

Ciencia y Tecnología Aeronáutica



Herramienta BCDG - 079 Extractora de los componentes del HUB de los helicópteros BELL 212 y HUEY II CACOM 4

Bcdg-079 Remover Tool for the HUB Components in the Helicopters BELL 212 and HUEY II for CACOM 4

Fecha recepción: febrero 11/2008
Fecha de Evaluación: Marzo 28/2008
Fecha de aprobación: Junio 4/2008

DS. Beltrán Yepes Greyn E. - DS. Cediél Ruiz Ivan A.
DS. Daza González José D. - DS. Gil Reyes Elkin F.

ABSTRACT

This Project consists on the generation of a good or service like the BCDG-079 remover tool for the hub components in the helicopters BELL 212 and HUEY II FOR CACOM 4. It helps in the quality process of aeronautical maintenance. This technological innovation is a need in the global world. It is important to start research, production and maintenance programs and also establish the specific characteristics in the aeronautical processes, because it is related to complex products.

KEY WORDS

Maintenance, aeronautical maintenance, tools, aeronautical tools, CAD systems, helicopters, dynamic components.

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la generación de un bien o servicio como es una herramienta BCDG-079 extractora de los componentes del HUB de los helicópteros BELL 212 Y HUEY II. CACOM 4, para la tecnificación con calidad de procesos de mantenimiento Aeronáutica innovación tecnológica es una necesidad para un mundo globalizado y por ello es importante el emprendimiento de programas hacia la investigación, producción y mantenimiento, fijando las características peculiares de los procesos aeronáuticos, dado que trata de productos complejos especializados con numerosos componentes, métodos de producción innovativos, condi-

ciones de ensamblaje e intercambiabilidad crítica, relacionadas con la disponibilidad y seguridad tanto operativa como funcional.

PALABRAS CLAVES

Mantenimiento, mantenimiento aeronáutico, herramientas, herramientas aeronáuticas, sistemas CAD, helicópteros, componentes dinámicos,

INTRODUCCIÓN

Las áreas del conocimiento de aeronaves y mantenimiento en general son materias fundamentales para los programas académicos de campos profesionales en aviación. Es así como LA ESCUELA DE

⁴Estudiantes último año del curso 79 tecnología de mantenimiento Aeronáutico, Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz, de la Fuerza Aérea Colombiana. Artículo fundamentado en su proyecto de Grado.





SUBOFICIALES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA es la única institución de educación superior que forma los tecnólogos aeronáuticos en las diferentes especialidades y existe la necesidad permanente de actualizar, reforzar y generar los conocimientos teórico-prácticos sobre dichos campos para generar competencias hacia el desempeño laboral del futuro tecnólogo de la FUERZA AÉREA COLOMBIANA. La realización de bienes y servicios es parte del desarrollo tecnológico y el mayor aporte desde la investigación, al conocimiento y campo tecnológico. El diseño e implementación de una herramienta extractora de los componentes del HUB de los helicópteros Bell 212 y HUEYII pretende que el COMANDO AÉREO DE COMBATE No. 4 pueda generar efectividad y facilidad en los procesos de extracción de los componentes del HUB, obteniendo de esta manera un mejoramiento en la operatividad tanto laboral como profesional en el taller de componentes dinámicos.

La construcción de la herramienta integra los conocimientos que se han adquirido durante los tres años de formación académica y las competencias especializadas durante el desarrollo de la investigación con la colaboración del personal de suboficiales que trabajan en el taller de componentes dinámicos de CACOM 4.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el taller de componentes dinámicos del Comando Aéreo de Combate N° 4 se lleva a cabo el mantenimiento tipo nivel 2 de los componentes del HUB de los helicópteros BELL-212 Y HUEY II, en cuyo proceso se hace necesario la extracción de los componentes del HUB del rotor principal de los helicópteros BELL-212 Y HUEY II.

