

KIT DE TRABAJO PARA EFECTUAR INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y OVERHAUL PARA LAS CAJAS DE (42° Y 90°); LOS EJES DEL ROTOR DE COLA Y HANGERS DE LOS EQUIPOS BELL 212 / 412 Y HUEY II

WORK KIT TO EXECUTE THE INSPECTION, MAINTENANCE AND OVERHAUL FOR INTERMEDIATE GEAR BOX AND TAIL ROTOR GEAR BOX (42° AND 90°); THE TAIL ROTOR DRIVESHAFT AND HANGER OF THE EQUIPMENTS BELL 212 / 412 AND HUEY II

Por: DS Isaza Medina Harvey, DS Jaimes Sandoval Wilman, DS Lizcano Estupiñan Emanuel, DS López Cáceres David

ABSTRACT: With the acquisition of the work kit, the hangar of helicopters of the Air Command of Maintenance FAC, will have an essential tool to make inspection tasks, maintenance and overhaul of the intermediate gear box and tail rotor gear box (42° and 90°); the tail rotor driveshaft and hanger of the assigned equipments to this unit (CAMAN), like Bell 212/412 and HUEY II. Identifying an opportunity of improvement on inspection time, the maintenance and repair of these components for the enlistment percentage of this team contributing to the operator's industry security, as well as the components.

Highlighting out that it is an own innovative design that counts with the requirements of the regulator entities of aeronautical maintenance.

key words. Work Kit, boom Tail, Hanger, propeller axis, box (42° and 90°)

RESUMEN: Con la adquisición del KIT de trabajo el hangar de helicópteros del Comando Aéreo de Mantenimiento FAC, contará con una herramienta esencial para efectuar trabajos de inspección, mantenimiento y overhaul de las cajas de (42° y 90°); los ejes del rotor de cola y hangers de los equipos asignados a dicha unidad (CAMAN), como son Bell 212 / 412 y HUEY II. Identificando una oportunidad de mejora en el tiempo de inspección, mantenimiento y reparación de estos componentes para el porcentaje de alistamiento de dichos equipos aportando a la seguridad industrial del operario como de los componentes.

Resaltando que es un diseño propio innovador que cuenta con los requerimientos de las entidades reguladoras de mantenimiento aeronáutico.

PALABRAS CLAVES. KIT de trabajo, Tail boom, Hanger, eje impulsor, cajas de (42° Y 90°).

Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2014

Fecha de aprobación: 28 de noviembre de 2014

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Fuerza Aérea Colombiana en el cumplimiento de su misión institucional diariamente lleva a cabo operaciones aéreas que involucran sus aeronaves, para tal caso debe cumplir con la normativa de aeronavegabilidad.

De ahí que en la unidad de asignación de cada equipo aeronáutico estas tareas se realicen de manera segura y técnica.

El comando Aéreo de Mantenimiento FAC en búsqueda del cumplimiento de la misma, realiza diferentes trabajos de mantenimiento de excelente calidad dentro de ellos se destacan los que se llevan a cabo en el taller de helicópteros.

Con el fin de contribuir al cumplimiento de las tareas programadas; un grupo de alumnos crea un KIT de trabajo para mejorar el proceso de mantenimiento de algunos componentes del tail boom (caja de 42º y 90º, ejes y hangers.) de los equipos Bell 212 / 412 y HUEY II. De la Fuerza Aérea Colombiana. De forma técnica y preservando la seguridad de los mismos y los operarios. Puesto que la forma en que se hacen actualmente estos procesos no es segura y no cumple con parámetros técnicos, cabe enunciar uno de ellos mandatorio por el manual de mantenimiento Bell Model UH-1H II Helicopter, (BHT PUB-92-004-23) como es la inspección visual a los componentes la cual se debe hacer con una lupa de 5x (5 dioptrías) que fue incorporada al KIT de trabajo además cuenta con una serie de características técnicas que lo hacen un elemento con la calidad exigida.

