



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

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

**TEMA: MANTENIMIENTO Y COMPROBACIÓN DE FUGAS EN
LOS PISTONES DE LAS CÁMARAS DE FRENOS DE LOS
AVIONES CASA CN-235 PERTENECIENTES AL GRUPO
AÉREO DEL EJÉRCITO N° 44 PASTAZA**

AUTOR: CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO

DIRECTOR: TLGA. ZABALA CACERES EMMY SAMANTHA

**LATACUNGA
2017**



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

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

**TEMA: MANTENIMIENTO Y COMPROBACIÓN DE FUGAS EN
LOS PISTONES DE LAS CÁMARAS DE FRENOS DE LOS
AVIONES CASA CN-235 PERTENECIENTES AL GRUPO
AÉREO DEL EJÉRCITO N° 44 PASTAZA**

AUTOR: CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO

DIRECTOR: TLGA. ZABALA CACERES EMMY SAMANTHA

**LATACUNGA
2017**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de titulación, “**MANTENIMIENTO Y COMPROBACIÓN DE FUGAS EN LOS PISTONES DE LAS CÁMARAS DE FRENOS DE LOS AVIONES CASA CN-235 PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO N° 44 PASTAZA**” ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 3 de Marzo del 2017

Atentamente,

TLGA. EMMY SAMANTHA ZABALA CACERES
DIRECTORA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO**, con cedula de ciudadanía **N° 0401411319**, declaro que este trabajo de titulación **“MANTENIMIENTO Y COMPROBACIÓN DE FUGAS EN LOS PISTONES DE LAS CÁMARAS DE FRENOS DE LOS AVIONES CASA CN-235 PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO N° 44 PASTAZA”**, ha sido desarrollado en base a una investigación científica, a la asesoría de personal técnico capacitado y a la aplicación de los conocimientos adquiridos durante toda la carrera; respetando los derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan en la bibliografía.

En tal virtud, este trabajo es de mi autoría, consecuentemente me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 3 de Marzo del 2017

Atentamente,

CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO
C.C.:0401411319



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO**, autorizo a la Unidad de Gestión de Tecnologías sustentada a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución el trabajo **“MANTENIMIENTO Y COMPROBACIÓN DE FUGAS EN LOS PISTONES DE LAS CÁMARAS DE FRENOS DE LOS AVIONES CASA CN-235 PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO N° 44 PASTAZA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 3 de Marzo del 2017

Atentamente,

CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO
C.C.:0401411319

DEDICATORIA

El esfuerzo realizado día a día se ve reflejado en este trabajo de grado y en esta etapa que está por terminar y es por eso que quiero dedicarlo a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis Padres, quienes siempre han sido incondicionales conmigo y que gracias a sus consejos han sabido guiarme por el camino del bien, enmarcado en todo momento por el ejemplo que de ellos he recibido tratando siempre de ser su orgullo y alcanzar la excelencia profesional para ser cada día mejor.

A mi hijo Edwar Pozo, quien posiblemente aun no puede entender mis palabras, pero que cuando seas capaz, te des cuenta de lo importante que eres para mí, y con tu inocencia, ternura y ocurrencias siempre me has motivado y llenado de alegrías para salir adelante y conseguir mis logros.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. **Thomas Chalmers**

CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo de tesis quiero agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque gracias a él pude concretar este sueño tan anhelado.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas por darme la oportunidad de estudiar y abrir sus puertas para poder formarme como profesional.

De igual manera quiero agradecer a todos los docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas quienes con sus conocimientos y experiencia han depositado en mí su confianza y amistad para la elaboración del presente trabajo.

Y por último a mi directora de trabajo, Sra. Tlga. Samantha Zabala que por su esfuerzo, conocimiento, experiencia y entera dedicación ha permitido que ahora pueda terminar mis estudios con éxito.

CBOP. DE A.E POZO CANDO LENIN OSWALDO

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
ANTECEDENTES.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
1.1.1 Objetivo General.....	4
1.1.2 Objetivos Específicos.....	4
ALCANCE	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 HISTORIA DE LA AERONAVE.....	6
2.2 GENERALIDADES	6
2.3 LÍMITES DE PESO BRUTO.....	8
2.4 LIMITACIONES DE VELOCIDAD	8

2.5 LIMITACIONES MÍNIMAS DE VELOCIDAD	9
2.6 HIDRÁULICA	10
2.7 SISTEMA HIDRÁULICO BÁSICO.....	10
2.8 FLUIDO.....	11
2.8.1 Lubricantes	12
2.8.2 Fluido hidráulico.....	13
2.9 ESPECIFICACIONES DEL LÍQUIDO HIDRÁULICO MIL- H-5606	13
2.9.1 Inflamabilidad.....	14
2.10 SISTEMA HIDRÁULICO DEL AVIÓN CASA CN-235	15
2.10.1 Depósito.....	15
2.10.2 Bombas y módulo	16
2.10.3 Unidad moduladora.....	23
2.10.4 Tubería	24
2.10.5 Actuadores hidráulicos o martinete.....	25
2.11 TREN DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN CASA CN-235	26
2.11.1 Tren principal	27
2.11.2 Tren de morro	29
2.12 RUEDA DE NARIZ.....	31
2.13 RUEDA DEL TREN PRINCIPAL.....	33
2.14 SISTEMA DE FRENOS DEL AVIÓN CASA.....	35
2.14.1 Paquetes de frenos.....	35
2.14.2 Frenos normales y anti-skid.....	36
2.14.3 Frenos de aparcamiento y de emergencia.....	38
2.15 CÁMARA DE FRENOS.....	39
2.15.1 Descripción y operación.....	39
2.15.2 Funcionamiento de la cámara de frenos.....	40

2.16 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	41
2.16.1 Protección respiratoria.....	41
2.16.2 Protección ocular.....	42
2.16.3 Protección auditiva.....	43
2.16.4 Protección de manos.....	44
2.16.5 Protección para el cuerpo.....	46
2.16.6 Protección para los pies.....	46
CAPÍTULO III.....	48
DESARROLLO DEL TEMA.....	48
3.1 PRELIMINARES.....	49
3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	49
3.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (E.P.P.).....	50
3.4 PREPARACIÓN DE LA AERONAVE PARA MANTENIMIENTO.....	51
3.4.1 Despresurización de acumuladores.....	52
3.4.2 Verificar el nivel de depósito.....	53
3.4.3 Capacidad del sistema hidráulico y especificaciones del fluido.....	54
3.4.4 Equipos y materiales para el servicio al sistema hidráulico.....	54
3.5 DESMONTAJE DE LA RUEDA PRINCIPAL DEL TREN DE ATERRIAJE DEL AVION CASA CN-235.....	55
3.5.1 Equipo y materiales.....	56
3.5.2 Procedimiento.....	56
3.6 UNIDAD DE FRENO O CÁMARA DE FRENO.....	58
3.7 OPERACIÓN.....	60
3.8 DESMONTAJE DE LA CÁMARA DE FRENOS.....	60
3.8.1 Equipos Y Materiales.....	61

3.8.2 Procedimiento para el desmontaje de la cámara de frenos	61
CAPÍTULO IV	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1 Conclusiones	84
4.2 Recomendaciones	85
GLOSARIO DE TÉRMINOS	86
ABREVIATURAS	88
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Limitaciones de peso normal	8
Tabla 2 Limitaciones de peso para asfalto.....	8
Tabla 3 Notas de la rueda de nariz	33
Tabla 4 Notas de la rueda del tren principal	34
Tabla 5 Cargas de verificación.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Avión Casa CN-235 300M ED02	7
Figura 2 Avión Casa CN-235 300M ED02	9
Figura 3 Sistema hidráulico básico	11
Figura 4 Sistema hidráulico básico	12
Figura 5 Propiedades de los lubricantes	12
Figura 6 Prensa hidráulica, Principio de Pascal.....	13
Figura 7 Bomba hidráulica del avion Casa CN-235	17
Figura 8 Sistema hidráulico del avión Casa CN-235.....	18
Figura 9 Bomba hidráulica de engranes	18
Figura 10 Características de las bombas hidráulicas.....	19
Figura 11 Bomba de engranes.....	21
Figura 12 Bomba de paletas	21
Figura 13 Bomba de pistón	22
Figura 14 Bomba de tornillo	22
Figura 15 Unidad moduladora	23
Figura 16 Identificación de cañerías y numero de parte	25
Figura 17 Cilindro de simple efecto.....	25
Figura 18 Cilindro de doble efecto	26
Figura 19 Cilindro telescópico.....	26
Figura 20 Sistema retracción del tren principal del avión Casa CN-235	28
Figura 21 Componentes del tren principal del avión Casa CN-235	28
Figura 22 Sistema retracción del tren de morro del avión Casa CN-235	30
Figura 23 Componentes del tren de morro del avión Casa CN-235	30
Figura 24 Sistema de frenos del avión Casa CN-235.....	31
Figura 25 Rueda de nariz del avión Casa CN-235.....	32
Figura 26 Fusible térmico de la rueda principal	34
Figura 27 Rueda principal del avión Casa CN-235.....	35
Figura 28 Frenos normal y de emergencia del avión Casa CN-235	39
Figura 29 Conjunto de frenos del avión Casa CN-235.....	40
Figura 30 Vista transversal del pistón del conjunto de frenos.....	41

Figura 31 Respirador desechable 3M-8210.....	42
Figura 32 Lentes de seguridad industrial.....	43
Figura 33 Protección auditiva, orejeras.....	44
Figura 34 Protección para las manos.....	45
Figura 35 Protección para el cuerpo.....	46
Figura 36 Protección para las manos.....	47
Figura 37 Documentación técnica avión Casa CN-235.....	50
Figura 38 Válvulas de descarga de presión hidráulica.....	53
Figura 39 Modulo sistema hidráulico avión Casa CN-235.....	53
Figura 40 Ficha técnica del líquido hidráulico MIL-H 5606.....	55
Figura 41 Esquema de desmontaje de la rueda principal.....	57
Figura 42 Unidad de freno.....	60
Figura 43 Unidad de freno.....	62
Figura 44 Prototipo herramienta en SOLID WORK.....	63
Figura 45 Piezas torneadas.....	64
Figura 46 Pieza para sujeción de la cámara de frenos.....	65
Figura 47 Parte superior de la herramienta especial.....	66
Figura 48 Soporte estructural para la cámara de frenos.....	67
Figura 49 Herramientas.....	68
Figura 50 Bomba hidráulica manual.....	69
Figura 51 Sangrado de la unidad de frenos.....	71
Figura 52 Sangrado de la unidad de frenos.....	72
Figura 53 Sangrado de la unidad de frenos.....	73
Figura 54 Esquema de desmontaje del pistón.....	76
Figura 55 Desmontaje de los pistones.....	77
Figura 56 Pistones y repuestos.....	78
Figura 57 Montaje de la rueda principal.....	82

RESUMEN

En la actualidad las tareas de mantenimiento que se realizan en el sistema de frenos necesitan un método de trabajo más eficiente que permita alcanzar los mismos estándares de calidad en el menor tiempo posible. Por lo que el principal objetivo de esta investigación radica específicamente en reducir el tiempo que tarda el dar un adecuado **mantenimiento** y comprobar las fugas en los pistones de las **cámaras de frenos** de los Aviones **Casa CN-235**. Es así que se hace indispensable mejorar las técnicas y prácticas de mantenimiento que actualmente se realiza en los talleres de la Aviación del Ejército con la finalidad de mejorar el desempeño y agilizar los procesos, garantizando un mejor manejo de la información técnica, herramientas y materiales. Para la ejecución de este trabajo de mantenimiento y el cumplimiento de los objetivos planteados se utilizó como guía operativa el **Manual de Mantenimiento de Componentes** del Avión Casa (CMM), en donde se detalla las tareas de mantenimiento que se debe cumplir sobre el conjunto de frenos. Adicional, para el desarrollo de las tareas se utilizaron las herramientas que el mismo manual recomienda como por ejemplo la bomba hidráulica manual, y una herramienta especial la cual se desarrolló con el objetivo de facilitar el proceso de **comprobación de fugas** en los pistones de las cámaras de frenos. De esta manera se pudo concluir con la ejecución de las tareas de mantenimiento que ayudan a mejorar la operabilidad de las aeronaves y reducir los tiempos y costos de mantenimiento.

PALABRAS CLAVES

- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES
- CÁMARA DE FRENOS
- MANTENIMIENTO
- CASA CN-235
- COMPROBACIÓN DE FUGAS

ABSTRACT

Nowadays the maintenance tasks that are performed in the brake system needs an efficient working method that allows reaching the same quality standards in the shortest possible time. So that, the main objective of this research is specifically to reduce the time it takes to give an adequate maintenance and checks the leaks in the pistons of the aircraft **brake chambers CasaCN-235**. It's like this that, it is essential to improve the maintenance techniques and practice currently that is performed in Army Aviation workshops in order to improve performance and streamline processes, ensuring a better management of technical information, tools and materials. For the execution of this maintenance work and the fulfillment of the proposed objectives, was used as an operational guide the **Manual of Maintenance of Components** of the Casa aircraft (CMM), which details the maintenance tasks to be performed on the set of brakes. In addition, for development of the tasks were used the tools that the same manual recommends as for example the hydraulic pump manual, and a special tool which was developed with the aim of facilitating the process of **checking leaks** in the pistons of the brake chambers. In this way It was possible to conclude with the execution of the maintenance tasks that help to improve the operability of the aircraft and reduce the maintenance times and costs.

KEYWORDS:

- COMPONENT MAINTENANCE MANUAL
- BRAKE CHAMBER
- MAINTENANCE
- CASA CN-235
- CHECKING LEAKS

LCDA. MARIA E. COQUE C.

ENGLISH TEACHER UGT

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

MANTENIMIENTO Y COMPROBACIÓN DE FUGAS EN LOS PISTONES DE LAS CÁMARAS DE FRENOS DE LOS AVIONES CASA CN-235 PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No 44 PASTAZA.

ANTECEDENTES

Battle, (2007) Con su tema: Probando los frenos del A380. “Hace referencia a la importancia de introducir un sistema de frenos eficiente que soporte el estrés causado en los elementos que lo conforman para completar con éxito un aterrizaje tras otro, además, éstos deben ser capaces de detener centenares de toneladas de peso moviéndose a más de 200 km/h en una distancia de no muchos centenares de metros, sin desintegrarse y sin perder la eficiencia.

Si normalmente esto ya se transforma en un reto nada fácil, en el caso de A380, y como todo lo que rodea ese avión es de una dimensión gigantesca. Los ingenieros de Honeywell y Dunlop, responsables de este subsistema del avión, llevan a cabo todo tipo de pruebas para comprobar y asegurarse de que sus diseños son capaces de funcionar efectivamente incluso en situaciones que van más allá de la operación normal del avión”.

Oñate, (2007) En su libro: Conocimientos del Avión sexta edición. “Hace referencia a la importancia de un sistema de frenos eficiente al momento del contacto de la aeronave con la pista puesto que son fundamentales para detener al avión sobre todo en la carrera de aterrizaje de baja velocidad”.

Además hace referencia a que los sistemas de frenos actuales son de disco, bien mono disco o multidisco los cuales son accionados por energía hidráulica por medio de una válvula medidora de presión.

El funcionamiento del sistema de frenos multidisco consta de una serie de discos móviles que conforman el conjunto rotor, y otro conjunto igual fijo llamado estator. Todo este conjunto de discos está situado entre dos placas, llamadas placas de retención y de presión. La placa de presión recibe directamente la presión de los pistones hidráulicos, colocados en el alojamiento de los frenos.

Los discos del rotor están unidos a la rueda, y rotan con ella, mientras que los discos del estator están estacionarios y se unen al anillo de torsión fijo de la pata del tren. Cuando se aplica presión existe rozamiento entre conjuntos y este rozamiento se comunica a la rueda la cual empieza a frenar dependiendo la superficie de contacto y la fricción entre los discos.

El proceso de comprobación de las fugas después del mantenimiento de los pistones de las cámaras de frenos se realiza acorde a los pasos establecidos en el manual de mantenimiento de componentes, en el cual además de esto se detalla los pasos para el montaje y desmontaje de los componentes más pequeños dentro del pistón, inclusive los resortes de alivio de presión.

Actualmente este proceso se realiza usando prensas manuales, las cuales no permiten aplicar una presión igual a todos los pistones, por ende estos no llevan una simetría al momento de realizar la extracción de sus componentes internos, lo que acarrea un problema puesto que unos resortes internos se forzan más que otros, y posteriormente después del mantenimiento y cambio de sellos y o-rings no se puede calibrar una presión igual en cada uno de los pistones cuando ya estén montados en la cámara de frenos para la prueba de fugas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde que una aeronave entra en funcionamiento empieza también su deterioro y el de sus componentes más importantes, además la mayoría de operadores aéreos no cuentan con implementos y bancos de prueba

suficientes para verificar el funcionamiento de sus componentes, las cámaras de frenos no son reparadas con herramientas idóneas, y no se realiza el desmontaje y montaje de los pistones de la manera adecuada, además se las expone a daños a causa de una manipulación errónea.

Las malas reparaciones ponen en riesgo los equipos hidráulicos a causa de la inobservancia de los procedimientos establecidos en los manuales, además el mantenimiento de las cámaras de frenos en un lugar inadecuado ocasiona un desgaste innecesario en los demás elementos involucrados en este proceso, tales como los discos y placas de presión, por ende esto conlleva a perder su vida útil y de operación en un tiempo más corto.

Los gastos del mantenimiento al no contar con los implementos necesarios son muy elevados, el tiempo de operación de la aeronave es inferior y por ende los ingresos o las prestaciones de servicios se ven afectados, además los tiempos que se necesita para realizar una inspección o tarea de mantenimiento se alarga produciendo pérdidas, debido a que montar y desmontar un elemento de la aeronave para mantenimiento lleva un tiempo considerable, y más aún si el trabajo es minucioso y no se dispone de los equipos y herramientas adecuadas para el efecto.

JUSTIFICACIÓN

Los beneficios de realizar un adecuado desmontaje y montaje de los pistones de las cámaras de frenos para su mantenimiento usando un soporte que permita efectuar este trabajo de forma segura y eficaz, saltan a la vista del operador y son muy fáciles de palpar, es así que esto permite acortar los tiempos en las inspecciones, además al momento de dejar operable la aeronave se ahorran recursos, y horas de trabajo del personal de mantenimiento, lo que se traduce en un incremento de los ingresos económicos a la empresa, sin contar con que este personal ayude a controlar el potencial de horas de vuelo de los demás elementos.

Al implementar un equipo que permita sujetar los conjuntos de frenos para desmontar, dar mantenimiento y montar los pistones, y así reemplazar los sellos y o-rings se beneficia principalmente el operador de la aeronave por la rentabilidad que esto le produce, además se beneficia el personal de mantenimiento por que trabajará sobre un equipo mucho más cómodo que hacerlo sobre una mesa sin las medidas de seguridad necesarias, y por último las operaciones aéreas, puesto que los requerimientos de la aeronave serán atendidos de manera oportuna y segura en todo momento.

Es importante recalcar que la factibilidad de un trabajo como este es indiscutible porque sus beneficios son muy altos y visibles, además se puede realizar la implementación de otros equipos de trabajo para cualquier sistema de la aeronave y así ayudar a que los procesos de mantenimiento sean más rápidos, seguros, cómodos y flexibles para el personal de mantenimiento, sin dejar a un lado también la conservación de los equipos de la aeronave y en este caso los componentes del sistema hidráulico y conjunto de frenos del avión CASA CN-235.

OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Efectuar el mantenimiento y comprobación de fugas de líquido hidráulico en los pistones de las cámaras de frenos del Avión Casa CN – 235, mediante el uso de los manuales de mantenimiento, para realizar el trabajo de manera más segura y eficiente.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información acerca del sistema hidráulico y sistema de frenos del avión Casa CN-235, referente a la distribución del fluido hidráulico en el interior de la cámara de frenos para realizar el desmontaje y montaje de los pistones para su mantenimiento.

- Adquirir los equipos y herramientas necesarios para realizar las tareas de mantenimiento de forma segura, y que permita sujetar el conjunto de frenos para suministrar presión hidráulica y realizar la comprobación de fugas de líquido hidráulico después del mantenimiento en los pistones.
- Establecer una cartilla adjunta al soporte de trabajo la cual permita detallar las normas de seguridad, y la operación de este con la finalidad de que el operador realice el mantenimiento y control de calidad de manera segura y no se sobrepase los límites de operación.

ALCANCE

Con la implementación de este proyecto se busca optimizar los recursos materiales, tiempo y especialmente el recurso humano del GAE-44"Pastaza", el cual puede emplearse en otras tareas de mantenimiento mientras que un mínimo de personal verifique que no existan fugas de líquido hidráulico por los pistones mientras se realizan las pruebas funcionales y el control de calidad del trabajo, además es muy importante recalcar que este proyecto no incluye la compra de nuevos equipos de mantenimiento para el sistema hidráulico, ni estudios para cambios en la estructura de los componentes de las cámaras de frenos u otros componentes adyacentes al sistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DE LA AERONAVE

En octubre de 1978, CASA y Nurtanio acuerdan formar una sociedad anónima para desarrollar un avión ligero de transporte continuador de Aviocar. Nace así el proyecto del CN-235 para atender la demanda mundial de aviones de 30 a 40 plazas que se suponía que sería masiva en el decenio 1984/1994.

El avión Casa CN-235 300M ED02, es un bi-turbohélice presurizado, de ala alta en voladizo y tren triciclo retráctil, es una avión de fabricación española destinado especialmente para el transporte militar, de pasajeros y personalidades, entre otras versiones específicas también se lo usa como ambulancia aérea y en el caso del avión Casa De la Armada del Ecuador como patrulla marina en rutas de mediano y largo alcance para pistas preparadas y no preparadas, esta propulsado por dos motores turbohélices fabricados por General Electric CT7-9C y CT7-9C3, y equipados por dos conjuntos cuatripalas de paso reverso modelo 14RF-25 y14RF-37 fabricadas por Hamilton Standard. (Fernandez G. A., 2016)

2.2 GENERALIDADES

El avión Casa CN-235 es una aeronave de tipo militar usada para transporte de tropas, pasajeros y carga en viajes de mediano alcance, sus dimensiones son las siguientes:

Longitud: 21,400 metros

Envergadura: 25,810 metros

Altura: 8,177 metros

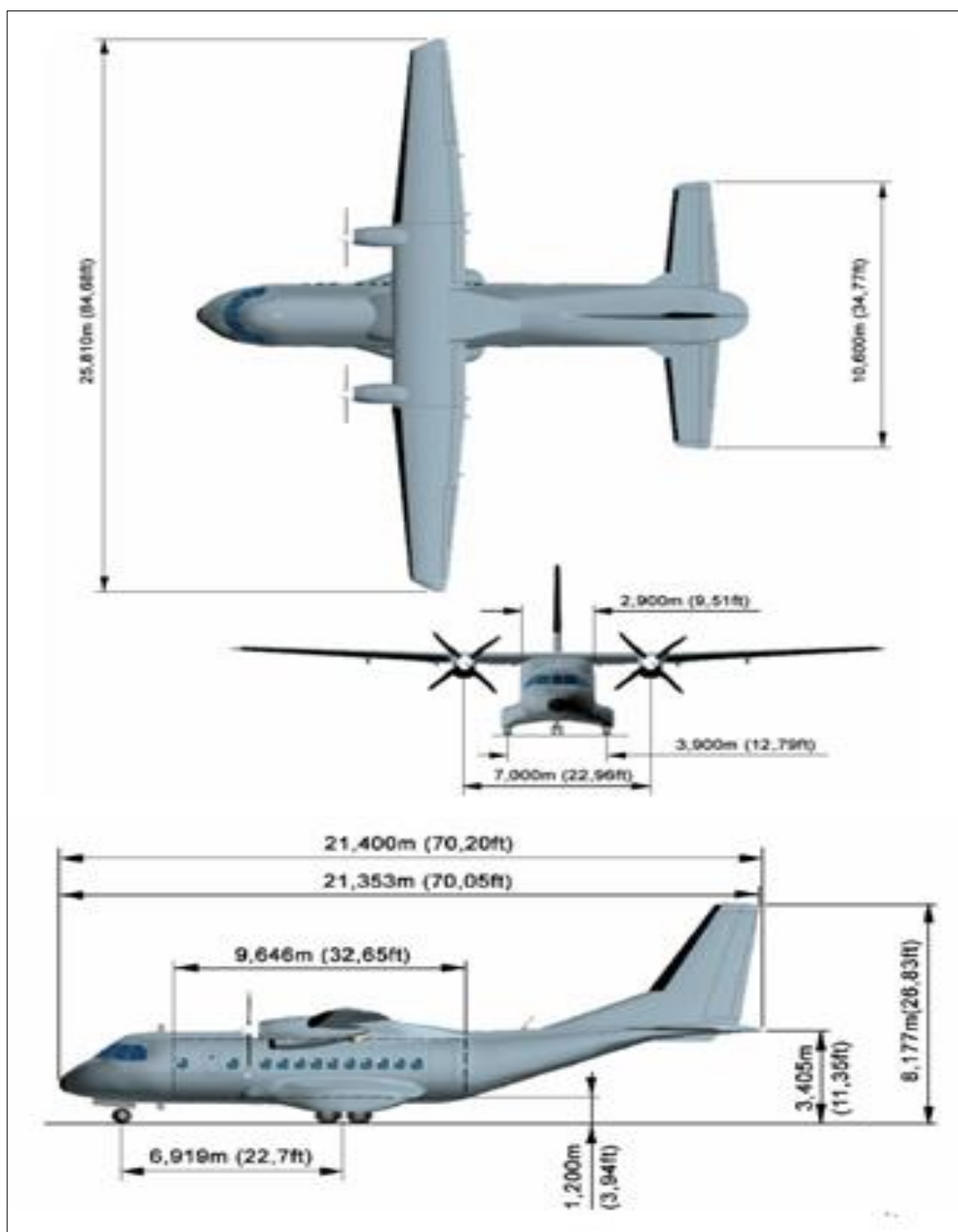


Figura 1 Avión Casa CN-235 300M ED02

Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

El avión Casa CN-235 mantiene limitaciones aplicables para cuando la aeronave mantiene un rol en las operaciones militares de dos tipos: límites de peso bruto, y Límites en combinaciones de carga-combustible

2.3 LÍMITES DE PESO BRUTO

Los siguientes límites de peso para esta condición son:

Tabla 1

Limitaciones de peso normal

Condición	Límites de peso bruto	Limite operacional
Taxi	16.550 kg (36.492 lb)	(*)
Take-off	16.500 kg (36.380 lb)	2.5 g-maneuver load factor
Zero fuel	15400 kg (33.950 lb)	
Landing	16.500 kg (36.380 lb)	9 ft rate-of-sink

(INTA, 1998)

Tabla 2

Limitaciones de peso para asalto

Condición	Límites de peso bruto	Limite operacional
Gross Weight	14.100 kg (31.080 lb)	3.0 g-maneuver load factor
Zero Fuel	12.400 Kg (27.340 lb)	

(INTA, 1998)

2.4 LIMITACIONES DE VELOCIDAD

La máxima velocidad de vuelo V_s . Muestra los valores máximos de velocidad recomendada, y valores máximos de velocidad y altura apropiada, algunos valore de velocidad de crucero son los máximos recomendados

para ser utilizados en una turbulencia moderada. La aeronave podría no operar en condiciones de turbulencia severa.