Los componentes se encuentran especificados en el manual BHT-212- IPB y la parte de la pieza es 204-012-116-107 . Por la continuidad que tiene la realización de esta

inspección, el SHIELD está sometido a malformaciones, desgaste y deterioro que son ocasionados por el uso de herramientas artesanales para este procedimiento, causando demoras en el proceso. El procedimiento que se realiza actualmente genera desgastes y mayor inversión de tiempo y personal, por las herramientas utilizadas para la inspección y mantenimiento, como lo son la herramienta sujetadora del SHIELD, “guillotina”, y pinzas de 45°. En la actualidad el tiempo de preparación, alistamiento y remoción de la pieza en circunstancias normales es de 40 minutos, pero debido a fallas de la herramienta uno de cada dos alistamientos es necesario repetirlo, aumentando el tiempo en 20 minutos.

Como alternativa de solución para este problema se plantea el diseño y construcción de una nueva herramienta, la cual optimice el proceso de inspección, disminuyendo el tiempo utilizado para realizar la extracción de la pieza con calidad.

JUSTIFICACIÓN

El diseño y construcción de la herramienta (BCDG-079) brindará al Técnico u operario del taller de componentes dinámicos una mayor comodidad a la hora de extraer los componentes HUB; a su vez se reduce el tiempo de mantenimiento de los componentes HUB en un 50% aproximadamente, disminuyendo la estadía del helicóptero en tierra. Reduce en un 90% el riesgo de que el SHIELD sufra algún daño estructural, garantizando que tendrá la mayor durabilidad y no se deteriorará su contorno, así mismo, se disminuirá el número de personas necesarias utilizadas para la extracción de esta pieza las cuales pueden estar desempeñándose en otras labores del taller, ya que, se encuentra diseñada para ser operada por una sola persona.

Por ser un prototipo de herramienta de alta tecnología, en la cual se asocian los conocimientos teóricos y prácticos, aporta su desarrollo en innovación tecnológica al manteni-

⁵MANUAL BHT-212-IPB ,





miento aeronáutico, ya que, en los manuales de la casa fabricante no aparece descrita una herramienta adecuada ni el proceso de extracción de los componentes del HUB, lo cual retroalimenta los procesos de conocimiento y de investigación en los suboficiales de mantenimiento aeronáuticos y en los futuros alumnos de la Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico en ESUFA.

OBJETIVO GENERAL

Optimizar los procesos de mantenimiento mediante el diseño, construcción e implementación de una herramienta de funcionamiento mecánico, para la inspección y reparación de los componentes del HUB en el taller de componentes dinámicos de CA-COM-4.

MARCO REFERENCIAL

El suboficial en Mantenimiento Aeronáutico es un tecnólogo formado para programar, supervisar, controlar y ejecutar labores correspondientes al mantenimiento aeronáutico teniendo en cuenta, como principal, pero no único campo de actividades, todas las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana. Dados los conocimientos y disciplinas necesarias para cumplir con el mantenimiento de diversos equipos en forma segura, tiene la preparación básica para:

- Realizar trabajos administrativos en cuanto a supervisión, manejo y control de recursos humanos.
- Colaborar en la elaboración de planes de mantenimiento de máquinas, equipos y sistemas.
- Elaborar informes, reportes o manuales técnicos.

Áreas de Especialización:

El suboficial en Mantenimiento Aeronáutico, tiene su campo de acción en: helicópteros

- Aviones
- Motores
- Turbinas

Manual de Mantenimiento FAC MM - 1- 01 PAG. 5



- Instrumentos
- Sistemas de combustibles
- Hidráulicos
- Manejo de publicaciones técnicas
- Estructuras y laminas
- Intercambios interinstitucionales con el SENA.

EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO⁶

La Fuerza Aérea Colombiana, a través de los grupos técnicos de los comandos aéreos, ejecuta los siguientes niveles de mantenimiento a su material volante.

PRIMER NIVEL

Corresponde al mantenimiento preventivo, que es la acción de inspección y cuidados anterior y/o durante la operación para garantizar el estado funcional de la aeronave tratando de hallar sus fallas antes de que estas se manifiesten y comprende:

- Inspección PRE-vuelo: verificación visual para comprobar el estado de una aeronave antes del vuelo.
- Inspección post-vuelo: revisión visual y funcional de una aeronave para determinar su estado después del vuelo.
- Reparaciones menores
- Recibo y despacho de aeronaves.

