0,0028729 mm
Strain Equivalente	0 ul	0,0000422 ul
Primero Strain Principal	-0,00000816242 UI	0,0000412018 ul
Tercero Strain Principal	-0,000050127 UI	0,00000000418932 ul
Strain XX	-0,0000482048 UI	0,0000293942 ul
XYStrain	-0,0000251397 UI	0,0000183739 ul
StrainXZ	-0,0000168805 UI	0,0000130515 ul
YYStrain	-0,0000182213 UI	0,0000237787 ul
StrainYZ	-0,0000180378 UI	0,0000224161 ul
ZZStrain	-0,0000221591 UI	0,00002906 ul
Contacto Presión	0 MPa	9,82122 MPa
Contacto Presión X	-9,32125 MPa	4,73646 MPa
Contacto Presión Y	-9,55572 MPa	1,73752 MPa
Contacto Presión Z	-1,53325 MPa	1,6976 MPa

Figuras

X Desplazamiento

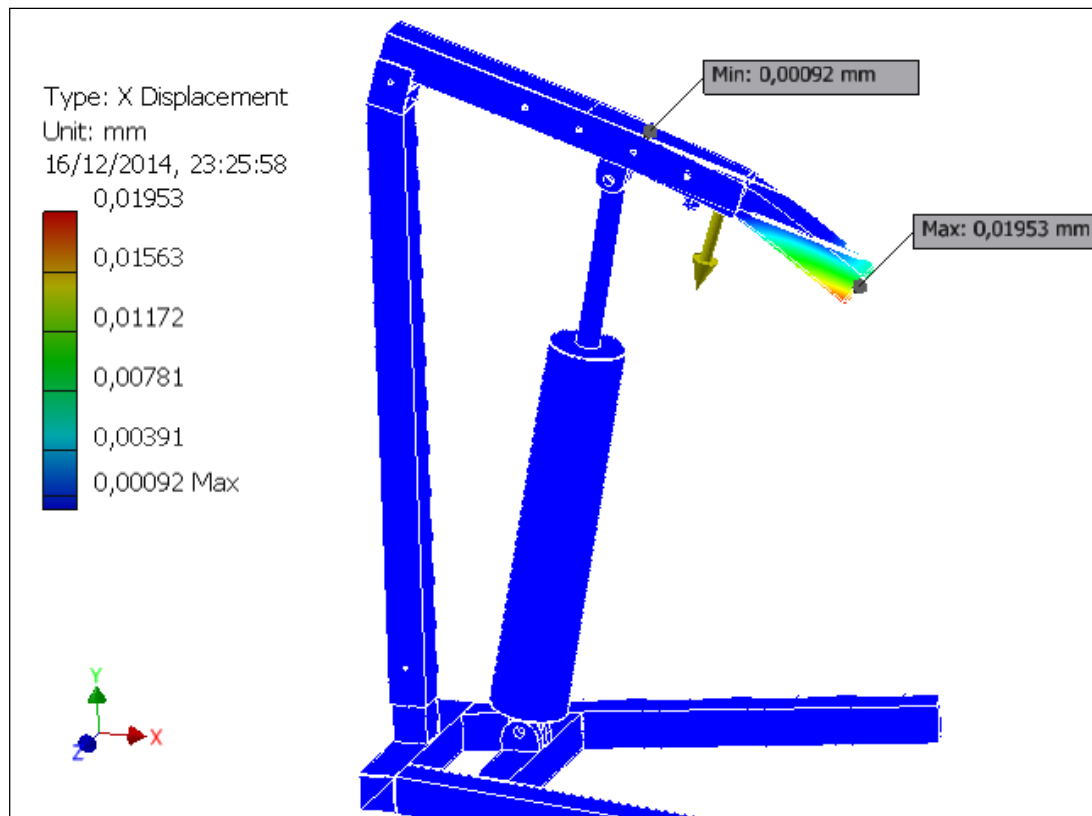


Figura 16. Figura en desplazamiento en X

Y Desplazamiento

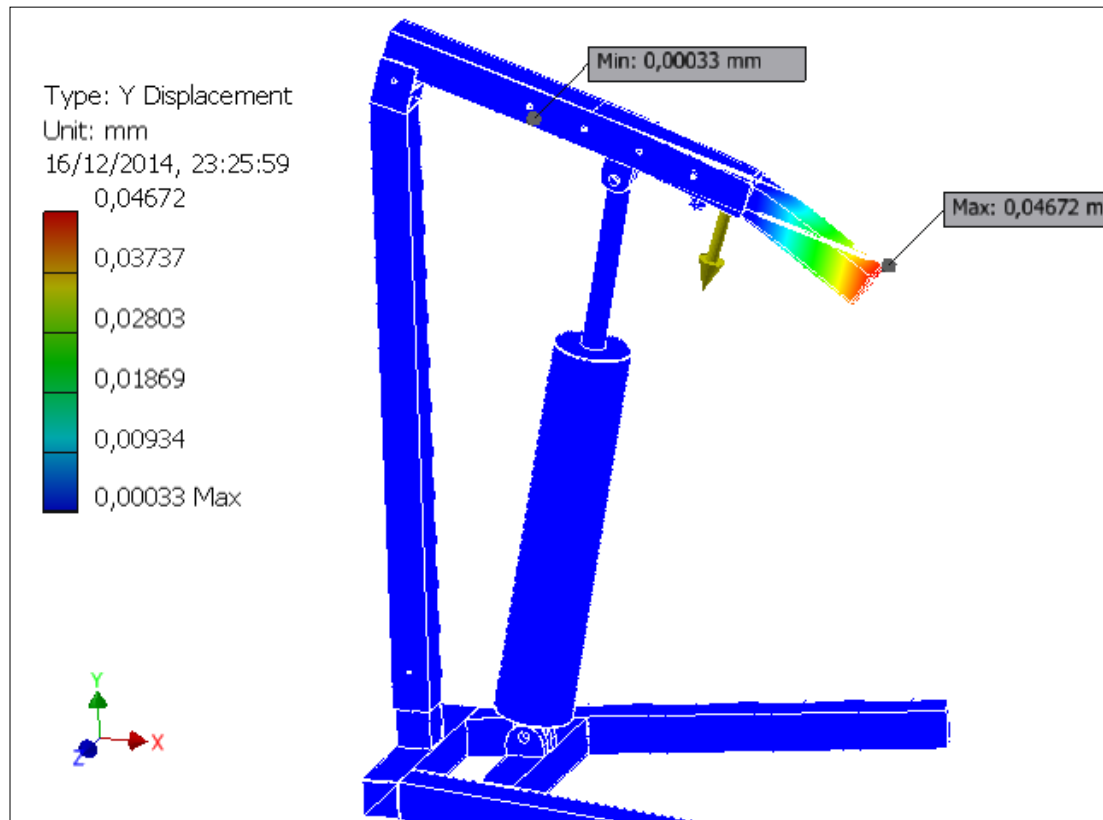


Figura 17. Figura en desplazamiento en Y

Desplazamiento Z

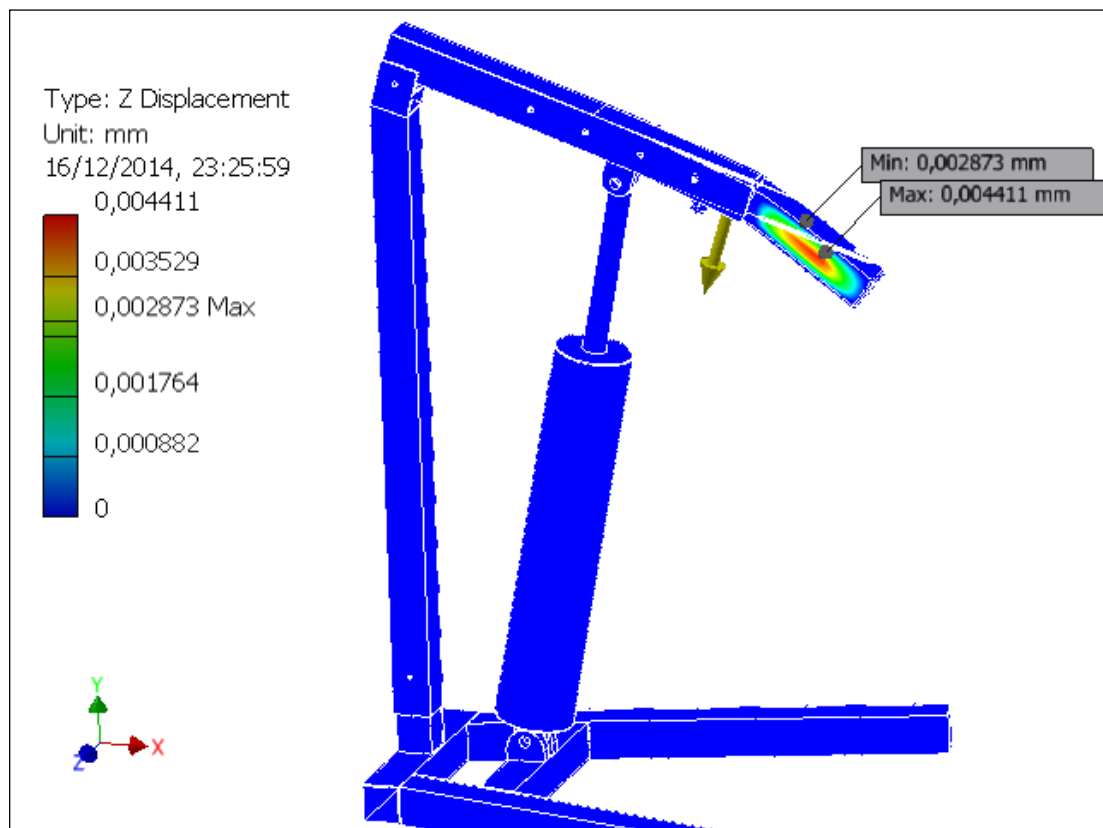


Figura 18. Figura en desplazamiento en Z

Según el análisis se puede indicar que la estructura está sometida a diferentes esfuerzos como son; de compresión, torsión, flexión, y tensión, este presenta los siguientes resultados.