Para su consecución se contó con la colaboración de técnicos y operarios del taller de helicópteros, taller maquinaria, taller soldadura quienes con su diferente conocimiento en su ámbito laboral guiaron el trabajo de investigación; al igual que los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académica que contribuyeron en esta investigación, tales como diseño en sistemas CAD, la física, las publicaciones técnicas, el inglés técnico y la resistencia de materiales entre otras como las clases de mantenimiento aeronáutico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los equipos 212 / 412 y HUEY II, de la Fuerza Aérea Colombiana exactamente los asignados al Comando Aéreo de Mantenimiento CAMAN se encuentra en el hangar de helicópteros, en el cual se realiza los procesos de mantenimiento de nivel I, II, Y III; específicamente de la parte del tail boom.

El proceso que se hace a las cajas de (42º y 90º), a los ejes y los hangers, consiste en desinstalar y almacenar en un Stand, para luego realizar el trabajo de inspección y mantenimiento. Este procedimiento no cuenta con los estándares de seguridad y protección de los componentes, provocando daños y afectando el porcentaje de alistamiento de los equipos.

Adicionalmente, las cajas al quedar sueltas y sin la protección requerida, pueden generar accidentes por caídas o mala manipulación al personal de técnicos.

Por otro lado, se puede ver afectada la salud de los técnicos encargados de realizar estas tareas, al observar la mala postura ergonómica de trabajo que adoptan cuando realizan las actividades requeridas para la inspección de las cajas de (42º y 90º), los ejes y los hangers.

Con este problema surgió la idea de elaborar un KIT de trabajo para la inspección, mantenimiento y overhaul. Buscando que cada una de estas actividades sea más segura, eficiente y práctica a la hora de su desarrollo.

FORMULACIÓN DE PROBLEMA

¿Cómo mejorar la inspección, mantenimiento y overhaul de los componentes dinámicos del tail boom como lo son cajas de (42º y 90º), los ejes y los hangers de los equipos Bell 212 / 412 y HUEY II.?

OBJETIVOS

Objetivo General

Mejorar el proceso de inspección, mantenimiento y overhaul para las cajas de (42º Y 90º); los ejes del rotor de cola y hangers de los equipos Bell 212 / 412, HUEY II de la Fuerza Aérea Colombiana.

Objetivos Específicos

- Realizar el diseño de los bancos de trabajo en sistemas CAD teniendo en cuenta los cálculos obtenidos.
- Construir los bancos de acuerdo al diseño realizado en sistemas CAD.
- Optimizar los recursos humanos, económicos y técnicos del área de mantenimiento.
- Buscar la clasificación por DICEX, y posteriormente la certificación de DIMAN.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

El planteamiento del problema anteriormente mencionado se desarrollará, aplicando los métodos mencionados a continuación: investigación aplicada, investigación descriptiva, investigación bibliográfica e investigación de campo.

Investigación Aplicada: La forma de esta investigación es aplicada, ya que se parte de la teoría de las ciencias básicas para confrontarla con la realidad,

Investigación Descriptiva: Esta consiste en detallar situaciones y eventos, es decir, cómo es y cómo se manifiesta determinada situación.

La investigación descriptiva: en comparación con la naturaleza poco estructurada de los estudios exploratorios, requiere considerable conocimiento del área que se investiga para formular las preguntas específicas que busca responder.

Investigación Bibliográfica: Se recopiló toda clase de información proporcionada por fuentes secundarias como textos, artículos, manuales, reglamentos, puntos de información técnica de la escuela de suboficiales, información recolectada en la unidad del Comando Aéreo de Mantenimiento.

Investigación de Campo: Luego de haber investigado y consultado con personal técnico tanto del Comando Aéreo de Mantenimiento, como grupo de suboficiales especialistas en el área mencionada, de la Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz; llevamos a cabo una encuesta en la cual logramos conocer la importancia que tiene llevar a cabo el desarrollo del "Kit de trabajo para efectuar inspección, mantenimiento y overhaul para las cajas de (42º y 90º); y los ejes del rotor de cola y hangers de los equipos Bell 212 / 412 y HUEY II".