SEGUNDO NIVEL

Corresponde al mantenimiento correctivo, que es la acción de reparación posterior a



la operación, mediante la cual una aeronave regresa a su estado funcional normal y comprende:

- Inspección horaria: revisión general de la aeronave de acuerdo a una guía de inspección después de un determinado número de horas de vuelo o de funcionamiento, como requisito intermedio para garantizar su condición mecánica, funcional y estructural.
- Inspección periódica: revisión general de la aeronave de acuerdo a una guía de inspección después de un determinado número de horas de vuelo o de funcionamiento, como requisito final para garantizar su condición mecánica, funcional y estructural.
- Inspección por fases: sistema de consolidación de las inspecciones horarias y periódicas, de manera que los requisitos de inspección se vayan a ciertos intervalos fijos y más cortos, con el objeto de reducir el tiempo de inactividad de la aeronave.
- Inspección calendaria: revisión general de la aeronave de acuerdo a una guía de inspección después de un determinado tiempo de operación (días, meses, años), como requisito final para garantizar su condición mecánica, funcional y estructural.
- Cambio de motor.
- Modificaciones: alteraciones de la estructura, equipo de una aeronave o instalación de equipo nuevo o adicional.
- Cumplimiento de boletines técnicos FAC.
- Fabricación limitada de partes.

TERCER NIVEL

Corresponde al mantenimiento recuperativo, que es la acción de modificar o reconstruir una aeronave debido a su tiempo de servicio, uso excesivo, deficiencias o por necesidad de recuperarla para el servicio después de haber sufrido daños sustanciales y comprende:

- Inspección mayor: mantenimiento estructural mayor de una aeronave que se programa normalmente con base en un ciclo

de operación o de tiempo calendario.

- Reparaciones mayores
- Inspecciones especiales
- Recuperación general: reconstrucción de una aeronave por accidente, reconversión o porque las condiciones estructurales así lo exigen.
- Modernización.

HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO AERONÁUTICO⁷

Para abordar el tema de las herramientas aeronáuticas es necesario enmarcarlas dentro de una clasificación para su estudio, uso y mantenimiento.

HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN

Medir una longitud significa compararla con la unidad de medida para ver cuántas veces esta contenida esta última en la primera. Podemos nombrar algunas de ellas: niveles, plomadas, rayadores, metros, reglas, escuadras, transportadores, calibradores, indicadores diales, micrómetros, medidores de espesores, etc.⁸

HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO GENERAL.

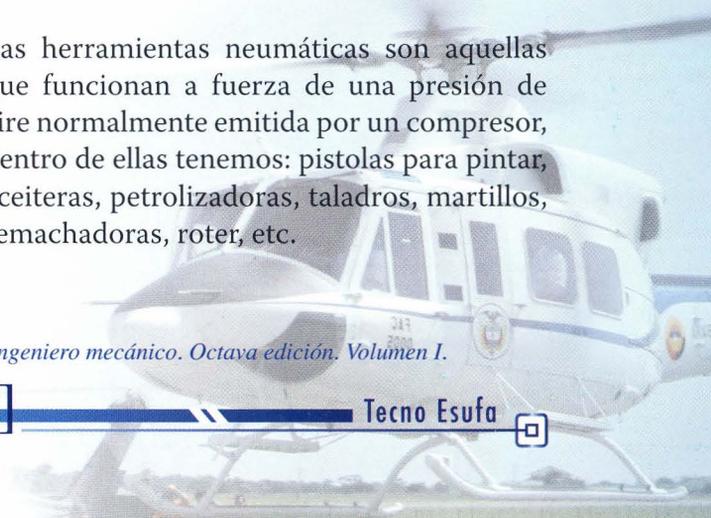
Las herramientas para mantenimiento general son aquellas que son aplicables en cualquier campo donde se necesita facilitar un trabajo; dentro de ellas tenemos: martillos, macetas, prensas, llaves, copas, punzones, pinzas de todo tipo, cuchillas, volvedores, destornilladores, limas, brocas, seguetas, cinceles, machuelos, terrajas, abocardadores, etc.

HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS

Las herramientas neumáticas son aquellas que funcionan a fuerza de una presión de aire normalmente emitida por un compresor, dentro de ellas tenemos: pistolas para pintar, aceiteras, petrolizadoras, taladros, martillos, remachadoras, roter, etc.