Tiene un margen de seguridad de sus pernos que son de un material acero inoxidable, el sujetador secundario prende de un gancho de resorte que abarca un máximo de 300lb. y un mínimo de 50 lb. para estabilizar al motor con el sujetador primario, cuenta con pasadores SAE 1045E que dan seguridad y estabilidad al Brazo Hidráulico.

3.4 Materiales utilizados

Este material es el apropiado y necesario ya que sus propiedades fueron las que mejor dieron resultado en el estudio realizado este se lo encuentra fácilmente en la producción y mercado nacional, el espesor de la plancha base es de 6.5 mm porque es el idóneo para que soporte el pistón de botella de 8 toneladas siendo así el margen de seguridad al 100% ya que el peso que va a soportar es de 300 a 500 lbs. según lo establecido por **Aeropolicial** considerando el espesor del tubo estructural que es de 2mm en todas sus partes.

3.4.1 Tubo Estructural Rectangular

Los tubos estructurales rectangular hierro y acero galvanizado presentan mejoras significativas que redundan en beneficio del usuario, tales como el ahorro de soldaduras, facilidad de instalación y ahorros significativos en tiempo. La opción del tubo estructural obedece a la necesidad de brindarle al cliente una mayor capacidad estructural con el mejor acabado.

Los tubos estructurales de acero al carbono conformado en frío, electrosoldados y sin costura, de forma circular, cuadrada, rectangular, u otra forma especial, utilizados para construcción electrosoldada, remachada o atornillada de puentes, edificaciones y para usos generales en estructuras.

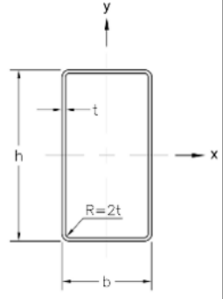
A = área de la sección	h = peralte de la sección	
t = espesor de los perfiles	C_w = constante del alabeo de la sección	
J = constante de la torsión de la sección (constante de St. Venant)	r_x = radio del giro de la sección con respecto al eje x	
r_y = radio del giro de la sección con respecto al eje y	I_x = momento de inercia de la sección con respecto al eje x	
I_y = momento de inercia de la sección con respecto al eje y	S_x = módulo elástico de la sección con respecto al eje x	
H. G. = Hierro Galvanizado	H. N. = Laminado en caliente	
Nota: Calculado según las expresiones dadas en el manual del AISI		

Figura 19. Resistencia del tubo estructural

Fuente: Fabricantes de tubo NOVACERO

- Norma de fabricación ASTM A500 / NTE INEN 2415.
- Límite de fluencia (mínimo) $f_y = 2400 \text{ Kg / cm}^2$.
- Tolerancias: Diámetro o dimensión exterior: ± 0.5 .
- Longitud $+ 12 \text{ mm} * 6\text{mm}$.
- Acabado: Negro.

3.4.2 Acero 1045E

Es un acero utilizado cuando la resistencia y dureza son necesarias en condición de suministro. Este acero medio carbono puede ser forjado con martillo. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada.

Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria.



Figura 20. Acero 1045E

Fuente: Aceros 1045E redondos

3.4.2 Garrucha de rueda

Las Garruchas ensambladas con un soporte de acero de grueso calibre, acabado galvanizado con doble pista de esferas. Rueda de poliuretano duro gris con rodamiento de bolas interno. Plataforma, espigo de rosca corto $\frac{1}{2}$. sin freno. Medidas: 3 in. Capacidad de carga: 340-750 Kg. giratorias

Una polea, también llamada garrucha, carrucha, trocla, trócola o carrillo, es una máquina simple que sirve para transmitir una fuerza, en este caso movilizarla.