ESTUDIO TÉCNICO

Dicho KIT consta de dos bancos uno de ellos dispuesto para las cajas, este compuesto por dos soportes que sujetaran cada una de las cajas (42º y 90º); estos soportes reposan en una estructura convencional es decir la de una mesa de trabajo estándar que en su parte superior cuenta con una distribución de bigas diseñadas para que resistan el peso de las cajas (42º y 90º); y permitan su sostenimiento sobre el banco para poder manipular las piezas. Además cuenta con el suficiente espacio a la hora de realizar los trabajos que cuenta dicho KIT con el objetivo de garantizar su accesibilidad y organización en el área de trabajo.

Por otro lado existe otro banco que será utilizado para albergar los ejes y hangers el cual contara con una estructura diferente al anterior está en forma de

T aprovechando la parte superior para los trabajos de mantenimiento e inspección, sin embargo cuenta con un nivel inferior dispuesto para el almacenamiento posterior a la inspección, mantenimiento y ensamble de ejes y hangers. Contará también con una lámpara de lupa de 5X con brazo flexible que permitirá realizar la inspección visual del elemento y poder dar un diagnóstico para la reparación o procedimiento a seguir.

Estos bancos de trabajo también cuentan con ruedas industriales SUPO las cuales ofrecen un valor muy importante en el momento de ser transportados dentro del taller de helicópteros del comando aéreo de mantenimiento puesto que en dicho hangar además de tener equipos asignados para su mantenimiento.

También se lidera el proyecto de conversión de equipos UH-1H a HEUY II y es ahí donde se observaron los beneficios de estas herramientas.

Un factor importante que se tuvo en cuenta con la realización de los diseños fue sin lugar a duda la seguridad tanto de los componentes aeronáuticos que allí se trabajan como la seguridad del operario, dado que las cajas (42º y 90º) de los equipos anteriormente enunciados en primer lugar su valor monetario es alto también su peso es considerable y una caída podría causar daños a la salud de los operarios es por estas razones el cuidado a la hora de realizar los cálculos de las vigas que soportarían los pesos de dichas cajas y a su vez los cálculos de esfuerzos de cada soporte y estructura anteriormente enunciadas.

Para la consecución de este kit de trabajo inicialmente se diseñó en AUTO CAD en donde se asignaron los valores exactos con los que se trabajaría posteriormente con el fin de realizar la distribución de las piezas que van sujetas a la mesa de trabajo teniendo en cuenta los cálculos hechos inicialmente para la división de las vigas especialmente en el banco donde se realiza la inspección y mantenimiento a las cajas (42º y 90º) ya que este a diferencia el otro banco no tiene que soportar grandes cargas y esfuerzos.

Luego de presentar el diseño en el hangar de helicópteros del comando aéreo de mantenimiento CAMAN

y de ser aprobado se dio lugar a su construcción física que fue realizada específicamente con los siguientes materiales y características propias de diseño.

La gráfica No.1 muestra el diseño del prototipo en sistemas CAD de cómo quedaría terminado en la imagen se muestra en su vista superior.



Figura 1. Prueba estructural. Fuente pruebas piloto para el banco de almacenamiento de las hélices del T27.

El banco de trabajo N1 cuya función es reposar las cajas de (42° y 90°) de los equipos Bell 205 / 212/ 412 y HUEY II asignados al comando aéreo de mantenimiento CAMAN; para que allí se les inspeccione y se realice el tipo de mantenimiento al que sea necesario y ordene el manual.

Principalmente la estructura está hecha de tubería rectangular y cuadrada de Acero Cold Rolled distribuida así:

Tubo rectangular de 1½" x 3" y calibre 1.2 mm: empleada para las vigas o travesaños.

Tubo cuadrado de 1½" x 1½" y calibre 1.2 mm: empleada para los soportes horizontales.

También para su fácil maniobrabilidad o manejo en el hangar cuenta con un total de 4 ruedas móviles dos de ellas con frenos.