⁷Curso Básico de Mantenimiento No 61. CACOM 5

⁸BAUMEITER, T. AVALLONE, E Y BAUMEISTER, T, manual del ingeniero mecánico. Octava edición. Volumen I.





HERRAMIENTAS DE TORQUE

Son aquellas usadas para ajustar uniones ros-cadas a una presión deseada y en la mayoría de los casos ya establecida; algunas de estas herramientas son: torquímetros fijos, torquímetros variables, torquímetros diales, torquímetros trinquete, torquímetros hidráulicos, multiplicadores de torque, etc.⁹

HERRAMIENTAS ESPECIALIZADAS

Dentro de esta clasificación encontramos todas aquellas herramientas que han sido estudiadas, diseñadas y fabricadas para un único fin, tarea y aeronave determinada. También poseen sus respectivos manuales de operación, mantenimiento, partes y seguridad emitidos por el fabricante.

DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación adelantada en este proyecto es de tipo aplicado, porque confronta el aprendizaje teórico que se adquirió en la Escuela de Suboficiales CT. Andrés María Díaz Díaz y los conocimientos y prácticas especializadas en la unidad de CACOM-4, con la realidad de los problemas y necesidades que se presentan en los talleres de componentes dinámicos de las diferentes unidades que realizan mantenimiento tipo 3 de los helicópteros medianos, buscando el progreso teórico – práctico e innovando mediante el diseño y fabricación de herramientas que agilicen, optimicen y tecnifiquen los procesos de mantenimiento con seguridad, eficacia y eficiencia.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para este proyecto se aplicó el método de campo realizando inicialmente una observación guiada por el jefe y operarios del taller de componentes dinámicos de CACOM-4 y posteriormente la aplicación de los conocimientos teórico prácticos adquiridos. Haciendo uso del método científico que permitió el diseño y posteriormente la fabricación

de la herramienta BCDG- 079, sometiéndola a calibraciones y pruebas de funcionamiento, que afianzaron la aplicabilidad de la herramienta dentro de los procesos de mantenimiento del hub de los helicópteros anteriormente descritos.

ENTREVISTA

Entrevista para la valoración de la aplicación de la herramienta extractora del SHIELD de los helicópteros Bell 212 y Huey II en el taller de componentes dinámicos en la unidad de CACOM-4.

El objetivo principal de la entrevista fue identificar y analizar el punto de vista de los jefes, especialistas y operarios del taller de componentes dinámicos de CACOM-4, con el fin de evaluar y demostrar la viabilidad y la posterior alternativa de construcción de la herramienta BCDG- 079.

ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA

De acuerdo con la información suministrada por la entrevista realizada en CACOM-4. al



taller de componentes dinámicos se determinó que el proceso que se está llevando a cabo para el mantenimiento del HUB de los helicópteros BELL 212 y HUEY II, es muy

⁹LARBURU, N. 1997. *Máquinas prontuario: Técnicas, máquinas y Herramientas*, Ed.paraninfo



deficiente, se determinó el diseñar una herramienta con la cual el técnico de mantenimiento se encontrara más a gusto y con la cual un componente tan fundamental del HUB como lo es el SHIELD no saliera afectado.

Además de esto, hay que tener en cuenta que el rendimiento en los procesos de mantenimiento va determinado de acuerdo a la adecuada dotación de herramientas que se tenga y la efectividad que estas produzcan al realizar el correspondiente proceso y la correspondiente norma y manual de seguridad de los procesos.

DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

El diseño de la herramienta BDCG – 079 lo apoyamos en la problemática que existía sobre el desgaste del SHIELD debido a la herramienta utilizada en el taller de componentes dinámicos. Con el aporte de conocimientos de diferentes jefes y operarios del taller de maquinaria, complementados con los de los jefes del taller de componentes dinámicos y el aporte de los sistemas CAD Solid Edge en el campo tecnológico, nos dimos a la tarea de crear diferentes hipótesis acerca de un prototipo de herramienta; se tomó la decisión de elaborar una herramienta con un funcionamiento parecido a la ya utilizada pero con dos media lunas que nos permitieran que el SHIELD no sufra rayaduras ni se deforme a medida que se realiza el proceso que es el propósito de la herramienta. Se determino también que era necesario que la herramienta fuera un poco más liviana para su fácil utilización y se disminuyó el personal necesario para su funcionamiento, se logró este objetivo haciendo una rosca central por donde quedara más cómoda para el operario tanto la instalación de la herramienta como la remoción de los componentes del HUB.