Sin embargo si el vuelo en condiciones severas no puede ser evadido se recomienda entrar a una velocidad de vuelo de 160 nudos. Los límites del factor de carga de maniobra son -1.0g a 3.0g bajo los límites de peso.

La velocidad máxima nunca debe ser excedida.

- Máxima: 452 km/h
- Crucero: 422 km/h
- Distancia con máxima carga a velocidad crucero: 600 km. con 1800 kg. de carga y repostado al máximo: 4.720 km.
- Motores: 2 turbohélice CT7-9C3 con hélices cuatripalas de velocidad constante.
- Empuje: 1750 CV unitaria
- Techo máximo: 25000 ft
- Carga: 48 soldados o 46 paracaidistas

2.5 LIMITACIONES MÍNIMAS DE VELOCIDAD

La velocidad mínima debe estar por encima de los 25000 FT a 100 nudos antes de que la aeronave entre en condición stall. Estos límites de velocidad aerodinámica son causados por una restricción en el sobre funcionamiento del motor. (INTA, 1998)



Figura 2 Avión Casa CN-235 300M ED02

2.6 HIDRÁULICA

La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que estudia el comportamiento y las propiedades de los fluidos en función de sus características específicas. Es decir, estudia las propiedades mecánicas de los líquidos dependiendo de las fuerzas a las que pueden ser sometidos.

Es la rama de la física que estudia los fluidos en movimiento con la finalidad de ampliar fuerzas al menor movimiento.

Estos fluidos ya sean agua o aceites poseen propiedades específicas las cuales son:

- Carencia de forma propia.- al igual que los gases, los líquidos se adaptan a la forma de los recipientes que los contienen.
- Incompresibilidad.- a diferencia de los gases, los líquidos son prácticamente incompresibles, por lo que una pequeña variación de volumen produce un gran salto de presión.

La presión ejercida por un líquido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido. (MOTORGIGA, 1998)

2.7 SISTEMA HIDRÁULICO BÁSICO

El sistema hidráulico básico es un conjunto de componentes que permiten aprovechar las ventajas de los líquidos hidráulicos para que por medio de una pequeña cantidad de esfuerzo podamos ejecutar el movimiento de grandes dispositivos mecánicos, los componentes de un sistema hidráulico básico son:

- Bomba hidráulica
- Recipiente de almacenamiento de aceite
- Válvulas

- Actuadores hidráulicos
- Fluido hidráulico
- Medidor de presión

Todos estos elementos están conectados entre sí por medio de mangueras y cañerías hidráulicas, y además están dispuestos según la necesidad del trabajo que se requiera ejecutar optimizando esfuerzos y recursos y proporcionando también la flexibilidad para llevar la presión hidráulica a los lugares donde esta se requiera únicamente extendiendo el sistema por medio de tuberías.

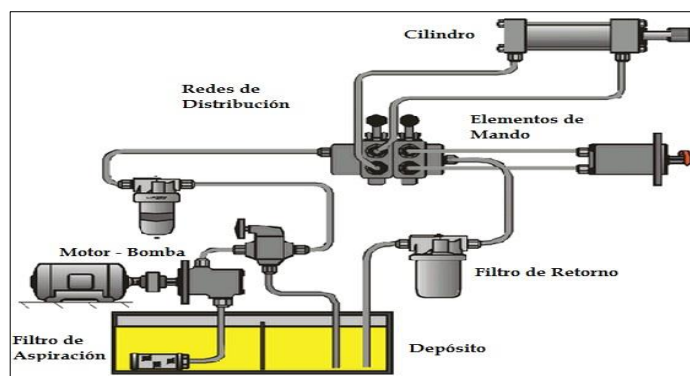


Figura 3 Sistema hidráulico básico

Fuente: (INGEMECANICA, 2016)

2.8 FLUIDO

Un fluido es todo cuerpo que tiene la propiedad de fluir, y carece de rigidez y elasticidad, y en consecuencia se deforma inmediatamente ante cualquier fuerza que se le aplique tendiendo a alterar su forma y adaptando la del recipiente que lo contiene. Los fluidos pueden ser líquidos o gases según la diferencia de intensidad de las fuerzas de cohesión existentes entre sus moléculas.

En los líquidos la fuerza intermolecular permite que las partículas se muevan libremente aunque mantienen enlaces latentes que hacen que las

sustancias muestren un volumen constante o fijo, dentro de los fluidos podemos tener los siguientes: (VENEMEDIA, 2014)

- Lubricante.
- Fluido hidráulico



Figura 4 Sistema hidráulico básico

Fuente: (LIQUIDOS, 2016)

2.8.1 Lubricantes

Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones. Los lubricantes más conocidos son los aceites que se emplean en los motores y otros componentes, además también existen lubricantes sólidos como el desulfuro de molibdeno, la mica y el grafito. (DICCIONARIO LEXICOON, 2016)

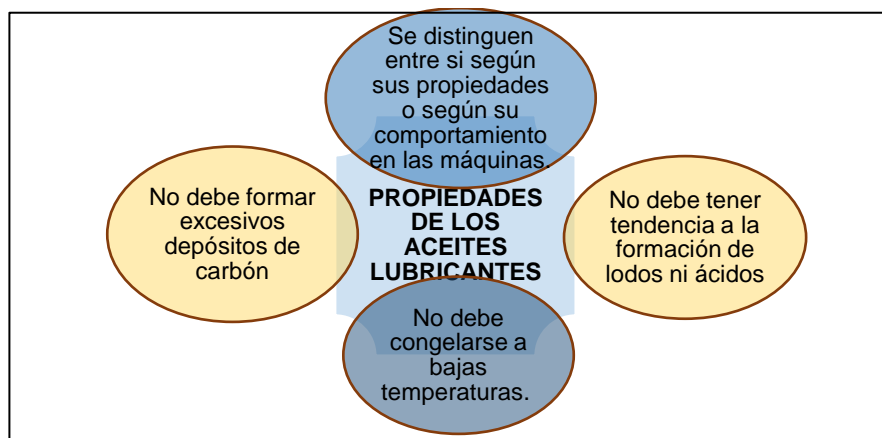


Figura 5 Propiedades de los lubricantes

2.8.2 Fluido hidráulico

La ciencia de la hidráulica toma sus inicios con el principio de flotabilidad descubierto en el siglo III AC. Por Arquímedes, sin embargo en el siglo XVII un científico francés llamado Blaise Pascal, descubrió el principio que es la base de la ciencia hidráulica moderna, este principio se denomina ahora “Principio de Pascal”.

Este principio hace referencia a que la presión que ejerce un fluido que está en equilibrio y que no puede comprimirse, alojado en un envase cuyas paredes no se deforman, se transmite con idéntica intensidad en todos los puntos de dicho fluido y hacia cualquier dirección. (THOMPSON, 1999-2016)

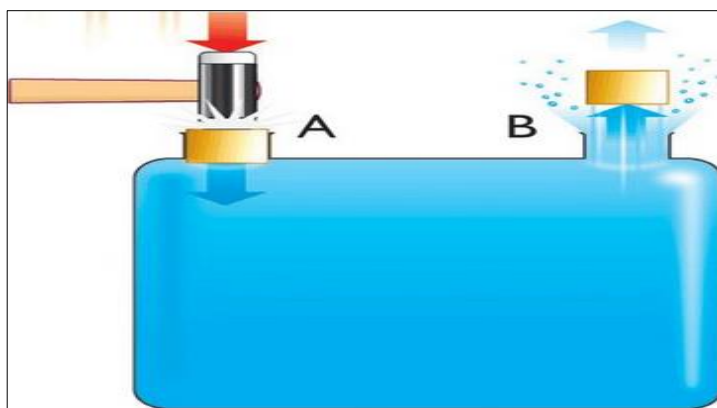


Figura 6 Prensa hidráulica, Principio de Pascal

Fuente: (FÍSICA PARA TODOS, 2016)

2.9 ESPECIFICACIONES DEL LÍQUIDO HIDRÁULICO MIL- H-5606

Los fluidos hidráulicos efectúan o son los encargados de transferir la energía desde la bomba a través del sistema hidráulico hasta los mecanismos que realizan un trabajo.

Estos líquidos, que se utilizan comúnmente en aplicaciones tales como los frenos y de dirección asistida, también proporcionar lubricación para evitar la fricción, el desgaste, la oxidación y la corrosión. Mil-H-5606 es una

norma de producto ahora reemplazado por US-fluido hidráulico aviones militares.

Esta desarrollado a base de petróleos y también contiene otros aditivos para proteger al líquido de reaccionar con el oxígeno, se lo usa en aplicaciones para submarinos, en aviones, en los mecanismos de control de los amortiguadores, entre otros sistemas hidráulicos. Entre sus desventajas los fluidos hidráulicos a base de hidrocarburos son su toxicidad y baja biodegradabilidad. Esto hace que sean susceptibles a causar degradación del medio ambiente en situaciones donde se producen fugas. **(ANEXO A)**

2.9.1 Inflamabilidad

Puede ser inflamable y se debe tener cuidado de mantenerlo alejado de los fuegos abiertos o altas temperaturas. El Mil-H-5606 es un fluido hidráulico altamente inflamable, un factor que limita su aplicación en otras áreas, la inflamabilidad ha dado lugar a su sustitución con fluidos hidráulicos menos inflamables en la industria aeronáutica.

Un punto de inflamación se refiere a los niveles de temperatura a la que la superficie del fluido hidráulico emite suficiente vapor para que éste se incendie. Algunos líquidos inflamables se sabe que tienen un bajo punto de inflamación por debajo de 100 F. El punto de inflamación de un fluido hidráulico se corresponde con la presión de vapor. Mil-H-5606 tiene un punto de inflamación muy bajo de alrededor de 203 F y esto hace que el líquido muy inflamable. Sin embargo, los puntos de inflamación son indicadores útiles de contaminación del fluido debido a su delicado punto de ebullición bajo.

Fluido hidráulico Mil-H-5606 es un aceite mineral combinado con otros productos de petróleo con el fin de mejorar su índice de viscosidad, que es un factor significativo en el funcionamiento de los sistemas hidráulicos. Medidas del índice de viscosidad cuánto viscosidad cambia de un líquido sobre su rango de temperatura. Los fluidos con un alto índice varían poco en

la viscosidad en un amplio rango de temperatura. Mil-H-5606 tiene un rango de temperatura de funcionamiento de entre 65 grados bajo cero a 275 F. (ROBERT, 2014)

2.10 SISTEMA HIDRÁULICO DEL AVIÓN CASA CN-235

Este sistema proporciona la potencia necesaria para que la aeronave pueda actuar de manera eficiente los subsistemas que se detallan a continuación:

- Freno de la hélice
- Flaps
- Tren de aterrizaje (extensión y retracción)
- Dirección de la rueda de morro
- Frenos normales
- Frenos de emergencia
- Frenos de aparcamiento
- Rampa y compuerta de carga

Para que se puedan accionar los actuadores de los subsistemas citados anteriormente, el sistema hidráulico dispone de dos bombas hidráulicas conectadas en paralelo impulsadas cada una por un motor eléctrico.

Las bombas reciben el líquido hidráulico de un depósito presurizado y lo entregan a los actuadores que lo requieran a una presión nominal de 3000 psi. El líquido de retorno vuelve al depósito, a baja presión, para completar así el circuito cerrado.

2.10.1 Depósito

El líquido hidráulico del sistema está almacenado en un depósito de tipo pistón presurizado por las propias bombas a unos 50 psi. Esta

presurización impide la formación de espuma y mejora la alimentación a las bombas.

Tiene una capacidad de almacenamiento de 10 litros, pero la lectura normal (con tren abajo y rampa subida) será de unos 7.5 litros estas cantidades se presentan en el indicador de cabina y en otro local, el líquido hidráulico de retorno llega filtrado a través de un conjunto de filtros y válvulas de derivación. (AIRBUS, 2013)

2.10.2 Bombas y módulo

Los dos conjuntos de bombas montados en paralelo son idénticos y cada uno comprende, la bomba en sí, de desplazamiento variable según la demanda, el motor eléctrico y un radiador de enfriamiento aire/aceite hidráulico. Cuando las bombas están en marcha, recogen el líquido a baja presión del depósito para comprimirlo a 3000 psi. Las salidas se unen a un filtro común después de pasar por dos válvulas anti retorno. Una pequeña parte del aceite recogido por las bombas se dedica a lubricar su interior y se devuelve al depósito a través de los radiadores de enfriamiento.

Las bombas se pueden operar en modo manual o automático. En modo manual, las bombas hidráulicas se operan por medio del pulsador PUMP del panel situado en el panel de techo. El comportamiento del modo automático es similar al modo manual, con la diferencia que en este se conectan o desconectan automáticamente sometidas a las condiciones de vuelo, de modo que estas permanecen encendidas en el rodaje, despegue y aterrizaje, y desconectadas durante el resto del vuelo. Las condiciones de vuelo son las siguientes:

- Velocidad por debajo de 160 kt
- Altitud por debajo de 8000 ft
- Al menos un motor operativo

La motobomba es una bomba hidráulica accionada por medio de un motor eléctrico de corriente continua de presión compensada. La bomba

suministra un flujo sin pulsaciones de fluido hidráulico. Con volumen variable para la operación de los componentes del sistema activados hidráulicamente. El conjunto completo consta de un subconjunto de bomba hidráulica 3, un subconjunto de motor eléctrico 2, y un subconjunto de refrigeración de aceite 1. (AIRBUS, 2013)

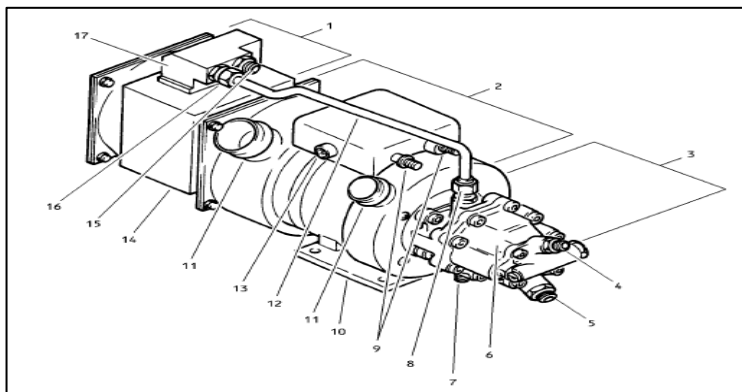


Figura 7 Bomba hidráulica del avión Casa CN-235

Fuente: (EADS CASA, 2002)

El subconjunto de bomba hidráulica 3 consta de un mecanismo rotatorio de bombeo situado en el interior de un alojamiento, dos bocas 4 y 5 de fluido hidráulico, están incorporadas a la parte frontal del alojamiento, la boca 5 tiene el alojamiento para la entrada del fluido hidráulico y la boca 4 tiene el alojamiento para la salida del fluido hidráulico a presión. La boca 8 situada en la parte superior del alojamiento, proporciona el alojamiento para la salida del drenaje de la caja, las pérdidas de fluido salen a través de la boca de drenaje de perdidas 7 que se encuentra en la parte inferior del alojamiento. La bomba hidráulica tiene una presión nominal de 3000 psi y un flujo nominal de 7 L/min 1.54 igpm. (Galones imperiales por minuto) a 7200 rpm.

El subconjunto del motor eléctrico 2 es de corriente continua antideflagrante, de cuatro polos, de devanado compuesto, diseñado para arrastrar el subconjunto de la bomba hidráulica. El motor se refrigera por medio de un ventilador interno, un termostato interno envía avisos de sobre temperatura del motor a los indicadores HYDRAULIC SYST. El motor

eléctrico tiene un voltaje nominal de 26 VCC con un consumo nominal de 165 A. La velocidad del motor es de 7200 rpm, a una potencia de 4.3 HP (3.2 Kw). (EADS CASA, 2002)

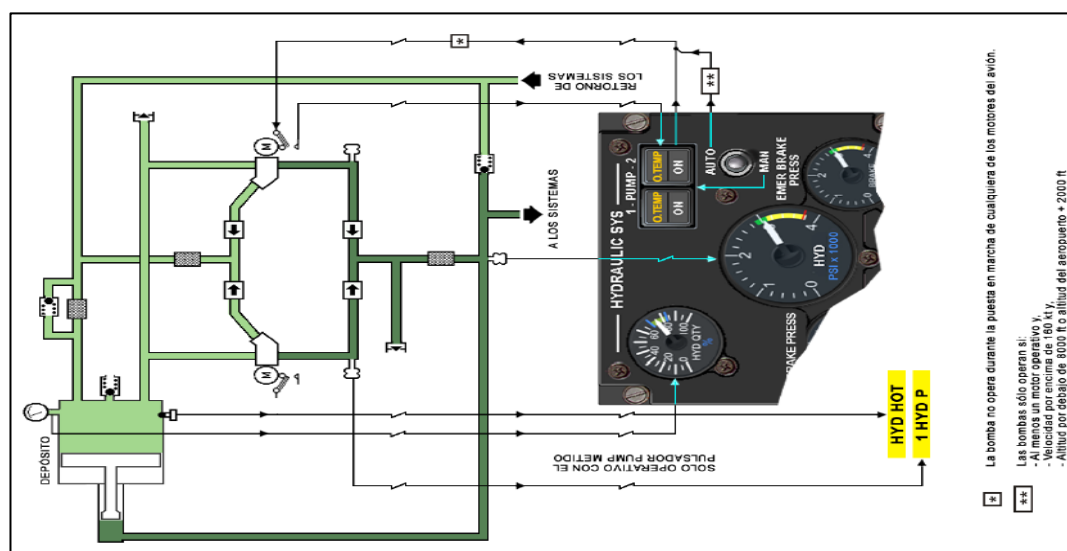


Figura 8 Sistema hidráulico del avión Casa CN-235

Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

Las bombas hidráulicas no son capaces de generar presión, y solamente suministran caudal lo más constante posible. La presión aparece cuando el caudal suministrado por la bomba debe vencer algún tipo de resistencia que se presente, y lo que es cierto es que la bomba debe tener la capacidad de operar a grandes y óptimas presiones.

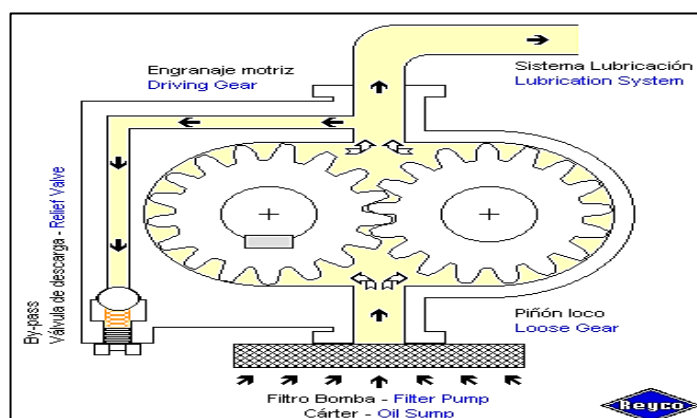


Figura 9 Bomba hidráulica de engranes

Fuente: (REYES, 2015)

2.10.2.1 Clasificación de las bombas

Por su tipo de construcción las bombas se clasifican en:

A. Bombas de engranes

- De engranes internos
- De engranes externos
- De engranes múltiples

B. Bombas de paletas

- De construcción equilibrada
- De caudal variable

C. Bombas de pistón

- Bombas de pistones en línea
- Bombas de pistones radiales
- Bombas de pistones axiales

D. Bombas manuales

E. Bombas de tornillo

Para evaluar los diferentes tipos de bombas hidráulicas se debe tener claridad en algunos términos como volumen, presión, velocidad y eficiencia.

BOMBAS	Amplitud Presión	Volumen	Amplitud Velocidad	Eficiencia Volum.	Eficiencia Total
Bomba de engrane Baja Presión	0 Lb/plg ²	5 Gal/min	500 rpm	80 %	75 – 80 %
Bomba engrane 1500 Lb/plg ²	1500 Lb/plg ²	10 Gal/min	1200 rpm	80 %	75 – 80 %
Bomba engrane 2000 Lb/plg ²	2000 Lb/plg ²	15 Gal/ min	1800 rpm	90 %	80 - 85%
Bomba Paleta equilib. 1000 Lb/plg ²	1000 Lb/plg ²	1.1 – 55 Gal/min	1000 rpm	> 90 %	80 – 85 %
Bomba Pistón Placa empuje angular	3000 Lb/plg ²	2 – 120 Gal/min	1200–1800 rpm	90 %	> 85 %
	5000 Lb/plg ²	7.5 – 41 Gal/min		90 %	> 80 %
Diseño Dynex	6000 8000 Lb/plg ²	2.9 – 4.2 Gal/min	1200 – 2200 rpm	90 %	> 85 %

Figura 10 Características de las bombas hidráulicas

Fuente: (REYES, 2015)

- **Amplitud de presión:** Se constituyen en los límites máximos de presión con los cuales una bomba puede funcionar adecuadamente. Las unidades son Lb/plg².
- **Volumen:** La cantidad de fluido que una bomba es capaz de entregar a la presión de operación. Las unidades son gal/min.
- **Amplitud de la velocidad:** Se constituyen en los límites máximo y mínimo en los cuales las condiciones a la entrada y soporte de la carga permitirán a la bomba funcionar satisfactoriamente. Las unidades son r.p.m.
- **Eficiencia mecánica:** Se puede determinar mediante la relación entre el caballaje teórico a la entrada, necesario para un volumen específico en una presión específica y el caballaje real a la entrada necesario para el volumen específico a la presión específica.
- **Eficiencia volumétrica:** Se puede determinar mediante la relación entre el volumen teórico de salida a 0 lb/plg² y el volumen real a cualquier presión asignada.
- **Eficiencia total:** Se puede determinar mediante el producto entre la eficiencia mecánica y la eficiencia volumétrica. (REYES, 2015)

2.10.2.2 Bombas de engranes

Las bombas de engranajes se usan para bombear aceite de lubricación, y casi siempre tienen un componente de vibración fuerte en la frecuencia del engranaje, que es el número de dientes en el engrane por las RPM. Este componente dependerá fuertemente de la presión de salida de la bomba. Las bombas de engranajes son bombas robustas de caudal fijo, con presiones de operación hasta 250 bar (3600psi) y velocidades de hasta 6000 rpm. Con caudales de hasta 250 cc/rev combinan una alta confiabilidad y tecnología de sellado especial con una alta eficacia. Tipos de bombas de engranajes: (REYES, 2015)

- De engranes internos
- De engranes externos

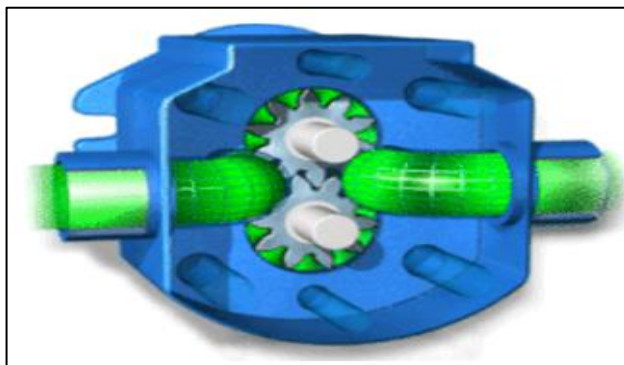


Figura 11 Bomba de engranes

Fuente: (REYES, 2015)

2.10.2.3 Bombas de paletas

Las bombas hidráulicas de paletas se utilizan a menudo en circuitos hidráulicos de diversas máquinas de movimiento de tierras. Son típicas en los sistemas hidráulicos de dirección de las máquinas. (REYES, 2015)

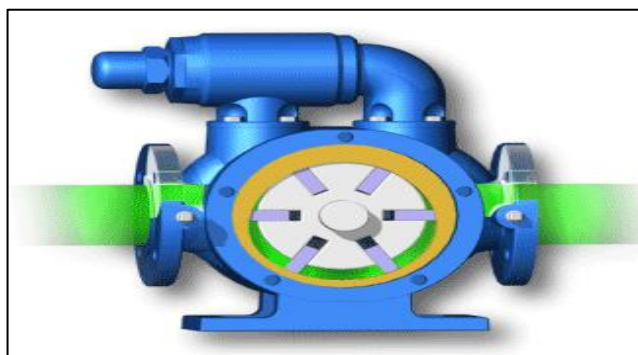


Figura 12 Bomba de paletas

Fuente: (REYES, 2015)

2.10.2.4 Bombas de pistón

Las bombas de pistón generalmente son consideradas como las bombas que verdaderamente tienen un alto rendimiento en las aplicaciones mecánicas de la hidráulica. Algunas bombas de engranes y de paletas funcionarán con valores de presión cercanos a los 2000 lb/plg², pero sin embargo, se les consideraran que trabajan con mucho esfuerzo. En cambio

las bombas de pistón, en general, descansan a las 2000 lb/plg² y en muchos casos tienen capacidades de 3000 lb/plg² y con frecuencia funcionan bien con valores hasta de 5000lb/plg². (REYES, 2015)

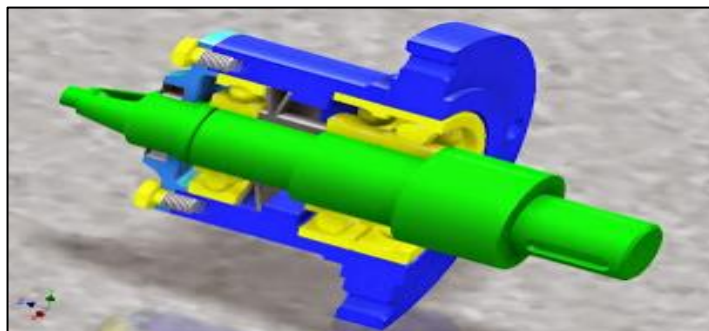


Figura 13 Bomba de pistón

Fuente: (REYES, 2015)

2.10.2.5 Bombas de tornillo

Estas bombas trabajan a grandes velocidades, y a pesar de ello son silenciosas también conocidas como bombas helicoidales. Las velocidades con las que suelen trabajar están en un rango de 3000 a 5000 rpm. Estas están diseñadas para trabajar con pequeños y grandes caudales aunque la presión que se alcanza no sea mayor de 180bar.