Figura 21. Garrucha de rueda

Fuente: Wikipedia.com

A continuación se presenta unos anexos de resistencia de las garruchas

LA ELECCIÓN DE LA RUEDA

COMPATIBILIDAD CON AGENTES QUÍMICOS AGRESIVOS

Materiales		Acero	Acero inox	Aleaciones de aluminio	Fundición	Goma estándar
ACIDOS DÉBILES	Acidos grasos	●	●	●	●	●
	Acido acético	●	●	●	●	●
	Acido bórico soluc. 30	●	●	●	●	●
	Acido oléico	●	●	●	●	●
	Acido oxálico soluc. 10	●	●	●	●	●
	Acido sulfúrico	●	●	●	●	●
	Acido clorhídrico soluc. 30	●	●	●	●	●
	Acido crómico soluc. 10	●	●	●	●	●
	Acido fosfórico soluc. 10	●	●	●	●	●
	Acido nítrico soluc. 10	●	●	●	●	●
Acido sulfúrico soluc. 10	●	●	●	●	●	
ACIDOS FUERTES	Aluminio acetato	●	●	●	●	●
	Carbonato de amonio	●	●	●	●	●
	Sulfato de amonio	●	●	●	●	●
	Cianuro de sodio soluc. 10	●	●	●	●	●
BASES DÉBILES	Soluciones alcalinas 80 °C	●	●	●	●	●
	Hidrato de amonio	●	●	●	●	●
	Carbonato de sodio soluc. 10	●	●	●	●	●
	Fosfato de sodio soluc. 10	●	●	●	●	●
BASES FUERTES	Hidróxido de sodio soluc.	●	●	●	●	●
	Silicato sódico soluc. 10	●	●	●	●	●
ALCOHOL	Alquilbencenos	●	●	●	●	●
	Alcohol amílico	●	●	●	●	●
	Alcohol etílico	●	●	●	●	●
POLVENS	Alcohol metílico	●	●	●	●	●
	Alcohol propílico	●	●	●	●	●

Figura 22. Elección de la rueda

Fuente: Ruedasygarruchas.com

VARIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEPENDIENDO DE LA TEMPERATURA PARA USAR CON DESPLAZAMIENTO MANUAL									
		Capacidad %							
Temperatura		-40/-20°C	-20/0°C	0/20°C	20/40°C	40/ 60°C	60/ 80°C	80/ 130°C	>130°C
Categorías	Modelo								
INDUSTRIAL CARGAS LIGERAS	22	-	80	100	100	85	50	-	-
	23	40	100	100	100	85	60	-	-
	52	-	80	100	100	85	50	-	-
	53	40	100	100	100	85	60	-	-
	71	-	80	100	100	85	50	-	-
	82	-	100	100	100	100	-	-	-
INDUSTRIAL CARGAS MEDIAS	60	-	100	100	100	90	70	40	-
	61	-	100	100	100	85	60	-	-
	68	50	100	100	100	90	70	60	-
	73	40	100	100	100	85	60	50	-
	73AE	-	100	100	100	85	60	-	-
INDUSTRIAL CARGAS ELEVADAS Y DESPLAZAMIENTO MECANICO	62	-	100	100	100	90	80	-	-
	63AC	-	100	100	100	90	80	50	-
	63GH	-	100	100	100	90	80	50	-
	64	-	100	100	100	90	80	40	-
	65AL	-	100	100	100	90	80	40	-
	65GH	-	100	100	100	90	80	40	-
	65HT	-	100	100	100	90	80	40	-
	66	-	100	100	100	90	80	40	-
	68P	50	100	100	100	90	70	60	-
	69	100	100	100	100	100	100	100*	100*
	72AL	40	100	100	100	85	60	40	-
72GH	40	100	100	100	85	60	40	-	

Figura 23. Capacidad de temperatura de la Garrucha

Fuente: Ruedasygarruchas.com

VARIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEPENDIENDO DE LA VELOCIDAD							
		Capacidad %					
Velocidad		4 km/h	6 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	16 km/h
Categorías	Modelo						
INDUSTRIAL CARGAS MEDIAS	60	100	60	-	-	-	-
	61	100	60	-	-	-	-
INDUSTRIAL CARGAS ELEVADAS Y DESPLAZAMIENTO MECANICO	62	100	100	80	70	60	-
	63AC	100	80	65	60	50	contacte con Tellure Rôta
	63GH	100	80	65	60	50	contacte con Tellure Rôta
	64	100	80	60	50	40	-
	65AL	100	80	-	-	-	-
	65GH	100	80	60	50	40	-
	65HT	100	80	60	50	-	-
	66	100	80	-	-	-	-
	72AL	100	80	-	-	-	-
	72GH	100	80	-	-	-	-
RODILLOS TRANSPALETA	74	100	80	65	60	50	contacte con Tellure Rôta
	75	100	80	60	50	40	-
	77	100	80	-	-	-	-

Figura 24. Variación de capacidad de acuerdo a la velocidad

Fuente: Ruedasygarruchas.com

3.4.3 Base de garruchas

Este en si es el principal base del proyecto para la movilización y facilidad de transportar el motor del helicóptero para su respectivo mantenimiento.



Figura 25. Base de Garruchas

3.4.4 Pistón de botella de 8 toneladas

Este pistón sirve de soporte para el peso del motor, lo cual se va aplicar al Brazo Hidráulico, con la finalidad que el proyecto sirva para futuros trabajos en el hangar.