La parte superior donde van sujetos los soportes de las cajas está compuesta por madera de alta densidad.

El soporte de la caja de 42° está construido en ángulo de 1" x 1" y calibre ¼; el soporte de la caja de 90° está construido en platina de 7 mm.

Además se deja habilitado el espacio para sujetar la lámpara con lupa de 5X para las inspecciones visuales internas mandatarías del manual.

Para dicha construcción se partió del diseño de su estructura presentada en la gráfica No.2 en la que se puede observar la distribución de sus bigas.



Figura 2. Diseño en AUTO CAD de la estructura del banco de trabajo N1 que soporta las cajas de (42° y 90°).

Su estructura esta soldada y posteriormente tratada contra la corrosión para de este modo preservar y mantener la vida útil del mismo en este caso se adiciono un recubrimiento primario de primer anticorrosivo industrial para luego cubrir la superficie de pintura amarillo mate tipo doméstico.

Sus dimensiones son 1.20 metros de largo, 70 centímetros de ancho y 1.10 metros de alto.

La gráfica N8 se observa el diseño de los soportes de las cajas al igual este fue hecho en sistemas CAD para posteriormente construirlo; el soporte N1 hecho en platina de Acero 1020 de 7mm y sujeto a la bigas con tornillos acerados y tuercas de seguridad. El soporte N2 está asegurado de la misma manera que el anterior a diferencia que su construcción está hecha en Angulo A 36 de 1" por 1/8.

Estos soportes fueron trabajados en el taller de maquinaria del comando aéreo de mantenimiento CAMAN basados en planos tomados de los equipos afectados.



Figura 3. Diseño en AUTO CAD de los soportes donde reposan las cajas de (42° y 90°).

Dentro de las recomendaciones al momento de utilizar el banco de trabajo se debe resaltar el cuidado cuando se transporta dentro del taller y estén sujetas las cajas, ya que, el peso de las mismas es aproximado de 25 kg y una caída a esa altura puede causar daños a

los operarios, al igual que se puede afectar las cajas de (42º y 90º), las cuales tienen un valor económico alto y lo más preocupante retrasar que una equipo salga a vuelo a cumplir con la misión estipulada.

Al igual que el anterior se diseñó el prototipo en sistemas CAD como se muestra en la gráfica N4 adjunta a continuación.



Figura 4. Diseño en AUTO CAD banco de trabajo N2 para realizar inspección mantenimiento y almacenamiento de ejes y hangers.

Por otra parte el banco de trabajo N2 cuya función es reposar los ejes y hangers de los equipos Bell 212/ 412 y HUEY II asignados al comando aéreo de mantenimiento CAMAN; para que allí se les inspeccione y se realice el tipo de mantenimiento al que sea necesario y ordene el manual.



Figura 5. Diseño en AUTO CAD de la estructura del banco de trabajo N2 que soportan los ejes y hangers.

Se observa el diseño de la estructura hecha en sistemas CAD con el mismo fin del anterior, distribuir cargas para posteriormente construirlo y así aprovechar su área de trabajo como se ilustra en la gráfica N 5.

Principalmente la estructura está hecha de tubería rectangular de Acero Cold Rolled A 36 distribuida así:

Tubo cuadrado de 1½" x 1½" y calibre 1.2 mm: empleada para toda su estructura.

También para su fácil maniobrabilidad o manejo en el hangar cuenta con un total de 4 ruedas móviles dos de ellas con frenos.

Los soportes donde reposan los ejes son de madera.

Lámpara lupa de 5x para realizar inspección visual.

Básicamente el diseño de los prototipos de los soportes de los ejes son en forma de U y al igual que los anteriores fueron creados en sistemas CAD como se describen en la gráfica No.6.



Figura 6. Diseño en AUTO CAD de los soportes donde reposan los ejes y hangers.

Al igual que el banco de trabajo N1 la estructura del banco N2 está soldada y posteriormente tratada contra la corrosión de este modo preservar y mantener la vida útil del mismo para este caso se adicionó un recubrimiento primario de primer anticorrosivo industrial para luego cubrir la superficie de pintura amarillo mate tipo doméstico.