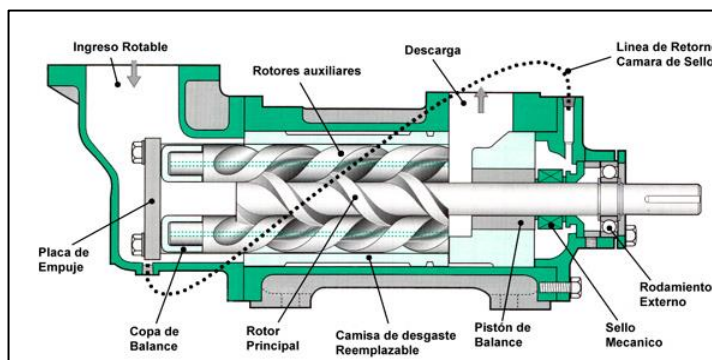


Figura 14 Bomba de tornillo

Fuente: (GALEON.COM, 2016)

2.10.3 Unidad moduladora

La unidad modular consta de un bloque distribuidor, que tiene varios componentes hidráulicos. Los componentes de la unidad modular regulan, filtran y dirigen la presión del fluido hidráulico a los sistemas de operación hidráulica.

Hay tres filtros de fluidos hidráulico, de presión (16), de retorno (17), y de drenaje de la caja de la bomba (14); los tres están situados en la parte inferior de la unidad, con el fin de facilitar su sustitución, unos indicadores (5) de descenso de presión de los filtros se encuentran en la parte frontal de la unidad, para dar un aviso visual cuando los filtros están obstruidos.

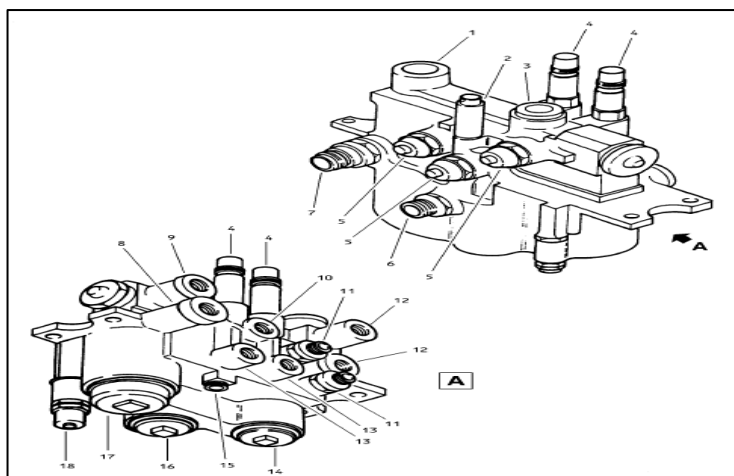


Figura 15 Unidad moduladora

Fuente: (EADS CASA, 2002)

Todos los acoplamientos hidráulicos están situados en la parte posterior de la unidad modular, y consta de boca de entrada de presión de las bombas (13), una boca de salida de servicio (10), una boca de salida de presión al depósito (15), unas bocas de entrada de drenaje (11) de la caja de la bomba, una boca de entrada a presión (1) del depósito, unas bocas de alimentación (12) de las bombas, una boca de entrada de retorno (8) del fluido y una boca de salida de retorno (9) del fluido.

El exceso de presión se libera a través de una válvula de seguridad. El aviso de insuficiente presión en la bomba es enviado a la central de aviso de fallos en la cabina de pilotos por medio de dos manocontactores (4), que están situados en la parte superior de la unidad modular. Junto a estos manocontactores se encuentra un transmisor de presión (2) que indica la presión del sistema a un indicador de presión hidráulica, que se encuentra en el tablero superior de la cabina de pilotos. (EADS CASA, 2002)

2.10.4 Tubería

Las tuberías hidráulicas pueden ser metálicas de acero inoxidable MIL-T-8504 y MIL-T-6845 para alta presión, o de aluminio WW-T-700/1 para baja presión de 1000 a 1500 psi.

Se dice que una canalización de líquido es un circuito cuando incluye trayectos de ida y vuelta del fluido operativo. Hay veces que una misma tubería conduce líquido a presión hacia una de las caras del actuador, y otras veces conduce líquido de retorno de la cara opuesta, por esta razón se llaman líneas alternativas por su tamaño se dividen en:

- Diámetro exterior: su incremento va en dieciseisavos de pulgada. Ejemplo: un numero 6 es igual a 6/16 o (3/8) y un numero 8 es igual a 8/16 o (1/2) de pulgada
- Espesor de pared: se mide en milésimas de pulgada ejemplo: 4 es igual a .035 milésimas de pulgada.

Las tuberías flexibles se utilizar para conectar piezas móviles con piezas estacionarias, también sirven como conexión en sistemas de tubería rígida.

Para su identificación es necesaria una banda metálica adherida a su cuerpo con la siguiente información:

- Presión de operación
- Numero de parte

- Fecha de prueba
- Numero de código del fabricante (SEBASTIAN, 2015)

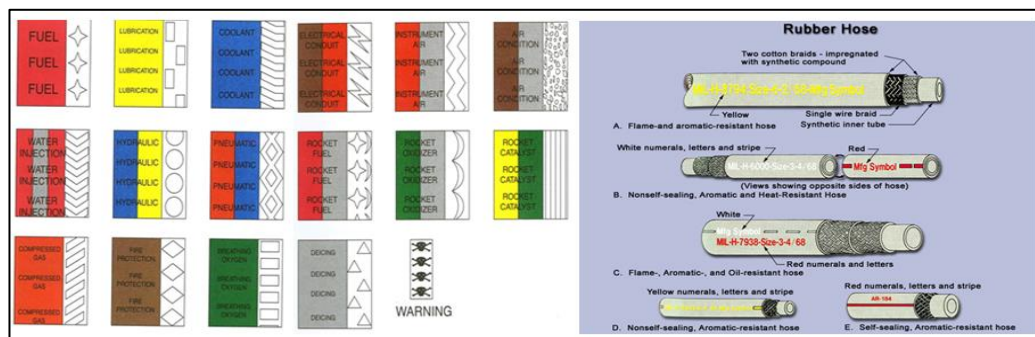


Figura 16 Identificación de cañerías y numero de parte

Fuente: (SEBASTIAN, 2015)

2.10.5 Actuadores hidráulicos o martinete

La función natural del cilindro hidráulico es convertir la presión del fluido en fuerza mecánica para realizar un trabajo, los cilindros pueden ser:

De simple efecto: Se caracterizan por tener una sola lumbrera para la admisión y escape del fluido.

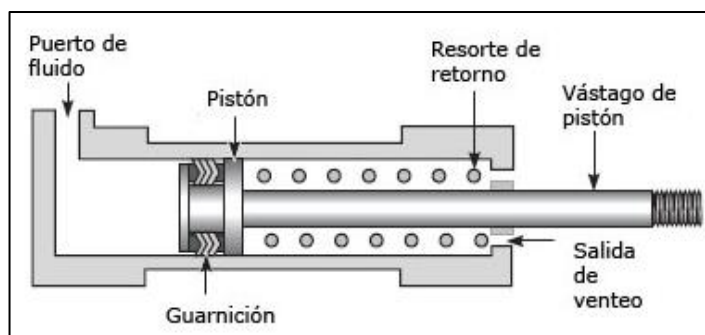


Figura 17 Cilindro de simple efecto

Fuente: (GALERIA GAE-44 "PASTAZA")

De doble efecto: Tiene dos lumbreras, una de admisión y otra de escape del fluido. El pistón se mueve por la presión del fluido y no por acción de la carga o resorte.

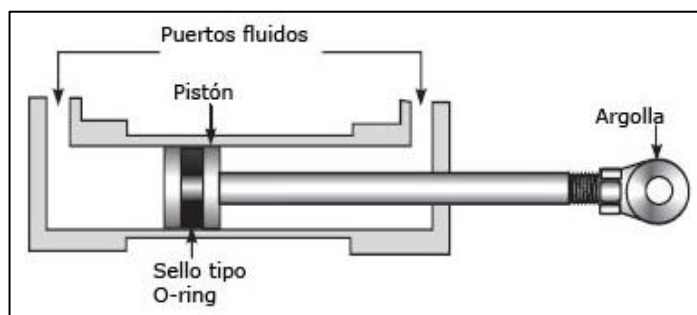


Figura 18 Cilindro de doble efecto

Fuente: (GALERIA GAE-44 "PASTAZA")

Telescópicos: Es un cilindro que contiene otros de menor diámetro en su interior y que se expanden por etapas.

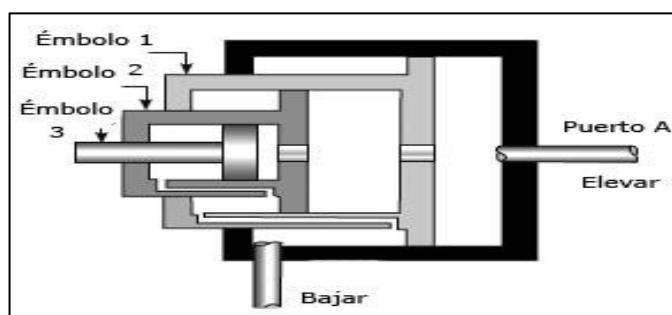


Figura 19 Cilindro telescópico

Fuente: (GALERIA GAE-44 "PASTAZA")

2.11 TREN DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN CASA CN-235

Esta aeronave dispone de un tren de aterrizaje tipo triciclo parcialmente retráctil, la pata de morro y su rueda se retraen totalmente y arrastra consigo sus compuertas, las patas del tren principal disponen de dos ruedas en tándem, que se retraen totalmente en la carena ventral pero las cuatro ruedas quedan saliendo parcialmente de ella, este no tiene compuertas.

La retracción y extensión se realiza hidráulicamente a través de un martinete en cada conjunto de tren.

El tren puede extenderse también por emergencia al soltar mecánicamente los ganchos de bloqueo arriba para que caiga por su propio peso, el bloqueo abajo es mecánico.

El tren principal se retrae hacia atrás y dispone, en cada lado, de dos patas en tándem con una rueda por pata. El tren de morro solo tiene una rueda y se retrae hacia adelante.

Cada una de las llantas de las ruedas del tren principal dispone de un fusible de presión, este fusible está diseñado para destruirse y desinflar completamente la rueda aproximadamente cuando el indicador BRAKE TEMP alcanza la banda roja.

Durante la operación en tierra la rueda de morro se dirige hidráulicamente desde la cabina hasta un máximo de 50 grados a derecha e izquierda y 180 en el remolcado del avión. (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

2.11.1 Tren principal

Cada pata del tren principal tiene su propio amortiguador, y forma con él y un tercer brazo un triángulo deformable con un vértice fijo al fuselaje. Los dos triángulos se unen con una barra superior que une o sincroniza la extensión o retracción de las dos patas bajo la acción del martinete hidráulico. El conjunto de bloqueo es mecánico de tipo sobre-centrado y se encuentra situado en el conjunto articulado superior de un largo brazo cuyo otro extremo se une al eje de giro de la pata posterior.

El bloqueo arriba es un conjunto de gancho y micro que se encuentra unido al fuselaje en la zona central superior de cada tren. Al final de la retracción, el gancho se cierra por presión mecánica, sobre un rodillo mecánico sobre un rodillo situado en el vértice superior del triángulo posterior. El desbloqueo o suelta del rodillo, para permitir la extensión del tren, se efectúa hidráulicamente o mecánicamente en caso de emergencia.

El micro aire tierra situado junto a la cabeza de cada amortiguador permite, al cambiar de modo (aire o tierra), el cambio de actuación de los sistemas del avión que lo requieren. En el eje de cada rueda se encuentra la fijación del correspondiente paquete de frenos y sensor de velocidad anti-skyd. La pinza de seguridad en tierra se introduce en un orificio de alineación del conjunto articulado que constituye el bloqueo-abajo. (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

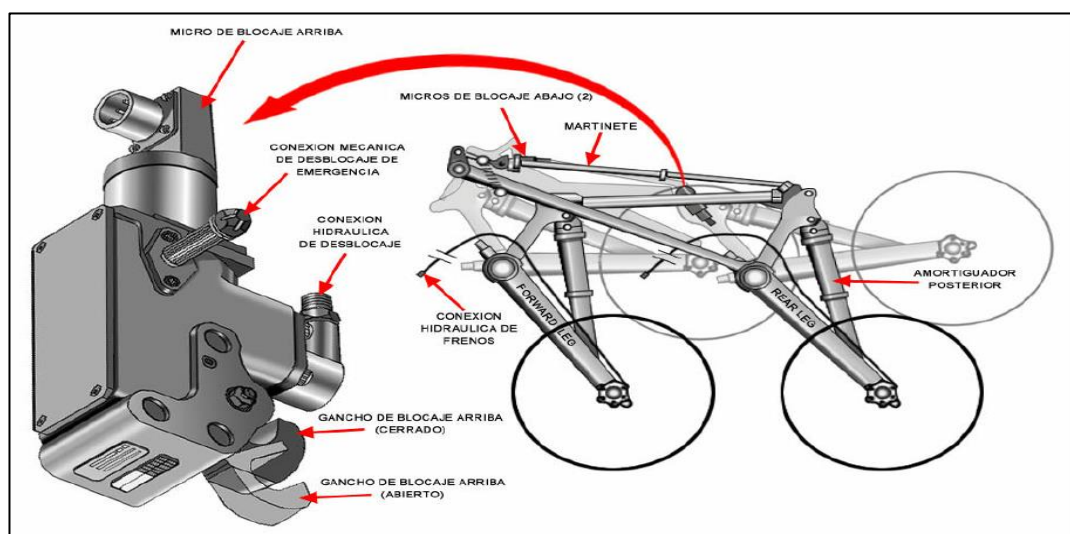


Figura 20 Sistema retracción del tren principal del avión Casa CN-235

Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

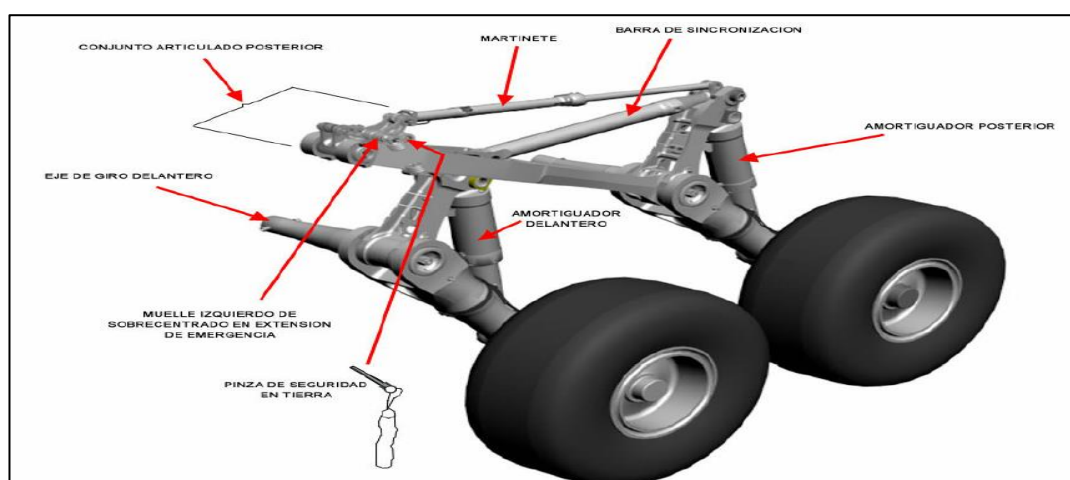


Figura 21 Componentes del tren principal del avión Casa CN-235

Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

2.11.2 Tren de morro

La pata de morro se retrae y se extiende en el plano longitudinal del avión bajo la acción de un martinete situado detrás de ella y unido a su cuerpo superior y al fuselaje.

El bloqueo-abajo del tren lo realiza internamente el propio martinete al final de su retracción (extensión de la pata) y se desbloca al recibir presión hidráulica para su extensión (retracción de la pata). En la parte exterior de su cabeza se hallan dos micros de bloqueo-abajo.

Atravesando el cuerpo principal se encuentra el amortiguador cuyo cuerpo inferior puede girar para permitir dirigir la rueda a derecha e izquierda. El amortiguador tiene una leva interna que realiza el auto centrado de la rueda al extenderse el amortiguador momentos antes de la retracción del tren.

El Actuador Hidráulico Doble de Dirección, montado transversalmente en el cuerpo principal, aloja un pistón dentado que, en su traslación horizontal hacia la derecha o la izquierda, arrastra y hace girar al cuerpo inferior a las órdenes del volante de cabina.

En el vértice o "rodilla" del cuerpo inferior se encuentra el rodillo de bloqueo-arriba que será agarrado por el gancho correspondiente en la retracción del tren. Inmediatamente encima del rodillo se encuentran situados dos micros aire/tierra.

El micro y el gancho de bloqueo-arriba se hallan en el techo del alojamiento de la rueda de morro. Delante de este conjunto se encuentra el sistema de levas que hace subir o bajar las dos compuertas simétricas al presionar en aquellas los dos rodillos de la pata adyacentes al de bloqueo-arriba antes citado. (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

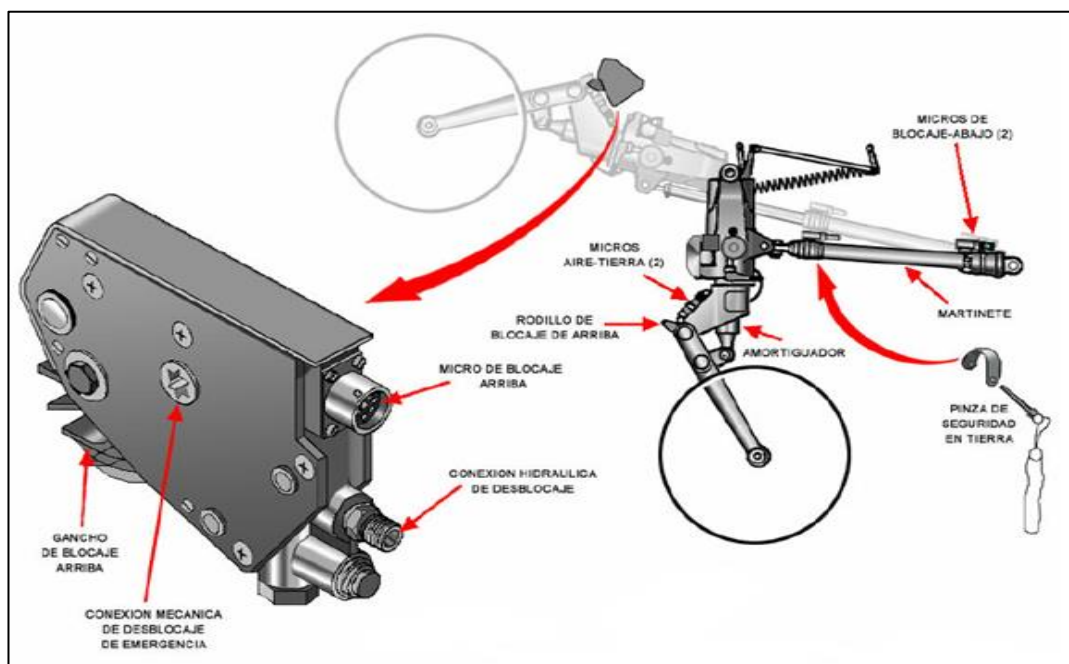


Figura 22 Sistema retracción del tren de morro del avión Casa CN-235
Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

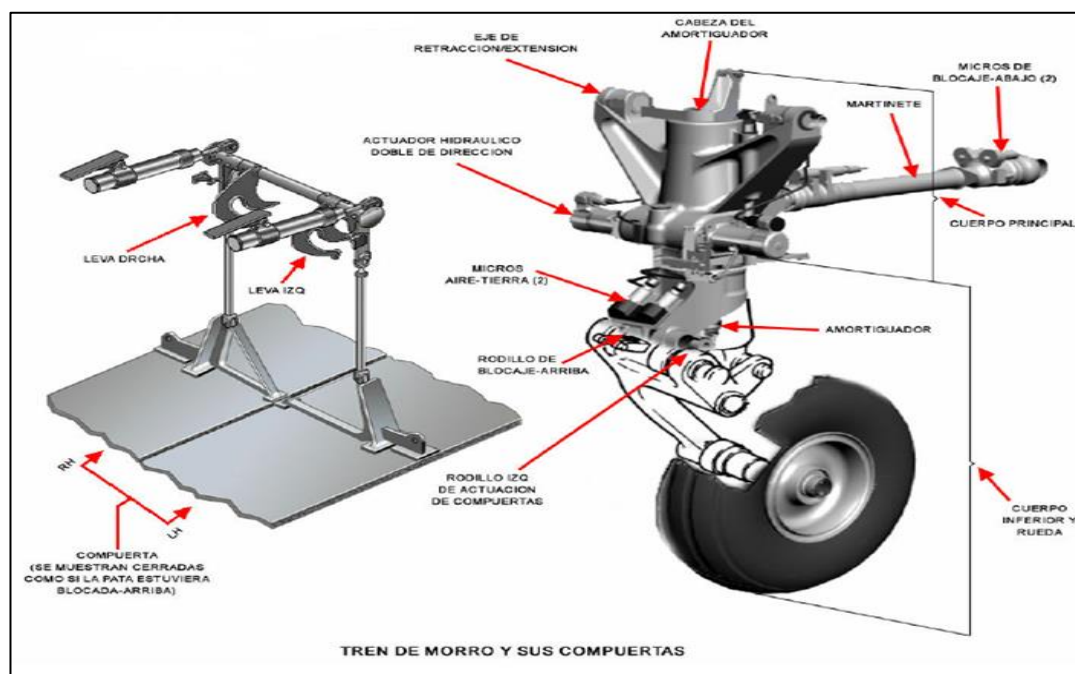


Figura 23 Componentes del tren de morro del avión Casa CN-235
Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