Se concluyó que era indispensable dar una mayor fijación de la herramienta al SHIELD del HUB al momento de operar esta; haciendo uso de dos medialunas que se encuentran en su borde interior maquinadas de acuerdo a la forma del SHIELD y utilizando dos abra-

zaderas que en la parte exterior del conjunto de media lunas que van unidas al SHIELD las sujetan y presionan al componente evitando que en la utilización de la herramienta se corra el riesgo de que se llegue a mover de su posición afectando la pieza, por lo tanto provocando grietas y demás defectos que se pueden presentar por mal trato del componente. Teniendo en cuenta el sinnúmero de ideas que se van planteando a medida del diseño de la herramienta inicial con la que se estaba operando, se procedió a realizar un bosquejo a mano alzada y luego apoyados en un dimensionamiento con relación a las medidas tomadas del SHIELD y de la distancia a la cual se encuentra este del último componente del HUB, centricidad, acudimos a un diseño en un plano de dibujo técnico tridimensional haciendo uso de sistemas CAD y solid edge V19.

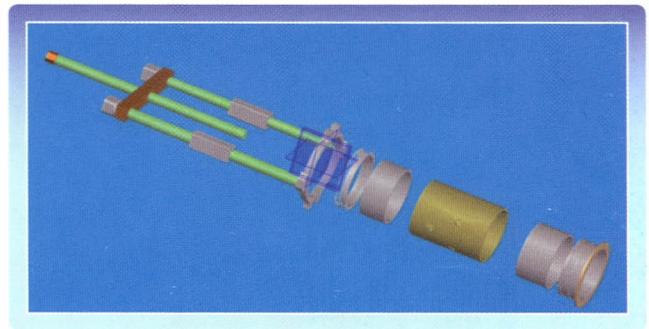


Figura 1 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

Valores a temperatura ambiente, salvo donde se indique específicamente lo contrario		
Densidad	Kg./m ³	2.830
	Lbs/pulg ³	0.102
Módulo de elasticidad	N/mm ²	71.500
	psi	10.3 x 10 ⁶
Coeficiente de expansión térmica	Por °C, de 20°C a 100°C	23 x 10 ⁻⁶
	Por °F (68-212°F)	12.8 x 10 ⁻⁶
Conductividad térmica	W/m°C	165
	Btu pulg/pie ² h°F	1.144
Calor específico	J/kg °C	890
	Btu/lb°F	0.20

TABLA No. 1 PROPIEDADES FÍSICAS PRODAX





	Torneado grueso con metal duro	Torneado fino con metal duro	Torneado fino con PCD ¹⁾	Torneado con acero rápido
Velocidad de corte (Vc) m/min. a.p.m	600-1200 1980-3960	1200-2500 3960-8250	600-1500 1980-4950	250-300 825-990
Avance (a) mm/r i.p.r	0.3-1.0 0.012-0.04	-0.3 -0.012	-0.3 -0.012	-0.3 -0.012
Profundidad de corte (ap) mm pulgadas	2-6 0.08-0.24	-2 -0.08	-3 -0.12	-3 -0.12
Designación del metal duro ISO	K20	K10	-	-

¹⁾Diamante policristalino

TABLA No. 2 TORNEADO DEL METAL

FUNCIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA¹¹

1. INSTALACION DE LA HERRAMIENTA

Como primera instancia se procede al alistamiento del lugar donde se va a trabajar, debe estar limpio, seco y libre de cualquier objeto extraño que impida el procedimiento; se debe disponer, además del banco de trabajo donde va sostenido el HUB el cual se muestra en la Fig. 9. BANCO PARA EL HUB

También se debe disponer de la herramienta BCDG – 079. Con la cual se realiza el siguiente procedimiento:

- Se limpia el SHIELD, extrayendo de él todas las impurezas y grasa que puedan afectar el proceso de instalación de la herramienta.
- Se instalan a presión las medialunas que coinciden en su parte exterior con la parte

exterior del SHIELD. Estas medialunas deben estar ubicadas de 0° a 180° y de 180° a 360°, esto por razón de que los extremos de las abrazaderas no coincidan con los extremos de las medialunas.