Sus dimensiones son 1.70 metros de largo, 70 centímetros de ancho y 1.10 metros de alto.

De igual forma que el banco de trabajo N1 se estipulan los cuidados al momento de ser transportado este también cuenta con recomendaciones pese a que los soportes donde reposan los ejes están diseñados para que no se salgan ya que la caída de alguno de estos ejes se llevase a cabo los daños son irreversibles puesto que los elementos son delicados y frágiles la mínima grieta o golpe da lugar a que sea reemplazado inmediatamente.

Otro componente que requiere un cuidado especial es la lámpara lupa que es utilizada para inspeccionar visualmente los ejes y los hangers.

CÁLCULOS DE ESFUERZOS

Basándonos en normas técnicas y legales se realizaron los cálculos debidos para la debida implementación de los materiales.

A continuación se anexa dichos cálculos de esfuerzo del material para posteriormente ser comparados en tablas de esfuerzos de materiales.

➤ Cálculo de esfuerzo para el soporte de la caja de 42º.

$$e^n = P/A$$

$$A = b \times h$$

$$e^n = 15 \text{ lbs.} / 41.84 \text{ in}^2$$

$$A = 7,0866 \text{ in} \times 5,9055 \text{ in}$$

$$e^n = 0,358 \text{ PSI}$$

$$A = 41.84 \text{ in}^2$$

- Cálculo de esfuerzo para el soporte de la caja de 90°.

$$e^n = P/A$$

$$A = b \times h$$

$$e^n = 30 \text{ lbs.} / 46.49 \text{ in}^2$$

$$A = 9,8425 \text{ in} \times 4,7244 \text{ in}$$

$$e^n = 0,645 \text{ PSI}$$

$$A = 46.49 \text{ in}^2$$

- Cálculo de esfuerzo para el banco de trabajo donde están : cajas de (42° y 90°).

$$e^n = P/A$$

$$A = b \times h$$

$$e^n = 125 \text{ lbs.} / 1302.01 \text{ in}^2$$

$$A = 47,2440 \text{ in} \times 27,5590 \text{ in}$$

$$e^n = 0,096 \text{ PSI}$$

$$A = 1302.01 \text{ in}^2$$

- Cálculo de esfuerzo para el banco de trabajo donde están : cajas de (42° y 90°).

$$e^n = P/A$$

$$A = b \times h$$

$$e^n = 80 \text{ lbs.} / 1844,496 \text{ in}^2$$

$$A = 66,929 \text{ in} \times 27,5590 \text{ in}$$

$$e^n = 0.043 \text{ PSI}$$

$$A = 1844,496 \text{ in}^2$$

$e^n =$ esfuerzo normal

P= peso

A= área

b= base

h = altura

Dados los resultados obtenidos en los cálculos de esfuerzo realizados, basados en las medidas exactas de las estructuras y soportes y comparados en tablas de resistencias de materiales y esfuerzos del acero 1020 y cold rolled. Dichos valores están dentro de los parámetros que nos brinda la tabla es por esta razón que se construye en estos materiales.

Además, las ruedas que se implementaron soportan 100 kg cada una para cada banco de trabajo. Al igual que se realizaron pruebas de deformaciones a los soportes puesto que estos deben resistir grandes torques.

CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó el KIT de trabajo que permite hacer más ágil, fácil y seguro los trabajos de mantenimiento de los componentes aeronáuticos relacionados (cajas de 42° y 90°, ejes y hangers.) de los equipos Bell 212 / 412 y HUEY II.
- Por otro lado a lo largo del desarrollo de la investigación, se encontraron otras áreas que se verían beneficiadas con la implementación del KIT para realizar trabajos de mantenimiento como es el taller de componentes dinámicos donde se realizan reparaciones mayores dichos componentes del tail boom.