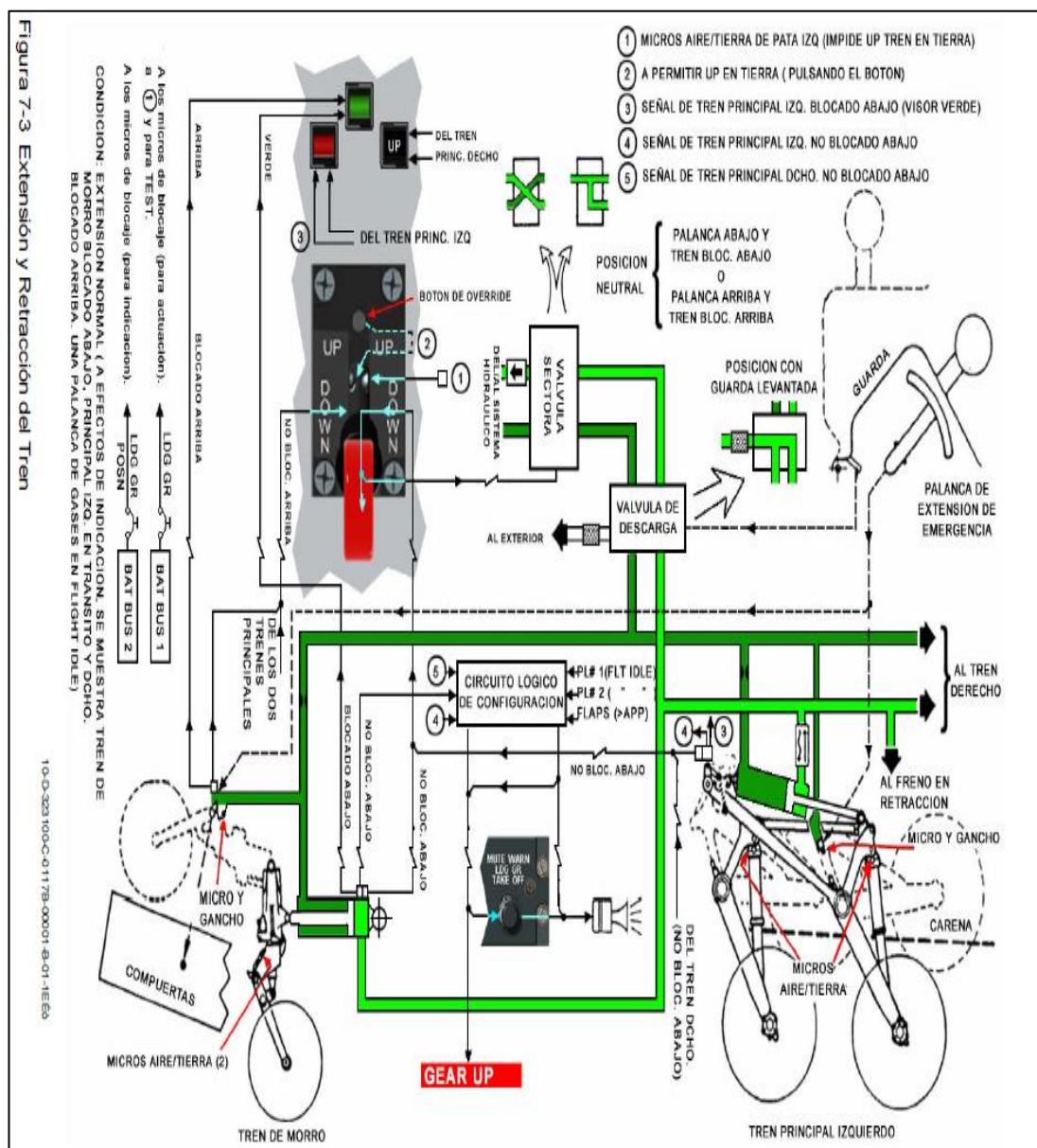


Figura 24 Sistema de frenos del avión Casa CN-235

Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

2.12 RUEDA DE NARIZ

Este conjunto de rueda de nariz tiene dos partes, o dos half hubs y se utiliza con un neumático de tamaño 24 x 7-7.

Estos half hubs o conjunto de la rueda están hechos de aleación de aluminio. Las superficies de este metal están anodizadas y son pintadas con

imprimación de cromato de zinc y laca de celulosa para dar una protección contra la corrosión.

Los dos half hubs se unen por medio de diez pernos, cada uno con dos arandelas y tuercas, se utiliza procedimientos especiales para el apriete de las tuercas de los pernos y así dar un adecuado torque. Además se coloca un sello o anillo de obturación instalado en la junta de espiga entre los half hubs para hacer una junta neumática. Instalados en el lado de la válvula de una de las mitades esta

- El conjunto de válvula de inflado
- El conjunto de tapón de seguridad
- Sus conexas juntas tóricas

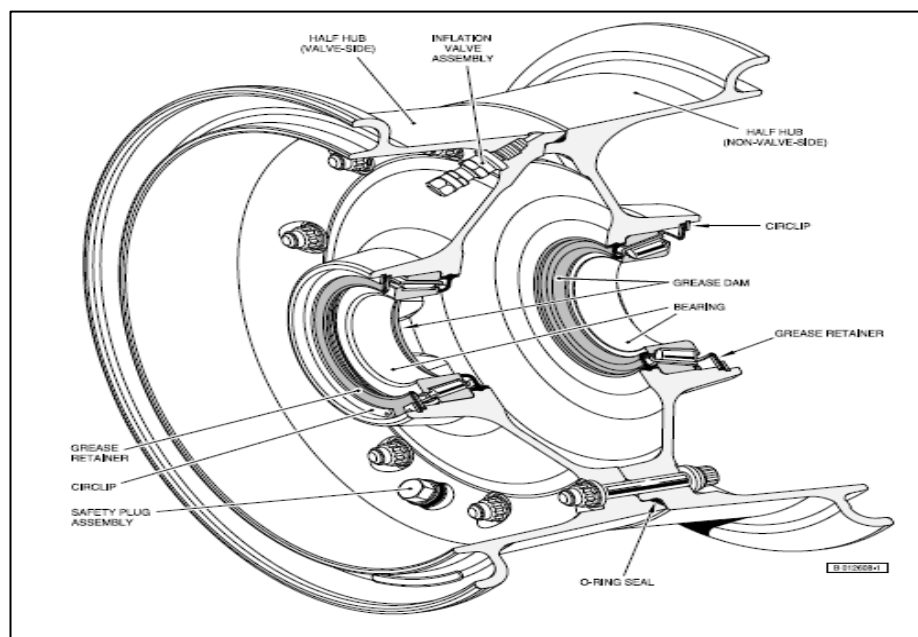


Figura 25 Rueda de nariz del avión Casa CN-235

Fuente: (LIMITED, 2000)

Cada half hub de la rueda de nariz tiene en la parte central un espacio en el que se coloca un cojinete de rodillos cónicos, el cual debe estar lleno de grasa, y para proteger al cojinete de la contaminación sobre él se pone un capuchón sujeto con un anillo de seguridad, la razón de usar cojinetes con rodillos cónicos radica especialmente en que estos soportan mejor las fuerzas laterales a las que se expone la rueda en su operación.

Tabla 3**Notas de la rueda de nariz**

Notas adicionales de la rueda de nariz	
Nombre:	Rueda de nariz
Tamaño neumático:	24 x 7 - 7
Tipo de neumático:	Tubulares
Material de los half hubs:	Aleación de Aluminio
Máximo desbalance:	0.007 Nm (1.0oz.in)
Grasa para cojinete:	MIL-PRF-81322 (DEF STAN 91 – 52/1)
Presión del plug de seguridad:	0.83 a 1.10 Mpa (120 a 160 psi)
Dimensión de la rueda:	Diámetro 301 mm (11.8 in) Ancho 174 mm (6.8 in)
Masa:	7 kg (15 lb)
Áreas de granallado:	El asiento del talón del neumático y la mayoría de su superficie extendida

(LIMITED, 2000)

2.13 RUEDA DEL TREN PRINCIPAL

Esta rueda de tipo partido se una únicamente con neumáticos tubulares y está diseñada para dar cabida a un freno de placa.

Además tiene un fusible térmico instalado en una posición igual alrededor del exterior de toda la circunferencia de la rueda. Cuando la temperatura de la rueda incrementa a más de 155 °C (311 °F). El fusible térmico tiene en su interior un inserto de fusible que se funde y es expulsado, así el neumático se desinfla.

Cada parte de la rueda tiene un cojinete de rodillos cónicos. Y al igual que los cojinetes de la rueda de nariz, estos son un poco más grandes y también se los debe llenar con grasa y colocarlos en el cono de la rueda y sobre ellos poner un capuchón asegurado con un anillo de seguridad que los

sostenga y también los proteja de la contaminación con suciedad e impurezas del medio ambiente.

Las ruedas del tren principal del avión Casa CN-235 tienen las siguientes características:

Tabla 4

Notas de la rueda del tren principal

Notas adicionales de la rueda del principal		
Numero de parte:	AHA 1297	AHA 1291
Tamaño de neumático:	28 x 9.00 – 12	11.00 – 12
Tipo de neumático:	Tubulares	Tubulares
Material:	Aleación de aluminio	Aleación de aluminio
Fusible térmico:	155 °C (311 °F) rojo	155 °C (311 °F) rojo
Max. Peso contractual:	9.24Kg (20.27 lb.)	10.41 Kg (22.94 lb.)
Remarcado:	Figura ilustrada	Opcional

(LIMITED, 2000)

Nota: La rueda AHA 1291 es similar a la rueda AHA 1291 pero incorpora concentradores en medio para un gran asiento de talón.

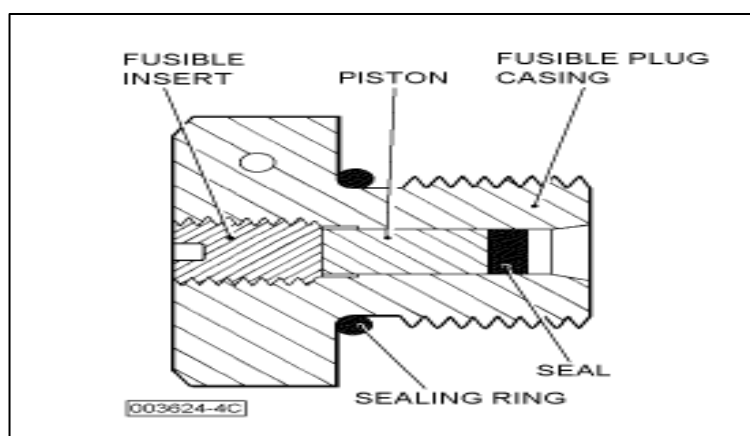


Figura 26 Fusible térmico de la rueda principal

Fuente: (LIMITED, 2000)

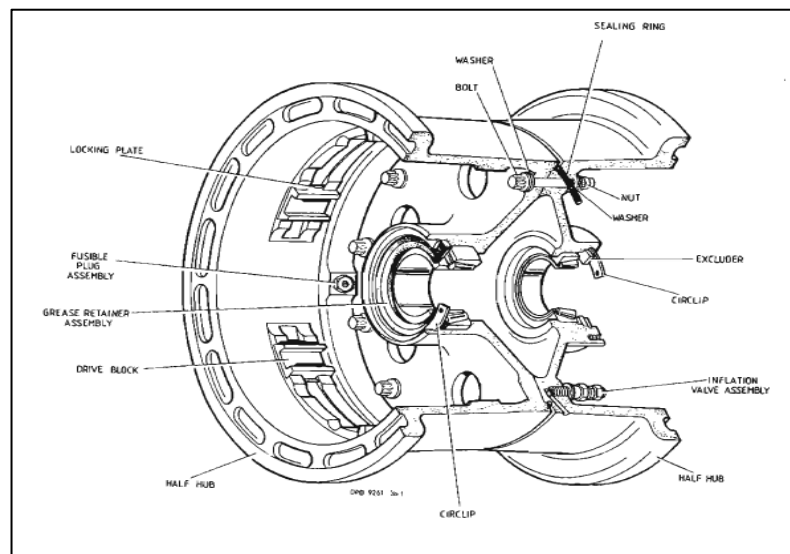


Figura 27 Rueda principal del avión Casa CN-235

Fuente: (LIMITED, 2000)

2.14 SISTEMA DE FRENOS DEL AVIÓN CASA

El tren principal tiene un sistema de frenos actuados hidráulicamente cuando el C/M-1 o el C/M-2 pisan sus pedales. El frenado es diferencial (ruedas derechas e izquierdas) y proporcional a la deflexión del pedal correspondiente. Un ensamble anti-skid que impide el bloqueo y consecuentemente el derrape de las ruedas, asegura el máximo frenado en cualquier situación adversa.

El avión se puede frenar en emergencia mediante un circuito hidráulico independiente. Este freno se aplica simultáneamente sobre las cuatro ruedas del tren principal, sin protección Anti-skid. (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

2.14.1 Paquetes de frenos

Cada rueda del tren principal contiene un paquete de frenos de discos actuado hidráulicamente por cinco pistones. Dos de los discos giran libremente, arrastrados por la llanta, entre otros tres que se mantienen

unidos al eje que soporta la rueda. Cuando se aplica una presión de frenado al paquete, quedan comprimidos (frenados) al ser empujados por los pistones hidráulicos. Al hacer desaparecer la presión de frenado, los muelles de recuperación de los pistones reajustan la separación entre discos para compensar el desgaste y permitir el libre movimiento de la rueda.

El desgaste de las pastillas de fricción de los discos fijos queda indicado con frenos aplicados por la decreciente longitud de un pasador que sobresale del bloque hidráulico.

El sistema dispone de un Indicador de Temperatura de Frenos (en la consola derecha) que muestra la temperatura del paquete de frenos que se selecciona. El selector de temperatura de ruedas tiene una posición MAX que permite leer constantemente en el indicador la temperatura más alta que exista en alguno de los cuatro paquetes. La luz roja OVHT de la consola derecha indica al encenderse, que algún paquete de frenos ha sobrepasado la temperatura máxima admisible. (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

2.14.2 Frenos normales y anti-skid

El frenado normal se realiza presionando los pedales que, en esta utilización, actúan independientemente. Cualquiera de los dos izquierdos hará frenar las ruedas del tren principal izquierdo y análogamente los derechos (frenado diferencial).

La presión hidráulica que llega a los frenos y, por tanto, la intensidad de la frenada, depende del grado de deflexión del pedal actuado: la deflexión se transmite, mecánicamente, a la Válvula de Control correspondiente (izquierda o derecha) y ésta modula, proporcionalmente, la presión que deja pasar hacia los frenos.

Independientemente y durante todo el ciclo de retracción del tren las Válvulas de Control reciben una señal hidráulica para frenar las ruedas del tren principal. Si no hay presión de las bombas hidráulicas, el conjunto

dispone de la almacenada en un acumulador que permite seis aplicaciones a fondo de los pedales.

Entre cada Válvula de Control y los dos paquetes de frenos que le corresponde actuar, se encuentran dos Válvulas Anti-skid, una por cada rueda. En condiciones normales de frenado, cada Válvula Anti-skid se limita a dosificar la presión que recibe de la Válvula de Control y mantiene la proporcionalidad "frenada/deflexión de pedal".

Si al frenar sobre una rueda, ésta se decelera notablemente acercándose a su parada total y consiguiente deslizamiento, actúa automáticamente su Válvula Anti-skid, descargando su presión de frenos a retorno. Cuando la rueda vuelva a girar normalmente, la Válvula Anti-skid volverá a dejar pasar presión de frenos dosificada.

Con esto se consigue evitar el patinamiento de la rueda y acortar, consecuentemente, al máximo la distancia de frenada.

El sistema Anti-skid está normalmente conectado por medio del Selector ANTI-SKID de la parte posterior del pedestal y tiene las siguientes características:

- Requiere que el Selector ANTISKID esté en ON, la Palanca de Tren en DOWN y al menos dos micros aire-tierra de patas simétricas pisadas.
- Se conecta automáticamente cuando la velocidad del avión aumente por encima de 30 kts.
- Se desconecta automáticamente si la velocidad del avión baja de 15 kts.
- Si una rueda continúa patinando a pesar de haber soltado su presión de frenado a retorno, no se volverá a recibir presión hasta transcurrido un tiempo dependiente de la velocidad del avión (desde un máximo de 7 segundos a velocidades de aterrizaje hasta un mínimo de 1 segundo a 30 kts).

- Una vez pisado el micro aire-tierra (en tierra) de una pata, su rueda dispondrá de protección Anti-skid cuando quede pisado también el micro de la pata gemela del otro tren. Si, en estas condiciones, pasan 3 segundos sin que gire la rueda, su Válvula Anti-skid queda a las órdenes del sensor de velocidad de la rueda gemela del otro lado.

La Caja de Control dispone de un circuito de prueba que se activa en la posición TEST del Selector ANTISKID o en posición ON siempre que la palanca de Tren esté en DOWN.

Si se produce un fallo en la protección Anti-skid de una pareja de ruedas simétricas (delantera o posterior) la Caja de Control hará encenderse el anuncio de precaución F/A-SKID o R/A-SKID en el IEDS. La pareja recibirá directamente la presión que le envíen las Válvulas de Control mandadas por los pilotos. (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

2.14.3 Frenos de aparcamiento y de emergencia

El freno de aparcamiento y el de emergencia utilizan el mismo circuito hidráulico y el mismo mando. El circuito hidráulico recibe presión de las bombas o de un acumulador idéntico al del circuito normal y la aplica directamente a los cuatro paquetes de frenos al retrasar la Palanca EMERG & PARK BR del pedestal. La presión sólo tiene que vencer las válvulas de corredera para entrar en los paquetes de frenos.

No se dispone, pues, de protección Anti-skid pero la presión que reciben los frenos es proporcional al recorrido de la palanca. La palanca tiene una posición fija, retrasándola a tope y pulsando el gatillo situado en el extremo de la palanca, para utilizarla como mando del freno de aparcamiento.

Si se intenta iniciar el despegue con el freno de aparcamiento puesto, se encenderá el anuncio de peligro UNSAFE TO en el IEDS y sonará la

sirena de configuración insegura de despegue. Esta sirena puede acallarse con el botón MUTE WARN TAKE OFF del pedestal. (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

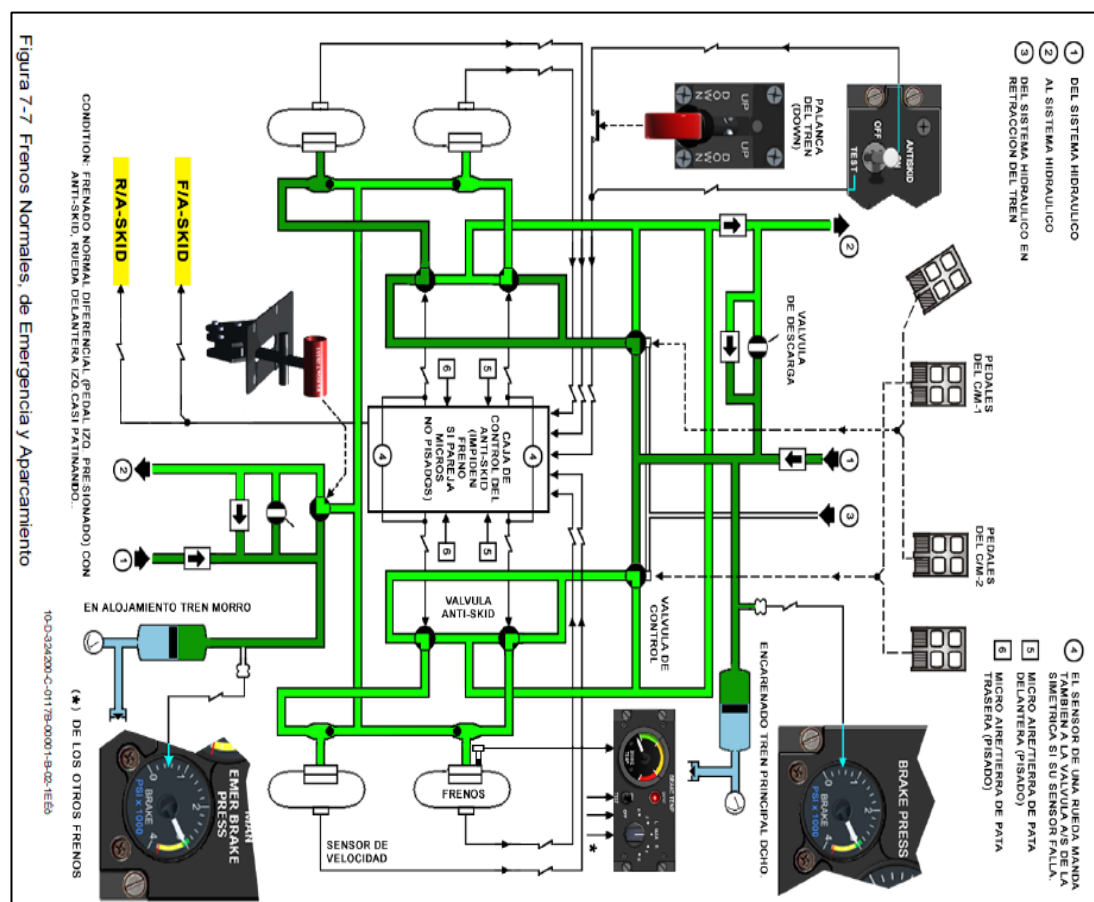


Figura 28 Frenos normal y de emergencia del avión Casa CN-235

Fuente: (MANUAL DE DESCRIPCION DE COMPONENTES, 2013)

2.15 CÁMARA DE FRENOS

2.15.1 Descripción y operación

Cada unidad opera comprimiendo hidráulicamente un plato multi-pistón incorporado en el conjunto de frenos, este conjunto está segmentado por un conjunto rotor y un conjunto estator que produce fricción entre pastillas.

Un conjunto automático en cada conjunto de cilindro mantiene un constante espacio donde ocurre el efecto del frenado subsecuentemente manteniendo un desplazamiento contaste del fluido (MILITARY, AIRBUS, 2012)

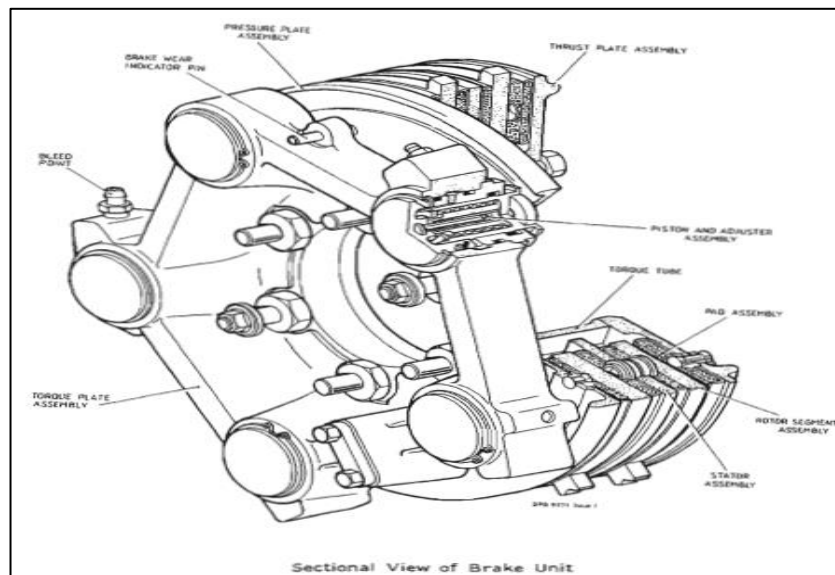


Figura 29 Conjunto de frenos del avión Casa CN-235

Fuente: (MILITARY, AIRBUS, 2012)

2.15.2 Funcionamiento de la cámara de frenos

Freno pisado.- cuando el fluido está siendo administrado a través de las conexiones internas los cilindros de los frenos se presurizan, los pistones se mueven y aplican un empuje directo al conjunto del plato de presión, se mueve primeramente el pistón limitado por un espacio entre la guía y el o-ring retenedor, un excesivo movimiento de este produce un desgaste en la cabeza del paquete y posterior a esto se retrae hasta el pin subsecuente.