Figura 26. Pistón de Botella

Fuente: Gatos de Botella M ARIAS –PAZ

3.4.5 Pernos

Los pernos son una parte esencial para el Brazo Hidráulico ya que estos aseguran y sujetan garantizando seguridad, movilidad y estabilidad del motor del Helicóptero.

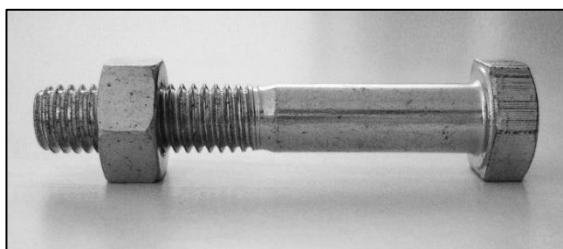


Figura 27. Perno de Acero

Fuente: Wikipedia.com

TABLA 10.

Especificaciones SAE para pernos, tornillería y espárragos.

Grado SAE	Resistencia a la tracción kg/cm ²	Carga de Prueba kg/cm ²	Dureza Brinell Bhn	Diámetro plg	Material
0	---	---	---	---	Bajo en Carbono sin requisitos
1	3,86	---	207 máx.	---	Acero ordinario
2	4,85	3,86	241 máx.	Hasta 1/2	Bajo en carbono
	4,5	3,65	241 máx.	1/2 - 3/4	
	3,86	---	207 máx.	3/4 - 1 1/2	
3	7,73	5,98	207-269	Hasta 1/2	Medio en carbono, trabajado en frío
	7,03	5,625	207-269	Aprox. 5/8	
5	8,43	5,975	241-302	Hasta 3/4	Medio en carbono, templado y revenido
	8,08	5,48	235-302	3/4 - 1	
	7,38	5,2	233-285	1 - 1 1/2	
6	9,84	7,73	285-331	Hasta 5/8	Medio en carbono, templado y revenido
	9,35	7,38	269-331	---	
7	9,14	7,38	269-321	Hasta 1 1/2	Aleado, medio en carbono, templado y revenido
8	10,55	8,44	302-352	Hasta 1 1/2	Aleado, medio en carbono, templado y revenido

La "Society of Automotive Engineers" (SAE) ha publicado durante muchos años especificaciones de materiales para muchos productos roscados.

3.4.5 Pasadores

Estos pasadores darán el aseguramiento para las partes de nuestro brazo hidráulico y no se desprenda de ninguno de sus acoples.

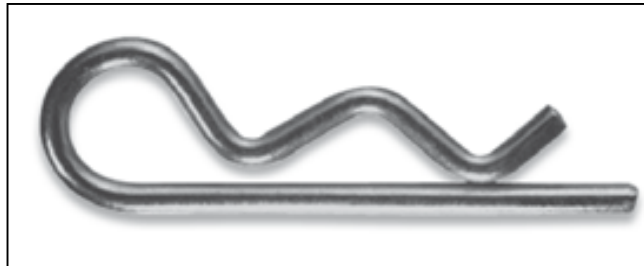


Figura 28. Pasador

Fuente: Wikipedia.com

3.4.6 Soportes regulables

Este soporte ayudara a dar la nivelación exacta para dar paso a más altura o menos altura y también hacia la profundidad de donde se encuentra el motor.



Figura 29. Soporte nivelador

3.4.7 Base de gato hidráulico

Un accesorio muy importante es este ya que en este sitio ira acoplado el pistón de botella para dar estabilidad al brazo hidráulico.

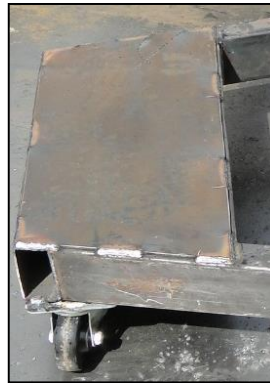


Figura 30. Base del Gato Hidráulico

Tabla 11.

Materiales industriales y especificaciones

N.-	Denominación	Cant.	Material	Observaciones
1	Ensamble 3D	1		Suelda E 6013
2	Ensamble vistas	1		Suelda E 6013
3	Base del soporte	1	Tubo estructural	Suelda E 6013
4	Soporte vertical	1	Tubo estructural	Suelda E 6013
5	Soporte regulable	1	Tubo estructural	Suelda E 6013
6	Brazo fijo	1	Tubo estructural	Suelda E 6013
7	Brazo móvil	1	Tubo estructural	_____
8	Base del gato hidráulico	1	ST 37	Suelda E 6013
9	Pasadores	3	SAE 1045	_____
10	Base de Garruchas	4	ST37	_____
11	Garruchas	4	Hierro fundido	_____
12	Pistón Hidráulico	1	De Botella	8 toneladas

3.5 Construcción del Brazo Hidráulico

- Con los ángulos de acero 1045E se procede al diseño del brazo primeramente dando forma la base con sus respectivas ruedas.