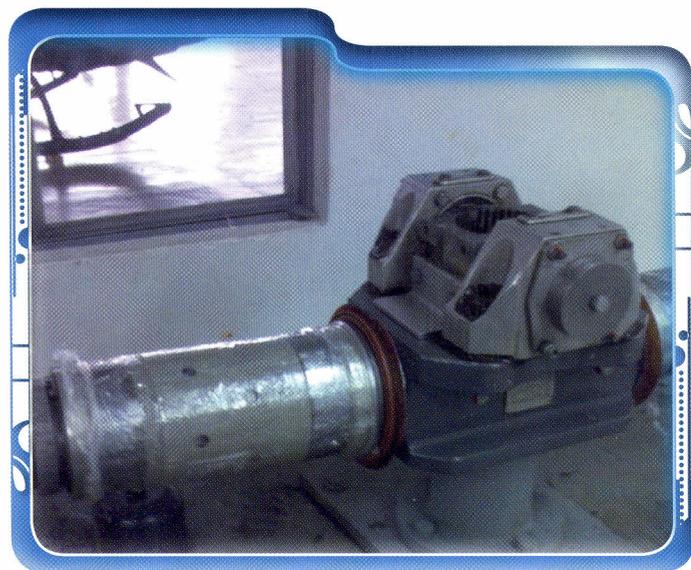


Fig. 3. BANCO PARA EL HUB

¹¹DS. Daza González José David, DS Cediél Ruiz Ivan Alfonso, DS. Beltrán Yepes Greyn, DS. Gil Reyes Elkin Fabián autores del proyecto

- Se instalan las abrazaderas en una posición de 90° a 270° y de 270° a 450° y se tensionan con los racores que poseen en sus extremos, se debe tener muy en cuenta que esta parte quede muy bien tensionada para que no se corra el riesgo de que las medialunas que se encuentran en su interior no se vayan a desplazar y causen daños al SHIELD.
- A las abrazaderas se encuentran soldadas dos tuercas, que en el momento en que las abrazaderas sean instaladas correctamente, según lo estipula el procedimiento anteriormente mencionado, deben quedar ubicadas a los 180° y a los 360°.
- Cuando se encuentren ubicadas correctamente las abrazaderas, se procede a instalar los brazos de arrastre, el brazo de arrastre posee dos extremos diferentes, uno roscado desde que termina el brazo y uno con alargue después del brazo, en la tuerca de la abrazadera va instalado el extremo que termina en rosca inmediatamente termina el brazo. El modo correcto de instalación, es tomar el brazo de arrastre del mango que posee en su parte central y girar hasta que quede ajustado correctamente a esta rosca. Este procedimiento se repite con cada uno de los dos brazos.
- Al estar instalados correctamente los brazos de arrastre estos quedarán suspendidos a 90°, es allí cuando se instala el yunque central, que no tiene derecho, lo único que se debe tener en cuenta es que los dos brazos queden instalados en los dos orificios de los extremos que posee el yunque central.
- En el momento en que se encuentre puesto el yunque central en los dos brazos de arrastre, se toman las dos tuercas de fijación y se enroscan en las dos partes sobresalientes de los brazos de arrastre, hasta que queden completamente seguras.
- Teniendo el conjunto de las medialunas, las abrazaderas, los brazos de arrastre, el yunque central y las tuercas de fijación ubi-

cadadas de la forma correcta, se toma el rodamiento de forma frontal y se posiciona en la parte frontal del yunque, está queda suspendida, ya que esta diseñada a la medida adecuada de esta parte.

- El proceso final de arme de la herramienta es el tornillo central, que se toma del mango y se empieza a enroscar por medio del orificio roscado que posee el yunque central.

2. OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA

En el momento en el cual la herramienta se encuentra instalada para su correspondiente operación es necesario verificar que todas las partes de la herramienta se encuentren correctamente situadas, después de haber verificado la correcta postura de las partes, se procede a tomar el mango del tornillo central y se comienza a enroscar suavemente hasta que haga contacto con el rodamiento, cuando haga contacto, se alinea con el centro del rodamiento y se hace fuerza de la misma forma como se estaba roscando hasta extraer todos los componentes del HUB.