- La consecución de este proyecto nos es gratificante desde el punto educativo por la implementación de los conocimientos adquiridos en el periodo de formación académica específicamente en las aéreas de mantenimiento aeronáutico, física, resistencia de materiales, sistemas CAD, metodología de la investigación estas dentro de las más importantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de Mantenimiento Aeronautico FAC. (n.d.). Manual de Mantenimiento Aeronautico FAC. *Manual de Mantenimiento Aeronautico FAC*.
2. Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Constitución Política de Colombia. Retrieved from constituion.poltica.de.colombia:constitucion.politica.de.colombia
3. DECISIÓN 486: Régimen común sobre propiedad industrial. (n.d.). DECISIÓN 486: Régimen común sobre propiedad industrial . *DECISIÓN 486: Régimen común sobre propiedad industrial* .
4. Estatuto de Seguridad Industrial resolucion N 02400 de 1979 (mayo 22). (1979, mayo 22). estatuto de seguridad industrial. bogota, colombia.
5. <http://guiahelicopteros.com>. (n.d.). <http://guiahelicopteros.com/inventor-del-helicoptero/>. Retrieved from <http://guiahelicopteros.com/inventor-del-helicoptero/>: <http://guiahelicopteros.com/inventor-del-helicoptero/>
6. <http://incolor.inetnebr.com>. (n.d.). incolor.inetnebr. Retrieved from *incolor.inetnebr*: <http://incolor.inetnebr.com/iceman/helicopt.htm>
7. <http://www.aviheco.com>. (2011). Aviheco SA © . Retrieved from *Aviheco SA ©* : <http://www.aviheco.com/aviheco-eng-index.html>
8. <http://www.bellhelicopter.com/>. (n.d.). *bell helicopter*. Retrieved from bell helicopter: http://www.bellhelicopter.com/en_US/Military/Military.html
9. <http://www.ecured.cu>. (n.d.). *ecured*. Retrieved from *ecured*: http://www.ecured.cu/index.php/Resistencia_mec%C3%A1nica

10. <http://www.flugzeuginfo.net>. (n.d.). http://www.flugzeuginfo.net/acdata_php/acdata_412_en.php. Retrieved from http://www.flugzeuginfo.net/acdata_php/acdata_412_en.php.
11. <http://www.helis.com>. (1997). helicopter history site. Retrieved from *helicopter history site*: <http://www.helis.com/database/model/92/>
12. <http://www.metaza.com.co>. (n.d.). *metaza*. Retrieved from metaza: http://www.metaza.com.co/sites/default/files/pages/datasheets/acero_cold_rolled.pdf
13. <http://www.metaza.com.co>. (n.d.). *metaza*. Retrieved from metaza: http://www.metaza.com.co/sites/default/files/pages/datasheets/acero_hot_rolled.pdf
14. <http://www.webinfomil.com>. (n.d.). <http://www.webinfomil.com/2012/10/fuerza-aerea-colombiana-adquiere.html>.
15. <http://www.webinfomil.com>. (n.d.). <http://www.webinfomil.com/2013/12/fuerza-aerea-colombiana-moderniza-sus.html>. Retrieved from <http://www.webinfomil.com/2013/12/fuerza-aerea-colombiana-moderniza-sus.html>.
16. <https://www.fac.mil.co>. (n.d.). *FUERZA AEREA COLOMBIANA*. Retrieved from FUERZA AEREA COLOMBIANA: <https://www.fac.mil.co/?idcategoria=11213>
17. <https://www.fac.mil.co>. (n.d.). <https://www.fac.mil.co>. Retrieved from <https://www.fac.mil.co>: <https://www.fac.mil.co>
18. <https://www.fac.mil.co/?idcategoria=11212>. (n.d.).
19. [www.guiahelicopteros.com](http://guiahelicopteros.com). (n.d.). <http://guiahelicopteros.com/partes-del-helicoptero/>. Retrieved from <http://guiahelicopteros.com/partes-del-helicoptero/>: <http://guiahelicopteros.com/partes-del-helicoptero/>
20. Manual de Mantenimiento Bell Model UH-1H II Helicopter, (BHT PUB-92-004-23)