Figura 31. Soldado de la base de garruchas

- Se procede a ubicar las respectivas ruedas industriales para el movimiento del brazo tomando en cuenta el peso que va a soportar.



Figura 32. Rueda Industrial

- Adicionalmente existe un ángulo que será el soporte principal para sujetar el brazo.



Figura 33. Soporte principal

- El ángulo superior del brazo contará con una nivelación apropiada para sujetar al motor del helicóptero en una forma horizontal.



Figura 34. Angulo Superior

- Estos son los niveles tanto superior como inferior que serán utilizados para nivelar a la altura y distancia que se ha de sujetar al motor.



Figura 35. Nivel inferior

- Este es una extensión para que el brazo pueda ser utilizado en esas partes difíciles de ingresar en la parte inferior del helicóptero.



Figura 36. Angulo de extensión

- Después de todas estas partes ya nombradas empezamos a soldar un mesón pequeño donde ira montada el gato hidráulico.



Figura 37. Base del brazo hidráulico

- **SOLDADURA 6011**

- El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo.

- **SOLDADURA MIG/MAG**

- Metal Inert Gas o Metal Active Gas, dependiendo del gas que se inyecte) también denominada GMAW (Gas Metal Arc Welding o soldadura a gas y arco metálico) es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible, el arco se produce mediante un hilo continuo y las estructuras que se van a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG) o por un gas activo (soldadura MAG).

- Se coloca un ángulo más porque este permitirá que sujete con el centro del brazo hidráulico y el mesón.



Figura 38. Base del brazo hidráulico

- La base en su contorno está casi lista, acoplado con sus ruedas y ángulos bien sujetos.



Figura 39. Base del brazo hidráulico terminado

- El mesón esta soldado realizado con una lata de acero para anclar al Gato hidráulico.



Figura 40. Base del brazo hidráulico con el mesón

- Este es el pistón hidráulico que se va a utilizar para el brazo que abarca 8 toneladas de peso.



Figura 41. Pistón Hidráulico de Botella

- Este es el gato hidráulico que se va a utilizar para el motor que soporta de 250lb. a 1 tonelada de peso.



Figura 42. Brazo Hidráulico

- Este es el motor que será desmontado con el brazo hidráulico para su respectivo mantenimiento.



Figura 43. Motor R.R. 250 – C30

3.6 Elaboración de un instructivo

El presente trabajo consta de dos manuales que se describen a continuación:

- Manual de Operación (Orden de Trabajo)
- Manual de Mantenimiento

<p style="text-align: center;">UGT</p> 	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 2
	<p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIONES PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR ROLLS - ROYCE 250-C30 PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO DEL SERVICIO AEROPOLICIAL.</p>	Código:
	<p>Elaborado por: Sr. Mena Pozo Fabián Santiago</p>	Revisión N°: 1
	<p>Aprobado por: Ing. Espinel Pablo</p>	Fecha: Abril
<p>1. OBJETIVO:</p> <p>Establecer los procedimientos del Brazo Hidráulico para obtener un correcto funcionamiento del equipo.</p> <p>2. ALCANCE:</p> <p>Mantener en un perfecto estado el uso y operación del Brazo Hidráulico.</p> <p>3. DEFINICIONES:</p> <p>Mantenimiento.- Conjunto de tareas y cuidados necesarios ya sean estas programadas o no programadas para puedan seguir funcionando adecuadamente.</p> <p>4. EQUIPO DE SOPORTE:</p> <p>Brazo de Transmisión Hidráulica para el motor Rolls - Royce 250-C30 del helicóptero MD 530FF</p> <p>5. EQUIPO DE APOYO:</p> <p>Pistón hidráulico y Banco de sujeción.</p> <p>6. CONDICIONES REQUERIDAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El motor debe estar fijado en los sujetadores principales para su correcto desmontaje. 		

<p style="text-align: center;">UGT</p> 	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO	Pág. 2 de 2
	<p>MANUAL DE OPERACIONES PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR ROLLS - ROYCE 250-C30 PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO DEL SERVICIO AEROPOLICIAL.</p>	Código:
	<p>Elaborado por: Sr. Mena Pozo Fabián Santiago</p>	Revisión N°: 1
	<p>Aprobado por: Ing. Espinel Pablo</p>	Fecha: Abril
<ul style="list-style-type: none"> - Debe existir un ambiente iluminado. - Si el trabajo lo están realizando un practicante, debe existir la presencia de un técnico responsable de las tareas. - Lugar limpio y libre de obstáculos para la movilidad del Brazo Hidráulico. <p>7. Condiciones de Seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar ropa de trabajo adecuada: Overol, Botas y Guantes Antiadherentes. - Seguir las indicaciones del personal técnico y de las descritas en el presente manual. - Utilizar el equipo de forma segura y adecuada para prevenir daños al helicóptero y/o lesiones al personal. - Colocar señaléticas cerca de la zona de trabajo, al momento del montaje y desmontaje del motor Rolls - Royce 250-C30. 		