Freno suelto.- cuando la presión del freno es aliviada el resorte de presión entre la guía y el ring retenedor dentro del pistón de la línea del cilindro hasta el tope de la guía. El correcto trabajo de despeje para el freno

disipa el calor producido por el desgaste del paquete de frenos. (MILITARY, AIRBUS, 2012)

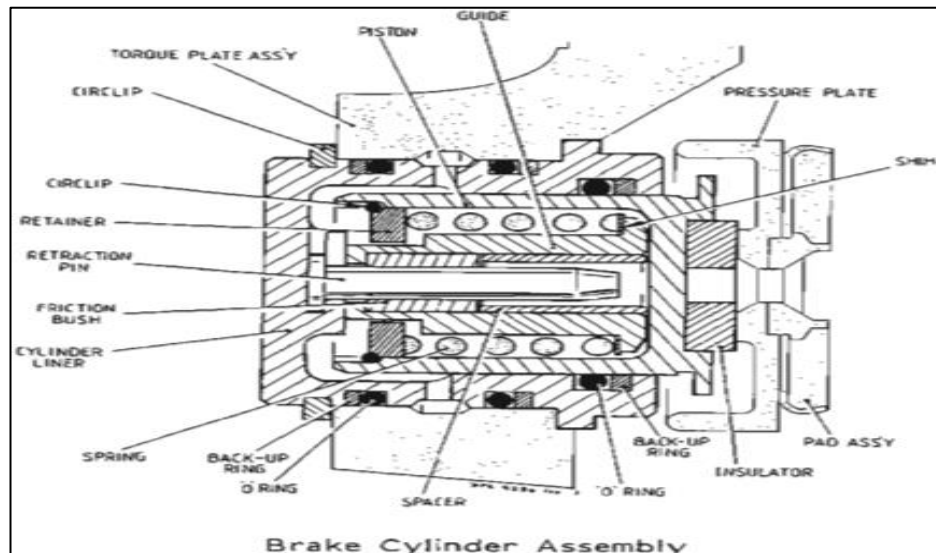


Figura 30 Vista transversal del pistón del conjunto de frenos

Fuentes: (MILITARY, AIRBUS, 2012)

2.16 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

2.16.1 Protección respiratoria

El aire que respiramos está compuesto de aproximadamente 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno, y 1% de otros gases. Esta combinación es la base para mantener la vida. La salud de las personas depende del aire que respiramos y cuando otras sustancias están presentes por lo regular estaremos sujetos a incomodidades, problemas de salud o incluso propenso a la muerte.

Los riesgos del ambiente de trabajo muchas veces no son perceptibles, y las empresas deben implementar un programa de protección respiratoria, y exigir a sus trabajadores el uso del equipo de protección adecuado para el tipo de trabajo que se esté ejecutando, además si el EPP no es desechable

se debe verificar el estado de los filtros, y revisar periódicamente el estado y condición de los mismos. (SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL, 2009)



Figura 31 Respirador desechable 3M-8210

Fuente: (PISOA, 2016)

2.16.2 Protección ocular

La mayoría de los accidentes o enfermedades en los ojos pueden prevenirse con el uso adecuado de los equipos de protección personal, y a pesar de esto muchas veces se ignora la protección.

Nuestros ojos son muy sensibles a las lesiones y cuando un accidente ocurre se deben tener cuidados especiales, los principales riesgos a los que están expuestos directamente nuestros ojos son:

- Partículas despedidas.
- Sustancias peligrosas.
- Exposición a rayos ultravioletas.
- Iluminación adecuada.

Dependiendo de un análisis previo de los riesgos potenciales y reales de la actividad deberá elegirse el equipo de protección adecuado, estos pueden ser: visores, lentes, gafas de soldador, careta para soldador.

Una buena protección ocular es resistente, durable, liviana, ventilado; de fácil colocación, no lastima y cubre la superficie frontal y lateral de los ojos. (SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL, 2009)



Figura 32 Lentes de seguridad industrial

Fuente: (SOLORZANO INDUSTRIAL, 2013)

2.16.3 Protección auditiva

Si bien es cierto los humanos hemos desarrollado la facultad de poder recuperarnos de algunas lesiones como cortaduras, daños en la piel, e inclusive una fractura de hueso donde mayormente las heridas cicatrizan y se llega a recuperar completamente la funcionalidad del órgano afectado, sin embargo existen otras lesiones que son irreversibles en el daño que producen, tal es así el caso de la sordera producida por la exposición excesiva a ruidos continuos, que ocasiona que el oído se afecte de manera que sea imposible recuperar su capacidad original.

Por lo tanto debemos tener cuidado con el ruido producido en nuestro ámbito laboral, en especial en la parte aeronáutica por el excesivo ruido que producen los motores de los aviones. Existen equipos de protección personal que ayudan a minimizar los impactos auditivos tales como:

- Las orejeras.- que están formadas por un arnés de cabeza que sujeta dos casquetes de plástico, este encierra totalmente el pabellón auditivo externo.
- Tapones.- se llevan en el canal auditivo interno, son moldeables, el usuario adapta a su oído, pueden ser de elastómero, vinilo, silicona, lana de vidrio, algodón y cera. (SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, 2015)



Figura 33 Protección auditiva, orejeras

Fuente: (RCH, 2012)

2.16.4 Protección de manos

Las manos son una de las partes del cuerpo más expuestas a los riesgos que existen en las empresas. Para proteger nuestras manos debemos usar guantes, estos son un EPP diseñado para protección total o parcial de la mano, también pueden cubrir el antebrazo y el brazo de:

- Cortes y abrasiones.
- Temperaturas extremas.
- Irritación cutánea y dermatitis.
- Contacto con sustancias tóxicas o corrosivas.

La norma oficial mexicana NOM-017-STPS-2008, equipo de protección personal – selección, uso y manejo en los centros de trabajo, describe algunos tipos de guantes los cuales se detallan a continuación:

- Guantes contra sustancias químicas
- Guantes dieléctricos
- Guantes contra temperaturas extremas

Hay una gran variedad de guantes de tela, carnaza, piel, PVC, látex, entre otros. Dependiendo del tipo de protección que se requiere en actividades expuestas a corte de vidrio, etc. También se utiliza:

- Mangas: se utilizan cuando es necesario extender la protección de los guantes hasta los brazos.
- Guantes de malla metálica.- fabricados de malla de acero protegen la mano de cortes y heridas, son usados en la industria alimenticia.
- Guantes de látex.- se usan en trabajos donde se requiere de tacto y de la facilidad de maniobra, se usan en los hospitales o para trabajos con productos químicos. (CARRANZA, 2015)



Figura 34 Protección para las manos

Fuente: (ANDES)

2.16.5 Protección para el cuerpo

La vestimenta de seguridad es diseñada para proporcionar al trabajador protección limitada contra la exposición a ciertos riesgos, como por ejemplo el fuego, calor extremo, materiales fundidos, químicos, corrosivos, impacto corporal cortaduras, así como también la exposición a temperaturas frías y calientes.

Por lo general en los trabajos fuertes la ropa más usada es el overol de drill con sus respectivas bandas fosforescentes. (CASTRO, 2013)



Figura 35 Protección para el cuerpo

Fuente: (CASTRO, 2013)

2.16.6 Protección para los pies

El calzado de seguridad debe proteger los pies de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos, contra caídas de objetos, así como también deben proteger contra el riesgo eléctrico.

- Calzado de cuero con puntera de metal.
- Calzado de cuero con suela aislante.
- Botas de goma con suela antideslizante.

- Para proteger las piernas contra salpicaduras de metales fundidos se dotara de polainas de seguridad, las cuales deben ser resistentes al calor. (MONTANARES)

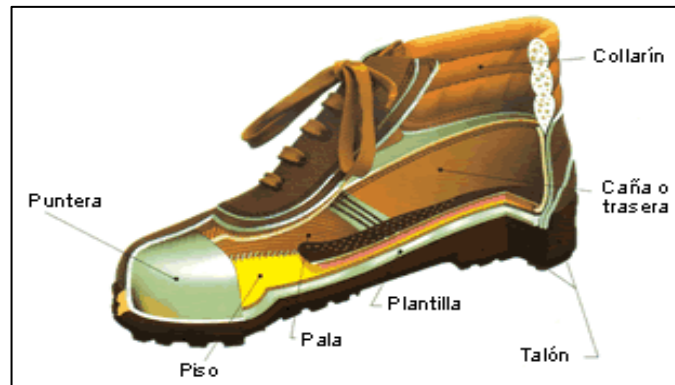


Figura 36 Protección para las manos

Fuente: (DUERTO SL, 2015)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En el presente trabajo se detalla los procedimientos realizados para el desarrollo del tema, el cual es de gran utilidad para el personal de mantenimiento y técnicos del “GRUPO AEREO DEL EJÉRCITO No 44 PASTAZA”.

CAMPO: Mecánica Aeronáutica

ÁREA: Aviones

TEMA: “Mantenimiento y comprobación de fugas en los pistones de las cámaras de frenos de los aviones Casa CN-235 pertenecientes al Grupo aéreo del Ejército No 44 Pastaza”.

BENEFICIARIOS: “GRUPO AEREO DEL EJÉRCITO No 44 PASTAZA”

UBICACIÓN: Pastaza, Shell Mera, Shell.

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Unidad de Gestión de Tecnologías.

COSTO: \$ 1.343

3.1 PRELIMINARES

En este capítulo se explicará de forma detallada los pasos que se siguieron para el proceso de mantenimiento y comprobación de fugas de los pistones de las cámaras de frenos de los aviones Casa CN-235, tomando en cuenta los procedimientos establecidos en los manuales de la aeronave, así como también las normas de seguridad correspondientes para realizar el trabajo.

Los aviones Casa CN-235 operan desde su actual base llamada Grupo Aéreo del Ejército N°- 44 Pastaza acantonada en la parroquia Shell, Cantón Shell Mera, Provincia de Pastaza, y debido a que las condiciones meteorológicas de la región son muy severas, las actividades que realiza la aeronave, y el desgaste periódico producto de su operación es necesario realizar tareas de mantenimiento en componentes específicos como las cámaras de frenos.

Las cámaras de frenos son componentes que se encuentran alojadas en el interior de cada una de las cuatro ruedas del tren principal del avión, su única función es detener la carrera del aterrizaje y aseguran a la aeronave en una posición fija en la plataforma después de haber realizado las operaciones aéreas del día.

3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En vista de que esta aeronave se encuentra la mayoría del tiempo operando en las regiones del país, se procedió a obtener la autorización del supervisor de mantenimiento para recopilar la información técnica, equipos, y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento y la comprobación de fugas en los pistones de las cámaras de frenos.

Adicional a esto se procedió a generar la orden de trabajo la cual permite realizar el trabajo mencionado y usar la documentación técnica necesaria. **(VER ANEXO B)**

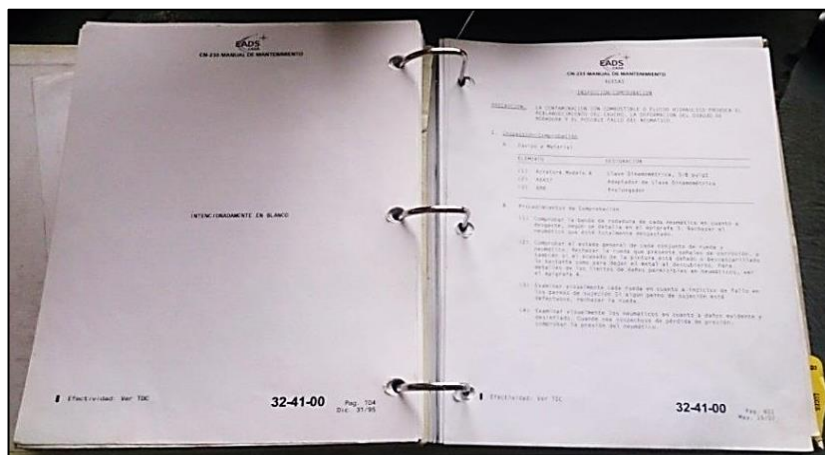


Figura 37 Documentación técnica avión Casa CN-235

3.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (E.P.P.)

Antes de iniciar con cualquier trabajo de mantenimiento siempre es necesario contar con el equipo de protección personal adecuado para la actividad planificada.

Los fluidos hidráulicos ya sean sintéticos o minerales tienen compuestos químicos que causan problemas en la piel cuando esta se expone directamente, e incluso deterioran el medio ambiente cuando no se hace un correcto manejo de residuos, es por eso que si vamos a trabajar en las cámaras de frenos debemos primeramente usar guantes, específicamente de nitrilo para evitar contaminación de la piel,

También debemos usar gafas de tipo industrial para evitar salpicaduras dentro de los ojos. Es importante usar un overol para protección del cuerpo, botas con punta de acero para cuidar los pies de impactos con herramientas u objetos pesados, y por último al realizar el mantenimiento de las cámaras de frenos es necesario mantener la limpieza de estas, en tal virtud es necesario usar una mascarilla para evitar la exposición a gases o vapores tóxicos producidos por los productos de limpieza.

Ya que la seguridad personal va de la mano con el mantenimiento, es necesario hacer una recopilación del equipo de protección personal más importante, entre los cuales tenemos:

- Protección respiratoria.
- Protección ocular.
- Protección auditiva.
- Protección de manos.
- Protección para el cuerpo.
- Protección para los pies.

3.4 PREPARACIÓN DE LA AERONAVE PARA MANTENIMIENTO

El GAE-44 PASTAZA cuenta con un hangar de mantenimiento en el cual existen todas las herramientas necesarias para realizar los trabajos de mantenimiento en la aeronave. El servicio del avión Casa CN-235 debe efectuarse de conformidad con los procedimientos establecidos en el Capítulo 12, o servicios, de donde deberán cumplirse todos los procedimientos e instrucciones pertinentes, y deberán emplearse los fluidos, gases, materiales y equipos recomendados, a menos que se especifique otra cosa.

Además deberán adoptarse las precauciones más rigurosas en todo momento para evitar la penetración de agua, suciedad, grasa u otros contaminantes en el avión o en sus sistemas. Todo el personal deberá usar la indumentaria y el calzado adecuado para evitar posibles daños al avión y su acondicionamiento.

Siempre que un sistema deba ser reabastecido o recibir servicio, deberán cumplirse estrictamente los procedimientos e instrucciones de las subsecciones, solo se aceptaran cambios respecto al método recomendado en casos de emergencia, y se aplicaran a discreción del operador.

Antes de iniciar con el mantenimiento en el sistema hidráulico y su subsistema de frenos se debe tener en cuenta las siguientes precauciones y posibles peligros:

PELIGRO: Todos los acumuladores del sistema deben ser despresurizados antes de efectuar operaciones de mantenimiento en cualquier parte del sistema.

PELIGRO: asegúrese de que el sistema eléctrico de la bomba hidráulica está desenergizado antes de efectuar operaciones de mantenimiento en el sistema hidráulico

PRECAUCIÓN: Durante el servicio del sistema hidráulico es esencial una limpieza escrupulosa.

PRECAUCIÓN: La velocidad de llenado no debe exceder los 14 litros (3.3 galones usa) por minuto. Al purgar el sistema, deberá ponerse especial cuidado en evitar alteraciones en los ajustes del sistema indicador del contenido. Especialmente si se emplean equipos de servicio en tierra.

Esta subsección contiene las precauciones, equipos y procedimientos para el servicio del sistema hidráulico.

3.4.1 Despresurización de acumuladores

Como se menciona anteriormente en las alertas de peligro y precaución, uno de los pasos fundamentales es realizar la despresurización de los acumuladores hidráulicos. Para lo cual se debe:

- Abrir los paneles de acceso en las estaciones 128DR Y 166AR
- Pulsar las válvulas de descarga de presión hidráulica situadas en los paneles de servicio para eliminar toda la presión.

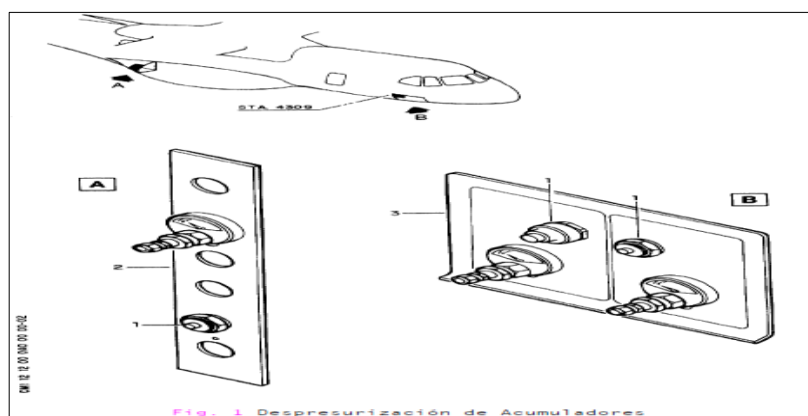


Figura 38 Válvulas de descarga de presión hidráulica

Fuente: (EADS CASA, 2003)

3.4.2 Verificar el nivel de depósito

El depósito del sistema hidráulico es accesible a través del panel de acceso situado en la carena del tren de aterrizaje de lado derecho. Las conexiones exteriores de presión y aspiración van montadas en una posición adyacentes al depósito.

El contenido del depósito aparece en dos indicadores, uno situado en el acumulador y el otro en el tablero superior de la cabina de la tripulación. (EADS CASA, 2003)



Figura 39 Modulo sistema hidráulico avión Casa CN-235

Fuente: (EADS CASA, 2013)

3.4.3 Capacidad del sistema hidráulico y especificaciones del fluido

La capacidad nominal del sistema hidráulico del avión incluido el depósito y distribuido en todas las cañerías de los respectivos subsistemas es:

Sistema, incluido el depósito - 25 litros (6.6 galones USA)

Depósito -Volumen máximo: 10 litros (2.65 galones USA) a 21°C

-Volumen total: 8.2 litros (2.15 galones USA)

-Volumen de relleno: 7 litros (1.85 galones USA)

Nota: Un galón americano tiene 3.78541 litros.

3.4.4 Equipos y materiales para el servicio al sistema hidráulico

Los equipos y materiales necesarios para realizar servicio de mantenimiento al sistema hidráulico son los siguientes:

- Unidad de carga del depósito hidráulico (bomba hidráulica manual)
- Recipiente de drenaje con capacidad de 10 litros
- Recipiente de drenaje con capacidad de 2 litros
- Fluido hidráulico Mil-H 5606
- Alambre de freno de acero inoxidable de 0.8 mm (0.032 in)
- Paño exento de pelusa
- Tubos o mangueras para sangrado
- Adaptador de aspiración
- Unidad de potencia exterior (GPU).

Para realizar las tareas de mantenimiento en el sistema hidráulico se deben ejecutar las tareas mencionadas anteriormente teniendo en cuenta que se cumplan con las alertas de precaución y de peligro para de esta manera precautelar la seguridad del personal de mantenimiento a fin de realizar el trabajo de una manera adecuada, cumpliendo con las medidas de seguridad.

Las especificaciones del fluido hidráulico para el avión Casa CN-235 según recomendación del fabricante son las siguientes: (EADS CASA, 2003)


 LISTA DE MATERIALES CONSUMIBLES LIST OF CONSUMABLE MATERIALS		
===== Z-20.201 FLUIDO HIDRAULICO / HYDRAULIC FLUID =====		
ESPECIFICACION DE COMPRA / PROCUREMENT SPECIFICATION: MIL-H-5606G (*)		
MATERIALES / MATERIALS	FABRICANTES / MANUFACTURERS	CAGE CODE
1: AEROSHELL FLUID 41	SHELL INTERNATIONAL-SHELL ESPAÑA, 28004 MADRID - SPAIN	1554B
2: CASTROLAERO 585 B	CASTROL INTERNATIONAL (CASTROL ESPAÑA, 28036 MADRID)	8393B
3: HYDRAUNYOIL FH-51	KRAFFT S.A., Mostoles, 28933 MADRID - SPAIN	0977B
4: BRAYCO MICRONIC 756	CASTROL INTERNATIONAL (CASTROL ESPAÑA, 28036 MADRID)	8393B
OTRAS NORMAS - OTHER SPEC: NATO CODE H-515 INTA 157111 AIR 3520B DEF-STAN 91-48		
DATOS DE INTERES FLUIDO HIDRAULICO DE BASE PETROLIFERA, PARA USO EN AVIONES MILITARES. EN AVIONES CIVILES SE UTILIZA COMO FLUIDO DE ENSAYO. TEMPERATURA DE SERVICIO: -55 A 135°C. PUNTO DE INFLAMACION: 82°C MINIMO. ALMACENAJE: 2 AÑOS A 5-28°C. CONTROL DE CONTAMINACION SEGUN I+D-E-44.	DATA OF INTEREST PETROLEUM BASED HYDRAULIC FLUID, FOR USE IN MILITARY AIRCRAFTS. IN CIVIL AIRCRAFTS, IS USED AS TEST FLUID. SERVICE TEMPERATURE: -55 TO 135°C. FLASH POINT: 82°C MINIMUM. SHELF LIFE: 2 YEARS AT 5-28°C. CONTAMINATION CONTROL AS PER I+D-E-44	
(*) LA ESPECIFICACION MIL-H-5606 FUE ANULADA EL 29-MAR-1996. SE CONTINUARA UTILIZANDO LA REVISION "G" DE ESTA NORMA, DE FECHA 9-SEP-1994.		(*) MIL-H-5606 SPECIFICATION IS DELETED ON 29-MAR-1996. MIL-H-5606G DATED 9-SEP-1994 SHALL BE USED.

Figura 40 Ficha técnica del líquido hidráulico MIL-H 5606

Fuente: (EADS CASA, 2002)

3.5 DESMONTAJE DE LA RUEDA PRINCIPAL DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL AVION CASA CN-235

Los procedimientos de desmontaje / montaje de las ruedas del avión casa CN-235 son similares para las cuatro ruedas principales, lo que significa que se realizará el mantenimiento a cada rueda por separado pero siguiendo la misma secuencia excepto cuando todo el avión está en gatos y se puede desmontar todas las ruedas al mismo tiempo.

PELIGRO: Antes de efectuar cualquier operación de mantenimiento cerca de los mandos mecánicos de vuelo, superficies de mando de vuelo primarios, trenes de aterrizaje y sus compuertas, o en cualquier componente móvil, es preciso cerciorarse de que todos los elementos de seguridad en

tierra y señales de peligro están correctamente situadas para evitar el accionamiento indebido de cualquier mando.

3.5.1 Equipo y materiales

Los equipos y materiales en este ítem están directamente enfocados a las herramientas recomendadas por el fabricante para el mantenimiento:

- Aviso de peligro.
- Clip de seguridad con banderola para interruptor automático.
- Unidad de potencia exterior (GPU)
- Grasa sintética MIL – PRF – 23827C
- Tuerca auto frenable
- Adaptador para tuerca de rueda.

Una vez que se tenga lo anteriormente descrito se debe tener en cuenta algunos procesos de referencia como:

- Accesos a las carenas del tren de aterrizaje.
- Elevación sobre gatos – sustitución de ruedas.
- Aparcamiento y anclaje.
- Potencia exterior.
- Transductor.

3.5.2 Procedimiento

3.5.2.1 Operaciones preliminares

1. Realizar las operaciones preliminares del transductor de antiskid.
2. Colocar los dispositivos de bloqueo en tierra para el tren de aterrizaje.
3. Sacar y asegurar mediante clip de seguridad con banderola el interruptor automático BATTERY BUS 1 - LDG GR – GA1.
4. Colocar avisos de peligro, advirtiendo al personal de los trabajos de mantenimiento que se están realizando.
5. Elevar el avión sobre gatos.

6. Comprobar que esta aplicado el freno de aparcamiento.
7. Abrir la compuerta de acceso 163AL

3.5.2.2 Desmontaje de la rueda principal

1. Realizar el desmontaje del transductor del antiskid.
2. Sacar del eje de la rueda (3) la tuerca (5) con ayuda del adaptador.
3. Sacar del eje de rueda (3) la rueda principal, y retirarla del avión.
4. Presentar el conjunto del transductor de antiskid en el interior del eje (3) del tren principal. (CASA, EADS, 2004)

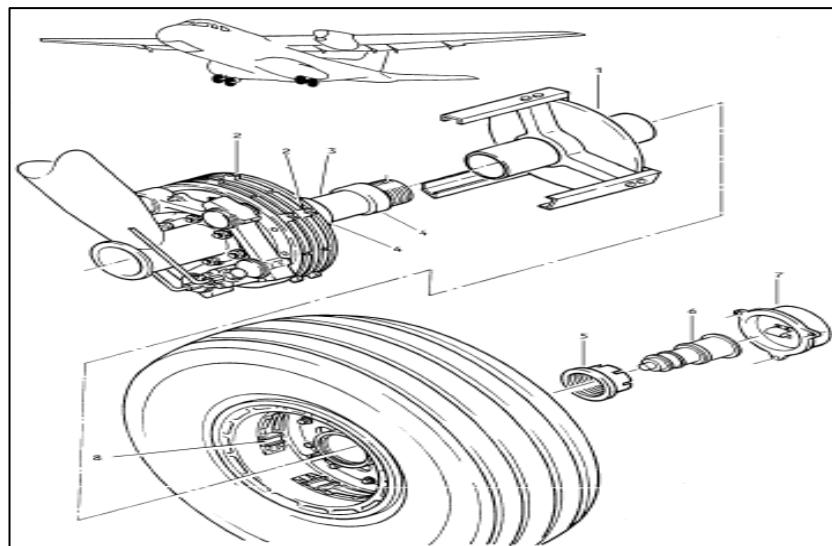


Figura 41 Esquema de desmontaje de la rueda principal

Fuente: (CASA, EADS, 2004)

Una vez que hayamos desmontado la rueda de la aeronave es momento de revisar el manual de mantenimiento en el cual encontraremos el procedimiento para el desmontaje de las cámaras de frenos.

Cada una de las ruedas del tren principal está equipada con una unidad de freno (1), una válvula de lanzadera (18), y un transductor (6). En cada tren de aterrizaje principal está montado un micro interruptor de sensación de tierra.