Los componentes del HUB quedan suspendidos en el tornillo central y la herramienta queda unida al SHIELD, cuando esto ocurra se toma la herramienta y se coloca en una mesa para el correspondiente desarme, y la extracción de los componentes que quedaron en ella.

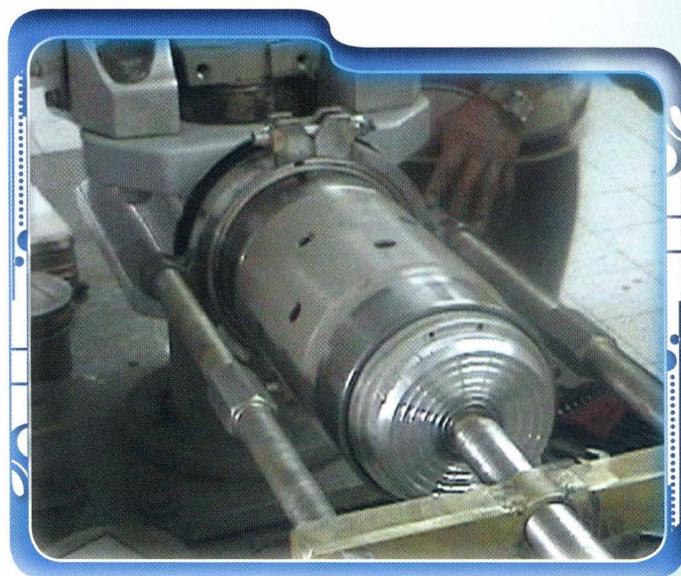


Fig.5 Evaluación de la Herramienta

SEGURIDAD INDUSTRIAL

Los profesionales de seguridad suelen considerar en que la operación eficaz de un programa de seguridad requiere que el conocimiento y el trabajo del administrador de seguridad tenga un amplio campo de acción, operar con éxito un programa de seguridad preventiva requiere que sus efectos se extiendan a cada nivel de una organización, como lo hace la motivación de la productividad, es decir, la responsabilidad de la seguridad no solo le compete al departamento de seguridad sino que incluye otros departamentos y secciones del lugar de trabajo. Poner en ejecución un enfoque global y organizado de la seguridad requiere un planteamiento y organización, tareas que concluyen en una política de seguridad de una entidad y las prioridades, ayudando además a fijar las responsabilidades de manera que pueda llevarse a cabo un esfuerzo coordinado.

CONCLUSIONES

Con el diseño e implementación del prototipo de herramienta BCDG-079 se mejoran los procesos de inspección que se realizan al HUB de los helicópteros UH-1H, BELL 212 y HUEY II. En su proceso recuperativo nivel 2 se logra una optimización del tiempo en un 80% de trabajo en el taller de componentes dinámicos del CACOM 4, mejorando la seguridad industrial para los técnicos que realizan la inspección y estableciendo un nuevo bien y mejorando con calidad y confiabilidad los servicios.

BIBLIOGRAFÍA

www.helitaxi.com
www.FAC.mil.co

AERONÁUTICA CIVIL; reglamentos aeronáuticos de Colombia (parte 4); Colombia; 2002.

ASM Metal Handbook - American Society for materials - 1961 2

BAUMEITER,T. AVALLONE,E Y BAUMEISTER,T, manual del ingeniero mecánico. Octava edición. Volumen I. BRADLEY: HIGH PERFORMANCE CASTINGS, ASM

CARY. MODERN WELDING TECHNOLOGY, MC GRAW HILL.

GARMO. MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN. REVERTE DIETER .Metalurgia Mecánica- Aguilar - Madrid 1967

CHALMERS: METALURGIA MECÁNICA. ED. AGUILAR.

FLYING, Aero Club of America ,Aero club of Illinois, Aero club of Pennsylvania

GARMO. MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN. REVERTE HOULDCROFT: TECNOLOGÍA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA. CEAC

LARBURU, N.1997. Maquinas prontuario: Técnicas, máquinas y Herramientas,Ed.paraninfo.

MANUAL BHT-212-IPB en la página 22, índice 69, figuras 62-6.

TEDESCHI. PROYECTO DE MÁQUINAS. EUDEBA.