<p style="text-align: center;">UGT</p> 	INSTRUCTIVO DE OPERACIONES	Pág. 1 de 2
	<p>MANUAL DE OPERACIONES PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR ROLLS - ROYCE 250-C30 PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO DEL SERVICIO AEROPOLICIAL.</p>	<p>Código:</p>
	<p>Elaborado por: Sr. Mena Pozo Fabián Santiago</p>	<p>Revisión N°: 1</p>
	<p>Aprobado por: Ing. Espinel Pablo</p>	<p>Fecha: Abril</p>
<p>1.0.- OBJETIVO:</p> <p>Establecer los procedimientos del Brazo Hidráulico para obtener un correcto funcionamiento del equipo.</p> <p>2.0.- ALCANCE:</p> <p>El manual está dirigido al personal técnicos que realizan la operación de mantenimiento.</p> <p>3.0.- PROCEDIMIENTO:</p> <p>Para poder establecer al manual emitido por el fabricante del motor se detalla como tareas preliminares, del personal técnico debe estar capacitado con respecto al helicóptero en general, así como tomar las medidas de seguridad necesarias al momento de desmontar y dar un mantenimiento al motor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Verificar que los pernos se encuentren sujetos al Brazo Hidráulico. 		

<p style="text-align: center;">UGT</p>  <p style="text-align: center;">1922 ECUADOR</p>	INSTRUCTIVO DE OPERACIONES	Pág. 2 de 2
	MANUAL DE OPERACIONES PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR ROLLS - ROYCE 250-C30 PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO DEL SERVICIO AEROPOLICIAL.	Código:
	Elaborado por: Sr. Mena Pozo Fabián Santiago	Revisión N°: 1
	Aprobado por: Ing. Espinel Pablo	Fecha: Abril
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Asegure correctamente el motor en los sujetadores principales. ✚ Retirar al motor de una manera segura y adecuada para no ocasionar daños en el fuselaje. ✚ Recoger los accesorios que estén sueltos del motor y ponerlos en una bandeja. ✚ Preparar el banco de sujeción para ubicar el motor. ✚ Separar los sujetadores del motor para ubicar el motor en el Banco y proceder a su mantenimiento. ✚ Verifique que todo este seguro y proceder a su respectiva inspección. ✚ Terminado el mantenimiento proceda al montaje del motor en el Helicóptero. 		

3.7 Presupuesto

Tabla 12.

Materiales del proyecto

Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Electrodos especiales	20	0.50	10.00
Suelda especial	1	8.00	8.00
Mano de obra	2	200.00	200.00
Arandelas y Pasadores	50	0.50	25.00
Material de Acero	2Ce 1045E	200.00	400.00
Nivelador	1	40.00	40.00
Piñón	1	200.00	200.00
Pistón hidráulico	1	600.00	600.00
Ruedas cónicas	4	10.00	40.00
Pernos y Roscas	20	1.50	30.00
TOTAL			\$ 1553.00

Tabla 13.

Investigación y material de oficina

Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Hojas Papel Bond	2 Resmas	4.50	9.00
Impresiones	50	0.15ctvs	7.50
Anillados	5	1.50	7.50
Carpetas	10	0.70	7.00
Internet	500 Mbyte	0.60/h	8.00
Copias	200	0.015	3.00
TOTAL			\$ 42.00

Tabla 14.**Total gastos del proyecto**

Detalle	Cantidad (USD)
Material de Oficina	34.00
Material Industrial	1553.00
Investigación	8.00
TOTAL	\$1595

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se recopiló toda la información técnica para obtener los resultados deseados de la máquina de apoyo en tierra para el estudiante y personal de Aeropolicial.
- Se analizó completamente las situaciones para la correcta construcción del proyecto con sus respectivos materiales.
- El motor al cual va hacer aplicado solo será el ROLL – ROYCE 250-C30 para efecto de facilidad y seguridad al desmontar el motor del helicóptero.
- Se fabricó el diseño con el programa inventor y se realizó sus respectivas cargas de flexión al cual va a soportar.
- El proyecto abarca todo lo necesario pasando por una serie de pruebas de flexibilidad, dureza y tenacidad.

4.2. Recomendaciones

- Tener muy en cuenta que toda investigación debe ser clara y concisa para un mejor entendimiento del tema de investigación.
- La máquina de apoyo en tierra será utilizada en el taller de Aeropolicial llevando a cabo todas las medidas de seguridad para no ocasionar accidentes.

- Cuando se proceda a realizar un mantenimiento de la estructura del Brazo tener muy en cuenta que primero se debe empezar de lo más pesado a lo más liviano.
- El programa inventor permite un mejor estudio de la capacidad real del Brazo Hidráulico lo cual se recomienda estudiar más sobre este programa.
- Al realizar las pruebas de operación con El Brazo Hidráulico al desmontar el motor se debe tomar en cuenta la seguridad para cualquier cambio, mantenimiento o trabajo a realizar.