Hay una central hidráulica de frenado en la carena del tren de aterrizaje principal derecho, en la STA 12000. La central hidráulica de frenado tiene los siguientes componentes:

- Una válvula anti retorno (3)
- Una válvula anti retorno (4)
- Cuatro válvulas antiskid (5)
- Cuatro válvulas de corte (8)
- Un acumulador (9)
- Un manómetro de válvula de carga (10)
- Un transmisor (12)
- Una válvula de descarga (16)

La unidad de control antiskid (7) está montada en el centro de la estación 11400. El interruptor antiskid está montado en la consola central, la palanca de control del tren de aterrizaje está en el panel central de instrumentos.

Para la operación del sistema antiskid tiene una alimentación eléctrica de 28 vcc a través de un interruptor automático ANTISKID GB1 Y 2 ubicado en el panel de MICELLANEOUS.

El circuito de indicación de presión de frenado también recibe 28 vcc. Para su operación través del interruptor automático BK IND. DE 1, situado en el panel de interruptores automáticos MICELLANEOUS, PC14.

3.6 UNIDAD DE FRENO O CÁMARA DE FRENO

La unidad de frenos es un freno de disco, de pistón múltiple y de operación hidráulica. Esta unidad de freno tiene un conjunto de bloque térmico (2), compuesto de conjuntos giratorios segmentados (7) y de un conjunto fijo doble (8) con pastillas de fricción (6) orgánicas. Los discos de apoyo (3) y de empuje (12) están también provistos de pastillas de fricción.

A medida que las pastillas de freno se van desgastando, un dispositivo de ajuste automático, en cada conjunto de pistón (4), mantiene una holgura constante de operación previamente establecida y, en consecuencia, un desplazamiento de fluido constante.

El tubo de torsión (5) va unido a la placa de presión (10) mediante los espárragos (9), y lleva una serie de pistones que encajan en los conjuntos fijo doble (8) y de disco de empuje (12) del bloque térmico.

Los seis espárragos que fijan el tubo de torsión (5) a la placa de torsión (10) están previstos de una prolongación para el tren de aterrizaje del avión. Dos de los espárragos tienen vástagos roscados que sirven de puntos de unión entre la unidad de freno y el tren de aterrizaje del avión.

El conjunto de disco de apoyo (3) va atornillado a la cara externa del tubo de torsión (5) y resiste al empuje de los conjuntos de pistón (4), transmitiendo a través de los conjuntos fijos (8) y giratorios (7) del bloque térmico.

El vástago indicador de desgaste (11), que va unido al disco de empuje, pasa a través de un orificio de la placa de torsión. A medida que se produce el desgaste, la proporción de vástago que sobresale a través de la placa de torsión, cuando el freno está aplicado, indica el margen de desgaste aproximado disponible en el bloque térmico.

Para su inspección y mantenimiento se toma en cuenta lo recomendado por el fabricante en el MRB (Manual de la junta de revisión de mantenimiento) en donde indica realizar una inspección visual de las pastillas de frenos cada 72 horas (tiempo transcurrido). Y una inspección de los pistones y conjunto de frenos por fugas de líquido hidráulico cada 300 horas de vuelo u 8 meses, lo que antes ocurra y múltiplos.

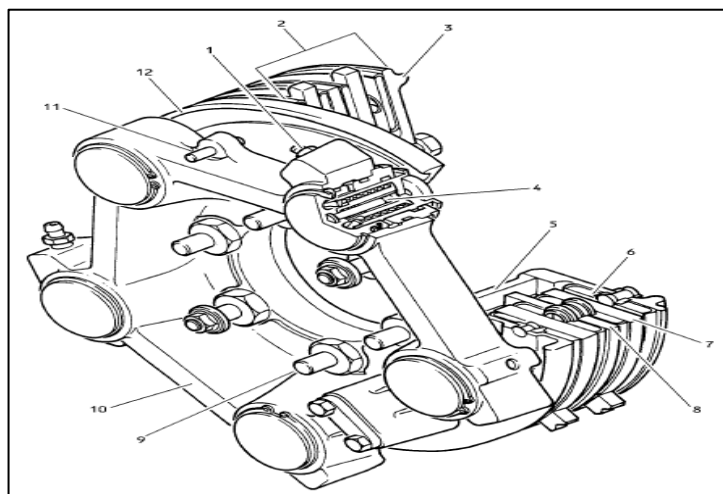


Figura 42 Unidad de freno

Fuente: (CASA, EADS, 2004)

3.7 OPERACIÓN

La presión de fluido hidráulico procedente del acoplamiento de entrada (1) desplaza los conjuntos de pistón (4) contra el conjunto de disco de empuje (12) y fuerza los conjuntos fijos (8) contra los conjuntos giratorios (7) segmentados. Cuando se libera la presión del fluido hidráulico. Los pistones, bajo la acción de sus muelles internos. Vuelven a su posición original, dejando que los conjuntos de elementos giratorios (7) giren libremente entre los conjuntos de elementos fijos (8).

3.8 DESMONTAJE DE LA CÁMARA DE FRENOS

El desmontaje de la cámara de frenos o unidad de frenos es la parte central de nuestro trabajo de investigación, con el cual se da el primer paso para el inicio del mantenimiento y comprobación de fugas en los pistones. Antes de realizar el desmontaje de la cámara de frenos se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones de peligro.

PELIGRO: Antes de suministrar energía eléctrica al avión, cerciórese de que están aislados todos los circuitos sobre los que esté trabajando.

PELIGRO: Antes de desconectar cualquier tubería hidráulica o desmontar cualquier componente, cerciórese de que se ha liberado toda la presión del sistema de energía hidráulica.

3.8.1 Equipos Y Materiales

Los equipos y materiales detallados a continuación son los que recomienda el fabricante para un trabajo libre de situaciones de peligro:

- Fluido hidráulico MIL-H 5606
- Tapa o tapón de protección
- Clip de seguridad con banderola para interruptor automático
- Recipiente de drenaje
- Arandela de sellado

3.8.2 Procedimiento para el desmontaje de la cámara de frenos

Para realizar el desmontaje del conjunto de frenos primeramente debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones.

3.8.2.1 Operaciones preliminares

1. Sacar y asegurar mediante un clip de seguridad con banderola los siguientes interruptores automáticos:
BATTERY BUS 1, MISCELLANEOUS HYDR PUMP 1 Y 2
2. Colocar avisos de peligro advirtiendo al personal de los trabajos de mantenimiento que se están realizando.
3. Despresurizar el sistema de energía hidráulica
4. Elevar el avión sobre gatos
5. Desmontar la rueda principal (especificado anteriormente en el ítem 3.4)
6. Quitar el sensor de temperatura de freno
7. Colocar el recipiente de drenaje debajo de la unidad de freno.

3.8.2.2 Desmontaje de la cámara de frenos

1. Separar las conexiones (5) del conducto hidráulico, de los acoplamientos (3) de la válvula lanzadera
2. Poner tapas / tapones de protección en las conexiones (5) del conducto hidráulico en los acoplamientos (3) de la válvula lanzadera.
3. Quitar las tuercas (7) y arandelas (6) de los espárragos (4) de fijación de la unidad de freno a la pata (8) del tren de aterrizaje principal.
4. Retirar del avión la unidad de freno. El peso de esta unidad es de 13.9 kg. (30.65 lb.).
5. Quitar la válvula de lanzadera (9) de la unidad de freno.
6. Poner el tapón de protección en la boca de la unidad de freno.

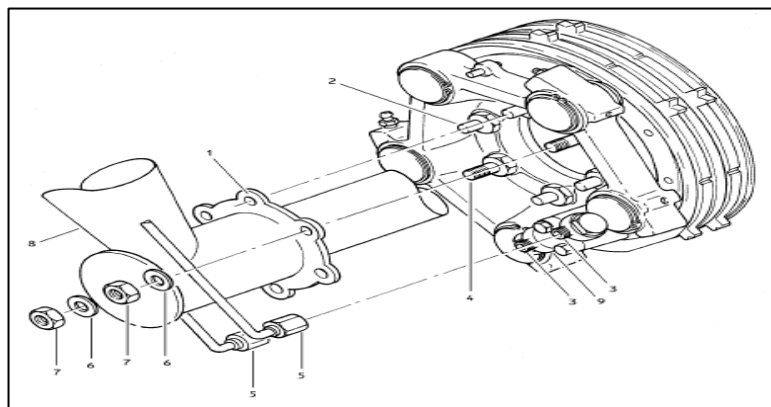


Figura 43 Unidad de freno

Fuente: (CASA, EADS, 2004)

3.8.2.3 Mantenimiento de los pistones de las cámaras de frenos del avión Casa CN-235

Una vez que se haya desmontado el conjunto de frenos del avión, traslade los componentes al taller de mantenimiento y en la mesa de trabajo realice la limpieza de estos para prevenir contaminación del sistema, debe tener en cuenta de que la máxima presión de trabajo para este componente es de 1900 psi o (131 bar), el conjunto tiene un peso de 31.85 lb, o (14.45 kg).

En este punto se hará un preámbulo para detallar las características de la herramienta especial que se desarrolló con la finalidad de incrementar la eficiencia de los procesos de mantenimiento referente a las cámaras de frenos.

3.8.2.4 Características de la herramienta especial (Prussian).

Esta herramienta fue fabricada tomando en cuenta la necesidad de la misma, en vista de que anteriormente se realizaba el mantenimiento usando prensillas las cuales al finalizar las tareas de mantenimiento terminaban siendo obsoletas ya que la presión a la que se sometían hacía que el material se fatigase y por ende pierda sus características.

Para su construcción el primer paso fue diseñarla en un programa de computadora llamado Solid Work, en donde se hizo algunos prototipos y se los mejoró hasta obtener el resultado final el cual se presta para una manipulación rápida, segura, y eficiente. Para su identificación se la denomina PRUSSIAN en referencia al trabajo que realiza. (**VER ANEXO C**)

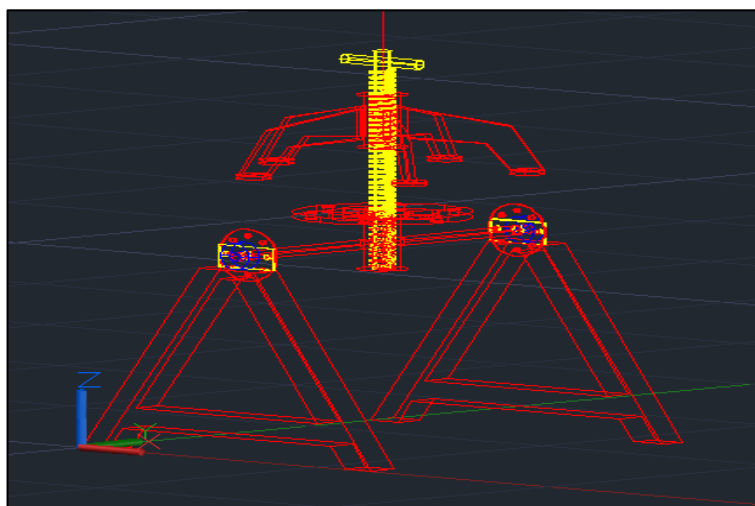


Figura 44 Prototipo herramienta en SOLID WORK

Con el diseño de la herramienta terminado se realizó pruebas de simulación de cargas en donde los resultados fueron aceptables, además se

realizó la búsqueda de materiales para su construcción, entre estos se utilizó, para el tornillo un material conocido como eje 705 o acero AISI 4340 (**VER ANEXO D**), para las tuercas que son las que soportan la presión se utilizó eje de transmisión o acero AISI 1518 (**VER ANEXO E**), que es acero al carbono con alto contenido de manganeso, ideal para fabricación de componentes de maquinaria.

Y para la construcción del soporte se buscó en el mercado local el material más adecuado tomando siempre en cuenta que este debe reunir las características de resistencia para soportar el paso del tiempo y en trabajo de los demás componentes.

Ya con los materiales adquiridos se hizo tornearse el acero para darle forma a la rosca del tornillo, la cual se diseñó de forma cuadrada para soportar altas presiones y de igual manera la rosca interna de las tuercas.

Se fabricó cuatro tuercas, una para los brazos de la parte superior de 60 mm de alto y 50mm de grosor con un diámetro para la rosca de 20mm, una para el soporte con un espesor de 60mm altura de 60mm y diámetro de rosca similar, en cambio las dos tuercas de seguridad se hicieron con una altura de 15mm y espesor de 60mm.

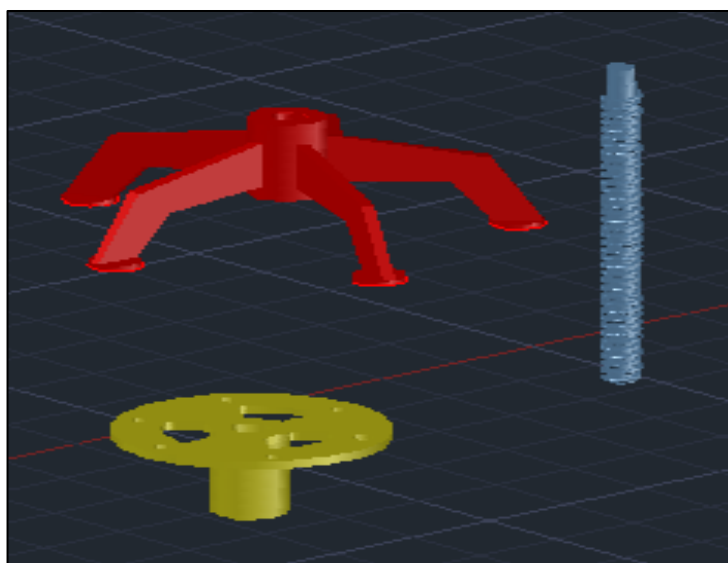


Figura 45 Piezas torneadas

Para sujetar la cámara de frenos en el soporte se fabricó una pieza que simula la pata principal del tren de aterrizaje, esta se acopla y se sujeta con las mismas tuercas y espárragos, esta pieza está fabricada en acero AISI 1518 con un diámetro exterior de 60mm, y un diámetro interior de 20mm, la rosca interna es cuadrada y la parte exterior es redondeada. Sobre la tuerca esta una placa de forma circular con un diámetro de 140mm, y un espesor de 5mm de acero, tiene 6 agujeros de 1/2 inch que permiten el paso de los espárragos a través de ellos y aseguran la unidad de frenos por la parte inferior.

Para que la cámara de frenos quede completamente fija y no se mueva, se implementó un par de arandelas especiales que ayudan a que los espárragos que tienen rosca queden lo más asegurados posible, similar o igual a como se aseguran en la pata del tren de aterrizaje.

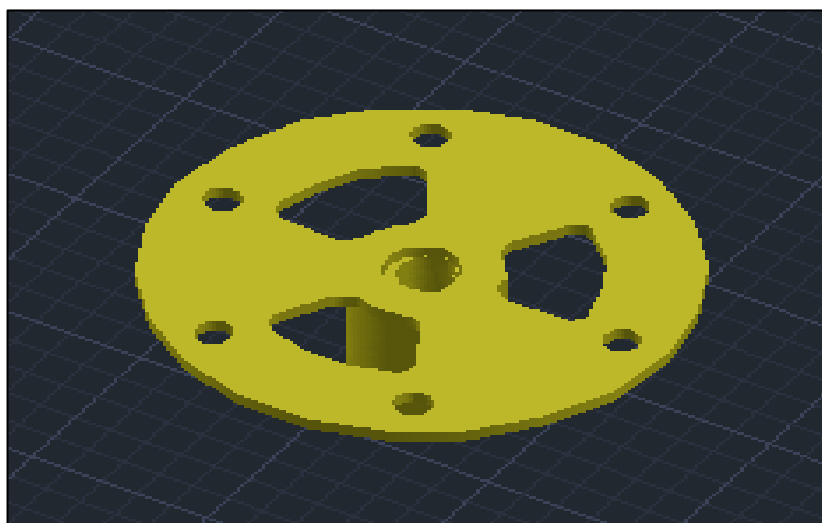


Figura 46 Pieza para sujeción de la cámara de frenos

La parte superior de la herramienta está compuesta por el tornillo sin fin el cual tiene un largo de 300mm y un espesor de 24mm, también en la parte superior va una tuerca de cinco lados, de cada uno de estos sale un brazo dispuesto de tal manera que queda sobre cada uno de los pistones de la unidad de frenos para que los detenga en la carrera de ascenso al momento de aplicar presión hidráulica.

Este componente de la herramienta tiene una altura de 85 mm y un diámetro de 230mm, cada uno de sus brazos tiene un espesor de 10 mm forjado en acero AISI 1518, en la parte central tiene una tuerca, esta posee una rosca de 20mm de diámetro, en cada extremo de los brazos esta soldada una base redonda que se posa sobre cada uno de los pistones de la cámara de frenos, en cada base, se encuentra pegado una pieza redonda de caucho que sirve para amortiguar cualquier tipo de golpes sobre la cámara de frenos.

Como trabajo adicional en uno de los brazos se realizó un corte a la altura de la mitad y se le volvió a unir con ayuda de pernos y placas de acero de 4mm cada una, este corte sirve para que mientras los cuatro brazos sujeten los pistones, aquel pistón que queda libre pueda salir hasta el tope y así se pueda remplazar los componentes internos de cada uno de estos simplemente rotando los brazos de la herramienta.

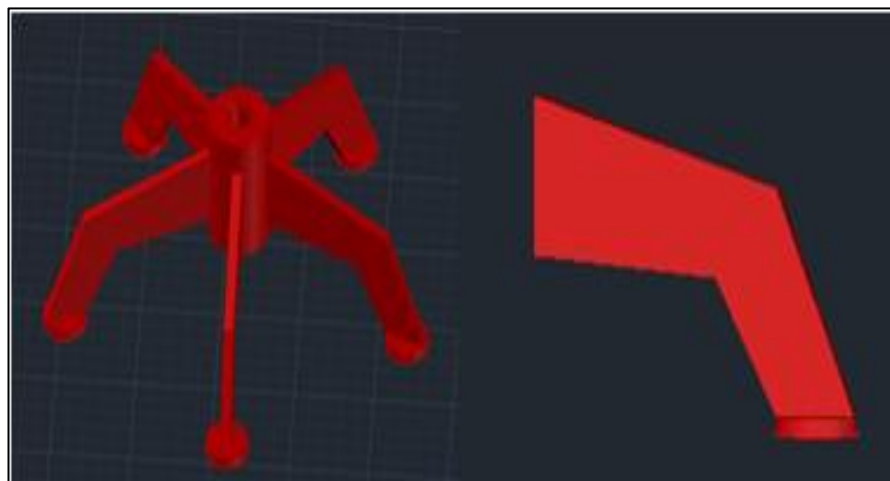


Figura 47 Parte superior de la herramienta especial

El resto de la estructura fue construido con ángulos de una pulgada de ancho por 1/8 de pulgada de espesor, las medidas de esta se consideraron para que sea de fácil maniobrabilidad, fácil de transportar, y para que pueda ser puesta o empotrada sobre una mesa de trabajo acorde a las necesidades de los operarios, su estructura se encuentra soldada con suelda eléctrica, y tiene un largo de 400mm, un ancho de 380mm, y una

altura de 305mm hasta la base sobre la cual se apoya la cámara de frenos, adicional a esto esta provista de agujeros de 3/8 inch en las patas para que por medio de estos de pueda fijar a una mesa.

El soporte que simula la pata del tren de aterrizaje está sujeto por medio de una barra de acero AISI 1518 que le da firmeza y robustez, en cada uno de los extremos de esta barra se encuentra soldado una placa redonda con seis agujeros que sirven para que la cámara de frenos tenga movimiento en un rango de 270 grados en sentido vertical.

Para evitar que esta herramienta por descuido o mal manejo cause daños a la cámara de frenos, se le ha colocado protectores de caucho en las patas y en la base que soporta y sujeta el conjunto de frenos, primando en todo momento la conservación de los conjuntos mecánicos de la aeronave.

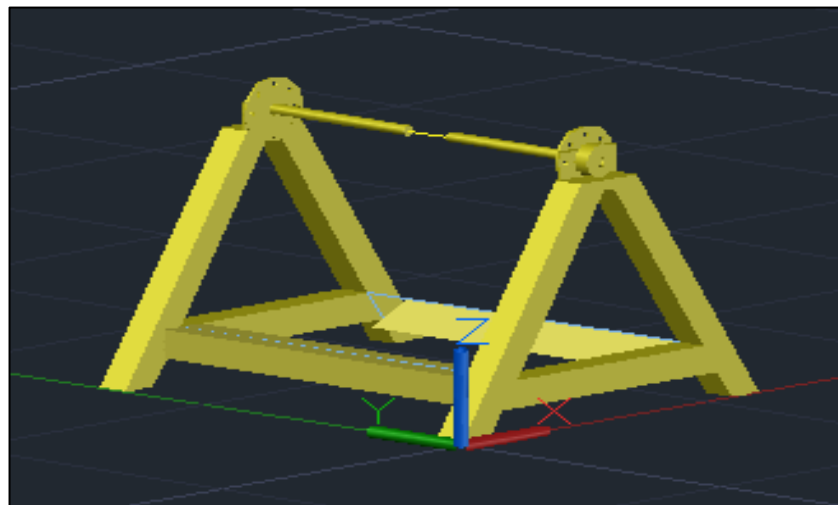


Figura 48 Soporte estructural para la cámara de frenos

Con esta herramienta se pretende maximizar la calidad de los procesos de mantenimiento de la cámara de frenos, teniendo siempre como objetivo primordial la seguridad del personal de mantenimiento y la integridad física de los componentes que conforman el conjunto de frenos.

Para una mejor operación de la herramienta se adjunta a ella una cartilla en donde se detalla el modo de trabajo para que el personal que

desconoce su funcionamiento se guíe en esta y la pueda manipular de manera segura.

3.8.2.5 Pruebas y aislamiento de fallas.

Antes de realizar el mantenimiento del conjunto de frenos asegúrese de tener a su alcance las siguientes herramientas, materiales, y equipos especiales:

Herramientas especiales.

- Llave mixta 11/32 inch para tornillo de sangrado
- Torquímetro en lb/in²
- Llave dinamométrica para válvula de corte y aseguramiento de pernos

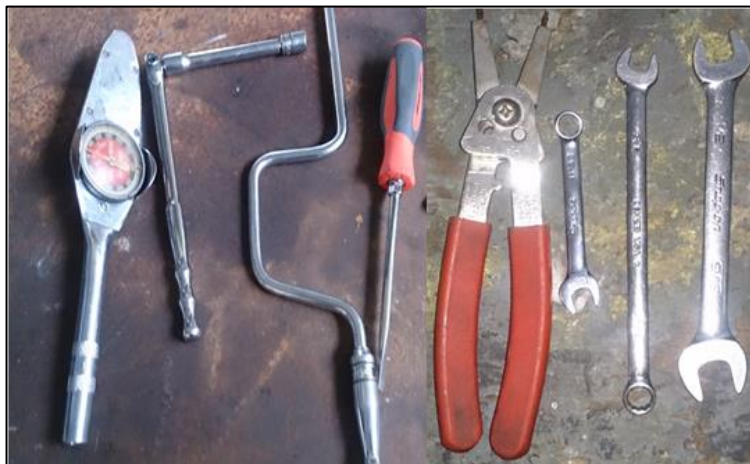


Figura 49 Herramientas

A. Equipo.

- Manómetro de presión de 0 a 3000 psi, o (0 a 204bar)
- Banco de pruebas hidráulico que pueda suministrar fluido hidráulico de 0 a 3000 psi.



Figura 50 Bomba hidráulica manual

B. Materiales.

- Fluido hidráulico
- Anti desengrasante

ADVERTENCIA: USTED DEBE OBEDECER LAS INSTRUCCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD DEL FABRICANTE Y SUS INSTRUCCIONES LOCALES CUANDO USE MATERIALES CONSUMIBLES.

1. Pruebas generales de aceptación.

1. Después de abandonado o rechazado el despegue desmonte completamente la unidad de frenos y realice todas las pruebas y chequeos específicos.
2. Realice una nueva prueba en la unidad removida antes de almacenar, complete las pruebas de aceptación.
3. Cuando una unidad de frenos es removida por completo de la aeronave realice las primeras pruebas en un banco para aislamiento de fallas.
4. Cuando una unidad de freno es ensamblada (subsecuentemente a otro procedimiento de mantenimiento) complete las pruebas en un banco de pruebas para asegurarse de que la unidad de freno está completamente serviciada.

2. Pruebas de condición.

1. Haga todos los pasos de las pruebas en una habitación que tenga aire entre 15.5 °C y 24.9 °C, con el fluido hidráulico a una temperatura entre 22°C y 34 °C.
2. Todas las pruebas deben ser completadas en condiciones de limpieza asegúrese de que la contaminación no entre en el sistema de pruebas hidráulicas o la unidad de frenos. **La unidad bajo pruebas (UUT)**.
3. Obedezca la secuencia de la prueba.

3.8.2.5 Configuración de pruebas

1. Instale una válvula lanzadera en la unidad bajo pruebas P/N AHM8337 (ref. CMM 32-41-73).
 - a. Asegúrese que la placa obturadora sea removida de la placa de torsión de la unidad bajo pruebas.
 - b. Retire los tapones de la válvula lanzadera.
 - c. Lubricar las juntas en el anillo de sellado y la ranura con fluido hidráulico.
 - d. Poner un pivote en la placa de torque de la unidad bajo pruebas.
 - e. Aplicar una capa ligera de grasa en los vástagos de los dos pernos que aseguran la válvula lanzadera de la unidad bajo pruebas.
 - f. Instalar los dos pernos y apretar cada uno con un torque de 60 psi.
 - g. Remover toda la grasa sobrante de alrededor de los pernos y si es necesario frenar entre los pernos con alambre de seguridad (SBAC RS697).
2. **Procedimiento de sangrado.**
 - a. Conectar el suministro hidráulico y el manómetro de presión a las conexiones de la válvula lanzadera.
 - b. Aplicar una presión de 100 psi, use los tornillos de sangrado y sangre la unidad de frenos.