GLOSARIO

Aeropolicial.- Es una noble Institución Policial que ha venido generando los más claros principios de eficiencia, eficacia y seguridad para cada uno de sus procedimientos enmarcados en la legalidad y honestidad en el país.

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.

Neumática.- Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Flexibilidad Mecánica.- Relación entre los esfuerzos aplicados y los desplazamientos obtenidos en un sólido deformable. Puede ser también referido a la capacidad de algunos materiales para deformarse y retomar su forma original.

Oleohidráulica.- En esencia, la oleohidráulica es la técnica aplicada a la transmisión de potencia mediante fluidos incompresibles confinados.

Válvula.- Es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

Pistón hidráulico.- Son actuadores mecánicos que se usan para dar una fuerza a través de un recorrido lineal.

Langa Industrial S.A.- Empresa fundada en 1970, se ha convertido en un referente mundial en el Diseño y Fabricación de Equipos de Tierra de Soporte Aéreo para el sector Civil y de Defensa.

Flujo.- Es un caudal de un fluido continuo.

Difusor.- Es una válvula que cambia su sección de paso cuando se modifican las propiedades del fluido que se las cruza.

Acero.- Metales formados por hierro y carbono, normalmente con pequeñas cantidades de otros elementos. El acero es el metal más común en la manufactura.

Electrodo: Dispositivo que conduce electricidad. En la soldadura por arco, el electrodo también puede participar como metal de aporte.

Turbina.- Éstas son máquinas de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y éste le entrega su energía a través de un rodete con paletas o álabes.

Efecto Coandă.- Es el fenómeno físico en el cual una corriente de fluido — gaseosa o líquida— tiende a ser atraída por una superficie vecina a su trayectoria.

Software de CAD 3D Inventor®.- Es un programa de conjunto de herramientas fáciles de usar para diseño mecánico, documentación y simulación de productos en 3D, prototipos digitales con Inventor le ayuda a diseñar y validar los productos antes de fabricarlos.

Corrosión.- Es el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

Galvanizado.- Es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro.

Tenacidad.- Es la energía total que absorbe un material antes de alcanzar la rotura en condiciones de impacto, por acumulación de dislocaciones.

Cedencia.- Es la deformación irre recuperable de la probeta, a partir de la cual sólo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica.

EI NOTAR.- (acrónimo en inglés de *no tail rotor*, en español: **sin rotor de cola**) es un sistema de compensación del efecto par motor producido por el rotor principal de los helicópteros.

FEA.- Es el análisis por elementos finitos (**FEA**, siglas en inglés de Finite Element Analysis) es una técnica de simulación por computador usada en ingeniería. Usa una técnica numérica llamada método de los elementos finitos (FEM).

Fiabilidad.- Es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado

BIBLIOGRAFÍA

- DOCTOR PEDRETTI G. (1932) Manual de práctico de mantenimiento-crics hidráulicos. Barcelona-España. Editorial Guatavo Gili.
- FRANK J. THEISEN Y DAVIS N. DALES (1996) Manual Técnico de Operación, Mantenimiento y Servicio. México D.F- México. Editorial Prentice- Hall Hispano americana S.A.
- VALENTIN SAINS DIEZ (2007) Innovación Tecnológica Aeronáutica. Madrid- España. Editorial Paraninfo.
- ARNOLDO LUCIOS TOMO III. (1945). Tecnología Aeronáutica Motopropulsor. Buenos Aires. USA. Editorial Hobby.
- SALVAT. (1984). Enciclopedia de Ciencia y Técnica. Sevilla-España. Editorial Salvat S.A.
- RICHARD DUDGEON (1907) Jack Hidráulico. Nueva york – USA. Editorial The Company.
- MANUEL ARIAS PAZ (1940) Manual de Automóviles. Madrid – España Editorial Dossat S.I.

NETGRAFÍA:

- <http://gruas.usabiaga.com/wpcontent/admedia/gatoshidraulicos.pdf/2011>. (CITADO 09-08-2013).
- <http://es.mdhelicopters> – 2009. (CITADO 05-05-2013).
- http://www2.otctools.com/otctools.com/newcatalog/products/102775_2.pdf/2009. (CITADO 05-03-2013)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aviaci%C3%B3n>. (CITADO 05-11-2014).
- <http://airplanes.glo-con.com/gatosparaaviones>.(CITADO 13-09-2014).
- <http://jackpowerporta.com/historia-de-gatos-hidr%C3%A1ulicos>. (CITADO 14-02-2014).
- http://www.tendencias21.net/La-innovacion-aeronautica-espanola-a-la-cabeza-de-la-tecnologia-mundial_a6993.html. (CITADO 08-01-2014).