- c. Cuando el flujo de fluido hidráulico es libre de aire apreté cada tornillo de sangrado a un valor de 60 psi con ayuda de la herramienta 1 y 2.

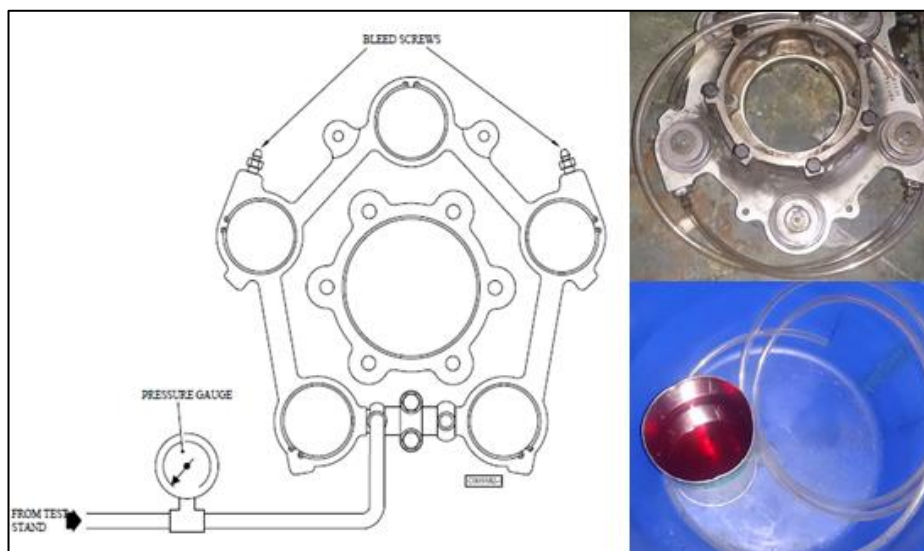


Figura 51 Sangrado de la unidad de frenos

Fuente: (EADS-CASA, 2008)

3.8.2.6 Pruebas de aceptación.

PRECAUCION: PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE FLUIDOS HIDRÁULICOS, ACEITES Y GRASAS EN LAS ALMOHADILLAS DE FRICCIÓN

A. Examinación

1. Examine la unidad bajo pruebas, esta debe estar limpia y libre de daños y corrosión.

B. Pruebas de funcionamiento

1. Asegúrese que la configuración de la prueba es la correcta

2. Opere la unidad bajo pruebas tres o más veces usando una presión de 1900 psi o (129 bar). Monitoree que funcione correctamente y presione y aliviane correctamente el conjunto.



Figura 52 Sangrado de la unidad de frenos

C. Prueba de fugas

1. Aplique una presión de 1900 psi o (129 bar) y mantenga por 5 minutos: monitoree que la unidad bajo pruebas por fugas externas. Las fugas no están permitidas y tampoco está permitido que caiga la presión del manómetro.
2. Reduzca la presión a 5 psi o (0.34 bar) y mantenga por 15 minutos. Monitoree la unidad bajo pruebas por fugas. Las fugas no están permitidas y tampoco está permitido que caiga la presión del manómetro

D. Prueba de finalización

1. Reduzca a cero el suministro de presión y desconecte la unidad bajo pruebas del resto del equipo.



Figura 53 Sangrado de la unidad de frenos

3.8.2.7 Pruebas de laboratorio

PRECAUCIÓN: PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE FLUIDOS HIDRÁULICOS, ACEITES Y GRASAS EN LAS ALMOHADILLAS DE FRICCIÓN

A. Examinación

1. Examine la unidad bajo pruebas, esta debe estar limpia y libre de daños y corrosión.

B. Pruebas de funcionamiento

1. Asegúrese que la configuración de la prueba es la correcta

2. Opere la unidad bajo pruebas tres o más veces usando una presión de 1900 psi o (129 bar). Monitoree cada cilindro en el conjunto. Cada pistón debe moverse y mantener presionado el conjunto de frenos.
3. Reduzca la presión a 50 psi o (3.45bar) y mida el movimiento de cada pistón. El mínimo movimiento del pistón es 0.090 in o (2.29mm).
4. Aplique una presión de 70psi o (4.8 bar) y usando las manos haga un chequeo de giro libre de los rotores.

C. Prueba de fugas

1. Opere la unidad bajo trabajo por tres minutos o más a una frecuencia de 12 veces por minuto, usando una presión de 1900 psi o (129 bar): Las fugas no están permitidas y tampoco está permitido que caiga la presión del manómetro.
2. Aplique una presión de 1900 psi o (129 bar) y mantenga por 5 minutos. Monitoree la unidad bajo pruebas por fugas. Las fugas no están permitidas y tampoco está permitido que caiga la presión del manómetro.
3. Reduzca la presión a 5 psi o (0.34 bar) y mantenga por 15 minutos. Las fugas no están permitidas y tampoco está permitido que caiga la presión del manómetro.

D. Pines indicadores de desgaste.

1. Ajuste los pines indicadores de desgaste
2. Revise su estado y condición
3. Reemplace si es necesario

E. Prueba de finalización

1. Reduzca a cero el suministro de presión y desconecte la unidad bajo pruebas del resto del equipo.

3.8.2.8 Mantenimiento de la placa de frenos y los pistones hidráulicos.

1. Herramientas especiales

- Herramienta especial Prussian diseñada para soportar la presión generada por los pistones al momento de comprobar fugas.
- Herramientas para la extracción de pernos.
- Torquímetro.

2. Equipo

- Manómetro de presión de 0 a 1000 psi o (0 a 69 bar)
- Líneas sustituibles para regular y verificar la carga del dispositivo.

3. Materiales

- Fluido hidráulico MIL-H-5606 filtrado según NAS 1638 especificaciones clase 7 o mejor

4. Procedimientos generales

PRECAUCIÓN: TOME EN CUENTA LAS PRECAUCIONES ADECUADAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR FLUIDO HIDRÁULICO O GRASAS EN LAS PASTILLAS DE FRENOS.

- a. Remueva todo el alambre de freno del conjunto.
- b. Todas las partes y componentes serán desmontadas en un lugar alejado de herramientas y equipos que puedan causar daños.
- c. Se requerirán trinquetes o mangos adecuados para su uso con adaptadores.
- d. Remover los anillos de sellado y los anillos de apoyo de sus ranuras y ser desechados, y cambiados por unos nuevos en el montaje.
- e. Use la figura 55 de este documento para el número de ítems citados en la siguiente secuencia de desmontaje.
- f. Tenga en cuenta la parte del desmontaje de los pistones que se detalla más adelante.

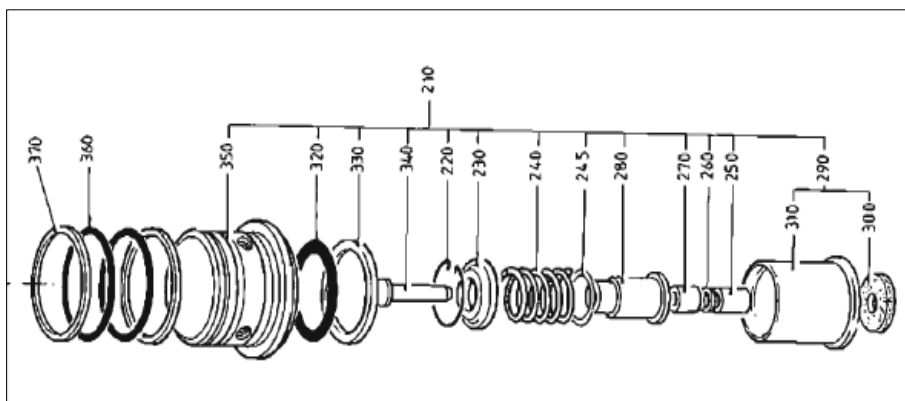


Figura 54 Esquema de desmontaje del pistón

Fuente: (EADS-CASA, 2008)

5. Procedimientos de desmontaje

NOTA: El desmontaje de la unidad de freno debe limitarse a la eliminación de los componentes defectuosos conocidos y / o a la rectificación de los defectos establecidos durante la prueba y el aislamiento de fallas, excepto cuando se requiera un reajuste programado o cuando sea necesario un desmontaje completo para reemplazar todo el anillo de sellado y anillo de apoyo, cada cambio de pastillas de freno.

6. Conjunto de cilindros

1. Remueva los anillos de seguridad (200) y retirar el conjunto de cilindro (210) del conjunto de placa de torque (410).
2. Ubique el conjunto de torque (210) en una herramienta especial.



Figura 55 Desmontaje de los pistones

3. Sangre el dispositivo con una carga de aproximadamente 100 psi o (6.9 bar), cuando esté libre de fluido o aire apreté los tornillos de sangrado.
4. Lentamente presurice el dispositivo verificando y teniendo en cuenta la presión con la cual el pistón primario se mueve, como se indica por el movimiento del dispositivo que hace tope con el aislador del pistón. La presión anotada debe ser en psi.
5. Lentamente incremente la presión y anote la presión con la cual el pistón secundario empieza a moverse, la presión deberá ser en psi, y deberá ser mantenida sobre el tiempo de trabajo.
6. Los cilindros que satisfacen las cifras de control de cargas dadas en las operaciones (4) y (5) son útiles y solamente requieren los siguientes desmontajes.
 - a) Libere la presión de carga en el dispositivo que está siendo verificado.
 - b) Remueva el conjunto de cilindro (210) del dispositivo de verificación y remueva el anillo de sellado (360) y anillo de apoyo (370).
 - c) Asegúrese que el conjunto de pistón (290) está completamente insertado en el conjunto de cilindro (210), referente al conjunto incluido en bodega.
7. Los cilindros que no cumplen con las cifras de control de carga dadas en las operaciones (4) y (5) son inservibles. Recuerde que mientras tenga fallas de operación deberá hacer un desmontaje especificado en la parte (8) y (15) inclusive.

8. Incremente la presión de carga en el dispositivo de verificación hasta que el conjunto de pistón (290) sea retirado del pin (340), reduzca la presión y remueva el cilindro (210) del dispositivo de verificación.
9. Extraiga el conjunto de pistón (290) del conjunto (210) y remueva el pin de retracción (340) de la ranura en la base del cilindro (350).
10. Remueva el anillo de sellado (320 y 360) y los anillos de apoyo (330 y 370) de las ranuras en los cilindros (350).



Figura 56 Pistones y repuestos

11. Montar el conjunto de pistón (290) en la herramienta de extracción y carga.
12. Usando una prensilla gire la herramienta hasta comprimir el resorte en la cara del retenedor (230) lejos del anillo de seguridad (220)
13. Usando un pequeño destornillador, desenganche el terminal del anillo de seguridad (220) del conjunto de pistón (290) saque cuidadosamente y remueva el anillo de seguridad de la muesca del pistón.
14. Desenrollar el mango de la prensilla y aliviar la presión del resorte (240) y permitir remover los componentes.
15. Remover el retenedor (230), resorte (240), acuñador (245), y guía (280) del conjunto pistón (290). Extraiga el espaciador (250), acuñador (260), y buje de fricción (270) de la guía (280).

NOTA: no remover la cabeza del aislador (300) del conjunto pistón (290) a menos que sea para remplazo.

Debido a daños, es necesario.

Tabla 5**Cargas de verificación.****CARGAS DE VERIFICACIÓN**

Freno P/N	Control de movimiento primario J lbf/in ² (bar)	Presión de movimiento secundario K lbf/in ² (bar)	Movimiento primario del pistón L in. (mm)	Movimiento secundario del pistón M in. (mm)
AHA1292	37 – 104 (2.55–7.17)	224 – 550 (15.44–37.92)	0.105 – 0.144 (2.667–3.66)	0.5 (12.7)
AHA1802	37 – 104 (2.55–7.17)	224 – 550 (15.44–37.92)	0.105 – 0.144 (2.667–3.66)	0.5 (12.7)

(EADS-CASA, 2008)

3.8.2.9 Preparación para el montaje de la cámara de frenos

1. Examinar la zona de montaje de la unidad de freno y los conductos hidráulicos por si presentan danos o corrosión.
2. Examinar la pestaña y los taladros encasquillados (1) en cuanto a grietas.
3. Quitar la tapa / tapón de protección de la boca de la unidad de freno y poner la válvula de lanzadera.

3.8.2.10 Montaje de la cámara de frenos

1. Alinear los espárragos guía (2) con los seis orificios encasquillados (1), y presentar la unidad de freno en la pata del tren de aterrizaje principal. Poner las arandelas (6) y tuercas (7) en los espárragos (4). Apretar las tuercas al par normalizado.
2. Conectar las conexiones (5) del conjunto hidráulico en los acoplamientos (3) hidráulicos de la válvula de lanzadera. Apretar las conexiones al par normalizado.

3. Montar la rueda principal.
4. Rellenar el depósito hidráulico al nivel correcto.
5. Purgar el sistema de frenos.

3.8.2.11 Prueba después del montaje de la cámara de frenos

1. Efectuar la prueba funcional del sistema de frenado
2. Efectuar la prueba de freno de emergencia y aparcamiento.
3. Revisar que no existan fugas en las canarias de presión hidráulica a las cámaras de frenos, y que las pastillas del conjunto de frenos estén libres de contaminación por fluido hidráulico.

3.8.2.12 Operaciones finales

1. Limpiar bien el líquido hidráulico que puede haberse derramado en la zona de montaje de la unidad de freno, empleando un paño limpio y exento de pelusa.
2. Retirar el recipiente de drenaje.
3. Cerciorarse de que la zona de trabajo queda limpia y libre de herramientas y equipos diversos.
4. Bajar el avión a tierra y retirar los gatos hidráulicos.
5. Quitar los clips de seguridad con banderola, y meter los interruptores automáticos GA1, QC1, QC2.
6. Retirar los equipos de peligro.

Cerciorarse de que todas las herramientas y equipos han sido retirados de las inmediaciones del avión. (CASA, EADS, 2004)

Los pasos detallados anteriormente hacen referencia al proceso de desmontaje y montaje de la cámara de frenos, adicional a esto aquí se incluye de manera secuencial el mantenimiento y comprobación de fugas en las cámaras de frenos cuando estas están retiradas de la aeronave con la herramienta especial que hemos desarrollado buscando agilizar este

proceso y manteniendo como objetivo principal el mantenimiento y buen estado de los equipos hidráulicos.

3.8.2.13 Preparación para el montaje de la rueda principal

1. Limpiar todos los residuos de grasa del eje de rueda (3) y de la tuerca de sujeción (5) de la rueda principal.
2. Examinar el eje de rueda (3) y la tuerca de sujeción (5) de la rueda principal por si presenta danos o corrosión.
3. Realizar la preparación para el montaje del transductor del antiskid

3.8.2.14 Montaje de la rueda principal

1. Empleando en dispositivo de centrado (1) cerciőrese de que los dientes de arrastre (2) de la unidad de freno estān centrados. Retirar el dispositivo de centrado.
2. Aplicar grasa sintética a las superficies de contacto del eje de rueda (4), cerciőrese de que la grasa no entra en contacto con la unidad de freno.
3. Centrar los canales de arrastre (8) de la rueda rueda principal con los dientes de arrastre (2) de la unidad de freno, y montar la rueda principal en el eje de rueda (3).
4. Aplicar una ligera capa de grasa sintética a los hilos de rosca del eje de rueda (3) y de la tuerca (5) de la rueda principal.
 5. Poner la tuerca (5) de la rueda principal en el eje de rueda (3).
 6. Soltar el freno de aparcamiento.
7. Hacer girar la rueda con el objeto de facilitar su desplazamiento sobre el eje (3) y apretar la tuerca (5) hasta el tope con ayuda del acople de la rueda y la palanca de fuerza. Una vez apretado a fondo regrese la tuerca un cuarto de vuelta.
8. Aflojar la tuerca (5) y aplicar nuevamente un par de aprietes de 44 Nm. (32.45 lb/ft) sobre la tuerca (5).

Nota.- Aumentar el par, si fuera necesario, para eliminar la primera ranura de la tuerca con el taladro del eje.

9. Limpiar el exceso de grasa del eje de rueda (3) y de la tuerca de sujeción (5) de la rueda principal.
10. Realizar el montaje del transductor de antiskid.



Figura 57 Montaje de la rueda principal

3.8.2.15 Pruebas después del montaje de la rueda principal

1. Cerciorarse de que la rueda principal gire libremente.
2. Realizar las siguientes operaciones
 - 2.1 conectar la GPU y energizar el sistema eléctrico de la aeronave
 - 2.2 la auto prueba BIT puede ser iniciada:

En la unidad de control de la consola central o pedestal poner el interruptor antiskid en la posición ON.

La BIT se efectúa en ocho segundos.

Aproximadamente a los 3.5 segundos se producen las señales de error y se encienden los dos indicadores luminosos, FRONT ANTISKID Y REAR ANTISKID, en la central de aviso de fallos.

Si la BIT da resultados satisfactorios a los siete y ocho segundos se apagan los indicadores luminosos.

3.8.2.16 Operaciones finales

1. Desenergizar el sistema eléctrico del avión y desconectar GPU
2. Cerciorarse de que la zona de trabajo queda limpia y libre de herramientas y equipos diversos.
3. Bajar el avión y retirar los gatos.
4. Quitar el clip de seguridad y meter el interruptor automático GA
5. Retirar los avisos de peligro
6. Cerciorarse de que todas las herramientas y equipos han sido retirados de las inmediaciones del avión.
7. Cerrar la puerta de acceso. (CASA, EADS, 2004)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Por lo anteriormente mencionado podemos concluir que el trabajo realizado es un éxito y además la herramienta especial que se utilizó para este trabajo nos permite realizar el mantenimiento en un tiempo relativamente corto, en tal virtud se puede concluir que.

- Se recopiló la información necesaria referente al mantenimiento y comprobación de fugas de líquido hidráulico en los pistones de las cámaras de frenos de los aviones Casa CN-235, se analizó el capítulo 32 (tren de aterrizaje), el Capítulo 29 (Sistema Hidráulico) de donde se obtuvo la información básica para comprender el funcionamiento del subsistema. Se revisó meticulosamente el manual de mantenimiento de componentes Capítulo 32-41-71 de la unidad de frenos parte número AHA-1292 y AHA-1802, en donde se detalla los procesos de mantenimiento a seguir para el conjunto de frenos.
- Se realizó el desmontaje de las cámaras de frenos y se las llevó al taller en donde se ejecutó el desmontaje y mantenimiento de los pistones, además se implementó una herramienta especial con la cual se realizó la comprobación de fugas de líquido hidráulico en cada uno de los pistones del conjunto de frenos, asimismo con la remoción de un brazo de la herramienta se pudo desmontar por completo la parte interna del pistón, mientras se sujeta los pistones restantes permitiendo que este salga por completo.
- Se realizó una cartilla de operaciones para el usuario en el cual se detallan las medidas de seguridad y el modo de operación de

la herramienta especial, la cual será usada en la comprobación de fugas de los pistones de las cámaras de frenos.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda mantener en todo momento la documentación necesaria acorde al trabajo que se está realizando, en la documentación debe estar presente siempre la orden de trabajo, acompañada por los manuales de mantenimiento tanto manuales de mantenimiento de componentes como también manuales de servicios acorde al área específica de trabajo.
- Tener cuidado al operar la bomba manual y la herramienta especial en vista de que las presiones con las que se trabaja son relativamente altas, mantener siempre el área de trabajo libre de suciedad u objetos que puedan contaminar el fluido hidráulico o incluso ingresar a los sistemas del avión.
- Observar siempre el manual de operación de las herramientas especiales para evitar daños personales y al material o equipo sobre el que se trabaja, además debe observar siempre los pasos estipulados en el manual de mantenimiento acorde a las tareas que realice acorde al programa de mantenimiento.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

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

B

Blocaje.- realizar una operación para impedir o frenar el desarrollo normal de un proceso, en aviación hace referencia a la acción de retracción y bloqueo del tren de aterrizaje en el interior del fuselaje después de la fase de despegue.

Brench shop.- Banco de pruebas, o plataforma para experimentación de proyectos de gran desarrollo, brindan una forma de comprobación rigurosa de elementos computacionales y otras nuevas tecnologías.

Brake chamber.- Cámara de frenos, mecanismo que sirve para disminuir la velocidad o detener un sistema mecánico, puede hacerlo de forma mecánica, neumática, o hidráulica.

Brake pad.- Pastilla de freno, son aquellas piezas que nos permiten frenar o parar un vehículo, se realiza a través de presión en ambos lados del rotor, se encuentran fabricadas de carbono y diseñadas para producir gran cantidad de fricción.

C

Comprobación.- La comprobación hace referencia a la acción y también al efecto de comprobar, la veracidad o realidad de algo a través de someter la hipótesis a la experimentación o la crítica racional.

D

Desblocaje.- Acción de liberar un proceso. Al hablar de tren de aterrizaje es la acción de operar el mecanismo de sujeción y bloqueo del tren de aterrizaje para que este se extienda ya sea por acción mecánica o hidráulica y se asegure en su posición para la fase de aterrizaje.

E

Equipo.- Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

Estructura.- En aeronáutica los términos célula o estructura se refieren a la estructura mecánica de una aeronave, no incluye el sistema de propulsión.

F

Fugas.- Fuga es un término que se refiere tanto a la acción como al efecto del verbo fugar que puede traducirse como escapar o huir, en los casos de los fluidos que están contenidos en recipientes o tuberías, cuando estos tienen una avería que permiten que el gas se escape por allí, se dice que tienen una fuga.

G

Gross weight.- Peso bruto, es aquel que incluye la mercancía en sí, el empaque y el embalaje del mismo, en aviación hace referencia al peso total de la aeronave incluido combustibles, lubricantes y carga.

H

Half hubs.- Cubo de la rueda, es la parte de la rueda que contiene los cojinetes, estos garantizan que la rueda gire sin problemas, a su vez están unidos al eje, aumentan el control de la rueda.

I

Inspección.- Es el acto de examinar una aeronave o componente de aeronave para establecer la conformidad con un dato de mantenimiento.

L

Limpieza y descontaminación de aeronaves.- Acción de remover y/o desnaturalizar los residuos de plaguicidas presentes en una aeronave.

M

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

P

Pack wear.- Desgaste de paquete, hace referencia a la acción de desgaste de todo el dispositivo o conjunto de frenos que se produce por la fricción, o absorción de la energía cinética de sus componentes.

R

Rate- of- sink.- Rango de descenso, acción y resultado de descender, o pérdida regular de altitud de una nave.

S

Shuttle valve.- Válvula lanzadera o de doble efecto, permite que una de dos fuentes de entrada llegue a la salida e impide que las entradas se escapen hacia la otra fuente de entrada.

ABREVIATURAS

CASA.- Corporación Aeronáutica Sociedad Anónima

CN.- Casa Nurtanio

EADS.- European Aeronautic Defense and Space

FT.- Pies

GAE.- Grupo Aéreo del Ejército

GPU.- Ground Power Unit

IGPM.- Galones Imperiales Por Minuto

BIBLIOGRAFÍA

- FISICA PARA TODOS. (2016). *Principio de Pascal*. Recuperado el 09 de 08 de 2016, de Prensa Hidráulica:
<https://lafisicaparatodos.wikispaces.com/principio+de+pascal>
- MOTORGIGA. (1998). Recuperado el 08 de 25 de 2016, de hidráulica:
<https://diccionario.motorgiga.com/hidraulica>
- SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL. (19 de 02 de 2009). Recuperado el 07 de 09 de 2016, de proteccion respiratoria:
<https://seguridadhigiene.wordpress.com/2009/02/19/proteccion-respiratoria/>
- AERODECAL. (2015). *Aircraft Exterior Kits*. Obtenido de
<http://aerodecal.com/aircraft-exterior-kits/>
- AIRBUS, M. (2013). *MANUAL DE OPERACIONES VOL I. ESPAÑA*.
- ANDES. (s.f.). *ANDES SEGURIDAD*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de
<http://andesseguridad.com/>
- ANDREU, A. (2015). *A&P Andreu Brothers Ltd*. Obtenido de
<http://commercial.andreou.com/>
- BOEING, C. (2011). *AirFrame TextBook*. Jeppesen.
- CARRANZA, L. (22 de 05 de 2015). *EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de PROTECCIÓN PARA LAS MANOS: <http://blogseguridadindustrial.com/proteccion-para-las-manos/>
- CASA. (2001). *MANUAL DE CONTROL DE CORROSIÓN*. ESPAÑA.
- CASA, EADS. (2004). *MANUAL DE MANTENIMIENTO CAP 32*. ESPAÑA.
- CASTRO, J. R. (29 de 03 de 2013). *SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de CERO ACCIDENTES:
<http://seguridadceroincidentes.blogspot.com/2013/03/equipos-de-proteccion-para-todo-el.html>
- DICCIONARIO LEXICOON. (FEB de 2016). *lexicoon*. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de <http://lexicoon.org/es/lubricante>
- DIRECTINDUSTRY. (2014). *DirectIndustry.es*. Obtenido de
<http://www.directindustry.es/prod/ansell-occupational-healthcare/product-37233-517438.html>
- DUERTO SL. (2015). *duerto.com*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de
<http://www.duerto.com/normativa/calzado.php>

- EADS CASA. (2002). *LISTA DE MATERIALES CONSUMIBLES*. ESPAÑA.
- EADS CASA. (2002). *MANUAL DE MANTENIMIENTO*. ESPAÑA.
- EADS CASA. (2003). *MANUAL DE MANTENIMIENTO*. ESPAÑA.
- EADS CASA. (2013). *DESCRIPCION DE SISTEMAS*. ESPAÑA.
- EADS-CASA. (2008). *CMM CAP 32-41-71*. SEVILLA.
- FERNANDEZ, G. A. (03 de 08 de 2016). *SECUENCIACIÓN DE OPERACION DEL MONTAJE DE UN AVION C-295*. Obtenido de file:///C:/Users/Lenin/Downloads/TFM%20GUILLERMO%20APARICIO%20FDEZ-MELERO.pdf
- GALEON.COM. (2016). *TIPOS DE BOMBAS*. Recuperado el 01 de 9 de 2016, de <http://frenando.galeon.com/album1929871.html>
- GRUPOKATIVO. (2015). *GrupoKativo.com*. Obtenido de <http://www.grupokativo.com/sites/default/files/descargables/documentos/manual-seguridad.pdf>
- INGEMECANICA. (2016). *INGEMECANICA*. Recuperado el 25 de 08 de 2016, de TRANSMISIÓN DE POTENCIA: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>
- INSTITUTE NORTHROP AERONAUTICAL, S. (2008). *Entrenamiento y reparación de aviones*. Buenos Aires: Reverté.
- INTA, C. (1998). *AIRPLANE FLIGHT MANUAL*. ESPAÑA.
- LIMITED, D. A. (2000). *NOSE WHEEL*. ESPAÑA: EADS CASA.
- LIQUIDOS. (2016). *DEFINICIÓN DE LIQUIDO*. Recuperado el 25 de 08 de 2016, de <http://definicion.mx/liquido/>
- MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES. (2013). *CAP. 7 TREN DE ATERRIZAJE*. ESPAÑA.
- MILITARY, AIRBUS. (2012). *BRAKE UNIT P/N AHA 1802*. ENGLAND: HOLBROOK.
- MONTANARES, J. (s.f.). *PREVENCIÓN DE RIESGOS*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de INACU: http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm
- NERVION. (2003). *Nervion.com*. Obtenido de http://www.nervion.com.mx/web/literatura/productos_epoxicos.php
- PISOA. (2016). *PROTECCIÓN RESPIRATORIA*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de RESPIRADORES : <http://pisoa.com.pe/proteccion-respiratoria/>

- RCH. (2012). *PROTECCIÓN AUDITIVA*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de http://rchmaquinarias.com/productos/index.php?cPath=42_147
- REYES, F. (11 de 09 de 2015). *BOMBAS HIDRÁULICAS*. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de <http://mkfernandoreyes829355.blogspot.com/2015/09/bombas-hidraulicas-de-desplazamiento.html>
- ROBERT. (03 de 01 de 2014). *Pretextsa.com*. Recuperado el 09 de 08 de 2016, de Propiedades del fluido hidráulico Mil-H-5606: <http://www.pretextsa.com/rXeyZW0X.html>
- SEBASTIAN, S. (29 de Julio de 2015). *SlideShare*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2016, de <http://es.slideshare.net/sebastiansalamanca32/sistemas-hidraulicos-de-aviacin>
- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. (2015). *PROTECCIÓN AUDITIVA*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2013/10/proteccion-auditiva.html>
- SISMA. (2014). *ProteccionPersonal*. Obtenido de <http://www.sismaconsultores.com/proteccionper.html>
- SOLORZANO INDUSTRIAL. (2013). *EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL*. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de PROTECCIÓN OCULAR: http://www.solorzanoindustrial.com/proteccion_ocular.html
- THOMPSON, J. (1999-2016). *EHOW EN ESPAÑOL*. Recuperado el 04 de 08 de 2016, de Lifestyle: http://www.ehowenespanol.com/informacion-basica-del-sistema-hidraulico-sobre_164007/
- VENEMEDIA. (2014). *CONCEPTO DEFINICIÓN*. Recuperado el 25 de 08 de 2016, de VENEMEDIA: <http://conceptodefinicion.de/fluido/>

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO HIDRÁULICO MIL-H-5606

ANEXO B RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

ANEXO C HERRAMIENTA ESPACIAL PRUSSIAN

ANEXO D TABLA DE ESPECIFICACIONES AISI 4340

ANEXO E TABLA DE ESPECIFICACIONES AISI 1518

ANEXO F MANUAL DEL USUARIO DE LA HERRAMIENTA PRUSSIAN

ANEXO A

CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO HIDRÁULICO MIL-H-5606



Technical Data Sheet

AeroShell Fluid 41

AeroShell Fluid 41 is a mineral hydraulic oil manufactured to a very high level of cleanliness, and possesses improved fluid properties. AeroShell Fluid 41 contains additives which provide excellent low temperature fluidity as well as exceptional anti-wear, oxidation - corrosion inhibition and shear stability. In addition metal de-activators and foam inhibitors are included in this high viscosity index fluid to enhance performance in hydraulic applications. AeroShell Fluid 41 is capable of wide temperature range operation. AeroShell Fluid 41 is dyed red.

DESIGNED TO MEET CHALLENGES

Main Applications

- AeroShell Fluid 41 is intended as an hydraulic fluid in all modern aircraft applications requiring a mineral hydraulic fluid. AeroShell Fluid 41 is particularly recommended where use of a "superclean" fluid can contribute to improvements in component reliability, and can be used in aircraft systems operating unpressurised between -54°C to 90°C and pressurised between -54°C to 135°C.
- AeroShell Fluid 41 should be used in systems with synthetic rubber components and must not be used in systems incorporating natural rubber.
- AeroShell Fluid 41 is compatible with AeroShell Fluids 4, 31, 51, 61 and 71 and SSF/LGF.
- Chlorinated solvents should not be used for cleaning hydraulic components which use AeroShell Fluid 41. The residual solvent contaminates the hydraulic fluid and may lead to corrosion.

Specifications, Approvals & Recommendations

- Approved MIL-PRF-5606H* (both U.S. and European production)
- Approved DEF STAN 91-48 Grade Superclean* (European production only)
- Meets DEF STAN 91-48 Grade Normal (European production only) Equivalent to DEF STAN 91-48 Grades Superclean* & Normal (U.S. production only)
- Approved DCSEA 415/A (French)
- Analogue to AMG-10 (Russian)
- NATO Code H-5 15* (equivalent H-520)
- Joint Service Designation OM-15* (equivalent OM-18)

For a full listing of equipment approvals and recommendations, please consult your local Shell Technical Helpdesk, or the OEM Approvals website.

Typical Physical Characteristics

Properties		MIL-PRF-5606H	Typical US Production	Typical European Production	
Oil Type		Mineral	Mineral	Mineral	
Kinematic viscosity	@100°C	mm ² /s	4.90 min	6.13	5.30
Kinematic viscosity	@40°C	mm ² /s	13.2 min	15.68	14.1
Kinematic viscosity	@-40°C	mm ² /s	600 max	384	491
Kinematic viscosity	@-54°C	mm ² /s	2500 max	1450	2300
Viscosity index			-	214	Over 200
Flashpoint (Pensky Martin Closed Cup)		°C	82 min	104	105
Autoignition temperature		°C	-	230	230
Pour point		°C	-60 max	<-60	<-60
Total acid number		mgKOH/g	0.20 max	0	0.01
Evaporation loss 6 hrs	@71°C	%m	20 max	16.5	10
Water content		ppm	100 max	55	<100
Relative density	@15.6/15.6°C		Report	0.874	0.87

Properties		MIL-PRF-5606H	Typical US Production	Typical European Production
Colour		Red	Red	Red
Particulate contamination, number of particles per 100 ml in size range	5 to 15 µm	10000 max	1200	808
Particulate contamination, number of particles per 100 ml in size range	15 to 25 µm	1000 max	550	116
Particulate contamination, number of particles per 100 ml in size range	25 to 50 µm	150 max	70	44
Particulate contamination, number of particles per 100 ml in size range	50 to 100 µm	20 max	5	10
Particulate contamination, number of particles per 100 ml in size range	over 100 µm	5 max	0	1
Copper corrosion		2e max	1b	2b
Steel on steel wear, scar diam	mm	1.0 max	0.65	0.95
Rubber swell, I rubber	%	19 to 30	22	25.4
Corrosiveness & oxidation, 168 hrs @135°C - metal weight change		Must Pass	Passes	Passes
Corrosiveness & oxidation, 168 hrs @ 135°C - viscosity change	@40°C %	-5 to +20	8.08	+0.1
Corrosiveness & oxidation, 168 hrs @135°C - acid number change	mgKOH/g	0.20 max	0.02	+0.1
Low temperature stability 72 hrs	@-54°C	Must Pass	Passes	Passes
Shear stability - viscosity change	@40°C	Must Pass	Passes	Passes
Shear stability - acid number change		0.2 max	Less than 0.2	Less than 0.2
Gravimetric filtration	mg/100m	0.3 max	0.1	Less than 0.3
filtration time	min	15 max	10	Less than 15
Foaming tendency		Must Pass	Passes	Passes
Barium content	ppm	10 max	Nil	Nil

These characteristics are typical of current production. Whilst future production will conform to Shell's specification, variations in these characteristics may occur.

Health, Safety & Environment

- Health and Safety

Guidance on Health and Safety is available on the appropriate Material Safety Data Sheet, which can be obtained from <http://www.epc.shell.com/>

- Protect the Environment

Take used oil to an authorised collection point. Do not discharge into drains, soil or water.

Additional Information

- Advice

Advice on applications not covered here may be obtained from your Shell representative.

- *Superclean grades

The British specification DEF STAN 91-48 covers two grades (normal and superclean) of mineral hydraulic fluid which differ only in their cleanliness limits. AeroShell Fluid 41 is manufactured to meet the superclean requirements and thus it also meets the requirements of the normal grade.

ANEXO B
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN



Brigada de Aviación del Ejército

ORDEN DE TRABAJO.

NÚMERO DE ORDEN	RESPONSABLE	AERONAVE/MATRICULA	HORAS
00100005195	POZO CANDO LEMIN GSWALDO	Casa C2205-300M AEE-503	4500.88

UNIDAD	FECHA DE EMISIÓN	FECHA QUE TERMINA	ESPECIALIDAD
GAE-44 "PASTAZA"	2016-10-28 00:00:00.0	2016-10-31 00:00:00.0	Mecánica

DETALLE DE LOS TRABAJOS A REALIZAR		
ACTIVIDAD	DIAS	OBSERVACIONES
MANTENIMIENTO	2	SE REQUIERE MTTTO. Y COMPROBACION DE FUGAS EN CAMARAS DE FRENO

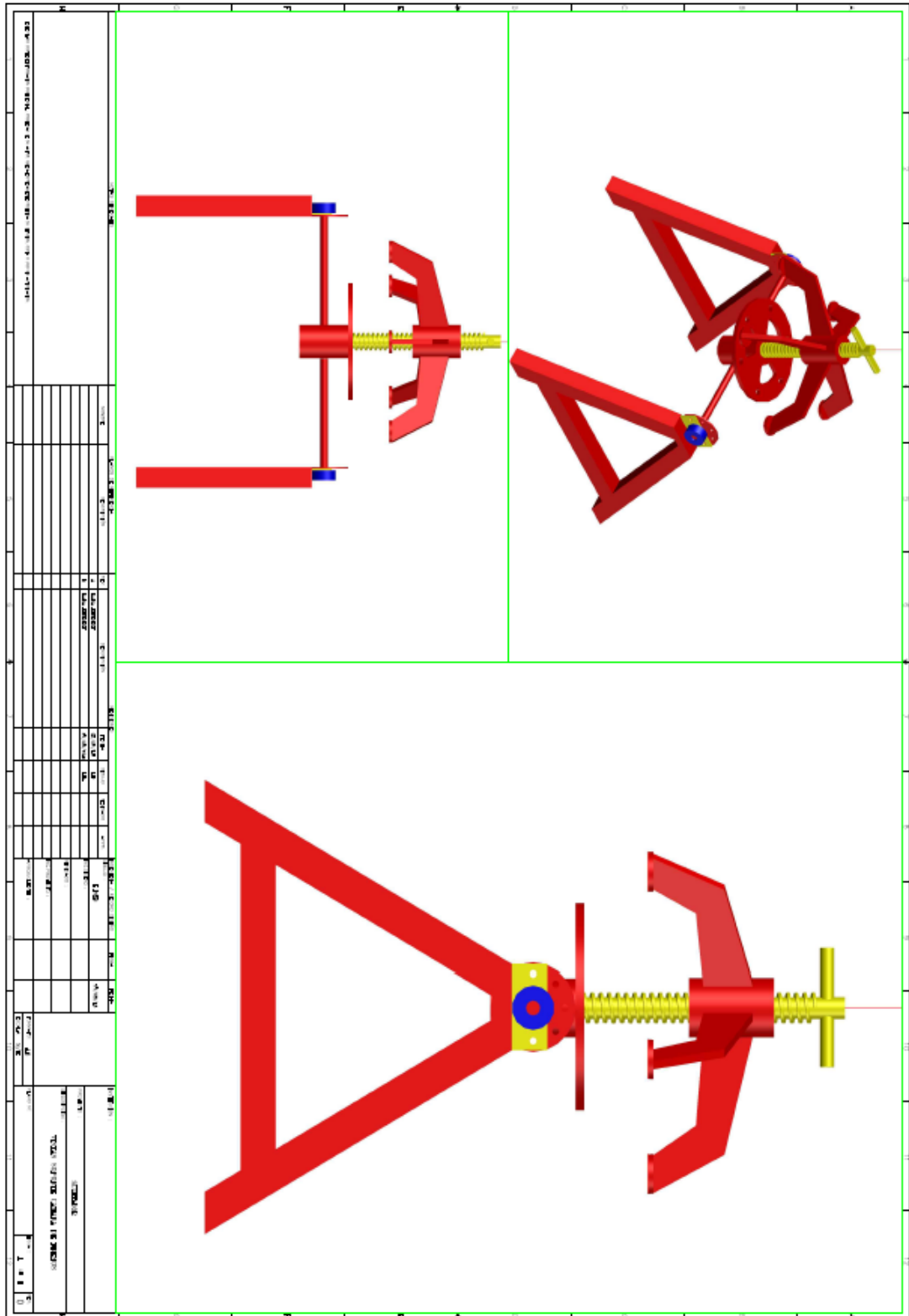
OBSERVACIONES


 Roberto Acosta
 Nombre y Firma


 Solicitado por
 Carlos Gavi Henry
 Nombre y Firma

ANEXO C

HERRAMIENTA ESPECIAL PRUSSIAN DISEÑADA EN SOLID WORK



ANEXO D

TABLA DE ESPECIFICACIONES AISI 4340

SAE 4340

Descripción: Acero de medio carbono aleado con Cr-Ni-Mo. Posee buena resistencia a la fatiga, alta templabilidad, excelente tenacidad, regular maquinabilidad y baja soldabilidad. No presenta fragilidad de revenido. Apto para piezas y herramientas de grandes exigencias mecánicas.

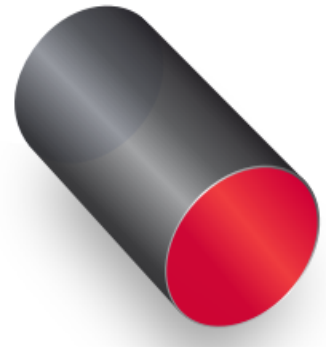
Usos: Piezas y herramientas sometidas a las más grandes exigencias y a los más altos esfuerzos estáticos y dinámicos. Cigüeñales, cardanes, piñones, pernos y tornillos de alta resistencia, engranajes para máquinas, discos de freno, barras de torsión y árboles de transmisión.

SAE 4340

Composición química (%)	
C	0,38 - 0,43
Mn	0,60 - 0,80
Si	0,15 - 0,35
P	0,035 Máx.
S	0,04 Máx.
Cr	0,70 - 0,90
Ni	1,65 - 2,00
Mo	0,20 - 0,30

Tratamiento térmico		
Valores en °C		
Forjado	850 - 1100	
Normalizado	870 - 900	
Revenido	530 - 670	
Recocido	750 - 850	
Templado	Aceite	840 - 880

Propiedades mecánicas	
Bonificado	
Resistencia a la tracción	95 - 105 kgf/mm ²
Límite de fluencia	60 - 74 kgf/mm ²
Dureza (HB)	280 - 340
Elongación	10 - 18 %



Formas: Redonda
Suministro: Laminado y forjado (Bonificado)

ANEXO E

TABLA DE ESPECIFICACIONES AISI 1518

ACERO AISI-SAE 1518 (UNS G15180)

1. *Descripción:* acero al carbono con alto contenido de manganeso. Para fabricación de componentes de maquinaria que requieran alta resistencia. La forma de tubo le permite ahorro de material cuando requiera fabricar piezas que deben tener hueco en su centro. Es adecuado para el proceso de cementación dejando una capa superficial dura y su núcleo tenaz.

2. *Normas involucradas:* ASTM A29

3. *Propiedades mecánicas:*

- Dureza 190 - 220 HB (92 - 97 HRb)
- Esfuerzo de fluencia 490 MPa (71 KSI)
- Esfuerzo máximo 657 MPa (95 KSI)
- Elongación máxima 18%
- Reducción de área 60%

4. *Propiedades químicas:*

- 0.15 – 0.21% C
- 1.10 – 1.40 % Mn
- 0.04 % P máx
- 0.05 % S máx

5. *Usos:* se pueden fabricar bujes, acoples, piñones, y ejes de transmisión. Con el tratamiento de cementación se pueden fabricar engranajes, levas, ejes y tornillos.

6. *Tratamientos térmicos:* este acero puede ser sometido a la cementación. Se puede normalizar (900 – 920°C) y se puede endurecer por austenizado (860 – 890 °C) y temple en agua.

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores exactamente exactos para su uso en el diseño.

ANEXO F

MANUAL DEL USUARIO DE LA HERRAMIENTA ESPECIAL PRUSSIAN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MANUAL PARA EL USO DE LA HERRAMIENTA ESPECIAL PRUSSIAN



INDICE

INTRODUCCION	ix
NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD	ix
NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD.....	x
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA HERRAMIENTA	xi
APLICACIONES.....	xi
INSTRUCCIONES DEL ENSAMBLADO	xi
LISTADO DE PARTES DE LA HERRAMIENTA PRUSSIAN	xii
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN.....	xii
MANTENIMIENTO.....	xiii

INTRODUCCION

Su herramienta tiene muchas características que harán su trabajo más rápido y fácil. Seguridad, comodidad, y confiabilidad fueron tomadas como prioridad para la construcción de esta herramienta de fácil mantenimiento y operación.



ADVERTENCIA: Lea atentamente el manual completo antes de intentar usar esta herramienta. Asegúrese de prestar atención a todas las advertencias y las precauciones a lo largo de este manual.

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD



ADVERTENCIA: lea, estudie y siga las instrucciones de este manual antes del ensamblado u operación de la herramienta. El no seguir las instrucciones puede ocasionar lesiones personales o de propiedad.

GUARDE ESTAS INSTRUCCIONES

AREA DE TRABAJO _____

Mantenga su área de trabajo limpia y bien iluminada. Mesas desordenadas y áreas oscuras pueden causar accidentes.

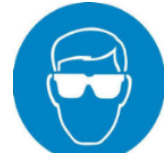
Esta herramienta fue construida para utilizarse sobre superficies sólidas y niveladas.

Mantenga a los observadores, niños y visitantes lejos de la herramienta mientras la está operando las distracciones pueden causar la pérdida del control.

Evite trabajar sobre superficies resbaladizas o contaminadas con algún tipo de aceite o lubricante.

SEGURIDAD PERSONAL

Manténgase alerta, y use el sentido común cuando esté usando la herramienta, no la use cuando este cansado o bajo la influencia de las drogas, alcohol o medicación. Un momento de distracción mientras está usando la herramienta puede tener como resultado una lastimadura seria.



Vístase correctamente. No use ropa floja o joyería. Mantenga su pelo, vestimenta y guantes lejos de las partes móviles. La ropa suelta, la joyería o el pelo pueden ser atrapados en las partes móviles.

Use siempre equipo de seguridad. Siempre utilice protección ocular, casco y zapatos de seguridad, acero u otros materiales pueden astillarse y caerse debido a la fuerte presión que la prensa soporta.

Se ha hecho todo lo posible para asegurarnos que la prensa ofrezca lo último en medidas de seguridad, pero no obstante, no se le ha incluido el sentido común, asegúrese de siempre llevarlo con usted cuando realice un trabajo.

NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD

- Si detecta o sospecha de alguna falla inminente a la estructura discontinúe su uso inmediatamente. Inspecciónela a una corta distancia y verifique que se encuentre en buen estado.
- Atornille la prensa al suelo o a una superficie fija para mayor seguridad.
- No utilice la prensa para comprimir resortes o cualquier objeto que pueda escapar de la base y pueda causar daños.



ADVERTENCIA: El incumplimiento de estas normas puede ocasionar severos daños personales o de propiedad. Se recomienda utilizar el sentido común al operar la prensa.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA HERRAMIENTA

Código	001
Descripción	Prussian Prensilla
Ciclo de trabajo	Según detalle de MMC CASA Cap. 32-41-72
Capacidad	3000 PSi
Peso	30 libras
Alto	305 mm
Largo	400 mm
Ancho	380 mm

APLICACIONES

Su herramienta especial Prussian de acero resistente con forma de disco sobrepuesto y tornillo intermedio es excelente para realizar las pruebas de funcionamiento de los pistones de las cámaras de frenos de los Aviones Casa CN-235. Se puede separar uno de sus cinco brazos superiores para permitir la extracción de uno de los pistones internos del conjunto para reemplazar sus partes en caso de existir fugas o mal funcionamiento. Y nuevamente montar el brazo para soportar gran presión con poco esfuerzo para todos sus trabajos de pruebas de fugas.

INSTRUCCIONES DEL ENSAMBLADO

Para el ensamblado y uso de su herramienta especial Prussian deberá primeramente:

- verificar su estado y condición.
- asegure la cámara de frenos al soporte de la herramienta con las arandelas especiales
- Coloque la parte superior de la herramienta en el tornillo.
- Introduzca el tornillo en el orificio del soporte según su conveniencia y asegure la herramienta.
- Aplique presión y verifique el control de fugas.



LISTADO DE PARTES DE LA HERRAMIENTA PRUSSIAN

La herramienta prusian consta de las siguientes partes:

1. Soporte principal.
2. Tornillo de seguridad.
3. Soporte superior de cinco patas.
4. Dos tuercas de seguridad, (una superior y una inferior).
5. Dos arandelas especiales para asegurar la cámara de frenos.
6. Gua del usuario.

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

1. Antes de utilizar el producto por primera vez, verifique que sus partes se encuentren completas.
2. Verifique el estado y condición de sus componentes, si alguna no llegase a encontrar en condiciones, discontinúe su uso e informe inmediatamente.



ADVERTENCIA: Asegúrese de leer, entender y aplicar las instrucciones de seguridad antes de utilizar su herramienta.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: POZO CANDO LENIN OSWALDO

GRADO: CBOP. DE A.E.

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 05 - NOV - 1987

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0401411319

CORREO ELECTRÓNICO: pozolenin@hotmail.com

TELÉFONO: 0988544928

DIRECCIÓN: CARCHI – SAN PEDRO DE HUACA – SAN PEDRO DE LA CRUZ



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA:

Escuela Manuel María Velazco

Carchi – San Pedro De Huaca – Huaca

SECUNDARIA:

Colegio Nacional Huaca

Carchi – San Pedro De Huaca – Huaca

SUPERIOR:

Escuela De Formación De Soldados De La Fuerza Terrestre.

Unidad De Gestión De Tecnologías – Espe

Cotopaxi - Latacunga – Ecuador

TÍTULO OBTENIDO

Bachiller en Ciencias “Físico Matemático”

Tecnólogo en Ciencias Militares

Aerotécnico en la Especialidad De Aviones ETAE-15

Tecnólogo Aeronáutico en la Carrera de Aviones

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

Grupo Aéreo del Ejército N° 45 "Pichincha" Mecánico aeronáutico

Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "Pastaza" Mecánico aeronáutico,

Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "Pastaza" Pasantías ESPE

Escuela De Aviación Del Ejército Capt. Fernando Vasconez, Pasantías
ESPE

CURSOS Y SEMINARIOS

Jornadas académicas de electromecánica

Curso de derechos humanos

Curso de derecho internacional humanitario

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

POZO CANDO LENIN OSWALDO

C.C 0401411319

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. RODRIGO BAUTISTA

Latacunga, 03 DE Marzo del 2017